

## MATEMATİK EĞİTİMİNİ YENİLEME YÖNÜNDE İLERİ HAREKETLER-I: TEKNOLOJİ DESTEKLİ MATEMATİK ÖĞRETİMİ

Yaşar ERSOY

Orta Doğu Teknik Üni., Emekli Öğretim Üyesi, 06531 Ankara  
yersoy@metu.edu.tr

### ÖZET

Bu günlerde öğretim programlarını en çok etkileyen güç teknolojidir. Örneğin, hesap makineleri (HeMa), sayısal ve sembolik hesapmaların ne olduğuyla ilgi görüşlerimizi değiştirdi. Bu çalışmada son çeyrek yüzyıl içinde okullarda bazı değişikliklerin gözlemlendiği anımsatıldıktan sonra, genelde BiTe (bilgi teknolojisi) özelde elde taşınabilir etkileşimli ileri eğitim teknolojilerinden bazılarının, örneğin HeMa'nın, matematik öğretiminde ve öğrenme sürecinde kullanılmasının köklü bir yenilik hareketi olduğu vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, HeMa destekli/yardımlı matematik eğitimi/öğretimi kavramı açıklanarak son çeyrek yüzyılda bazı ülkelerdeki yenilikler özetlenmektedir. Ayrıca, karşılaşılan sorunların çözümleri için bir takım araştırma ve eğitim etkinliklerinin özel bir proje, BiTeME çerçevesinde kurumlar arasında ortak işbirliği ile gerçekleştirilmesinin uygun olacağı belirtilmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Bilişim teknolojisi, İleri eğitim teknolojisi, Hesap makinesi (HeMa), Matematik öğretimi

### MOVEMENTS FOR INNOVATIONS OF MATHEMATICS EDUCATION-I: TECHNOLOGY SUPPORTED MATHEMATICS TEACHING

### ABSTRACT

Technology is the most powerful force for curriculum influence today. Calculators change our view of what is a mere numerical and symbolic computation. In the present study, after recalling various changes taken place in the last two decades it is emphasized that the use of ICTs (information and communication technologies) in general and some hand-held personal technologies, namely calculators is a reform movement in the process of teaching and learning mathematics. In this context, the concept of calculator-supported/assisted mathematics instruction is explained, and the innovations in various countries in the last two decades are summarized briefly. Besides, for resolving the problems various researches and activities should be carried out under a special project, entitled BiTeDME (ICTs-supported/assisted mathematics instruction/ education).

**Keywords:** ICTs, Advanced educational technology, Calculator, Mathematics instruction

Matematik öğrenmek ve yapmak için tek olanak, BiTe değildir.  
Ancak, matematik yapmayı ve öğrenmeyi sevmek için  
BiSa veya ileri HeMa yardımcı araçlardır.

### 1. GİRİŞ

Geçen yüzyılın son çeyreğinde matematik eğitimi alanında oldukça belirgin bazı değişiklikler ve bir takım yenilikler olduğu alan yazınında (literatür) yeralan bilgi kesitlerinden bir kısmını oluşturmaktadır. Söz konusu bu bilgiler, özetle, yayınlarda gönderme yapılan ve yeri geldikçe vurgulanan bir dizi ileri hareketler ve yapısal düzenlemeleri içermektedir. Bu yeniliklerden özellikle ikisinin, matematik eğitimi kamuoyunda matematik eğitimcilerinin yoğun çaba ve uğraşısına neden olduğu, yeni görüşlerin ve bir takım önerilerin araştırmacıları çeşitli araştırma ve proje etkinliklerine yönlendirdiği; ayrıca gelişmelerin başta öğrenciler ve öğretmenler olmak üzere anne-baba, işgören ve işveren gibi toplumda çeşitli kitleleri etkileyeceği gözlemlenmektedir. Köklü yeniliklerden biri, daha çok kişinin daha çok matematik bilgisi ve temel beceriler edinmesi bağlamında bireylerin “matematik okur-yazarlığı”dır (örneğin, AAAS,1989; NCTM,1989; de Lang et al, 1993; Niss, 1996; Ersoy, 1997, 2002a). Bu alanda belirtilen ve vurgulanan gereksinim, her ülkede giderek artmakta; karşılaşılan bazı sorunlara bir takım kalıcı köklü çözümler, ayrıca kitlesel isteklere ve beklentilere doyurucu yanıtlar aranmaktadır. Belirtilen köklü yenilik hareketiyle ilgili bir takım gelişmeler, ümit verici olmasına karşın eğitim alanında gelişmiş ileri endüstri ülkeleri ile gelişmekte olanlar arasındaki açıklık giderek büyümektedir. Bu durum, varolan sorunlara ek olarak yeni oluşacak bazı sorunların ilk habercisidir.

İkinci köklü yenilik, son çeyrek yüzyılda bilişim (bilgi ve iletişim: *information and communication: ICT*) teknolojisi (BiTe)'nin matematik öğretimi ve eğitimi (MÖVE) etkinliklerinde kullanılmasıdır (örneğin, Howson & Kahane, 1986; Fey, 1992; Cornu, 1992; Graf, et al, 1994; Balacheff & Kaput, 1996; Gomes & Waits, 1996; Ersoy, 1994, Ersoy, 2001). Başta okul yönetim işleri ve bir takım dersler, örneğin matematik ve fen biliminin

öğretimi olmak üzere eğitimin her alanında BiTe kullanılması, her ülkede ve her düzeyde okulda her geçen yıl artan ölçüde zorunlu olmaktadır. Sözkonusu gelişme, bir yanda ileriye yönelik bir hareketin başlatıcı gücü iken öte yanda her düzeydeki okulda öğretmenlere yeni sorumluluklar, roller ve görevler yüklemektedir. Bir başka anlatımla, “öğreten-bilgi-öğrenen” üçgeninde, öğretmen olarak öğretmenin işlevi değişmekte, bilginin öğrenenin zihninde yapılandırılmasında BiTe, bir takım kolaylıklar, örneğin, görselleştirme, seslendirme, canlandırma vb olanaklar sunmaktadır. Gelişmeler ve yenilikler ise bir çok alanda sürmekte olup eşzamanlı olarak izlenmesi çok güç olmasa bile özümsemesi zorlaşmıştır. Bu incelemede, teknoloji destekli/yardımlı matematik eğitimi/öğretimi (TeDeME) alanında bir takım gelişmeler, elde taşınabilir teknolojilerin, açıkçası ileri hesap makinesi (HeMa)’nın gizil gücü ve etkileri incelenerek okullarda MÖvE iyileştirmek için bazı öneriler sıralanmaktadır. Öneriler, ileri ve etkileşimle eğitim teknolojilerini MÖvE etkinliklerinde etkin ve yararlı bir biçimde kullanmaya yönelik olup bunun güdümlü projeler biçiminde MEB-okul-üniversite işbirliğiyle kuramsal temellere dayalı ve uygulamalı olarak çeşitli okullarda ve konular düzeyinde gerçekleştirilmesinin gerekleri ve bazı yararları açıklanmaktadır. Kaynak gösterilerek betimlenmeye ve açıklanmaya çalışılan durumların, aslında okullarda MÖvE yönünde yenilik hareketlerinin ayrılmaz ve tümleştirici bir parçası olarak algılanmalıdır. Dahası, elde taşınabilir etkileşimli teknolojinin okullarda MÖvE etkinliklerde kullanılmasında eğitimsel boyutlarda belirlenen hedeflere erişmek için ön adımların atıldığını bilerek, yolun başında olduğumuzun bilinciyle Türkiye’de de daha örgütlü bir yapılanmayla ilgilerin katılımını sağlayarak hareket etmemiz ve hızlı ilerlememiz gerekmektedir.

Öte yandan, bu incelemede rapor edilen durum, daha geniş bir açımda başlattığımız bir araştırma projesinin küçük bir kesiti olup projenin diğer boyutları ve sağlanan gelişmeler ayrıca rapor edilmektedir (Ersoy, 2001; Ersoy, 2004a). Bu incelemede, yenilik hareketinin BİTe boyutunda ileri HeMa bileşeni incelenerek, sözkonusu teknolojinin okullarda MÖvE etkinliklerinde gizil gücü, bazı işlevleri ve bir araç olarak rolü açıklanmaktadır. Bu çerçevede, bilgisayar destekli eğitim (BDE) alanında bir takım gelişmeler ve okullarda MÖvE ile ilgili olarak BiTe boyutunda BiSa etkileri ise daha sonra rapor edilecektir. Daha açıkçası, belirtilen teknolojinin eğitim ortamlarını nasıl zenginleştirdiğini, öğrenci ve öğretmeni hesap yapma hamballığından kurtararak onların matematik yapımları, kavram geliştirmeye ve problem çözmeye yönelik etkinliklerde ne denli yararlarının olacağı vurgulanmaktadır. Özetle, bu incelemede okullarda MÖvE iyileştirme yönünde ileri bir hareketin ne olduğu ve niçin gerek duyulduğu açıklanmaktadır. Bunun, kuşkusuz, birden çok nedeni vardır. Herşeyden önce Türkiye’de ortaöğretim okullarının yeniden düzenlenmekte ve öğretim programlarının (müfredatın) gözden geçirildiği bir dönemde diğer ülkelerin okullarında MÖvE alanında yeniliklerin neler olduğunun bilinmesi gerekir. Bu bağlamda, diğer inceleme yazılarımızda olduğu gibi bu incelemede Türkiye’de matematik eğitimcileri ve öğretmenler başta olmak üzere, öğretim programı geliştiriciler, kitap yazarları ve eğitim politikaları ile uğraşanlar bilgilendirilmek istenmektedir. Böylece, BiTe’nin bazı ürünlerinin, örneğin basit ve ileri HeMa’nın okullarda başta MÖvE olmak üzere diğer alanlarda etkin kullanılması konusunda Türkiye’de öğretim programlarında değişiklikler ve yeni düzenlemeler yapma zamanı geldiği ve geçmekte olduğu bilinmelidir.

## 2. BAZI ÖNBİLGİLER: OKULLARDA YENİLİK HAREKETİ

Yenilik ve gelişme, çağdaş toplumlarda kaçınılmaz uğraşılardan biridir. Bu çerçevede, bilgi toplumu olmaya aday ileri endüstri ülkelerin çoğunda MÖvE alanında da bir takım değişikliklere gereksinim duyulduğundan, son çeyrek yüzyılda bazı yenilikler gerçekleştirilmiştir ve değişim sürmektedir. Konuyla ilgili gelişmeler bu bölümde kısaca özetlenmektedir. Ayrıntılı bilgiler, gönderme yapılan kaynaklardan elde edilebilir.

### 2.1. Matematik Eğitiminde Yeni Eğilimler ve Bileşenler

Dün olduğu gibi bugün de gelecekte ne olacağı öngörmek ve bazı kestirimlerde bulunmak, kuşkusuz olanaksızdır. Ne bizim ne de başkalarının elinde bakarak bilgi edinecek bir sihirli bir küre yoktur. Bununla birlikte, varolan bir gerçek şudur: Geçen yüzyılda matematikte sağlanan ilerlemeler, bilim ve teknolojiye yeni yeniliklerin ve gelişmelerin temel belirleyicisi oldu. Bu yöndeki gelişmelerin kesintisiz süreceği öngörülmekte, bu nedenle okulların MÖvE programlarında son çeyrek yüzyılda bir takım yenilikler yapılmaktadır (örneğin, Steiner,1980; NCEE,1983; NCTM, 1989; Howson,1991; Cornu, 1992; de Lang et al, 1993, Niss, 1996; vd). Alan yazınından izleyebildiğimiz ve bazı batı ülkelerinde gözlemleyebildiğimiz yenilik hareketlerinin boyutları ve bir takım bileşenleri şunlardır:

<p><b>1. Yeni Hedefler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Akıllı yurttaş</li> <li>• Matematik okur-yazarı kişi/işgören</li> <li>• Yüksek öğretime hazırlama</li> <li>• Bilim olarak matematik</li> </ul>	<p><b>2. Kavrama, Düşünme ve Problem Çözme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Daha az ezber</li> <li>• İleri düzeyde düşünme</li> <li>• Kendi stratejileri</li> <li>• Sonuçları yorumlama</li> </ul>
<p><b>3. Matematiksel İletişim</b></p>	<p><b>4. Yeni Teknoloji ve Öğrenme Kuramları</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Okuma ve yazma</li> <li>Tartışma ve sunma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yaparak öğrenme</li> <li>Uygulayarak öğrenme</li> <li>İşbirliğiyle öğrenme</li> </ul>
<b>5. Teknolojinin Kullanılması</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Öğrenme konusu olarak bilgisayar (BiSa)</li> <li>Eğitbilimsel araç olarak bilgisayar (BiSa)</li> <li><u>Basit ve ileri hesap makineleri</u> (HeMa)</li> <li>Bilişim teknolojileri sistemi</li> <li>Videoteyp, videodisk, etkileşimli videodisk</li> <li>İnternet, web-siteleri</li> </ul>	<b>6. Gerçekçi (Authentic) Değerlendirme</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Çoktan seçmeli testler</li> <li>Kapalı ve açık uçlu sorulu zaman sınırlı testler</li> <li>Ev ödevi ve projeler</li> <li>İki aşamalı görevler ve araştırmaödevleri</li> </ul>
<b>7. Öğretim Programlarını Tümeleştirme</b>	<b>8. Gerçek Dünya Problemleri</b>
<b>9. Öğretmenin Değişen İşlevi ve Roller</b>	<b>10. Öğrencinin Değişen İşlevi ve Roller</b>

Yukarıda özetlenerek belirtilenler, okullarda yenilik için atılan adımlar olup başta birey olmak üzere topluluklarda ve geleneksel kurumlarda bir takım değişim gerektiriyordur. Bu incelemede, yalnızca yukarıdaki listede yer alan “**Teknolojinin Kullanılması: Basit ve ileri hesap makinesi**” başlığı altındaki yenilik hareketinin ne olduğu incelenecek ve bir kesimi betimlenecektir. Yenilik hareketinin diğer boyutları ve bileşenlerinin herbiri, ayrı bir inceleme konusu olacak kadar geniş olduğundan bu incelemede çoğuna yer verilemeyecektir. Kaldı ki sözkonusu boyutların incelenmesi ve rapor edilmesi, yalnızca ne yer ne de zaman sorunu olmayıp kısmen farklı uzmanlık bilgisi gerektirdiğinden bu çalışmada yer verilmeyecektir.

Öte yandan, her alanda olduğu gibi eğitim alanında da değişim çetin ve çok zahmetli bir iştir. Bu nedenle, istensede, gereğinin farkına varılsada önerilen yenilikler kolay olmuyor; değişimin bilincine varmak, her yerde ve toplumda zaman alıyordur. Değişim ve bununla bağlantılı her türlü yenilik, önce bir şeyler öğrenmeyi, bilgi edinmeyi, uygulamalardan ve denemelerden bir takım dersler çıkarmayı, doğru ve gerçekçi hedefler belirlemeyi gerektiriyordur. Sonra, değişim ve yenilikler, kararlılık ve sabırlı olmadan, katılım ve katkı olmadan gerçekleşmiyor. Bu nedenle, okullarda MÖVE ile ilgili dünyadaki değişimi doğru algılamamız, bir dizi yenilik hareketlerini izleyerek Türkiye için dersler çıkarıp bazı hareketlere öncülük etmek zorundayız. Öncülük edilecek alanlardan biri, ilköğretim ve ortaöğretim öğretim programları (müfredatın) yeniden yapılandırılması ve düzenlenmesi iken diğer biri, okullarda MÖVE etkinliklerinde BiTe ürünlerinin etkin ve yararlı bir biçimde kullanılmasıdır. Bu konuda incelenmesi ve tartışılması gereken çok sayıda sorun bulunmaktadır.

## 2.2. Yenilik Hareketlerinde Genel Yaklaşım ve Bazı Öneriler

Genelde teknoloji destekli, özelde HeMa destekli/yardımlı matematik öğretimi konusunda başta gelişmiş ileri endüstri ülkeleri olmak üzere çok sayıda ülkede araştırma yapılmakta olup bunların çoğu rapor edilmiştir. Alan yazınında yer alan bu araştırmaların çoğuna ulaşmamız oldukça zor olmakla birlikte ulaşılabildiklerimizin içinde ve bir kısmında yer alan bazı görüşleri özetlemek yararlı olacaktır.

**(a) BiTe'nin MÖVE Etkinliklerinde Kullanılmasıyla İlgili Öneriler:** Okullarda MÖVE alanında ve yeniliklerle ilgili çok sayıda bilimsel makale ve rapor bulunmaktadır. Sözkonusu raporların bir kısmı, ulusal raporlar olup öneriler, ilgili topluluklar, kuruluşlar ve kurumlarca benimsenmiştir. Örneğin, çeyrek yüzyıl kadar önce ABD’de Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM: *National Council of Teachers of Mathematics*) 1980 ve sonrasında yayınladığı raporlarda (bakınız, NCTM, 1980 ve NCTM, 1989) ve İngiltere’de Kraliyet adına yaptırılan bir incelemede (bakınız, Cockcroft, 1982) BiSa ve HeMa’nin okullarda MÖVE etkinliklerinde kullanılmasıyla ilgili olarak şu görüşlere yer verilmektedir:

- Öğrenci her zaman uygun bir HeMa kullanabilmeli;
- Her sınıfta gösteri amaçlı bir BiSa olmalı;
- Her öğrenci BiSa kullanmayı öğrenmeli;
- Öğrenciler BiSa problemleri keşfetmek ve çözmek için bir bilgi işlemci ve hesaplayıcı olarak kullanmayı öğrenmeli.

Sıralanan önerilerin ve belirtilen hedeflerin anlamı, oldukça açıktır. Matematik, dersliklerde veya sınıflarda ileri ve etkileşimli eğitim teknolojileri kullanılarak öğrenilmeli ve öğretilmelidir. Dahası, okullarda matematik yapılmalı; matematiksiz düşünme ve problem çözme becerileri geliştirilmelidir. Ne var ki ister BiSa olsun ister HeMa olsun bunları kullanabilmek, öğrencinin matematik okur yazarı olmasını ve matematikte güçlenmesini garanti etmez. Ancak, onların problem çözme gücünü artırabilir, ilgilerinin matematik etkinliklerine yoğunlaşmasında etkili olabilir. Bu durumu, yeri gelmişken bir benzetmeyle açıklamak daha etkileyici olabilir. 1960’lı yıllarda Beatles grubu “*All you need is love*” adlı şarkıyla ünlerine ün katmışlardı. Burada biz de

“*Matematik öğrenmek veya yapmak için tek araç, BiTe*” dememiz, yanlış olur ve açıklanması gerekir. Ancak, matematik yapmayı ve öğrenmeyi sevmek için BiSa veya ileri HeMa kişilere yardımcı olabilir. Örneğin, yazarlar için sözcük işlemcilerin (örneğin, Word) kullanımı gibi, matematikçiler için BiSa ve HeMa, kağıt-kalem ve elle yapılan işi basitleştiren ve kolaylaştıran ama asıl yapılması gerekeni gerçekleştirilmeyen yardımcı araçlardır. Hiç kimse BiSa programlarından sözcük işlemciyi kullanabiliyor diye daha iyi ve güzel kompozisyon yazamaz; ama aynı kişi kompozisyon yazmayı denerse daktilo veya elle yazmaya göre tümceleri, paragrafları ve sayfaları daha hızlı düzeltmesi ve düzenlemesi olanaklıdır.

İleri HeMa teknolojilerin işlevi, kuşkusuz, daha ilerdeki kesimlerde açıklanacağı gibi yalnızca hesaplama işleriyle sınırlı değildir. Ayrıca, sayısal hesaplama, ne kadar matematiksel düşünme ve yaratıcılık gerektirir, sorgulanacak bir durum olup çağdaş matematik eğitiminin küçük bir dilimidir. Bu nedenle, bizim okullarda MÖVE etkinliklerine bakış noktamız, yalnızca matematiğin kullanımını hızlandıracak teknolojiye değil öğrencilerin gereksinim duyacağı temel matematik bilgilerini edinme ve bir takım becerileri geliştirmeye dönüktür. Bir başka anlatımla, belirtilen teknolojilerden öğrenmek değil, etkileşimli teknoloji ile öğrenmek veya öğretmek, asıl amaçtır.

**(b) TeDeME Bazı Edinimler:** BiSa gibi etkileşimli teknolojilerden veya bu tür teknoloji ile birçok şeyleri öğrenmek olasıdır. Teknoloji destekli/yardımlı öğretimle ilgili bir takım savlar olup bunları ana hatlarıyla kısaca özetlemek yararlı olacaktır. Örneğin, her öğrenci gereksinimine göre öğretimin içeriğinin yapılandırılması ve biçimlendirilmesi eskiden beri istenen ve oldukça etkili bir yaklaşımdır. Bu yöndeki eğilim, kahramanca bir istek olsada bugünkü geleneksel sınıflarda gerçekleştirilemez. Ancak, öğrenci/öğretmen oranının çok küçük olduğu sınıflarda, örneğin bire-bir oran olduğunda istek gerçekleştirilebilirse de bu durum, hiç bir zaman ekonomik değildir. Bununla birlikte, teknoloji destekli öğretim,

- Bazı öğrenme konularının veya derslerdeki uygulanagelen geleneksel öğretim yaklaşımına göre-bireyselleştirildiği ve etkileşimli olması nedeniyle- daha etkili olabilir.
- Çok sayıda öğrencinin eğitimi, pahalı deney ve öğretim araçları düşünüldüğünde geleneksel öğretime göre göreceli olarak daha ucuz olabilir.
- Okullarda giderek gerçekleştirilebilecek bir yenilik olup eğitsel yönden daha etkilidir.

Eğer teknoloji destekli öğretime okullarda MÖVE açılımında ve öğretmen gözüyle bakılacak olursa basit ve ileri HeMa'nın, bir araç olarak, öğreten-bilgi-öğrenen üçgeninde tümleştirilmesinin, çok fazla yardım olmadan gerçekleştirilmesi güç değildir. Konuyla ilgili olarak yabancı dillerde (örneğin, İngilizce, Fransızca, Almanca) hazırlanmış yeterince kaynak öğretim materyali olup bunlara erişmek ve yararlanmak olasıdır.

### 3. İLERİ HeMa'NİN MATEMATİK ÖĞRETİMİNDE KULLANILMASI

MÖVE'de tüm BiTe araçları, bir amaç değil birer araçtır; kullanıcıya ve kullanılış biçimine göre bu araçlardan etkin olarak yararlanmak ve bazı işlerde kullanmak olasıdır. Ne var ki bazı önyargılar ve asılsız inançlar nedeniyle, HeMa yönelik bazı olumsuz tutum ve davranışlar söz konusu olmaktadır. Bu durumun doğru algılanabilmesi için bazı konuların ve gelişmelerin, kısaca açıklanmasında yarar vardır.

#### 3.1. Bazı Gelişmeler ve Yenilik Hareketinden Örnekler

Genelde ileri eğitim teknolojilerinin, özelde BiTe alanında bir takım yenilikler ve gelişmeler, çok hızlıdır. Tüm gelişmeleri ve yenilik hareketlerini her boyutta burada açıklamak bir yana özetlemek bile çok güçtür. Bu nedenle, bazı kilometre taşları olduğunu sandığımız bir takım gelişmelere değinerek bazı örnekler verilecektir.

**(a) Bazı Gelişmeler:** Oldukça basit ve ileri HeMa, örneğin G/CAS- HeMa, aslında, kağıt-kalemle bir kez yapılan bazı hesap ve işlemleri yapmak için çok uygun ve kullanışlı araçlardır (örneğin, Gomes & Waits, 1996; Waits & Demana, 2000). Geçmişte, çoğumuzun bildiği gibi, kağıt-kalem, varolan ve bulunabilen, en uygun bellek ve taşınabilir tek araçtı. Benzer biçimde “yazı tahtası-silgi-tebeşir” üçlüsü, bilgiyi sunmada ve bazı kayıtları yapmak için kullanılan araç olmalarına karşın taşınmadığı için çok kullanışlı ve yeterince verimli değildir. Yıllar önce siyah yazı tahtası yerine, beyaz tahtanın, tebeşir yerine keşeli kalemin kullanılması, varolan durumu değiştirmede beklendiği kadar etkili olmadı ve olamazdı. Çünkü, bilginin sunulmasında aracın görünümü değişmiş, işlevi ve kullanım biçimi değişmemiştir. Daha sonraki yıllarda ise BiSa ve ileri HeMa, sınıf ortamlarında ve matematik dersliklerinde bulunması gereken bilişsel araçlar (cognitive tool) olarak yer aldı ve bu araçların gizli gücünden ve sağladığı bir takım olanaklardan, aynı ölçüde olmasa bile çok ülkede yararlanılmaktadır. Profesör D. Wheeler'in (Wheeler, 1982) aşağı yukarı 20 yıl önceki makalesinden sonra, matematik öğretiminde ve öğrenmede kullanılan teknolojilerde sıçrama biçiminde büyük gelişmeler oldu (örneğin, Waits & Demana, 2000; Ersoy, 2001). Özellikle, BiTe'nin fiziksel boyutları giderek küçüldü, hız ve bellek bakımından daha güçlendi, kolaylıkla taşınabilir oldu, fiyatları çok ucuzladı; dahası, okullarda öğrencilerin matematik öğrenmesi için işlevi ve özellikleri artırıldı. Gelişmeler sürmekte olup matematik

öğretimi için geliştirilen oldukça nitelikli yazılımlar olduğu gibi matematiksel sembolleri ve işaretleri kolaylıkla yazmak, yazılanların çok satırlı ekrandan bir süre silinmediği, ileri-geri, aşağı-yukarı tuşlarla istenilen terime ulaşarak gerekli düzeltmeyi veya değişikliği yapabilecek HeMa geliştirilmiştir. Bazı matematik eğitimcileri eğitimsel CAS-HeMa üretildiğinde veya yazılımlar geliştirildiğinde, “black-box” yaklaşım modelin yerini, “white-box” yaklaşım modelinin alacağını, MÖVe alanında köklü bir yenilik olacağını belirtmektedirler.

BiTe alanında bir takım yenilikler ve gelişmeler, çok hızlı olup ülkelerin birbirlerinin deneyiminden ve yanılıklarından yararlanmasını, ulusal ve uluslararası düzeyde çok yönlü işbirliği yapılmasını, yörel koşulları ve olanakları gözardı etmeden çeşitli projelerin geliştirilmesini, okullarda uygulanarak eksikliklerin giderilmesi ve başarılı modellerin okul ve ülke genelinde yaygınlaştırılması gerektirmektedir. Son çeyrek yüzyılda belirtilen amaçla ulusal ve uluslararası bir takım projeler geliştirilmiş olup Türkiye’nin bu yöndeki yenilik hareketlerinde katılmadığı, etkinliklerde etkin olmadığı, ortak çalışmalara katkısının olmadığı, ülke olarak kendi ulusal öğretim programlarında gerekli yenilikleri gerçekleştirmediği gözlemlenmektedir, örneğin, PLACEM, T<sup>3</sup><sub>Int</sub>, vd. Sözkonusu yenilik hareketi, aslında 1980’li yıllarda batı dünyasında başlatılmış; bazı ülkeler hazırladıkları yeni MÖVe programlarında BiTe ürünlerini, örneğin basit ve ileri HeMa (grafik, G-HeMa) ve BiSa, öğrenme-öğretme etkinliklerinde kullanmayı önermişlerdir (örneğin, NCTM, 1980; Cockcroft, 1982).

**(b) Yenilik Hareketinden Örnekler:** Bir önceki kesimde belirtilen alanlarda gelişmeler birbirini izlemekte, yeni eğilimler oluşmaktadır. Örneğin, teknoloji destekli/yardımlı matematik eğitimi/öğretimi (TeDeME) konusunda başta ABD olmak üzere Avrupa Birliği (AB) ve diğer ülkelerde çok sayıda girişim, ulusal ve uluslararası düzeyde proje çalışmaları ve işbirliği yapılarak geliştirilen bir takım etkinlikler vardır. Örneğin, UNESCO’dan emekli Dr E. Jacobsen’in öncülüğünde Latin Amerika ülkelerinde yürütülen **PLACEM** adlı proje ile bazı gelişmeler sağlanmıştır (Jacobsen, 1996). 1990’lı yılların sonlarına doğru önce yalnızca ABD daha sonra dünyada pek çok ülkede yaygınlaşarak sürdürülen “*Teachers Teaching with Technology*” (Öğretmenler Teknoloji ile Öğretiyor) adlı T<sup>3</sup><sub>USA</sub> ve T<sup>3</sup><sub>Dünya</sub> projesi çok sayıda ülkede etkili olmuştur ve proje etkinlikleri sürmektedir (T<sup>3</sup>, <http://www.t3ww.org>). Projenin yaşama geçirilmesinde öncülük eden ABD-Ohio State Univeristy’den emekli profesör Bert Waits ile yapılan karşılıklı bir görüşmede kendisine yöneltilen “*Sınıftaki öğretimle teknoloji tümleştirildiğinde okul matematiğinin içeriğinin değişeceği konusunda ne düşünüyorsunuz?*” sorusuna şu yanıtı vermiştir. “*Çok olumlu olduğunu düşünüyorum. Boyamayı denediğim resim şudur: Topluma hizmet olarak öğretmiş olduğumuz matematiğin içeriği zamanla evrim geçiregeldi. Matematikçiler kendi zamanlarında var olan araçları her zaman kullandılar. Örneğin, logaritma aritmetik hesaplamalar için keşfedildi ve hesaplamada araç olarak kullanıldı. Daha sonra hesap makineleri bulununca bilim insanları ve eğitimciler onları kullanmaya başladı, çünkü hesap makineleri daha iyi araçtır.*”

İngiltere-Warwick Üniversitesinde görevli matematik eğitimcisi profesör David Tall, 15 yıl önce yayınlanan “*Mathematics 15-19 in a Changing Technological Age*” başlıklı makalesinde (Tall, 1988) aşağıda sıralanan noktalara okurların dikkatini çekmektedir. 15-19 yaş grubundakilerini matematik eğitiminde yüzyüze kaldığı asıl problemler şunlardır:

- “*Matematik uygulamaları, teknolojik olarak daha da iraksaklaşmakta, gelişmeler matematik öğretim programlarının uyarlanmasına baskı yapmaktadır.*”
- *Teknolojinin sürekli artan hızda kullanılması ve gelişmiş ülkelerdeki doğum yüzdesinin azalması nüfusun büyük bir bölümünün teknolojiden haberdar olma gereksinimini artmaktadır.*
- *Teknolojideki değişimin çok hızlı olması bireyin daha esnekliğini ve karşılaştığı yeni problemleri çözmeye yetkinliğini gerektirmektedir.*
- *Yeni beceriler edinme istemi, yeni öğretme ve öğrenme yöntemlerini gerektirir.*
- *Bu durum, birbiri ardından uygun değerlendirme yöntemlerini gerektirir.*
- *Eğitim alanındaki son yıllardaki araştırmalar, öğrencilerin kavramsal güçlüklerini artan ölçüde anlamayı ve öğrenme stratejilerini yenilemeyi geliştirmektedir.*
- *BiSa bizim matematiğin doğasını algılamamızı, yeni kuşak öğrencilerin daha iyi anlamasında kavramlara yaklaşımdaki imgesel yolları olanaklaştırmayı, değiştirmektedir”.*

Çeyrek yüzyıl kadar önce başlayarak, başta BiSa ve HeMa olmak üzere bunlara eşlik eden diğer teknolojiler, yeni, etkileşimli ve ileri eğitim teknolojileri olarak çok sayıda ülkede kullanılmaya başlanmıştır (Gomes and Waits, 1996; Laughbaum, 2000, Waits & Demana, 2000). Buna karşın, Türkiye gibi bazı gelişmekte olan ülkelerde yenilikler izlenmediği gibi değişikliğin gerçek amacı, yeniliğin arkasında yatan düşünceler, örneğin matematikte güçlenme, ileri düzeyde uslama ve düşünme, problem çözme becerilerini geliştirme, öğrenme/öğretme ortamını zenginleştirme, vb yararlar kavranamamıştır (Ersoy, 2003a,b). Hatta bir kesim, 1980’li yıllarda sözkonusu teknolojinin yalnızca alıştırma-tekrar türü en düşük düzeyde becerilerde kullanılmasından yana bir çizgide görüş sergilemiş olsalarda son yıllarda bu durumun kısmen değiştiği gözlemlenmektedir. Bir başka anlatımla, BiTe’nin her düzeyde okulda MÖVe etkinliklerinde kullanılması

konusunda her ülkede olduğu gibi Türkiye’de de tartışılacak ve çözüm bekleyen çok sayıda sorunlar vardır. Bunlardan biri, öğretim programlarında gerekli yapısal değişiklikleri içeren ileri hareketler iken diğeri de öğretmen eğitimi ve öğretmenlerin mesleklerinde yetiştirilmesiyle ilgilidir (örneğin, NCTM,1991; Ersoy, 2002a, b).

### 3.2. Teknoloji Destekli/Yardımlı Matematik Öğretimi

Bilim ve teknolojiadaki son yeniliklerin, okulöncesiinden üniversite sonrasına kadar tüm eğitim dünyasını etkilediği; öğretim programının yapı öğelerini ve bileşenlerini değiştirdiği; okullarda bazı iyileştirme hareketlerine etkisinin ve katkısının olduğu, okulların üzerinde bir yenilik rüzgarının esmeye başladığı, kapı ve pencereleri zorladığı gözlemlenmektedir (örneğin, Hembree and Desart, 1986; Demana, & Waits,1990; Cox, 1997; Pomerantz, 1999; Laughbaum, 2000). Rüzgar, genellikle batı dünyasından veya bazı durumlarda da kuzeyden güneye doğru esmekte; yenilik hareketi ise dalgalar biçiminde okulları etki alanına almaktadır. Hareket, doğrudan BiTe’nin eğitimin her alanında ve her düzeyde kullanılması ile doğrudan ilgilidir; ancak, kavramsal düzeyde bazı farklı görüşler ve uygulamada değişik yaklaşımlar, ayrıca izlemekte zorluk çekilen yeni gelişmeler vardır. Gelişmeler, yalnızca ne bir derse, ne aynı düzeyde bir tür okula ne de bir ülkeye özgü değildir. Değişme ve gelişme ülkeleri, toplumları ve her yaştaki bireyi etkilemektedir. Bu nedenle, yeni bir çağdan, açıkçası bilişim çağından ve yeni bir toplumdaki, bilgi toplumundan, yeni bir güçten, açıkçası bilgi gücünden söz edilmektedir. Sözkonusu gizil güç, yeni üretim ve hizmet araçlarını etkin kullanan insan kaynakları ile yararlı işe dönüştürülmekte; nitelikli eğitim ise bu süreci hızlandırmaktadır.

Donanım bazında hızlı bir gelişme yaşanmasına karşın, gelişmelerin okullara yansıtılması aynı derecede hızlı olmamakta; uygulamaların yaygınlaştırılması ise zaman almaktadır. Bu konuda bazı kısıtlar ve engeller olduğu gibi eğitim dünyasının işgücü değişime uyum sağlamada ve yenilikleri benimsemeye sınırları olduğu gibi direnişler bile olmaktadır. Geleneksel anlayış ve yaklaşımlar, kavramsal bazda yeniliği gölgelemekte, öğretmenlerin yeni işlevler edinmesi ve rollerini benimsemeleri zaman almaktadır. Sözkonusu temel bilgi ve becerileri edinecek insan kaynakları, yalnızca teknik elemanlardan değil öğretmenlerin de yer aldığı topluluklardan oluşmaktadır. Özellikle, öğretmenin bilinç düzeyi ve inançları, okullardaki bir yenilik hareketini başlatmak için olduğu gibi kendi olan doğrultusunda gelişen ve ilerleyen bir süreci durdurmak veya yaşatmamak için de önemli bir etmendir. Çünkü, öğretmenden bilmediği bir şeyi öğretmesi beklenemezse bir takım beceri edinmeden ve özgüven kazanmadan yeni bir aracı öğrenme/öğretme sürecinde kullanmasını beklemek bir yanıltma ve aldatmaca olur. Bu nedenle, öğretmen, bilişsel araçları ve yeni eğitim teknolojilerini nasıl algıladıkları ve değerlendirdikleri vb bakış noktalarından, bir yenilik hareketinde gözardı edilmemesi gereken kritik değişkenlerinden biridir. Okullarda bir yenilik hareketini başlatabilmek için öğretmenlerin bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi, önkoşullardan biri olarak ele alınmalıdır (Ersoy, 2004b).

### 3.3. Bazı Ülkelerde Gelişmeler ve Uluslararası Projeler

Daha önceki kesimlerde yapılan açıklamalardan okullarda MÖvE etkinliklerinde BiTe kullanıldığında, matematik eğitiminin basitleşeceği değil daha da karmaşık bir yapı oluşturacağı anlaşılmalıdır. Gelişmelere bakılırsa alt düzeyde düşünme gerektiren işlerde CAS (BiSa Cebir Sistemleri) matematik öğrenme ve öğretmede zorunlu ve standart bir araç olacak gibi. Öğrencilerin okul yaşamında ve sonrasında daha gerçekçi bir yaklaşımla matematikte öğrenecekleri yeniden yapılandırılacaktır. Böylece, CAS-HeMa gibi araçlardan yararlanıldığında matematik daha kullanılabilir olduğu gibi büyük bir olasılıkla daha çok istenecek, fakat daha basit olmayacaktır. Bazı ülkelerde 8-9 yıl matematik öğrenme yeterlidir düşüncesini, sıradan işlem yoğunluklu matematik son bulmalıdır, bunun yerini “matematikleştirme ve yorumlama ağırlıklı öğrenme/öğretme etkinlikleri” almalıdır görüşü benimsenmektedir. Bu konuda tartışılacak çok sayıda sorun vardır. Bu durumda, bizim görüşümüze göre en önemli olan, “işlem yapma” (bu HeMa ile yapılabilir) ile “strateji seçme” arasındaki farktır. Böylece, okullarda MÖvE etkinliklerinde, (a) Öğretim programı, (b) Öğretim yöntemleri, (c) Alıştırma ve ev ödevleri, (d) Değerlendirme, (e) Teknolojinin etkin kullanılması boyutlarında öğretmenlerin yeni bilgi ve beceriler edinmesi yenilik hareketinin başarılı olmasında önemli girdiler olacaktır.

**(a) Bazı Ülkelerdeki Uygulamalar:** Gelişmiş ileri endüstri ülkelerinin hemen hemen hepsinde genelde BiTe’nin özelde BiSa ve ileri HeMa’nin matematik ve fen bilimlerinde kullanılmasıyla ilgili araştırmalar sürdürülmekte; proje bazında etkinlikler geliştirilmekte ve öğretim eğitimine kaynak ayrılmaktadır. Bazı ülkelerde HeMa’nin ilköğretim ve ortaöğretim düzeyinde okullarda daha sıklıkla kullanıldığı, üniversite öncesi öğretimde, örneğin İngiltere’de “6th form: A-level” okullarda, Avusturya ve Avusturya’da lise sınıflarında, çok sayıda ülkede IB sınıflarında ve bazı sınavlarda ileri HeMa kullanmak zorunludur. Bir fikir vermesi bakımından iki ülkedeki durum aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

**Fransa:** BiTe okullarda etkin kullanan ülkelerden biri Fransa’dır. 2000 yılların başında Fransa’da 10. sınıftan başlayarak her öğrencinin kendisinin sahip olduğu bir G-HeMa vardır. Ortaöğretimde son sınıf öğrencilerinin

% 60'nın evlerinde birer BiSa bulunmaktadır. Matematik programlarında (müfredatta) vurgu, HeMa ve BiSa'nın tüm öğrenim düzeylerinde kullanılması üzerinedir. Bir başka anlatımla, sözkonusu bu araçların, HeMa ve BiSa'nın değil yasaklanması, her düzeyde okul müfredattın BiTe araçlarını kullanmak üzere yeniden düzenlenmiş olmasına, Grenoble Üniversitesinden Prof Laborde dikkatimizi çekmekte. Örneğin, 1996'dan beri Dinamik Geometri (DG) yazılımı ve "spreadsheetler" (elektronik tablolaştırma) in kullanılması, okullarda bir ders konusudur. Böylece, matematik derslerinde öğrencilerin HeMa ve BiSa kullanması gerekmektedir. Bu bağlamda, öğrenciler şunları bilmek zorundadır: (i) Aritmetik işlemleri HeMa ile nasıl yapabileceklerini; (ii) Fonksiyonların değerlerini hesaplayabilmek ve bunların grafiğini çizebilmek için HeMa'nın "commands"larını nasıl kullanabileceklerini; (iii) Koşullu ve tekrar edilen talimatları nasıl programlayabileceklerini; (iv) İstatistiğe ait "commandları" nasıl kullanacaklarını, vd.

Öte yandan, 1995'de oldukça güçlü HeMa'na (G/CAS-HeMa), özellikle TI 92'ye giriş, Fransa'da yoğun bir tartışma yaratmıştır. BiTeMES-1'de yaptığı çağrılı konuşmada Prof Laborde'nin belirttiğine göre kurumlar, teknolojiye izin vermek istemişler; fakat öğretmenlerin bir kısmı, buna karşı çıkmışlardır (Laborde, 2000). Bu durum bize eskiden yaşanan bazı durumları çağırıştırıyor olup burada eski deneyimleri anımsamak yararlı olacaktır. 1970'li yıllarda Fransa'da "4-işlemler HeMa'nın kullanımı ile ilgili yoğun bir tartışma olmuş. Tartışmanın konusu şudur: "HeMa, öğrencileri tembelleğe alıştırmır". Şimdi, Fransa'da kimse bundan söz etmiyor. Daha önceleri ise, örneğin 19. yy Fransa'da metal uçlu divitlerin, kaz tüyü yerine kullanılması da ilginç bir tartışma konusu olmuştur. Böylece, 19. yy çocuklar, sonunda daha erken yazmaya ve yazılı hesaplar yapmaya başlayabilmışlerdir.

**Avusturya:** Avusturya okullarında ve matematik derslerinde ileri HeMa kullanılması, bir eğitim politikası olup anlamlı gelişmeler sağlanmıştır (Heugl, 1999). Lise öğretimi sırasında öğrencilerin, matematik derslerinde Texas Instrument'ın geliştirdiği TI-83, TI-89 ve TI-92 birini kullanarak öğretimlerini sürdürmek ve sınavlara hazırlanmak zorundadır. Dr Kutzler (1999), BiTeMES-1'de yaptığı konuşmada "Günlük yaşamımızda hangi ulaşım aracı hangi durumda daha uygun veya elverişlidir?" sorusuna benzetme yaparak yanıt vermektedir. Otomobil, bizim hareket ve ulaşım ufkumuzu belli uzaklıklara çıkararak genişletir benzetmesini yaparak "HeMa hesaplama ufkumuzu genişletir", demektedir. Bilimsel HeMa'dan önceki 'eski' günleri hatırlıyor musunuz? sorusunu yanıt ararken "Sınav soruları ve ödev problemlerini çözerken sonucun güzel cevaplar çıkması için işlemlerde sayıların dikkatli seçilmesi zorunluymuş" görüşünün altını çizmektedir. Benzer bir biçimde lineer bir fonksiyon (örnek:  $y = 2x + 3$ ) grafiğini çizmek, iki noktanın geometrik yerini biliyorsan çok kolaydır. Yalnızca görüş kabiliyeti ve cetvel, kağıt üzerinde uygun bir grafik çizmek için yeterlidir. Oysa,  $y = 2\sin(x/2) + \cos(x)$  grafiğini çizmek biraz daha zordur; grafiğin belirlenmesi büyük beceri gerektirir. Oysa, G-HeMa kullanarak bir öğrenci her iki fonksiyonu da aynı zamanda ve az bir beceri ile çizebilir.

1990'lı yılların başından beri Avusturya'da yapılan uygulamaların sonucunda araştırmacılar şunları göstermiştir: Eğer teknoloji uygun kullanılırsa, aşağıdaki durumlara öncülük eder:

- daha etkili öğrenme ve öğretme;
- daha bağımsız üretken öğrenci etkinliklerine;
- öğrencilerin daha fazla yaratıcı olmalarına;
- öğretmenlerin öneminin artmasına.

Avusturya'daki proje çalışmaları yaygınlaştırılarak sürmektedir. Edindiğimiz deneyimleri bilim dünyasının insanları ile paylaşmak, öğretmenlere birlikte olmak ve bilgiler sunmak bizim zevkle yaptığımız görevlerlerdendir

**Türkiye:** Türkiye'de HeMa destekli matematik eğitimi ile ilgili çalışmalar, ODTÜ'de 1990'lı yılların başında başlamış, 1999-2000 öğretim yılında ise laboratuvar kurmak üzere destek sağlanmış ve bazı etkinlikler gerçekleştirilerek sonuçlar rapor edilmiştir (öğrmeğin, Ersoy, 2001; Akkuş & Ersoy, 2002; Ardahan & Ersoy, 2002; Duatepe & Ersoy, 2002; Ersoy, 2004a, b). Daha önceki yıllarda olduğu gibi, son iki yıldır Türkiye'nin değişik illerinde değişik düzeylerdeki öğretmen ve öğretmen adayları için seminer ve işlik çalışmaları düzenlenmektedir. Sözkonusu etkinlikler, yalnızca ODTÜ görevli öğretim elemanlarınca değil, diğer üniversitelerde (örneğin Balıkesir, Dokuz Eylül, Karadeniz Teknik ve Selçuk Üniversiteleri) görevli öğretim üyeleri ve yardımcıların katılımı ve katkılarıyla sürdürülmektedir. Daha açıkçası, Türkiye'de TeDeME alanında bir takım araştırma ve eğitim etkinlikleri yürüten çalışma grubu bulunmaktadır. Ayrıca, son dört-beş yıldır Türkiye'de yabancı ve bazı özel okullarda ileri HeMa, lise matematik derslerinde kullanılmakta olup isteyen öğretmenler ve okullar da etkinliklere katılmakta veya gerektiğinde işbirliği yapabilmektedir.

Öte yandan, pek çok gelişmekte olan ülkede olduğu gibi Türkiye'de de genelde BiTe, özelde BiSa ve HeMa kavramından ne anlaşıldığı, bu araçların okullarda ne amaçla, nasıl ve ne ölçüde etkin kullanıldığı; ayrıca

öğretmenlerin varsa yetkinliğinin hangi alanlarda ve ne ölçüde olduğu, genel eğilim ve tutumların hangi düzeyde olduğu henüz bilinmemektedir. Oysa, bir köklü yenilik ve değişiklik öncesinde sözkonusu durumların çok yönlü incelenmesi, uygun stratejilerin ve modellerin geliştirilmesinin bir takım yararları vardır. Bunları bilmeden, iki dudağın arasından çıkan her söze inanmanın ötesinde, söyleneni veya yazılanı yapmamız gerekebilir. Bunun ne denli yararlı ve etkili olacağı, kuşku içerir. Kaldı ki sorunlarımızı doğru ve açıkça belirlemek, ayrıca olası çözümleri bulmak için ortak akli ve bilimsel yöntemleri kullanmak zorundayız.

**(b) Uluslararası Projelerden Bazı Örnekler:** Gerek BiSa gerekse elde taşınabilir G/CAS-HeMa veya basit HeMa'nın okullarda MÖvE etkinliklerinde kullanılması ve öğretmenlerin eğitimi konularında bir takım ulusal ve uluslararası projeler bulunmaktadır. Sözkonusu projelerin birçoğu tamamlanmış ve yenileri başlatılmıştır. Bir örnek olması için iki proje hakkında özet bilgiler verilecektir.

**UNESCO Destekli Uzak Doğu Ülkeleri Projesi:** 1980'li yılların sonlarına doğru HeMa kullanıldığında matematik öğretiminin nasıl iyileştirileceği konusunda Avustralya, Japonya, Pakistan ve Yeni Zelanda'nın işbirliğiyle UNESCO destekli bir proje geliştirildi. İşbirliği yapan ülkeler, matematik derslerinde HeMa'nin kullanıldığı öğretim materyalleri geliştirdiler. Proje sırasında Avustralya'da Matematik Öğretmenleri Derneği Proje'ye katkıda bulundu; Yeni Zelanda'da ulusal yeni ders kitapları hazırlandı, Japonya'da matematik öğretiminde ulusal programda yeni hedefler belirlendiler. Pakistan'da ise HeMa'nin ilköğretim düzeyindeki okullarda kullanılması önerilmedi.

**PLACEM-Latin Amerika Ülkeleri Projesi:** 1990'lı yılların başında UNESCO'da görevli Dr Ed Jacobsen başkanlığında Latin Amerikan ülkelerinin katıldığı matematik öğretiminde HeMa'nin kullanımı alanında yeni bir proje hazırlandı ve IACME (*Inter-American Committee for Mathematics Education*) gözetiminde proje uygulandı (Jacobsen, 1996). UNESCO'dan yeterli destek sağlanamadığından Texas Intrument'tan özel bir fonla gerekli HeMa ve öğretim materyalleri temin edilerek, PLACEM'in Arjantin, Brezilya, Dominik Cumhuriyeti, Kolombiya, Meksika, Şili, ve Venezüla'da çalışmalar sürdürüldü. HeMa'nin matematik öğretiminde kullanılması konusunda başlangıçta bazı direnmelerle karşılaşılmasına karşın bunun bir problem olmadığı, uygun öğretim materyali geliştirmeye ve öğretmen eğitimine gereken önemin verilmesinin öncelikli sorunlar olduğu anlaşıldı.

**T<sup>3</sup>: “Teachers Teaching with Technology” Projesi:** Başlangıçta ABD 'de öğretmenlerin birbirlerini mesleki açıdan yetiştirme ve geliştirmesi için 1985-86 öğretim yılında oluşturulmuş bir programdır. Öğretmenlerin mesleki gelişimleri için yenilikleri izlemelerini sağlamak üzere çok sayıda bölgesel ve yıllık toplantılar düzenlenmektedir (T<sup>3</sup>; <http://www.t3ww.org>). Uygulama yapan öğretmenler fen ve matematik öğretiminde ileri HeMa'nin kullanımının geliştirilmesi için araştırmalar yapmaktadır. İnternet üzerinde, öğretmenler sınıflarında yaptıkları HeMa uygulamaları ile ilgili fikir alış-verişinde bulunabilirler ve tartışma ortamı oluşturabilirler. Daha sonra T<sup>3</sup> 'ün uluslararası ve Avrupa birimleri oluşturuldu; tasarlanan bir dizi etkinlik, başta AB ülkeleri olmak üzere uzak doğu ülkelerinde de, örneğin Çin Halk Cumhuriyetinde, gerçekleştirilmesine başlandı. Proje sürmekte olup Mart 2001'de ABD Ohio'da yapılan yıllık toplantıya, örneğin çoğu ABD'den olmak üzere 28 ülkeden binlerce araştırmacı ve öğretmen katılmıştır.

#### 4. İLERİ (G-CAS) HEMA İLE MATEMATİK ÖĞRETİMİ

Matematik yapma, öğrenme ve öğretme etkinliklerinde teknoloji, her zaman kullanılmıştır. Ancak, kullanılan teknoloji zamanla değişmiş ve gelişmiştir. Bu bölümde, ileri HeMa ile matematik öğretiminde gelişmeler ve bazı örnek matematik soruları açıklanmaktadır.

##### 4.1. İleri HeMa ile Matematik Öğretimi

İlköğretim ve ortaöğretim düzeyinde MÖvE ilgili köklü yenilik hareketlerinden biri, 1960'lı yıllarda tüm OECD ülkelerinde “yeni (modern) matematik” öğretim programının uygulanması iken diğer biri de 1990'lı yıllarda özellikle gelişmiş ileri endüstri ülkelerinde başta BiSa olmak üzere bir takım yeni teknolojilerinin öğrenme ve öğretme sürecinde kullanılmasına başlanmasıdır. Konuyla ilgili olarak alan yazını incelenecek olursa donanım ve yazılım boyutlarında bir dizi gelişmeler olduğu, sözkonusu teknolojinin öğrencilerin ilgisini büyük ölçüde çektiği, bilişsel ve duyuşsal boyutlarda öğrencilerin gelişimlerine olumlu etkilerinin olduğu belirtilmektedir (örneğin, Howson, Kahane, 1986; Hembree, Desart, 1986; Fey, 1992; Laughbaum, 2000; [http://www.nctm.org/about/use\\_of\\_technology.htm](http://www.nctm.org/about/use_of_technology.htm)). Ancak, BiTe'nin eğitim alanına girişi ve yaygın kullanılması, iş dünyasına girişi ve kullanma ölçülerine göre daha geç ve güç olmakta; ayrı bir uğraşı ve uzmanlık gerektirmektedir. Bunun, kuşkusuz, henüz daha tam bilinmeyen nedenleri, giderilmemiş veya ortadan kaldırılmamış bir takım güçlükleri vardır. Herşeyden önce, çok sayıda insanın zihninde teknolojinin kötü ve zararlı yanları olduğu düşüncesi veya genel eğilimi bulunmaktadır. Bu düşünce tüm teknolojiler için doğru olmasa da bir kısmı için geçerlidir, bazıları ise bir takım asılsız inançlardan kaynaklanmaktadır (Ersoy, 2003b).



Örneğin, HeMa'nin zihinde veya kağıt-kalemle hesap yapma becerisini yok etmesi gibi. Gerçekte bu sav doğru mudur? Günümüzde büyük sayıları çarpma veya bölme işlemlerinde kim logaritma cetvellerini kullanıyor veya kağıt-kalem kullanmayı yegliyor?

Eğitim açısından belirtilen durumlara bakıldığında bazı yeniliklere ve teknolojiye bakış noktaları ya bulanık ya da bazı önyargılar içermektedir. Örneğin, BiTe öğrenme-öğretme sürecini, öğretmen ve öğrencilerin işlevlerini ve rollerini tümüyle etkilemekte ve değişikliklere zorlamaktadır. Oysa, geleneksel öğrenme ve öğretme yöntemleri eğitim dünyasının insanının dokusuna yüzyıllar boyunca o denli yer etmiştir ki bunları bir hamlede çıkartıp atmak ve yenilemek kolay bir iş değildir. Kaldı ki BiTe, geleneksel teknolojilere, örneğin yazı tahtası, kitap, kağıt-kalem vd göre göreceli olarak daha pahalı, etkin kullanılması bir takım temel bilgi ve beceri gerektirmektedir.

Öte yandan, bir kısım yeni teknolojilerin elde veya çantada kolaylıkla taşınır olmaması ve elektrik enerjisi gerektirmesi yaygın bir biçimde kullanılmasını etkilemektedir. Bu nedenle, 1990'lı yılların ortalarından başlayarak özellikle okullarda MÖVE etkinlikleri için yeni arayışlara başlanmış; elde taşınabilir kişisel teknolojilerden ileri HeMa'nin kullanılması yeglenmemektedir (örneğin, Gomes, Waits, 1996). Böylece, okullarda öğrenme/öğretme ortamının yeniden düzenlenerek daha da zenginleştirilmesi, öğretmenin geleneksel görevlerinin yeniden tanımlanarak daha işlevsel olması, süreci hızlandırmada ve kolaylaştırmada HeMa'den yararlanılması salık verilmektedir. Bilinen bazı gerçekler varsa bunlardan biri öğretimin niteliğinin, öğretmenin niteliği, öğretim ortamında, daha açıkçası sınıf ve okuldaki olanaklar ve teknolojinin etkin kullanılmasıdır. Bu konuda, diğer ülkelerde olduğu gibi Türkiye'deki öğretmenlerin hizmetöncesinde eğitimi kadar hizmetiçinde yeniden eğitilerek yetiştirilmesi gerekmektedir. Belirtilen bakış noktasından okullarda yenilik ve bir takım değişiklikler, özel bir proje olarak düşünülmeli, altyapı, donanım, öğretmen eğitimi, öğretim materyallerinin tasarımı ve geliştirilmesi için yeterli parasal kaynak ayrılmalıdır. Bu bağlamda, okullarda MÖVE sözkonusu olduğunda bir grup sınıf ve matematik öğretmenlerin eğitimine öncelik verilerek bir yandan öncülük ve liderlik edebilecek takımlar oluşturulmalıdır. Bu konuda üniversitemizde görev yapmakta olan matematik ve fen bilimleri eğitimcilerini yeni görevler ve bir takım sorumluluklar beklemektedir.

#### 4.2. HeMaDME ile ilgili Bazı Örnekler

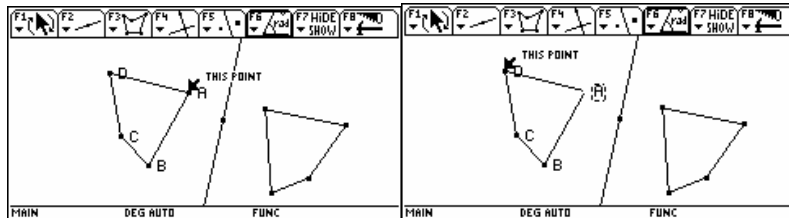
Bugünün okullarının MÖVE programını etkileyen ve değiştirecek en büyük kuvvet BiTe'dir. Örneğin, basit bir HeMa bile sayısal hesaplamaya bakışımızı değiştirmekte ve ufukumuzu açmaktadır. Bugünkü basit HeMa ile küçük yaşta çocuklar eksi sayılarla, kesirlerle ve yüzde hesaplarıyla daha erken yaşta tanışmakta, sayı kavramlarını daha genel bir açımla ve çerçevede kavrayabilmekteler (örneğin, Steen, 1992; Ersoy & Şirinoğlu, 2000; Ardahan & Ersoy, 2002; Ersoy, 2003b). İleri HeMa'dan G-HeMa veya CAS-HeMa ile bir kaç adımda matrisleri çarpmamız, türev veya integral almamız, denklem ve denklem dizgelerini çözmemiz, iki eğrinin kesim noktasını kolaylıkla bulmamız, vb sayısal ve sembolik işlemleri olanaklıdır. Bazı matematik sorularının ileri HeMa kullanarak nasıl çözüldüğü aşağıda birkaç örnekle açıklanmaktadır.

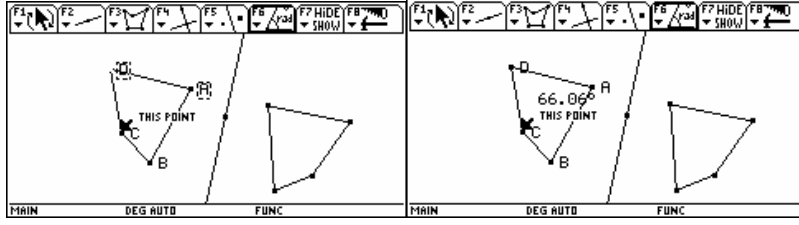
**Geometri Öğretimi:** Bir Dörtgen ile Doğruya Göre Simetriğini Karşılaştırma (Duatpe & Ersoy, 2001)

**Amaç:** Bu etkinliğin sonunda imge dörtgen ile orijinal dörtgenin açılarını karşılaştırmaları hedeflenmiştir.

**Araç:** TI-92 ve Cabri (Dynamic Geometry Software)

**Konu İşlenişi:** İlk önce bir dörtgen çiziniz. Sonra orijinal dörtgenin açılarının ölçüsünü bularak aşağıdaki tabloda ilgili hücrelere yerleştirin. Bunun için *F6, 3:Angle*'ı seçin. Daha sonra imlecini sırayla üç köşeye götürüp *'this point'* yazısını görünce *'enter'* tuşuna basın.





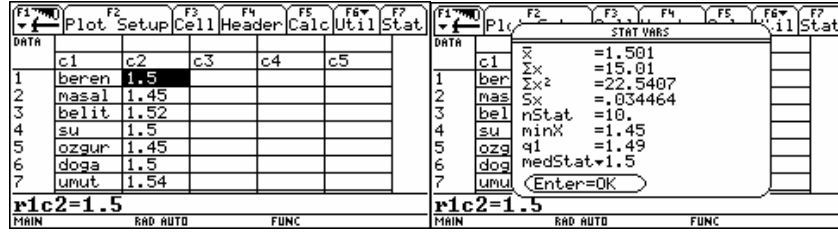
Şekil 1. Cabri Yazılımı TI-92 Ekran Görüntüleri

**İstatistik Öğretimi:** Betimsel İstatistik/ Ortalama, Standart Sapma vd (Akkuş & Ersoy, 2001)

**Amaç:** Bu soruda amaç, bir grup öğrencinin boy uzunluklarıyla ilgili verileri nasıl yoğunlaştıracaklarını ve görselleştirileceğini tanıtmak; boy uzunlukları arttıkça, standart sapmanın azaldığı sezgisini ve görüşünü kazandırmaktır.

**Araç:** Elde taşınabilir ileri HeMa TI-92 ve hazır istatistik program menüsü

Makinede işlem yapmak için veri editöründen yeni bir sayfa açılır. Değişken/Dosya adı tanımlanır. Hürelere veri girilir. İşlem yapılacak sütun tanımlanır.



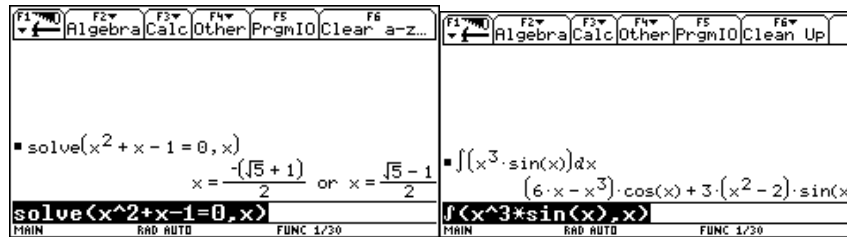
Şekil 2. İstatistik Yazılımı TI-92 Ekran Görüntüleri

**Not:** Bu noktada, öğretmen kendi boy uzunluğunu da veri kümesine dahil ederek, öğrencilerden sınıfın boy ortalamasını hesaplamalarını isteyebilir. Bu sayede eklenen yeni bir boy uzunluğunun ortalamayı ne derece değiştirdiğine yönelik yorum yapma fırsatı doğar.

**Kalkülüs Öğretimi:** İkinci Dereceden Bir Bilinmeyenli Denklem Çözümü ve İntegral Alma

**Amaç:** Elde taşınabilir ileri HeMa kullanarak sembolik işlem yapma

**Araç:** CAS yazılımı ve TI-92



Şekil 3. CAS Yazılımı TI-92 Ekran Görüntüleri

**Fizik Deneyleri:** TI-83 ve CBL/CBR Etkinlikleri (Ersoy & Şirinoğlu, 2001). Bir takım fen bilimleri deneylerini daha hızlı ve her ortamda yapabilecek ve elde taşınabilir özellikte bir takım laboratuvar araçları ve cihazlar geliştirilmiştir. İleri HeMa eşlik edecek biçimde mekanik, ısı, elektrik, kimyasal, vb değişkenlere duyarlı bir takım algılayıcılar (sensor) sınıf ortamında kolaylıkla kullanılmaktadır. Örneğin, Ersoy ve Şirinoğlu (2001), G-HeMa'nın CBL (calculator-based laboratory) ve CBR (calculator-based ranger) ile birlikte kullanarak deneyleri kurgulama, veri işleme, grafiklere dönüştürme ve matematiksel modellemeyle ilgili bazı örnekler açıklanmaktadır.

## 5. SONUÇ VE BAZI ÖNERİLER

Bu incelemede, TeDeME alanında bir takım gelişmeler, elde taşınabilir teknolojilerin, açıkçası ileri HeMa'nın gizil gücü ve etkileri incelenmiş; işlevi ve rolü açıklanmıştır. Bazı gelişmeler, görüşler ve önerilerden bir demet aşağıda özetlenmektedir.

### 5.1. Bazı Sonuçlar

Okullarda MÖVE etkinliklerinde gerek BiSa ve ona eşlik eden teknolojileri gerekse HeMa kullanma, 1980'li yıllardan bugüne kadar bir yenilik hareketi olarak ele alınmıştır. Her ülkede gelişmeler aynı düzeyde olmadığı gibi bir kısmında BiSa yönelik tutumlar daha olumlu iken HeMa karşı ilginin aynı düzeyde ilgi olmaması nedeniyle ileri HeMa'nın gizil gücü gözardı edilmektedir. Oysa, hızla geliştirilen HeMa teknolojisi, genel olarak can sıkıcı işlemlerle boş yere uğraşmış ve sıkılmış öğrencilerin gerçek matematikle tanışmalarını ve matematik yapmanın doyumuna erişmelerini sağlamaktadır. Yapılan araştırmalar, ileri HeMa'nın etkin öğrenme/öğretme araçları olduğu yönünde bulgular vermektedir. Bununla birlikte, HeMa'nın matematik öğrenme/öğretme sürecinde kullanımlarıyla ilgili bilgisizliğin yaygınlığı, matematik eğitimindeki gelişmelerin bazı ülkelerde ilgililere duyurulamaması nedeniyle henüz birçok kişi onların zararlı olduğunu varsaymakta ya da inancını sürdürmektedir. Ancak, alan yazınında bu varsayımı ve inancı doğrulayan bulgular bulunmamaktadır.

Genelde ileri eğitim teknolojilerinin, özelde BiTe alanında bir takım yenilikler ve gelişmeler, çok hızlı olup ülkelerin birbirlerinin deneyiminden ve yanılıklarından yararlanmasını, ulusal ve uluslararası düzeyde çok yönlü işbirliği yapılmasını, yörel koşulları ve olanakları gözardı etmeden çeşitli projelerin geliştirilmesini, okullarda uygulanarak eksikliklerin giderilmesi ve başarılı modellerin okul ve ülke genelinde yaygınlaştırılması gerekmektedir. Son çeyrek yüzyılda belirtilen amaçla ulusal ve uluslararası bir takım projeler geliştirilmiş olup Türkiye'nin bu yöndeki yenilik hareketlerinde katılmadığı, etkinliklerde etkin olmadığı, ortak çalışmalara katkısının olmadığı, ülke olarak kendi ulusal öğretim programlarında gerekli yenilikleri gerçekleştirmediği gözlemlenmektedir.

### 5.2. Önerilerden Bir Demet

Genelde TeDeME, özelde ileri HeMa destekli/yardımlı MÖVE alanında yapılması gereken ve yapılabilecek çok sayıda araştırma ve bir takım yeni düzenlemeler vardır. Bu bağlamda, bazı öneriler şunlardır:

- Her bilim gibi matematik yapmak, öğrenmek/etkin öğretmek için araç-gereç gereklidir. Bu nedenle, evlerde ve okullarda varolan araçlar, örneğin HeMa, atıl durumda bırakılmamalı, bir takım eğitim etkinliklerinde daha iyi değerlendirilmelidir.
- Altyapısı uygun eğitim fakültelerinde bilişsel araçların okul matematiğinde etkin kullanılması alanında yürütecekleri ve geliştirecekleri özel projeler için başta MEB olmak üzere kamu kurumlarından parasal destek sağlanmalıdır.
- Öğretmenlerin mesleklerinde yeni yeterlikler kazanması, ustalaşması çağdaş eğitimin bir gereğidir. Genelde ileri eğitim teknolojilerini özelde BiSa ve ileri HeMa okullarda MÖVE etkinliklerinde kullanma konusunda öğretmenler bilgilendirilmeli; sınıf ve matematik öğretmenleri bir takım beceriler edinmelidirler.
- Türkiye'nin değişik bölgelerinde ve farklı düzeylerde pilot uygulama okulları seçilerek BiSa ve HeMa'nın matematik/fen eğitimi etkinliklerinde kullanılmasında bir dizi denemeler hızlandırılmalı, uygulama içinde eksiklikler giderilmelidir.

Özetle, genelde etkileşimli ileri eğitim teknolojileri ve BiTe, özelde BiSa ve HeMa destekli/yardımlı MÖVE etkinliklerine her düzeyde okulda yer verilmeli; bu alanda sınıf ve matematik öğretmenlerine bir takım yeterlikler kazandırılmalıdır. Bu alanda Türkiye'nin varolan insan kaynakları, belirtilen amacı gerçekleştirmek için bir dizi plan ve program geliştirip okullarda uygulamaya hazır duruma getirebilir. Böylece, az bir insangücüyle bile okullarda MÖVE alanında yeni bir hareket başlatmak olasıdır.

## KAYNAKÇA

- AAAS (1989). *Science for All Americans*. Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science (AAAS).
- Akkuş, O. & Ersoy, Y. (2002) "Bilişsel araçların matematik öğretiminde kullanılması- II: Hesap makinesi destekli istatistik eğitimi". *Matematik Etkinlikleri 2001*, 24-26 Mayıs 2001. *Matematik Sempozyumu Kitabı* (Düzenleme: O. Çelebi, Y. Ersoy ve G. Öner);109-117. Ankara: MEB Yay.
- Ardahan, H. & Ersoy, Y. (2002). "Integrating TI-92/CAS in teaching concepts from Calculus: How it affects teachers' conceptions and practices". *2nd International Conference on the Teaching of Mathematics*, July 1-6, 2002, Uni. of Crete, Greece. Abstract Book, p.70

- Balacheff, N. & Kaput, J. K. (1996). "Computer-based learning environment in mathematics". In A. J Bishop et al (eds) *International Handbook of Mathematics Education*, 469-501. Dordrecht, NL: Kluwer Academic Press.
- Cockroft, H. W. (1982). *Mathematics Count*. London: HMSO.
- Cornu, B. (1992). "Computers as an aid to teaching and learning mathematics". In B. Cornu & A. Ralston (Eds.) *The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and its Teaching*. (pp. 25-32) Paris: UNESCO.
- Cox, M. J. (1997). *The Effects of Information Technologies on Students' Motivation*. Summary Report. Conentery, UK: NCET Pub.
- Demana, F. & Waits, K. B. (1990). "The role of technology in teaching mathematics". *Mathematics Teacher*, **83** (1), 27-31.
- Duatepe, A. & Ersoy, Y. (2002). "Teknoloji destekli matematik öğretimi-I: Hesap makinesi ve okullarda geometri öğretimi". Matematik Etkinlikleri 2001, 24-26 Mayıs 2001. *Matematik Sempozyumu Kitabı* (Düzenleme: O. Çelebi, Y. Ersoy ve G. Öner); 54-62. Ankara: MEB Yay.
- de Lang, J., Keitel, C., Huntley, I., & Niss, M. (eds). (1993). *Innovation in Mathematics Education by Modelling and Applications*. New York: Ellis Horwood.
- Ersoy, Y. (1994). "On the introduction of computer-based mathematics instruction into the Turkish educational system". In: Graf, K. D et al (eds). *Technology in the Service of the Mathematics Curriculum*. Proceeding of ICME-7, 251-261. Berlin: Frei Universitat Berlin Pub.
- Ersoy, Y. (1997). "Okullarda matematik eğitimi: Matematikte okur-yazarlık". *HÜ Eğitim Fakültesi Dergisi* **13**, 115-120.
- Ersoy, Y. (2001). **HeMaDME: Hesap Makinesi Destekli Matematik Eğitimi**, Orta Doğu Teknik Üni. Araştırma Fonu Projesi (AFP-01.05.01.01) Raporu, Ankara.
- Ersoy, Y. (2002a). "Bilişim teknolojileri ve matematik eğitimi-II: Köklü yenilikler ve bilişsel araçların etkileri". *Matematik Sempozyumu Kitabı-2001* (Düzenleme: O. Çelebi, Y. Ersoy, G. Önel); 7-26; Ankara: Matematikçiler Derneği Yay. (2002)
- Ersoy, Y. (2002b) "Matematik öğretiminde eğitsel araçlar-I: Genel bir bakış ve bazı düşünceler". Matematik Etkinlikleri 2001; 24-26 Mayıs 2001; *Matematik Sempozyumu Kitabı* (Düzenleme: O. Çelebi, Y. Ersoy ve G. Öner); 42-53. Ankara: MEB Yay.
- Ersoy, Y. (2002c). "Hesap makineleri ve ilköğretim matematiği: Sınıfında bazı gözlemler ve öğretmenlerin görüşleri". *DEÜ-BEF Dergisi* (basımda).
- Ersoy, Y. (2002d). "Hesap makinesi destekli matematik öğretimi: Öğretmen görüşleri ve genel eğilimler". *Beşinci Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi* (16-18 Eylül, 2002, ODTÜ, Ankara) *Bildiriler Kitabı*: Ankara: MEB Yay. (basımda).
- Ersoy, Y. (2003a). "Teknoloji destekli matematik eğitimi-I: Gelişmeler, politikalar ve stratejiler". *İlköğretim-Online* **2** (1), 2003;18-27 (<http://www.ilkogretim-online.org.tr>)
- Ersoy, Y. (2003b). "Teknoloji Destekli Matematik Öğretimi-II: Hesap Makinesinin Matematik Etkinliklerinde Kullanılması". *İlköğretim-Online E-Dergi*, **2** (2), 2003, 35-60. (<http://www.ilkogretim-online.org.tr>)
- Ersoy, Y. (2004a). "Üniversite-okul işbirliği proje modeli-I: Teknoloji-destekli/yardımlı matematik öğretimi". *DEÜ-BEF Dergisi* (yayına sunuldu).
- Ersoy, Y. (2004b). "Teknoloji destekli matematik eğitimine-öğretimine bakışlar-I: Fen lisesi matematik öğretmenlerinin görüşlerinden kesitler". TOJET (yayına sunuldu)
- Ersoy, Y. & Şirinoğlu, N. (2000). "Hesap makinesi destekli matematik öğretimi-II: Fonksiyon ve grafiklerin öğretiminde öğrencilerin görüşleri". IV. Fen Bilimleri Eğitimi Kongresi'2000 Bildiri Kitabı; 705-710. 6-8 Eylül 2000, Ankara: MEB Yay.
- Ersoy, Y. & Şirinoğlu, N. (2001). "Grafik hesap makinesi yardımcı fizik öğretimi". *FÜ Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi*, **13** (1), 291-298.
- Fey, J. (ed) (1992). *Calculators in Mathematics Education: 1992 Yearbook of NCTM*. Reston/VA: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) Pub.
- Gomes, P. & Waits, B. (1996) (eds). *Roles of Calculators in the Classroom*. Proceedings of ICME-8, Una Empresa Docente, USA.
- Graf, K.-D, Malara, N.A., Zehavi, N., & Ziegenbalg, J. (1994) (eds). *Technology in the Service of the Mathematics Curriculum*. Berlin: Frei Universitat Berlin.
- Hembree, R. & Desart, D. J. (1986). "Effects of hand-held calculators in pre-college mathematics education: A meta-analysis". *Journal of Research in Mathematics Education* **17**, 83-89.
- Heugl, H. (1999). "The necessary fundamental algebraic competence in the age of Computer Algebra Systems". Proceedings of the 5<sup>th</sup> ACDCA Summer Academy, 1999, <http://www.acdca.ac.at>.
- Howson, G. (1991). *National Curricula in Mathematics*. UK: The Mathematical Associate Pub.

- Howson, A.G. & Kahane, J. P. (1986) (eds). *The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and Its Teaching*. ICMI Study Series. Cambridge: Cambridge Uni. Press.
- Jacobsen, E. (1996). "International co-operation in mathematics education". In A. J Bishop et al (eds) *International Handbook of Mathematics Education*, 1257-1288. Dordrecht, NL: Kluwer Academic Press.
- Kutzler, B. (1999). "The algebraic calculator as a pedagogical tool for teaching mathematics". In: Laughbaum E.D. (ed.), *Hand-Held Technology in Mathematics and Science Education: A Collection of Papers*, 98-109. Ohio: The Ohio State University Pub. (BiTeMES-1, 4-6 Mayıs, 2000; ODTÜ-KKM, Ankara)
- Laborde, C. (2000). "Integration of technology in the teaching of mathematics in France: Examples with the TI-92". BiTeMES-1, 4-6 Mayıs, 2000; ODTÜ-KKM, Ankara.
- Laughbaum, E. D. (2000) (ed). *Hand-Held Technology in Mathematics and Science Education: A Collection of Paper*. Ohio: The Ohio State Uni. Pub.
- NCEE (1983). *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform*. National Commission on Excellence in Education (NCEE). Washington, DC: US Government Printing Office.
- NCTM (1980). *An Agenda for Action: Recommendations for School mathematics of the 1980s*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) Pub.
- NCTM (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) Pub.
- NCTM (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) Pub.
- Niss, M. (1996). "Goals of mathematics teaching". In A. J Bishop et al (eds); *International Handbook of Mathematics Education*, 11-47. Dordrecht, NL: Kluwer Academic Press.
- Pomerantz, H. (1999). *Matematik Eğitiminde Hesap Makinesinin Rolü* (The Role of Calculators in Mathematics Education) (Çeviri/Uyarlama: Y. Ersoy) İstanbul: EMV Ltd Yay.
- Steen, L. A. (1992). "Living with a new mathematical species". In B. Cornu & A. Ralston (Eds.) *The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and its Teaching*, 33-38. Paris: UNESCO.
- Steiner, H. G. (1980) (ed). *Comparative Studies of Mathematics Curricula-Change and Stability 1960-1980*. Bielefeld: IDM-Uni. of Bielefeld.
- Tall, D. (1988). "Mathematics 15-19 in a changing technological age". In J. de Lange & M. Doorman (eds), *Secondary Mathematics Education*, 2-12. Utrecht, NL, OW&OC Pub.
- T<sup>3</sup>: *Teacher Teaching with Technology*. (<http://www.t3ww.org>)
- Waits, B.K. & Demana, F. (2000), "Calculators in mathematics teaching and learning: Past, present and future", *2000 Yearbook of NCTM*, Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics Pub,
- Wheeler, D. (1982). "Mathematisation: The Universal Capability". *Australian Mathematics Teacher*, **38** (4), 23-25.