

# Dinamik Geometri Yazılımı Cabri İle Oluşturmacı Öğrenme Ortamı Tasarımı: Bir Model

**Bülent GÜVEN**  
**İlhan KARATAŞ**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

**ÖZ:** Bilgisayarın eğitim dünyasında hayat bulması, oluşturmacı bilgi kuramı ile birlikte kullanılmaya başlamasıyla gerçekleşmiştir. Bilgisayarın matematik öğretiminde etkili bir şekilde kullanılabilmesi için geliştirilen bilgisayar destekli öğretim program ve tasarımlarının güçlü öğrenme kuramlarının üzerine inşa edilmesi gerekir. Bu çalışmada, bir dinamik geometri yazılımı olan Cabri Geometri kullanılarak Piaget'in adaptasyon kuramına uygun, öğrenci merkezli ortamların nasıl kurulabileceğinin örneklenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen bilgisayar destekli etkinlikler, Trabzon ili içerisinde 2 farklı ilköğretim okulunda 8. sınıf öğrencilerine uygulanmış, ortaya çıkan öğrenme ürünleri ve bilgi kurma süreçleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın son kısmında, geometri öğretiminde, geliştirilen tasarımın etkili bir biçimde kullanılabilmesi için bazı önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Bilgisayar Destekli Öğretim, Dinamik Geometri, Oluşturmacı Bilgi Kuramı

## *Design of Constructivist Learning Environment with Dynamic Geometry Software Cabri: A Model*

**ABSTRACT:** Computers reached their real potential in education only after educators used them in constructivist ways. In order to be effective, educational software should be designed reflecting sound theories of human learning. The purpose of this study is to give an example of the use of dynamic geometry software to construct student-centered learning environments based on Piaget's adaptation theory. Students from two 8th grade classrooms from two schools in Trabzon were taught for this study, using computer-based activities of Cabri geometry. The products and processes of student learning were analyzed and evaluated. Suggestions were made for effective use of computer-based activities in geometry education in the latter part of the article.

**Key Words:** Computer Based Instruction, Dynamic Geometry, Constructivist Learning Theory

## 1. GİRİŞ

Okul matematiğinde ne öğreteceğimiz ve bunu nasıl öğreteceğimiz yapılan bir çok araştırmanın konusunu oluşturmuştur. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve bunun sınıf ortamına yansımaları matematikte ne öğreteceğimiz ve nasıl öğreteceğimiz konusunda ciddi acilimler getirmiştir. Ancak, bilgisayar teknolojisinin sınıflarımızda uzun süre davranışçı yaklaşımın etkisinden kurtulamaması, onun, bir öğrenme aracı olarak değil öğretimi destekleyen sınırlı bir araç olarak kullanılmasına neden oldu (Baki, 2001). Bu ise teknolojinin eğitim alanında hayat bulamaması anlamına geliyordu. Davranışçı yaklaşımın, bilgisayar teknolojisinin öğrenmeyi ilerletmeye yönelik özelliklerinin önünü tıkadığı yapılan çalışmalarla açıkça ortaya kondu. Davranışçı yaklaşımın ürünü olan alıştırma-tekrar ve öğretici tipi yazılımlar kullanılarak geliştirilen araştırma projelerinde beklenen başarının sağlanamaması iki nedene bağlandı:

- Bu şekildeki yazılımların sınıf ortamında kullanılması, öğretmenlerin, işlerinin kolaylaştığına, bilgisayar yardımıyla daha az çalışmaları gerektiğine inanmalarına neden oldu.
- Bilgisayarın, sınıflarda açıklama sunan, alıştırma çözen, gerektiğinde geri dönüt veren bir araç olarak kullanılması geleneksel öğretimi değiştirmede sadece bilgisayara öğretmenin geleneksel rolünü yükledi (Smid, 1988).

Bu iki nedeni kısaca “bilgisayarın bu şekilde kullanılması matematik eğitimine köklü değişimler sunamamıştır” şeklinde özetleyebiliriz.

Bilgisayarın eğitim dünyasında hayat bulması, oluşturmacı bilgi kuramı ile birlikte kullanılmaya başlamasıyla gerçekleşti. Geleneksel matematik öğretimi; öğretimi ‘nakil’ ve öğrenmeyi de ‘pasif alma’ olarak görür. Bu görüşe göre, bilgi daha yetişkin olan bireyler (sınıf ortamında öğretmen) tarafından öğrencinin beynine aktarılır ve öğrenci de kendisine aktarılan bu bilgiyi pasif olarak alır. Oluşturmacı bilgi kuramı, bu görüşün tam tersine bireye bilginin kurulması sürecinde aktif bir rol yükler;

- Bilgi, aktif olarak birey tarafından kurulur, çevreden pasif olarak alınmaz.
- Fikirler, ancak öğrenci yeni bilgilerini var olan bilgileriyle ilişkilendirdiği vakit kurulabilir veya anlaşılabilir.
- Kesin gerçekler yoktur, bunun yerine bireylerin yorumları vardır. Bu yorumlar deneyimler ve sosyal etkileşimlerle değişebilir.
- Öğrenme sosyal bir süreçtir, birey zekasını bu süreç içerisinde geliştirir (Clements ve Battista, 1990).

Bu nedenle oluşturmacı kuramın hakim olduğu sınıflarda, öğrencilere açık uçlu sorular yoluyla keşfedip bulmaya dayalı öğrenme ortamları sunulur ve öğrencilerin bu ortamlarda bilgilerini kurlmaları ve edinmeleri beklenir.

Bilgisayarın bahsedilen bu felsefeyle birlikte kullanılmaya başlaması, onu etkili bir öğrenme aracı konumuna getirmiş ve eğitim-öğretim sürecinin bir çok elemanını da derinden etkileyerek öğrenme ortamlarının aktif bir yapı kazanmasını sağlamıştır. Bilgisayarların oluşturmacı felsefeyle birlikte sınıflara girmesinin olası etkileri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

### 1.1. Bilgisayar Donanımlı Ortamın Öğretmenin Rolü Üzerine Etkileri:

- Öğretmen geleneksel ortamlardaki gibi bilgi verici değil, öğrenmenin meydana gelebilmesi için bilgisayar destekli ortamın yöneticisi ve öğrencilerin öğrenmelerini kolaylaştırmak için bir rehberdir.
- Öğretmen, bilgisayar destekli ortamda, bir araştırmacı gibi davranmak zorundadır. Öğretmen, öğrencilerin kullandıkları bilgisayarları, onların düşüncelerini yansıtan bir ayna olarak görür ve bu sayede öğrencilerinin sahip oldukları kavram yanılgılarını anında belirler
- Öğretmen, öğrencilerinin öğrenmelerini kolaylaştıracak yazılımlar sağlar.
- Öğretmen, öğrencilerine açık uçlu öğrenme ortamları tasarlayarak öğrencilerinin deneyimler yoluyla ortamda keşifler yapmasını sağlar.
- Öğretmen, grup dinamiklerini harekete geçirir. Çünkü yapılan araştırmalar bilgisayar destekli grup çalışmalarını çok iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur (Hooper,1992).

### Bilgisayar Donanımlı Ortamın Öğrenme Üzerindeki Etkileri:

- Bilgisayar destekli bir ortamda, öğrenci bilgiyi pasif olarak almaz, aktif olarak araştırma türünden ya da karmaşık problemleri çözer, kendine ait yöntemler geliştirir ve analiz yapar.
- Öğrenci, öğretmen tarafından kendisine sunulan yazılımları kullanarak kendi matematiksel çalışmalarını tasarlayabildiği gibi öğretmenin hazırladığı senaryoların içerisinde dolaşarak öğrenilmesi istenen bilgi, kavram veya olguyu keşfeder.
- Öğrenci, bilgiye kendisi ulaşabilir, bilgiyi düzenleyebilir, gerektiğinde değerlendirebilir ve düzenli bir şekilde geri sunabilir.
- Öğrenci, matematiksel sonuca veya çıkarıma ulaşabilmek için deneyimin içerisine girer, varsayımında bulunur ve doğruluğunu birçok örnekle kontrol edebilir (Smid, 1988).

### 1.2. Bilgisayar Donanımlı Ortamın Matematiğin İçeriği ve Öğretimi Üzerine Etkileri:

- Teknolojinin sağladığı yeni bakışlar, deneme, sınama ve araştırma kolaylıkları matematiğin içeriğini ve uğraş alanını değiştirmiştir. Bunu en güzel örneklerini Kaos

Teoride, Fraktal Geometride, Fuzzy Lojik ve onun kontrol sistemlerindeki matematiksel modellemelerde görüyoruz (Baki, 2001).

- Teknoloji, konuların önem sıralamalarında da önemli değişimler getirmiştir. NCTM'nin 1989 yılında yayınlanan okul matematiğinde standartlarda Dönüşüm geometrisine verilen önem bunu en açık örneğidir (National Council of Teachers of Mathematics, 1989).
- Ayrıca kağıt-kalemle hesaplamalarının uzun süre alması nedeniyle okul matematiğinde ihmal edilmeye başlanan istatistik te teknolojik gelişmelerle birlikte yeniden okul matematiğinde hayat bulmuştur.

Yukarıda da bahsedildiği gibi teknolojideki gelişmelerin sınıflara yansması bir çok değişimi de beraberinde getirmiştir. Matematiğin önemli bir parçasını oluşturan geometrinin bu etkinin dışında kalması beklenemez. Geometri fiziksel dünyayı tanımaya yapmış olduğu katkılardan dolayı matematik içerisinde ayrı bir konuma sahiptir. O, tarih boyunca mikro dünyalardan, makro dünyalara kadar bir çok hareketliliğin açıklanmasında kullanılmıştır. Ancak yapılan araştırmalar, matematiğin önemli bir parçasını oluşturan bu alanda, öğrencilerin güçlü kavramsal anlayışlar geliştiremediklerini ortaya koymuştur (Mistretta, 2000). Çünkü okullarımızda okutulmakta olan Öklid geometrisi bugünkü haliyle, öğrencilere zengin deneyimler sağlayamamakta, araştırma, keşfetme ortamları sunamamaktadır. Kendilerini zengin deneyimler içerisinde bulamayan öğrenciler ise kuralları, ilişkileri, örnekleri ve gerektiğinde ispatları ezberlemeye yönelmektedirler.

Bir çok öğretmen, Öklid geometrisindeki ilişkileri keşfetmek için kalem ve kağıt yardımıyla şekilleri oluşturur ve ölçmeden kaçınır. Çünkü bu şekilleri oluşturmak çok zaman alır, yapılan ölçümler doğru sonuçlar vermez. Ayrıca, öğrencilerin tümevarım yoluyla genelleme yapabilmeleri için gerekli olan yeni şekilleri oluşturmak ise geleneksel sabit ortamlarda ayrı bir problemdir. Geleneksel okul geometrisinin, öğrencileri kısıtlayan yapısı başta Amerika olmak üzere bir çok ülkede Öklid geometrisini yerine başka geometrilerin okutulması fikrini aklı getirmiştir. Belki de Öklid geometrisinin tarihe gömülmesini, teknolojinin eğitim alanına sunmuş olduğu Cabri Geometri ve Geometer's Sketchpad gibi dinamik geometri yazılımları kırtarmıştır (Villiers, 1996).

Dinamik geometri yazılımları için şu an bir tanım vermek onu bugünün içerisine hapsedmek anlamına gelebilir. Çünkü teknoloji dev adımlarla ilerlerken bu teknolojide de değişimlerin meydana gelmesi kaçınılmazdır. Dinamik geometri yazılımları için tanım vermektan kaçınırsak da bugün için onları karakterize eden özellikleri şöyle sıralayabiliriz:

- Geometrik şekiller çok rahatlıkla oluşturulabilir (Analitik geometri dersi kapsamındaki şekiller dahil).
- Oluşturulan şekillerin özelliklerini belirlemek için ölçümler yapılabilir (Açı, çevre; uzunluk, alan ölçüleri gibi).
- Şekiller ekran üzerinde sürüklenir (Bu DGY'nin en önemli özelliğidir), genişletilebilir, daraltılabilir ve döndürülebilir. (Bu özellik sayesinde öğrenci şeklin bir takım özelliklerini değiştirirken değişmeyen özellikleri gözlemleyerek keşfedebilir)
- Yapı hareket ettirildiğinde daha önce ölçülen nicelikler de dinamik olarak değişir. Bu özellik yardımıyla yapının değişimi izlenirken yapı hakkında hipotezler kurulabilir, kurulan hipotezler test edilebilir, genellemelerde bulunulabilir.
- Dönüşüm geometrisinin tüm konuları çalışılabilir.
- Bu yazılımlar hiçbir hazır bilgi ve konu gerektirmezler. (Güven ve Karataş, 2003).

Dinamik geometri yazılımlarının en önemli özelliği oluşturulan şekillerin sürüklenbilmesidir (Hoyles ve Noss, 1994). Şekilleri sürükleme yardımıyla, öğrenci şeklin bir takım özelliklerini değiştirirken değişmeyen ilişkileri gözleyerek keşfedebilir. Bu keşif öğrenciye çok güçlü bir varsayımda bulunma imkanı sağlar. Ardından öğrenci bu varsayımını bir çok örnekle destekleyebilir yada reddedebilir. Cabri yazılımı bir araç olarak ekran üzerindeki matematiksel nesnelere değiştirilerek matematiksel düşünceleri güçlendirmektedir. Geleneksel ortamlarda görülemeyen, oluşturulamayan bir çok ilişki, özellik, genelleme rahatlıkla çalışılabilir. Cabri yazılımının kendine özgü özellikleri, bizlere geometriyi dinamik olarak inceleme fırsatı verir (Baki, 2001).

Geometrik nesnelere sürüklenme ve hareket ettirme fikrine tarihsel bir açıdan baktığımızda bu özelliklerin geometri dünyasında birden bire dinamik geometri yazılımları ile birlikte ortaya çıkmadığını görürüz. Laborde 1994 yılında geometride hareket ettirme fikrinin yeni olmadığını, eski Yunan geometricilerinin bazı eğrileri tanımlamak için hareketli araçlar tasarladıklarını fakat harekete bakarak geometri yapılmasının bilimsel olarak geometrik düşünceyi engellediği gerekçesiyle bundan vazgeçildiğini ancak 17. yüzyılda bu Yunan geleneğinden ayrılarak geometrik özellikleri belirlemek için hareket ettirmenin açık bir şekilde kullanılmaya başladığını belirtmiştir. Bununla birlikte hareket fikri, okul geometrisinde ilk kez, Öklid geometrisi yerine dönüşüm geometrisi konulması fikriyle ortaya atılmıştır (Şu anda bazı ülkelerde geometrinin bir dalı olarak okutulmaktadır). Bunu takip eden zamanda Meray 1874 yılında geometrinin hareket yoluyla öğretilmesi fikrini ortaya atması süreci hızlandırmıştır. Meray'a göre paralelliğin öteleme, dikliğin de dönme hareketiyle öğretilmesi müthiş bir fikirdi. Bu süreci takip eden zamanda 1945 yılında televizyonun da yaygınlaşmaya başlamasıyla Syer, geometrinin bir birini takip eden filmler yoluyla öğretilmesinin öneminden bahsetmiştir. Aradan geçen yıllar ve teknolojiye gelişmeler bugünkü anlamıyla dinamik geometri yazılımlarını ortaya çıkartmıştır (Schaer, 2000).

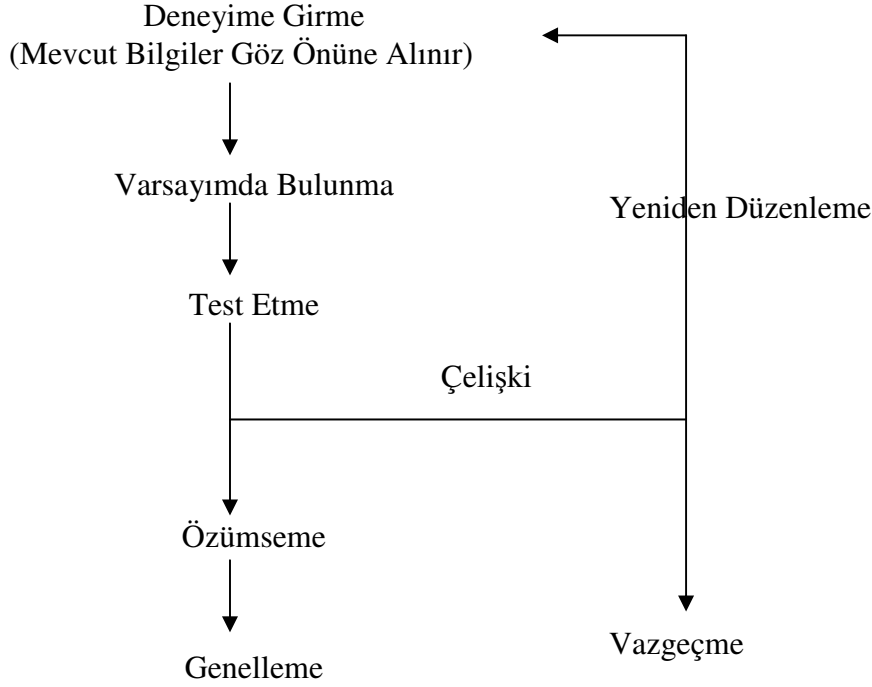
Yapılan araştırmalar, dinamik özelliğe sahip olan geometri yazılımlarının öğrencilere, yaygın olarak kullanılan kağıt-kalem çalışmalarına göre çok daha fazla soyut yapılar üzerinde yoğunlaşma fırsatı verdiğini göstermiştir (Hazzan ve Goldenberg, 1997). Öğrencinin bu yolla hayal etme gücü artmaktadır. Matematikte hayal etme gücünün artması sezgi yolunun dolayısıyla yaratma ve keşfetme yollarının açılması demektir. Bu yollar açıldığında öğrenci analiz yapabilecek, varsayımda bulunabilecek ve genelleme yapabilecektir. Bu ise doğrudan öğrencinin problem çözme becerilerini geliştirecektir (Baki,2001). Dinamik geometri yazılımlarının geometri öğretimine sunduğu; deneyimleri destekleme ve geometriyi öğrencilere araştırma yoluyla öğretme özellikleri yıllardır aynı şekilde öğretilen geometri için yepyeni imkanlar sunmaktadır. Bu yeni yaklaşımla, öğrenciler araştırma ortamı içerisine rahatça girerek keşfetme, varsayımda bulunma, test etme, reddetme, formülüle etme, açıklama olanaklarına sahip olurlar.

Bu çalışmada, bir dinamik geometri yazılımı olan Cabri yazılımı kullanılarak Piaget'in adaptasyon teorisine ve matematiksel düşünme sürecine uygun, öğrenci merkezli ortamların nasıl kurulabileceği örneklenmiş, ortaya çıkan öğrenme ürünleri ve bilgi kurma süreçlerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. ÖĞRENME ORTAMI TASARIMININ EPİSTEMOLOJİK TEMELLERİ

Oluşturmacı yaklaşımın öncülerinden olan Piaget, bilginin bireyin çevresi ile aktif etkileşimi sırasında kurulduğunu varsayar. Piaget bu varsayımını *accommodation* (uyuma), *assimilation* (özümseme) süreçlerinden oluşan adaptasyon ile açıklamaktadır. Bu süreçte göre birey karşılaştığı yeni durumu eski bilgi ve deneyimleri yardımıyla tanımaya çalışır ve bu tanıma sürecinin arkasından yeni durumu özümser. Bu süreç tamamlandığında birey yeni durumla ilgili bilgisini edinmiş olur.

Dinamik geometri yazılımları ile öğrencilerin deneyimlerinden ve ön bilgilerinden yararlanıp yeni karşılaştıkları durumlara anlam verebilecekleri bir öğrenme modeli kurabiliriz. Temellerini Piaget'in adaptasyon sürecinden alan bu modelin şematik açıklaması aşağıdaki gibidir.



Tasarımın şematik açıklaması incelendiğinde; tasarımın geleneksel matematik öğrenme süreci olarak düşünülen Tanım-Teorem-İspat-Uygulama yapısını tamamen değiştirdiği görülmektedir. Bununla birlikte matematiksel düşünme sürecinin temel elemanları arasında yer alan varsayımda bulunma, genelleme gibi tümevarımla çıkarıma dayalı düşünme yöntemlerine yöneldiği görülmektedir.

Geleneksel yaklaşımın şekillendirdiği matematik öğretimi tümdengelim dayalı bir yapıda öğrencilere sunulmaktadır. Bu süreçte, teorem son hali ile öğrencilere verilmekte, öğretmen gerekli görürse teoremin ispatını yapmakta, formülün doğrudan uygulaması şeklinde örnekler çözüldükten sonra öğrencilere alıştırmalar yaptırılmaktadır. Matematikğin salt tümdengelim dayalı bir bilim olarak algılanmasından dolayı böyle bir sürecin öğrencilere sunulması uygun görülmektedir. Oysa, günlük yada bilimsel düşüncede olduğu gibi, matematikte de induktif diyebileceğimiz düşünme biçimleri vardır. Bu induktif düşünme biçimleri daha çok özel bir durumdan yola çıkarak genellemeye gidebilecek keşfetme aktivitelerini içerir. Matematik yalnızca teorem ispatı değildir. Her teorem belli bir ilişkiyi dile getiren bir genellemedir. Matematikçinin öncelikle ispat edeceği bir genellemeye ulaşması gerekir. Bir ilişkiyi gözlemlene ya da gözlenen ilişkiyi genelleme, bir çözüme ulaşma, bir formül oluşturma, hatta bir ispat için bir ipucu yakalama tümdengelimsel nitelikte bir düşünme değil, tümevarım biçime dayanır (Yıldırım, 1996). Geliştirilen tasarım geleneksel geometri öğretimini tümdengelimsel nitelikten çıkararak tümevarımsal bir nitelik kazandıracaktır. Dinamik geometri yazılımları aracılığı ile oluşturulan bu öğrenme sürecinin açıklaması aşağıdaki gibidir:

**Deneyime Girme:** Dersin hemen başında öğrencilere etkileşime girebilecekleri, boyutlarını büyültüp küçültebilecekleri, yerlerini değiştirebilecekleri geometrik nesnelere sunulur. Öğrenciler bilgisayar ekranında şeklin bazı özelliklerini değiştirirken değişmeyen, sabit kalan özellikleri gözlemlerler (örneğin, öğrenci ekranda üçgeni hareket ettirerek iç açılarının

ölçülerini değiştirebilir. Bu esnada öğrenciden beklenen üçgenin açıları değişse bile iç açıların ölçüleri toplamının  $180^0$  olarak kaldığını gözlemlemesidir). Öğrenciler gözlemedikleri matematiksel ilişkiler aracılığı ile kendi matematiksel yapılarını kurmaya başlarlar.

**Varsayımda Bulunma:** Deneyim aşamasında, geometrik nesne ile aktif etkileşime giren öğrenci bu etkileşim sonucunda gözlemediği ilişkiyi varsayım olarak ortaya koyar. Varsayımda bulunma sürecinde öğrencilerin iki aşamadan geçmeleri sağlanmalıdır:

- Gözlemlenen ilişkiyi informal olarak dile getirme
- Gözlemlenen ilişkiyi formal olarak (matematiksel semboller aracılığı ile) gösterme.

**Test Etme:** Gözlemediği ilişkiyi matematiksel olarak ortaya koyan öğrenci, şeklin farklı konumları için varsayımının doğru olup olmadığını kontrol etmelidir. Bu aşamada öğrencinin özellikle şeklin ilgili uzunluklarını ölçüp bu uzunlukların varsayımı sağlayıp sağlamadığını görmesi amaçlanır. Eğer öğrenci şeklin farklı konumları için, varsayımının doğru olduğunu belirlerse, elde ettiği ilişkiyi özümser. Ancak, öğrencinin gözlemediği ilişki test sonuçları ile uyuşmuyorsa bu durumda öğrenci için iki olasılık vardır:

- Bunlardan biri verilen ödevi veya problemi çok zor bulup bırakmak (Öğrencinin ön bilgileri iyi tespit edilip etkinlik öğrencinin yaklaşık bilişsel gelişme alanı içerisine düşecek şekilde seçilirse bu çok düşük bir ihtimaldir)
- İkinci olasılık ise ödevi bırakmak yerine karşılaştığı problemin üzerine giderek mevcut deneyimleri ile yeni durumu uzlaştırmaya çalışmaktır. Bu süreç öğrencinin yeniden deneyimin başına dönerek değişik ilişkileri görmeye ve düşünmeye başlaması ile başlar.

**Özümseme:** Varsayımını test eden ve herhangi bir çelişki ile karşılaşmayan öğrenci, ilişkiyi kendine mal eder (özümser). Yani öğrencinin ortaya koyduğu ilişkinin doğruluğunu kabullenmesi ve düşük anlamda bir genelleme yapmasıdır.

**Genelleme:** Öğrenci keşfettiği ilişkinin şeklin bazı özelliklerini değiştirerek elde ettiği yeni şekillerde de geçerli olup olmadığını, farklı şekillere uygulanabilirliğini inceler. Genelleme aşaması çoğu kez yeni deneyimlere girme ile başlar. Yani benzer süreçler yeni şekiller için tekrarlanır. Bu açıdan bakıldığında tasarımın döngüsel bir yapısının olduğu söylenebilir.

### 3. YÖNTEM

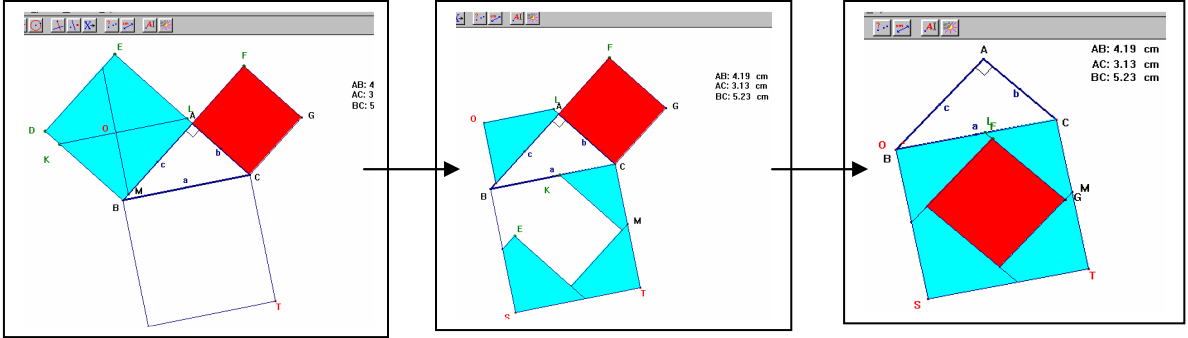
Geliştirilen tasarımın gerçek sınıf ortamında kullanılabilirliğini ve öğrencilerin bu süreçte yaşadıkları deneyimleri ortaya koyabilmek için, geliştirilen bilgisayar destekli etkinlikler, Trabzon ili içerisinde 2 farklı ilköğretim okulunda 8. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Bu iki okulun her birinden seçilen 20'şer kişilik gruplarla 2 ay süre ile geliştirilen 6 farklı etkinlik okulların bilgisayar laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Okulların seçimi sırasında yeterli bilgisayar donanımına sahip olmaları göz önüne alınırken, öğrencilerin seçimi ise matematik ve bilgisayar öğretmenlerinin işbirliği ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sürecinde, araştırmacılar aynı zamanda sınıfın öğretmeni rolünü üstlenmişlerdir. Geliştirilen tasarımın uygun bir şekilde gerçekleştirilerek öğrencilerin kendi matematiksel bilgilerini kurabilmelerini sağlamak için çalışma yapıları tasarlanmıştır. Veriler, öğrencilerin tamamladıkları çalışma yapıları ve yapılan sınıf içi gözlemler yoluyla elde edilmiştir.

### 4. BULGULAR

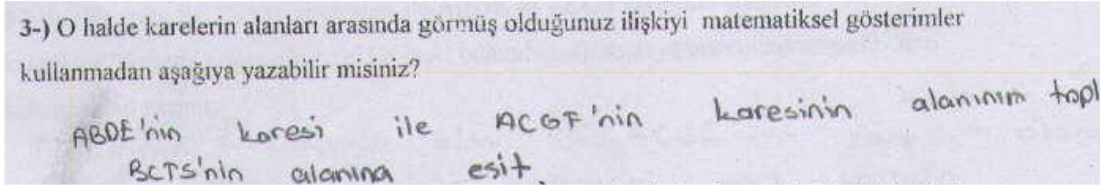
Çalışmanın bu bölümünde, tasarımda kullanılmak üzere geliştirilen etkinliklerin ortaya çıkardığı öğrenme ürünleri tartışılarak dinamik geometri yazılımları ile tasarlanan öğrenme ortamlarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Sunulan, bilgisayar destekli ortamda geometri öğrenme sürecinin ortak amacı, başkaları tarafından daha önce bulunan veya formüle edilen kavram ve ilişkilerin öğrenci tarafından yeniden tanımlanması, kurulması ve bulunması yanında, öğrencinin özgün varsayımlarda ve genellemelerde bulunabilmesidir (Baki, 2002).

Piaget'in öğrenme teorisine uygun olarak hazırlanan tasarımın sınıf ortamında nasıl gerçekleştiğini Pisagor Teoremi'ni keşfetmeye çalışan öğrencilerin yaşadıkları deneyimlerle açıklayalım:

**Deneyime Girme:** Öğrenciler hazırlanan bilgisayar destekli materyallerle etkileşime girerek, dik kenarlar üzerine kurulu olan kareleri çalışma yapraklarındaki yönergeler doğrultusunda hipotenüs üzerine kurulu olan karenin içerisine taşıdılar. Öğrencilerden bir yandan bu etkileşimi gerçekleştirmeleri, bir yandan da dik kenarlar üzerine kurulu olan karelerin alanlarının hipotenüs üzerine kurulu olan karenin alanını tam olarak doldurduğunu gözlemlemeleri beklenmektedir. Öğrencilerin geometrik şekil ile girdikleri etkileşimin ekran görüntüleri aşağıdaki gibidir:



**Varsayımda Bulunma:** Geometrik şekil ile etkileşimlerini tamamlayan öğrencilerden çalışma yaprakları aracılığı ile gözlem sonuçlarını matematiksel sembollerini kullanmadan yazmaları istendi. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu çalışma yaprağının bu kısmını uygun bir şekilde doldururken bir kısmı ise bu kısmı boş bırakıp ilişkiyi doğrudan matematiksel sembollerle göstermiş 3 öğrenci ise ilişkiyi belirleyememiştir. Öğrencilerden biri gözlemlediği bu ilişkiyi matematiksel semboller kullanmadan çalışma yaprağında



şeklinde belirtmiştir. Öğrencilerden elde ettikleri ilişkiyi matematiksel semboller aracılığı ile belirtmeleri istendiğinde 37 öğrenci bu ilişkiyi (varsayım) uygun bir şekilde ifade edebilmişlerdir. Öğrencilerden biri bu ilişkiyi aşağıdaki gibi belirtmiştir.

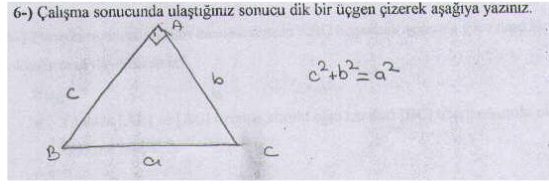
$$|AB|^2 + |AC|^2 = |BC|^2$$

$$c^2 + b^2 = a^2$$

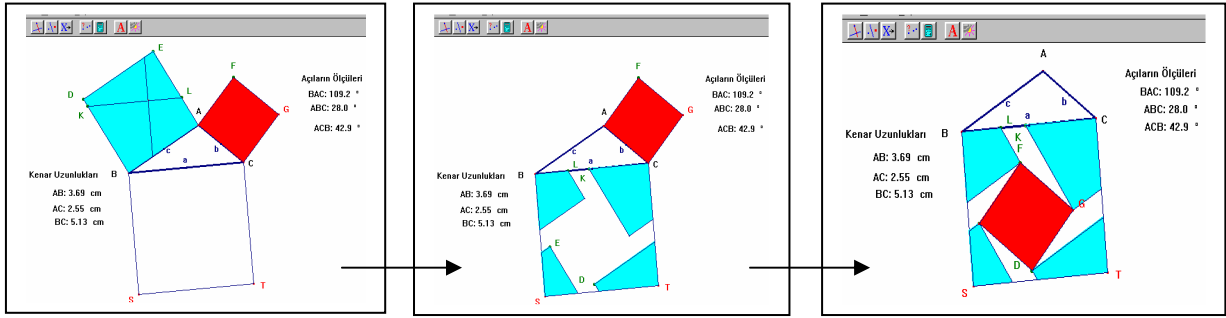
**Test Etme:** Çalışmanın bu aşamasında öğrencilerden çalışma yaprakları aracılığı ile ekranın sağındaki kenar uzunluklarını şeklin farklı konumları için, elde ettikleri matematiksel ilişkiye yerine yazarak, ilişkiyi test etmeleri istenmiştir. Öğrenciler, Cabri Geometri yazılımının hesap makinesi özelliğini kullanarak elde ettikleri ilişkiyi şeklin farklı konumları için test etmiş ve doğruluğunu görebekle bunu çalışma yaprağının uygun bölümüne yazmışlardır.



**Özümseme:** Öğrenciler varsayımlarını test ettikten sonra kendilerinden çalışma yaprakları aracılığı ile ulaştıkları sonucu şekil çizerek özetlemeleri istenmiştir. 37 öğrenci bu kısmı uygun bir biçimde doldurarak Pisagor Teoremini, bilgisayar donanımlı bir ortamda öğretmen rehberliğinde keşfetmişlerdir.



Öğrenciler, Pisagor teoremini keşfettikten sonra bir ders sonra kendilerine “Elde ettiğiniz bu sonuç dar ve geniş açılı üçgenler içinde geçerli midir?” sorusu yöneltildi. Yapılan sınıf içi tartışma sonucunda öğrenciler farklı nedenler göstererek olmaması gerektiğini belirttiler. Bu noktada öğrencilere araştırma problemi olarak, “Elde ettiğiniz bağıntı dar ve geniş açılı üçgenlerde nasıl bir hal alır?” sorusu yöneltilerek genelleme sürecinin başlaması sağlandı. Öğrencilerden ilgili dosyayı açmaları ve kendilerine dağıtılan çalışma yapraklarını yönergeler doğrultusunda doldurmaları istendi. Öğrenciler yeniden geniş açılı üçgen için geometrik nesne ile etkileşime girdiler. Bu süreç aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi gerçekleşti.



İncelenen çalışma yapraklarından 37 öğrencinin Pisagor teoreminin geniş açılı üçgenlerde geçerli olmadığını belirledikleri tespit edilmiştir. Ancak öğrenciler bu durumu matematiksel olarak ifade etmekte sorunlar yaşadılar. Bir kısmı geniş açılı üçgenler için  $b^2 + c^2 \neq a^2$  yazılabileceğini belirtmiştir. Öğrenciler, doğru bir sonuca ulaşmışlardı ancak bu ilişkiyi daha net şekilde belirleyebilmeleri için öğretmenin rehberliğine eşit olduğu da açıktı. Bu nokta da öğretmenle öğrencilerden biri arasında aşağıdaki konuşma gerçekleşti:

*Öğretmen: Eşit değilse ne olabilir?*

*Öğrenci: Ya büyük ya da küçük.*

*Öğretmen: Hipotenüse kurulu kareye tam doldurabildiniz mi?*

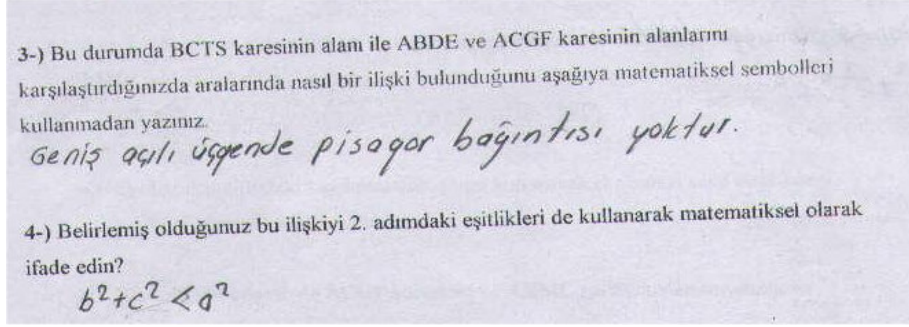
*Öğrenci: Hayır.*

*Öğretmen: Hipotenüsteki karenin alanı diğerlerinin alanları toplamından büyük müdür, küçük mü?*

*Öğrenci: Büyük....*

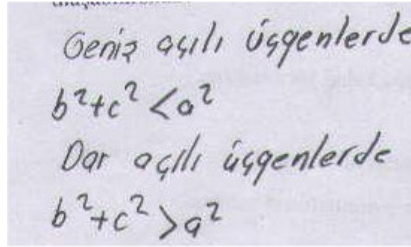
Öğrencilerden biri ile yaşanan bu konuşma öğrenciler için beklenen yardımdı. ??? Bu yardımın ardından öğrenciler yeniden çalışma yapraklarını doldurmaya devam ettiler. Çalışma sonucunda incelenen çalışma yapraklarında öğrencilerin 35'inin geniş açılı üçgenler için (geniş açı karısındaki kenar a olmak üzere)  $b^2 + c^2 < a^2$  ilişkisini belirledikleri tespit edilmiş ve öğrencilerden biri bunu çalışma yaprağına aşağıdaki şekilde ifade etmiştir.





Böylece öğrenciler Pisagor Teoreminin geniş açılı üçgenlerde olmadığını, geniş açılı üçgenlerde bu ilişkinin  $b^2+c^2 < a^2$  halini aldığını belirlediler.

Genelleme aşamasında dar açılı üçgenler için de aynı etkinliği tekrarlayan öğrencilerden 35'i istenen bağıntıları uygun şekilde belirlemişlerdir.



Çalışma boyunca öğrencilerden 3'ü çalışma yapraklarını doldurmamışlardır. Yapılan gözlemlerde bu öğrencilerin daha çok yazılımın kullanımı ile ilgilendikleri, Cabri Geometri yazılımını yeterli düzeyde kullanamadıkları için etkinliklerde çalışma yapraklarını doldurmadıkları belirlenmiştir.

Her bir çalışma sonucunda öğrencilerden çalışma yaprakları toplanmış ve ardından sınıf tartışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu sınıf tartışmaları sonucunda elde edilen bağıntılar son halleri ile tahtaya öğrenciler tarafından yazılmıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bilgi kurma sürecinde, öğrencinin ödevi veya problemi çözmekten zor veya çok kolay bularak vazgeçmesini önlemek için, öğretmenler öğrencilerinin ZPD'lerini (yaklaşık öğrenme alanı) iyi tespit etmelidirler. Bu alan, iyi tespit edilir ve etkinlikler bu alanın içerisine düşecek şekilde seçilirse öğrencilerin bilgi kurma sürecinden vazgeçmeleri önlenecektir. Ayrıca, öğrencilerin ön bilgileri ve bu bilgilerin içerisindeki yanlış veya matematiksel gerçeklere ters düşen fikirler tanı koyucu yaklaşımlarla ortaya çıkartılmalıdır. Öğrenci bilgi kurma sürecini tamamladıktan sonra, elde ettiği bilgiyi pekiştirmelidir. Bunun için kazanılan bilginin başka durumlara uygulanması gerekir. Örneğin, Pisagor teoremini öğrendikten sonra öğrencilere şu sorunun sorulması gibi: Üç eşkenar üçgenin birinin alanı diğer ikisinin alanları toplamına eşittir. Bu üçgenin kenar uzunluğunu diğer üçgenlerin kenar uzunlukları cinsinden bulunuz ve geometrik olarak ifade ediniz (Baki ve Bell, 1997).

Bu çalışmada ortaya konan tasarım, sınıflarını öğrencilerin araştırma, keşfetme aktivitelerine yöneldiği, öğrenme sürecine aktif olarak katıldığı bir ortama çevirmek isteyen öğretmenler

tarafından kullanılabilir. Cabri ve benzeri yazılımların oluşturduğu dinamik ortamlarda yeterli problem çözme ve araştırma deneyimine sahip olan bir öğrenci geometriye ve kendi için yeni olan matematiksel sorunlara cesaretle yaklaşabilir. Bu teknolojiyi kullanarak öğretmenlerimiz sınıflarını kaliteli geometri problemleri ile uyandırabilirler (Baki, 2001). Bu tasarım ile birlikte bugüne kadar tümdengelimci bir yapı içerisinde çalışılan ve yapılan bir çok araştırma ile öğrencilerin başarısız olduğu tespit edilen geometri eğitimine tümevarımcı yeni bir bakış açısı getirilebilir. Bu bakış açısını yakalayabilen öğretmenlerin sınıflarına devrim niteliğinde yenilikler getireceği söylenebilir.

Tasarım kullanılırken öğrencilerden bir kısmı çalışma yaprakları aracılığı ile istenen ilişkileri keşfedemeyebilir. Bunun için derslerin sonunda sınıf tartışmaları yapılarak ilişkileri keşfedemeyen öğrencilerin bu bilgileri kazanmaları sağlanmalıdır.

Öğretmenler, geliştirilen tasarımı uygularken, rollerinin aktarıcıdan çok rehber ve düzenleyici olduğunu unutmamalıdır. Öğrencileri derse motive edecek yaklaşımlar kullanılmalı, işbirliğine dayalı çalışmalar ve sorularla öğrenciler düşünmeye ve yorumlamaya yönlendirilmelidirler. Normal olarak öğretmenlerden geometri müfredatının bütün konularını içeren etkinlikleri hazırlaması hem zaman hem de çevre etkenlerinden dolayı beklenilemez. Derslerinde hazırlanan tasarım çerçevesinde bilgisayar destekli aktivitelerinden yararlanmak isteyen öğretmenler kendi yaptıkları projeleri okul içerisindeki yada yakınlarındaki meslektaşları ile değiş tokuş yaparak bu alandaki repertuarını zenginleştirebilirler. Öğretmenlerimizin bunu internet ortamında kolayca yapmaları mümkündür. Bunun yanında öğretmenlerin, bu alanda düzenlenen konferans, kitap ve makaleleri takip etmeleri de yararlı olacaktır (Baki, 1996).

## KAYNAKÇA

- Baki, A. (1996). Matematik Öğretiminde Bilgisayar Her şey midir?. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 135-143.
- Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında Matematik Eğitiminin Değerlendirilmesi, *Milli Eğitim Dergisi*, 149, 26-31.
- Baki, Adnan (2002). *Öğrenen ve Öğretenler için Bilgisayar Destekli Matematik*. İstanbul: Ceren Yayınları.
- Baki, Adnan. ve Bell, A. (1997). *Ortaöğretim Matematik Öğretimi*, Ankara: YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi.
- Clements D.H. ve Battista M.T. (1990). Constructivist Learning and Teaching. *Arithmetic Teacher*, September, 34-35.
- Güven, B. ve Karataş, İ. (2003). Dinamik Geometri Yazılımı Cabri ile Geometri Öğrenme: Öğrenci Görüşleri, *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), [online]:<http://tojet.sakarya.edu.tr>
- Hazzan O. ve Goldenberg E.P. (1997). Students' Understanding of the Notion of Function in Dynamic Geometry Environments, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1, 263-291.
- Hooper, S. (1992). Cooperative Learning and Computer Based Instruction, *Educational Technology Research and Development*, 40(3), 21-38.
- Hoyles, C ve Noss, R. (1994). Dynamic Geometry Environment: What's the Point?, *The Mathematics Teacher*, 87(9), 716-717.
- Mistretta, R.M. (2000). Enhancing Geometric Reasoning, *Adolescence*, 35(138), 365-379.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston.
- Schaer, D. (2000). Lifting The Curtain: The Evolution of the Geometer's Sketcpad. *The Mathematics Educator*, 10(1), 42-48.

- Smid, H.J. (1988). *Two Reasons for teachers not to use educational software. 6<sup>th</sup> International Congress on Mathematical Education*,Budapest.
- Villiers D.V. (1996). *The Future of Secondary School Geometry. SOSI Geometry Imperfect Conference*, Pretoria .
- Wheatley, G.H. (1991). Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning, *Science Education*, 75(1),9-21.
- Yıldırım, C. (1996). *Matematiksel Düşünme*. İstanbul: Remzi Kitabevi.