

# FENBİLGİSİ DERSLERİ ÖĞRETİMİNDE GÖRÜNTÜLEME TEKNOLOJİSİNİN (IPT) KULLANIMI

Kadriye O Lewis, Ed.D

---

## Özet

*Görüntüleme Teknolojisi, 1989'da Arizona Üniversitesi Ay ve Gezegen (Lunar and Planetary) Laboratuvarında geliştirildi. Ulusal Bilim Kurumu (NSF)'nin desteğini alan ve dijital görüntüleme fikrinden esinlenen bu proje, fen bilgisi eğitimi ve öğretimine yapacağı muhtemel katkıları araştırmak için dizayn edildi. Öğretimde görüntüleme teknolojisinin kullanımı (IPT) ve fen bilgisi eğitim ve öğrenimine etkisini konu alan çok fazla çalışma yoktur. Bu nitel durum astırma çalışması (qualitative case study), Cincinnati Devlet Okullarındaki bir sınıfta, uygulanabilir bir eğitim aracı olarak, fen bilgisi öğretiminde görüntüleme teknolojisinin (IPT) etkisini araştırmıştır. Bu çalışma, görüntüleme teknolojisinin (IPT) öğretmen - teknoloji etkileşim süreci ve fen bilgisi öğretiminde ki etkinliği olarak iki boyutunu inceler.*

*Veriler; gözlemler, olay yeri notları ve görüşme kayıtlarının yazılı suretleri gibi çeşitli kaynaklardan elde edilmiştir. Veri analizi, gerekçeli kuram teorisi (grounded theory) kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar, görüntüleme teknolojisinin (IPT) ve derslerde bilgisayar kullanımının öğrencilere zevk verdiğini ve öğrenmeye teşvik edici olduğunu göstermiştir. Ancak, görüntüleme teknolojisi (IPT) programının kullanıcı uyumu/arabirimi dikkat gerektiren bir konudur. Bulgular, görüntüleme teknolojisinin sınıfta etkili olarak kullanılabilmesi için öğretmenin bu konuda eğitilmesinin gerekli olduğunu göstermiştir.*

---

## GİRİS

Görüntüleme Teknolojisi (IPT) öğrencileri keşfe dayalı (discovery-based learning) öğrenime teşvik etmek ve yapıcı öğrenimi (constructivist learning) desteklemek için fen bilgisi öğretiminde kullanılan bir yazılım paketidir. Bu program, gerçek yaşamdaki görüntüleri, karmaşık bilimsel verileri görsel bir forma dönüştürmek ve görüntülerin gizli (gözle görülemeyen) özelliklerini ortaya çıkarmak için kullanılabilir. Bu şekilde öğrenciler çeşitli bilimsel verileri keşfedebilir, analiz edebilir, bunlarla ilgili dijital görüntüleri ve bu görüntülerde çeşitli değişiklikler yaparak verilerin içeriği hakkında daha fazla bilgi sahibi olabilirler.

Görüntüleme Teknolojisi (IPT), Arizona Üniversitesi, Ay ve Gezegen Laboratuvarında, 1989'da iki bilim adamı Richard Greenberg ve Robert Strom tarafından başlatıldı. Bu iki bilim adamı uzay araçları araştırmalarıyla ilgili dijital görüntülemeyi

bildikleri için görüntüleme teknolojisini eğitime uygulamak istediler. Bu nedenle, Görüntüleme Teknolojisi (IPT), dijital imaj olarak da adlandırılır.

Bu araştırma çalışmasının amacı, Cincinnati Devlet Okulunda, yedinci sınıf fenbilgisi sınıflarından birinde, görüntüleme teknolojisinin (IPT) bir eğitim aracı olarak, eğitim ve öğretimde etkinliğini belirlemektir.

### **Arastırma Soruları**

Bu araştırma çalışması, özellikle, sınıfta yeni teknoloji kullanma sürecinin iki boyutuna hitap eder. Bu boyutlardan biri, öğretmen teknoloji etkileşim süreci, diğeri ise; fen bilgisi sınıfında görüntüleme teknolojisinin (IPT) kullanımı ve öğrenime etkisidir.

Aşağıdaki araştırma soruları bu çalışmanın ilk boyutunu keşfedebilmek için yönlendirilmiştir:

- Öğretmen öğretimde görüntüleme teknolojisini(IPT) nasıl uygulamaktadır?
- Öğretmen öğretimde görüntüleme teknolojisini(IPT) uygularken ne gibi sorunlarla karşılaşmaktadır?

İkinci boyutunun keşfi için ise üç soru yönlendirilmiştir:

- Görüntüleme teknolojisininin (IPT) fen bilgisi öğrenimi üzerinde ne gibi etkileri vardır?
- Görüntüleme teknolojisininin (IPT ) öğretmen – öğrenci etkileşimi üzerinde ne gibi etkileri vardır?
- Görüntüleme teknolojisininin (IPT) temel kuvvetli özellikleri ve zayıflıkları nelerdir?

### **Çalışmanın Kavramsal Çatısı**

Yin (1994) durum çalışmasının kapsamını şöyle tanımlamaktadır:

“Bir durum çalışması, özellikle, fenomen ve bağlam arasındaki sınırlar açık olmadığında, gerçek yaşam bağlamı içerisinde, çağdas bir fenomeni araştırarak deneysel bir sorgulamadır (syf.13).” Bu çalışma, bu paradigmanın amacının katılımcı kişinin dünyasını anlamak (Higgen

& Finley, 1996.syf 179) olduğu için, yorumsal / yapıcı paradigmaya dayanarak yürütülmüştür. Denzin ve Lincoln (1994) nitel araştırmayı, insanların doğal çevrelerine yorumsal çoklu bir yöntem yaklaşımı olarak tanımlamıştır. Buna ek olarak, yapıcı inanç sisteminin (Annels: 1996) bu teoriyi kapsamı nedeniyle bu çalışma gerekebilir teoriyi kullanmıştır.

### **Literatürün Gözden Geçirilmesi**

Orta okul fen bilgisi öğretmenin en büyük zorluklarından birisi, öğretmenin hala eğitim ve öğrenim ortamının iyileştirmeye çalışmasını sürdürmesidir (Gabel1994). Harvey'e (1994) göre, fen bilgisi öğrenimi zevkli ve eğlenceli olmalı. Ayrıca, öğrencilerin fen bilgisine karşı daha fazla ilgi ve proje dayanaklı eğitime yönlendirmeyi sağlamak için, derslerde teknoloji kullanmanın iyi bir yol olduğuna inanmaktadır. Eğer öğretici bir program öğrencileri teknolojik bir ortamda birlikte çalışmaya itiyorsa, onların daha yüksek düşünme becerileri geliştirmelerini de sağlayabilir. Aynı zamanda, görüntüleme teknolojisi (IPT) gibi teknolojik programların tanıtımı ve kullanımı yapıcı deneyimler kazandırabilir. Yapıcı bir paradigma, öğrencilere kendi bilgilerini açıklama ve detaylarıyla özümleme ve bu bilgiyi çeşitli şekillerde ifade etme olanakları sağlar. Yapıcılar (constructivists), bu konuyu öğrenciye doğal dünyası hakkındaki kendi teorilerini geliştirme sansi verilmek suretiyle, bilginin öğrenci tarafından inşa edildiği şekilde sonuca varmışlardır. Öğrencinin öğrenme yollarını değiştirmek, eğitim ve öğretim sahasına pozitif bir katkı olabilir (Greenburg, 1990; Duffy & Jonassen, 1991; Yager, 1991; Brooks & Brooks, 1995).

Greenberg ve arkadaşları (1993), "bir resim bin sözcüğe bedel" sözünden yola çıkarak, görüntülerin bilgiyi beyin emirlerine her şeyden daha hızlı ilettiğini savunmaktadırlar. Çoğu öğrenci, görsel olarak öğrenir ve bu nedenle, görüntüleme teknolojisi (IPT) teknikleri öğrencilere dijital görüntüleri kullanarak çeşitli bilimsel veri setlerini keşfetme ve analiz etme

imkani sağlar (Couch ve arkadaşları., 1994; Fredette, 1994; Saunders ve arkadaşları., 1995). Görüntüleme teknolojisi (IPT) teknikleri öğrencilere; inceleme, keşfetme ve niteliksel analiz için sınırsız olanak sağlar. Görüntüleme teknolojisi (IPT) tekniklerine bilimin ve fen bilgisini öğrenmenin “muhtesem bir yolu” olarak bakılmaktadır (Raphael & Greenberg, 1995). Geleneksel ders verme ve gösterme öğretim methodunun aksine, görüntüleme teknolojisi (IPT) öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına göre alanlarında çalışmalarına olanak verir. Öğretimde görüntüleme teknolojisinin (IPT) uygulanması ve etkinliği üzerine gerçekleştirilmiş çok az araştırma mevcuttur.

1997 yazında, Cincinnati Kentsel Sistemik Girişimi (CUSI) sponsorluğu vasıtasıyla Cincinnati Devlet Okullarından (CPS) bir grup ilk ve orta okul öğretmenlerine görüntüleme teknolojisinin (IPT) derslerde nasıl kullanılacakları öğretildi. Görüntülerin saklı özelliklerini ortaya çıkarmak için, renkleri değiştirmeyi, zıtlastırmayı, bir görüntünün parçalarını yaymayı, hareket ettirmeyi ve kopyalamayı, görüntülerin özelliklerinin boyunu, yüksekliğini ve açısını ölçmeyi, gölgeleri ortaya çıkarmak için görüntülerin filtrelemeyi, düzleştirmeyi ve dikkat dağıtıcı bilgileri yoketmeyi öğrendiler. Bayan Daisy, bu eğitime katılan ortaokul öğretmenlerinden biriydi. Hemen bu eğitiminin takiben görüntüleme teknolojisinin (IPT) kendi sınıfında kullanmaya başladı ve bu deneyimi hakkında sunuları söyledi:

*“Hayvan Elleri-dijital X Ray filmler: bu bilimsel metodun uygulamalı olarak kullanılması ve günlük olaylara uygulanmasıdır. Öğrenciler bu aktiviteyi yaparken gerçekten heyecanlandılar. En büyük istekleri, geri dönmek ve programı tekrar kullanmak oldu. Dört sınıfın tümünde de öğrenciler programa, olumlu tepki gösterdiler. Sıklıkla davranış problemleri yaşayan öğrenciler bile laboratuvarda diğer öğrenciler ile uyum içinde çalıştılar. Bilgisayar uygulama süresi esnasında, bu öğrenciler, genellikle bu şekilde tepki vermezler. Bu öğrenciler görüntüleme teknolojisinin sevdi ve laboratuvar aktivite kâğıtlarını değerlendirme sonucu bu programın faydalı olduğunu gösterdi.”*

Bu eğitim grubundan diğer bir öğretmen olan Bay Bible şöyle konuştu:

*“ Sınıfta görüntüleme teknolojisi (IPT) için bir yer olduğuna inanıyorum. Öğretmen yönünden, çok miktarda çalışma ve hazırlanma süresi gerektiriyor. İçindeki dersler uygulanabilir cinsinden ancak, gerçek kullanımın, bağlamları açıklama ve desteklemek için, görüntülerin sadece oynayarak değiştirilmesi şeklinde olacağını düşünüyorum”.*

Dietz (1994) ülke çapında birçok orta okul ve liselerde görüntüleme teknolojisininin (IPT) kullanıldığına ve okul sayısının her yıl arttığına dikkati çekiyor. Görüntüleme teknolojisi (IPT) patlama derecesinde yayılım ve kabul alma potansiyelinin yani sıra fen bilgisi öğretiminde devrim yapacak kapasitede büyük umut ve potansiyel gösteriyor. Diğer yandan Greenberg (1992) görüntüleme teknolojisinin (IPT) sınıfta yetenekli öğrenciler, azınlıklar, kız öğrenciler, sınırlı derecede İngilizce bilen öğrenciler ve özürllüler üzerinde olan bir çok olumlu katkı ve sonuçlarını vurgulamaktadır.

Greenberg ve arkadaşları (1993) görüntüleme teknolojisinin (IPT) orta dereceli okul seviyesi müfredatında iki nedenden dolayı en büyük etkiyi yaptığını ileri sürmektedirler. “Birinci olarak, fen bilgisi müfredatı çok sıkı bir şekilde bu sınıf seviyeleri için belirlenmemiştir, bundan dolayı, öğretmenlerin yenilikleri uygulamada esneklik sansi vardır. İkinci olarak; öğrenciler keşfetme ve bir şeyi ortaya çıkarma ruhuna daha açıktırlar”(syf. 477). Buna göre; görüntüleme teknolojisi (IPT) herhangi bir seviyede, müfredatı esneklik sağlayarak etkili olabiliyorsa, orta dereceli bir okulda bunun uygulanması fevkalade doğru olacaktır.

Özet olarak, fen bilgisi eğitimi ve öğretiminde en önemli anahtar konu, pek çok öğrencinin fen bilgisi derslerinde bilimsel konuları kavramada başarısız olduğunu literatürde doğruluyor (Ladewski, ve arkadaşları; 1994). Öğrenciler fen derslerini sıkıcı, gereksiz, anlaşılmaz ve tamamen tasvire dayalı bulmakta (Nissani, 1996) ve bunun sonucu olarak, fen bilgisine karşı olumsuz tutumlar sergilemektedirler. Yapıcı öğretim uygulamaları ve öğrenme ortamları, öğrencilere fen bilgisi derslerine, öğretmenlere ve derslere karşı pozitif bir yaklaşımı doğurduğundan (Yager, 1991; Yager & Lute, 1994), ortaokul fen öğretmenleri öğrenme ortamını geliştirmeye yönelik çabalarını desteklemek için yapıcı teoriye yönelmektedirler (Prawat, 1992). Son olarak, teknolojinin anlamlı bir şekilde derslerde kullanımı, öğrencilerin fen bilgisine karşı yanlış yorumlarını değiştirmek açısından önemlidir.

“Öğrencinin öğrendiği şeyler, büyük oranda, nasıl öğretildiğinin sonucudur” görüşü, fen bilgisi öğretimi standartlarındaki varsayımlardan biridir, Ulusal Fen Bilimleri Eğitimi Standartları ( National Research Council, 1996; National Science Education Standards <http://www.nap.edu/catalog/4962.html> ‘de ulaşılabilir). Bu açıdan, eğitim teknolojisi, öğrencilerin öğrenmelerini geliştirmek için bir potansiyel teskil ettiğinden; teknoloji bilimsel bilgi ve bilim uygulaması arasındaki gerekli ilişki kurabilir (Robyler, 1989). Bir teknoloji uygulaması olarak görüntüleme teknolojisi (IPT), önceden tahmin edilemeyen değişimlerin meydana geleceği bir okul seviyesinde, etkili fen öğretimi ve öğrenimi fırsatları sunarken geleneksel öğretim tekniklerini destekleyebilir.

## **YÖNTEM**

### **Arastırma Yeri ve Ortamı**

Cincinnati Devlet Okulundaki bu yedinci sınıf öğrencilerinin % 50’si Afrikalı Amerikan ve diğer % 50’de Beyaz değişik etnik gruplardan oluşuyordu. Bu çalışmada, çalışmanın amacına yönelik olarak; yedinci sınıf grubu, “A sınıfı” ismiyle ve bu sınıfın öğretmeni ise Bayan Rose olarak isimlendirilecektir.

Bu okuldaki öğretmenlerin yarısından fazlası doğrudan veya dolaylı olarak bilgisayar teknolojisi kullanıyordu. Bu okulun ana hedeflerinden birisi yeni bilgi çağında, tüm öğrencileri hayata hazırlık için eğitmektir. Okuldaki her sınıf bir veya iki bilgisayara sahipti; genellikle bu bilgisayarların birisi tüm sınıfa öğretim sırasında kullanmak için büyük bir monitöre bağlanmıştır. “A Sınıfı” Matematik ve Fen bilgisi Proje Bilgisayar Laboratuvarının bitişinde geniş bir sınıftır. Duvarlar çeşitli bilimsel resimler, hayvanlar, bir düzey haritası ve bir nizamî haritadan oluşan resimlerle doluydu. Solda resimlerin ve grafiklerin asılı olduğu geniş dikdörtgen bir tahta vardı. Öğrencilerin ihtiyaç duyabileceği hemen hemen her şey sınıfa konmuştu. Laboratuvarın sol tarafının orta kısmında 30 sandalye vardı. Öğretmenin

bilgisayari genis bir monitöre baglanmisti. Laboratuvarin bu kısmi sunumlar için veya bütün sinifa ders öğretimi için kullaniliyordu. Odanın orta kısmında büyük bir plaj semsiyesi altında oval olarak yerlestirilmis 16 tane Power Mac bilgisayar vardı. Oda; oyuncaklar, müzik enstrumanlari, sapkalar, tahtadan yapilmis el sanatlari, bitkiler, kitaplar, dergiler, deniz kabuklari, maskeler ve semsiyeler gibi pek çok farklı eğitimsel araç ve gereçlerle doluydu. Bu okulun teknoloji koordinatörü ve bu laboratuvarin yaratıcisi olan Bay Admon, laboratuvarlari şöyle tarif ediyor:

*“Burasi öğrencilerin teknoloji kesif dünyasına girdikleri, uygulamali, macerali projeye dayali bir laboratuvar. İki laboratuvara ayrı ayrı baktiginızda, kendinizi bir tarih müzesinde gibi hissediyorsunuz. Her laboratuvarin kendine özgü bir odagi var; proje laboratuvarında grupların araştırmalarını paylaşması için oda etrafına yerlestirilmis çalışma masasi olan 16 multimedya bilgisayar donanımından oluşuyor. Odanın dış duvarlarında, filler, çilginca boyanmis jimnastik ayakkabilari, tahtadan bir adam, domuzlar, sepetler, bir motorsiklet, tarihi parçalar ve daha birçok şeyler bulunuyor. Tema yüksek teknoloji ye karsin yuvarlak semsiyeli bir ilk insan ve odanın ortasında yaratıcı bir görüntü vermek için bilgisayar masalari. Yazı laboratuvari ise; birlesik iki at nali seklindeki masalar üzerinde, 28’den fazla bilgisayara sahip. Bu düzenleme, öğretmenin bilgisayarından diğer monitörleri kolayca görmeyi sagliyor. Yazı laboratuvarinin temasi bir kano, bisiklet, batı tarzı eyer, siki bir halat, yağmur ormanı bitkileri, Afrika maskeleri, Appalachian dag el sanatlari ve kültür örnekleri, seyahat kilavuzlari, bavullar ve oda etrafına yayilmis daha birçok şeyi kapsayan kapsiyor. Bu tema öğrencilere nereye giderlerse gitsinler, bilgisayarlarını sihirli halılar gibi kullanarak yazabileceklerini hatırlatmak içindir”*

### **Örnek**

Örnekleme amaci araştırmacının araştırma altındaki grubu/sınıfı ne kadar temsil ettiğini hesaplaması için yöntemler sağlamaktır. Çalışmaya katılması için A Sınıfı’ni seçme nedeni; öğretmenin bu çalışmaya katkıda bulunma istegi ve hevesinden kaynaklandı. Bu sınıf (yasları 12-15 arasında değişen) 17 erkek (%53 Afrikalı Amerikan, %47 Beyaz) ve 11 kız öğrenciden (%45 Afrikan Amerikan, %55 Beyaz) oluşuyordu. A sınıfı görüntüleme teknolojisi (IPT) programını fen bilgisi öğretimi ve öğreniminde kullanan okuldaki tek sınıftı.

Öğretmen, Bayan Rose, son dokuz yılı Cincinnati Devlet Okulu’nda ki yedinci sınıf öğretmenliği dahil olmak üzere 15 yıllık öğretmenlik deneyimine sahiptir. Bilgisayar

teknolojisi üzerine biraz deneyimi vardır ve sınıfında daima teknoloji kullanmada yeni yöntemler keşfetmeyle ilgilenmiştir.

Öğrenci görüşmeleri, rastgele örnekleme yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu örnekleme metodu gerekçeli kuram teorisi ile uyumludur. Ancak, ilave veri ve bilgi toplamak için gerekli öğrenciler selale tipi seçme tekniği kullanılarak seçilmiştir. Öğretmenin tavsiye ettiği kişiler, bu örneği kademelendirme için kullanılmıştır.

### ***Enstrümanlar***

Bu çalışmada, niteliksel veri kaynakları, bilgisayar deneyimini ölçen bir anket, sınıf gözlemleri, yüzyüze görüşmeler, laboratuvar aktivite kâğıtları ve bunların yazılı talimatları gibi diğer kaynaklardan oluşmuştur. Ayrıca, araştırmacının tepki ve izlenimleri de dahil edilmiştir. Veriler analizi kolaylaştırmak için görsel ve işitsel kayıt cihazları kullanılarak toplanmıştır.

### ***Veri Toplama Yöntemleri***

Sınıf gözlemleri, hem öğretmenle hem de öğrenciler ile gerçekleşen görüşmeler bu çalışmada temel veri toplama yöntemiydi. Gözlem seanslarımı öğretmenle haftada bir telefonla irtibat kurarak hem sınıfta hem de bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirdim. Her gözlem seansı, gözlenen olayın detaylarıyla birlikte yazılı notlarla sonuçlanıyordu. Bu çalışma için dört gözlem yapıldı. Veri analizi için gözlem seanslarımı ses kaydetme kapasitesine sahip bir video kamera kullanarak videoteybe aldım. Sınıf gözlemlerine ilaveten, öğretmenle detaylı bir görüşme ve öğrencilerle sekiz görüşme gerçekleştirdim. Bu görüşmeler teybe kaydedildi ve her bir kaset kelimesi kelimesine yazıya aktarıldı. Öğretmen ve her bir öğrenci bilgisayar deneyimini ölçen kısa bir anket doldurdu.

Yarı-resmi model kullanılan görüşmeler bilgilendiricilerden gelen verileri karşılaştırmak için kullanıldı. Kilit bilgi verici kişi ile olan görüşme bir saat sürdü, fakat katılımcılar ile olan görüşmelerin süresi 20-25 dakikaydı. Kilit bilgilendirici ve katılımcılar araştırma konusu hakkında konuşmaya teşvik edildiler. Süpheli noktaları açıklığa kavuşturmak için cevap verenlerin cevaplarına karşı, soruyu açıklayarak başka türlü ifade etme ve derinine inceleme görüşme teknikleri kullanıldı. Görüşme esnasında kilit bilgi verici kişinin ve katılımcıların cevaplarını etkileyen yönlendirici soruların kullanımı da dahil olmak üzere sasirtici sorulardan kaçınıldı.

### ***Veri Analizi***

Bu çalışma veri analizi yöntemleri üzerine literatürde sağlanan metodların rehberliğini dikkate almıştır. Bogdan ve Biklen (1992) veri analizinin veri toplamanın bir parçası olduğunu ileri sürmüşlerdir (syf. 154). Bu çalışmada, veri analizi çalışmaya yön vermek için devam eden bir süreçtir. Bu sürekli devam eden analiz, elde edilen bilgiyi, açıklama, değiştirme ve aritma fırsatı vermiştir.

Görüntüleme teknolojisinin (IPT) eğitime ve öğretime etkisini tespit etmek için veriler gerekçeli teori yöntemlerini kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çalışmada veri analizine yönelik dört adım atılmıştır. 1) Görüşme kayıtları kelimesi kelimesine yazıya aktarılmıştır, bu yazılı dökümanlar araştırmacı, kilit bilgilendirici ve katılımcılar tarafından doğruluğu kontrol edilmiş ve kişiyi tanımlayan bilgiler çıkarılmıştır. 2) Görüşme ve olay mahali notları görüşme diyaloguna dayalı olarak, üç kere kodlanmıştır. 3) Kategorileri, temaları ve tekrar eden süreçleri tanımlama amacı ile bütün yazılı dökümanlar araştırmacı tarafından okunmuş ve daha sonra tekrar okunmuştur. 4) Bulguların geçerliğinden emin olmak için araştırmacı gerekçeli teori yaklaşımı ile uyumluluk gösteren sabit karşılaştırma yöntemini kullanmıştır (Glaser, 1978; Strauss, 1987; Strauss & Corbin, 1991; Anells, 1996).

Üçgenleme (triangulation) bir verinin güvenilirliğini ve onu toplama sürecini artırır.

Bu çalışmada iki çeşit üçgenleme kullanılmıştır:

- Veri kaynağı üçgenlemesi; araştırmacı farklı bağlamlarda veri aradığında aynı çizgide kalabilmesi
- Metod üçgenlemesi; yorumda güvenilirliği artırmak için bir yaklaşımı bir baskının izlemesi (Denzin; 1984)

Metodların bir arada kullanılması üçgenleme vasıtasıyla bu çalışmayı kuvvetlendirmiştir. Buna ilaveten, veri analizi için elektronik analiz programı FolioViews kullanılmıştır. Bu da, araştırmacıya veri için çok güçlü bir organizasyon sistemi kazandırmıştır.

## ***SONUÇLAR VE BULGULAR***

### **Öğretmenin IPT Deneyimi ve Uygulaması**

1998’de görüntüleme teknolojisini (IPT) kullanmaya başlayan, Bayan Rose bu çalışma başladığında bu teknoloji üzerinde beş aylık deneyime sahipti. Bayan Rose görüntüleme teknolojisini öğretmenin demonstrasyon aracı, suma aracı, ölçme ve değerlendirme aracı, ve görsel görüntüleme tasarımı olarak, hem bilgisayar laboratuvarında, hem de sınıfta kullanmasına rağmen, hala bu teknolojinin sınıfta en etkili şekilde nasıl kullanılacağını araştırmaya devam ettiğini açıkladı. Bayan Rose şöyle ekledi:

*“Ses Dalgaları” aktivitesini yaparken, örneğin; dalganın hem tepesini ve hemde nasıl gittiğini gösteren bir görüntüleme vardır, biz bu sayede bir dalgayı üzerinde istediğimiz yerden durdurup işaretleyebiliyoruz. Bunu ben görsel görüntüleme fikri olarak bir öğretmenin gösterimi olarak kullandım (TI: CPS: Bayan Rose, syf. 2). Düzey haritası konusunu isledığımızda, dersi ilk sunusta görüntüleme teknolojisini (IPT) kullandım. Bilgisayarın dışında biraz fazla çalıştık ama tekrar görüntüleme teknolojisine (IPT) döndüğümüzde onu ölçme ve değerlendirme aracı olarak kullandım (TI: CPS: Ms. Rose, syf.3).*

Bayan Rose aktivitelerin yapısına göre görüntüleme teknolojisinin (IPT) kullanma yollarını çeşitlendirmektedir. Öğrencilerin bir bilgisayar üzerinde ikiser ikiser veya küçük gruplar halinde çalışmalarını ister veya görüntüleme teknolojisinin (IPT) aktivitesini aynı anda tüm sınıfa sunar. Genellikle, görüntüleme teknolojisinin (IPT) müfredat ile ilgili aktivitelerinin kullanır. Ayrıca, kendi aktivitelerinin tasarımı için görüntüleme teknolojisi (IPT) programındaki araçları kullanır. Örneğin; öğrencilerine güneş ve zaman arasındaki ilişkileri göstermek için bir Güneş Kadrani aktivitesi dizayn etmiş.

### ***Bilgi Toplama***

Çoğu kez, Bayan Rose öğrencileri için veri toplama aktivite kâğıtları hazırlardı. Bu da, öğrencilere verilenlerden sonuç çıkarmaya ve çıkarım yapmaya başladıklarında yardımcı oluyordu. Bayan Rose şöyle dedi:

*“O bir Eyaletin eğitimdeki amaçlarından birisi... Tüm veriler orada... eğer ölçüm yapıyorsak, ölçümleri kaydedecek bir ölçüm tablosu var. Ancak, öğrencilerimin ellerinde kâğıt-kalemle daha rahat bu işi yaptıklarını görüyorum, böylece öğrencilerime görüntüleme programındaki ölçüm tablasındaki rakamları kendi kâğıtlarındaki tabloya aktarmalarını istiyorum. Diğer bir şey gerçeklik -Ohio Eyaleti eğitim yönetmeliği, öğrencilerin bilgisayar programlarını kullanarak yaptıkları bazı şeylerden ziyade kendi çizimlerini, grafiklerini ve tablolarını geliştirmelerini istiyor. Böylece, bu öğrencilerin kendi başlarına veri toplamalarına, rapor etmelerine ve sonra kendi çizimlerini oluşturmalarına olanak veriyor (TI: CPS: Bayan Rose, syf. 7).*

Aktivite kâğıtlarını kullanmak hem öğretmen hemde öğrenci açısından öğrencilerin cevaplarını kayıt ve takip edebilmek için çok iyi bir yöntemdir. Öğrenciler aktiviteyi tamamladığında, Bayan Rose aktivite kâğıtlarını değerlendirmek için topladı. Aynı zamanda, öğrencinin veri toplama ve rapor etmesi şartını içeren Eyaletin eğitimdeki amacını yerine getiriyordu.

Bayan Rose ayrıca, görüntüleme teknolojisinin (IPT) bir parçası olan çizim programını kullanarak “Güneş Kadrani” aktivitesini dizayn etti. Bayan Rose, bunu şöyle açıklıyor:

*“Dizayn ettiğim aktivitelerden biriydi... Onu ben canlandırdım. Kis ortasındaydı; normal olarak gerçek bir günes kadrani projesi yapmak için çocuklari disari çıkaracaktım. Kötü hava kosullari nedeniyle bunu yapamadık ve ben de, normal olarak yapacağımı yaptım ve programı o şekilde kullandım (TI: CPS: Bayan Rose, syf. 2).*

### ***Öğrencilerin Teknolojideki Geçmisi ve Görüntüleme Teknolojisi (IPT)***

Bilgisayar deneyimini ölçen ankete göre, sınıftaki tüm öğrenciler bilgisayar kullanmayı biliyorlardı. Bayan Rose da, öğrencilerin teknolojiye ve yedinci sınıfla ilgili çoğu yazılımı bildiklerini ifade etti. Yinede, öğrencilerin çoğu bilgisayar kullanımı ve görüntüleme teknolojisini (IPT) birbirine karıştırıyordu. Öğrencilerin görüntüleme teknoloji (IPT) algısı, görüntülerle değil, bilgisayar programının kendisiyle ilgiliydi. Bu da, görüntüleme teknolojisi (IPT) bu öğrenciler ve öğretmen için yeni olduğundan dolayı hiç şaşırtıcı değildi. Görüşmelerim esnasında, görüşme yaptıklarımın doğru bilgi almak için, görüntüleme teknolojisindeki (IPT) aktiviteleri ve kullanım kavramlarının anlamlarını sürekli hatırlattım.

### ***IPT Uygulamasında Karşılaşılan Problemler***

Veri toplama esnasında; A Sınıfı, yerbilimi, biyoloji, fizik ve matematik üzerine yedi aktivite tamamlamıştı. Bu aktiviteler, 3 Boyutlu Seytan Kulesi ( Devil's Tower in 3-D), Kartal Gözü Bakışı (An Eagle's - Eye View), Sadece bir Evre: Ay'ın Devrini Gözlemleme (It's Just a Phase: Observing the Moon's Cycles - Yeryüzü&Uzay Bilimi), Çokgen Modelleri (Polygon Patterns - Matematik), Dag Treni (Roller Coaster), Dalga İzleme (Wave Watching - Fizik) ve Hayvan Elleri (Animal Hands - Biyoloji) idi. Bayan Rose aktiviteleri öğrencilerin zorluk derecesine göre tanımladı. Öğrenciler zaman zaman aktivitelerdeki basamakları takip etmede güçlük çektiler. Bu nedenle, Bayan Rose, öğrenciler için özel aktiviteler ile ilgili detaylı bilgi ve talimat kâğıtları hazırladı. Bana da kendi hazırladığı; adım adım talimat yazmış olduğu bu kâğıtlardan bir örneğini verdi. Görüşme yaptığım öğrencilerden birisi öğretmenlerinin zor ve karışık aktiviteleri yaptığında, dersten önce ve sonra öğrencilerin bir probleminin olup

olmadığı üzerinde durduğunu açıkça ifade etti. Bu tür aktiviteleri yaparken karşılaşılabilecek problemlerden nasıl kaçınılır konusunda öğrencileri bilgilendirirdi. Üçüncü gözlemimde, öğrenciler “Düzeş Haritasi” nin nasıl oluşturucağı üzerinde çalışıyordu. Bayan Rose, öğrencileri söyle uyardı:

*“Bilgisayarın tüm ekrani ele alacak hafızası olmadığı için tüm ekrani kullanmayın (FN-6: CPS: Bilgisayar Laboratuari 1: 11-15)... Firçanın rengine dikkat edin, siyah olması gerek. Firçanız beyazsa, bilgisayarın fonu da beyaz olduğu için göremezsiniz (FN-6: CPS: Bilgisayar Laboratuari 2: 2-3). Eger mouse kullanımında iyi değilseniz, dikkatli olun ve çizdiğiniz sinira fazla yaklaşmayın (FN-6: CPS: Bilgisayar laboratuari 2: 9-10).”*

Öğretmenin adım adım aktiviteler için verdiği ipucu ve talimatları sayesinde öğrenciler bu programı kullanmada güçlük çekmediler. Öğretmenin de izah ettiği gibi görüntüleme teknolojisinin (IPT) kullanılması pek kolay değil ve tamamen öğretmenin kullanımına yönelik bir tasarım olarak dizayn edilmiş olması; öğrencilerin bu programı kullanmada çok kısa bir süre deneyimlerinin olmasına da bağlı olarak, öğrenciler görüntüleme teknolojisini (IPT) kullanmada pek iyi değillerdi. Görüşmem esnasında; Bayan Rose, görüntüleme teknolojisinin (IPT) kullanıcı uyumunun/arabiriminin hayal kırıcı olduğunu ve bazı aktivitelerin izlenecek adımlar açısından çok karışık bulunduğunu üzerine basarak açıkça vurguladı. Bu da kendi dersini kendinin yazma çabası vaktinin bosa harcanmasıyla sonuçlanmıştır. Bayan Rose düs kırıklığını söyle ifade etti:

*“Bu Program öğrenci için hiç kolay değil. Daha çok öğretmen merkezli bir program. Çocukların kullama rehberi veya görüntülere nasıl gireceğini anlatan bir talimat yok... Bazı aktivitelerde o kadar çok basamak kullanmak zorunda kalıyorlar ki, bu da onların aklını karıştırıyor... Programın gerçekten öğretmenin kendi dersini kendisinin yazması için düzenlendiğini sanmıyorum (TI: CPS: Bayan Rose, syf 5).*

Örneğin; “Dag Treni” aktivitesinde öğrencilerin bağımsız bir şekilde aktiviteyi takip edebilmeleri için, Bayan Rose’un aktivitede takip edilecek basamakları yeniden yazması bu işin zor olduğunu kanıtladı. Sonunda, aktiviteyi tüm sınıfa tartışma şeklinde sunmayı tercih etti.

Yazılım uygulama problemlerine ilaveten, bazı bilgisayarlarda veya tüm sistemde teknolojik problemler de yasadılar. Teknoloji koordinatörü Bay Admon sistem hataları ve diğer konulardan sorumlu destek personel idi. İkinci gözlemimi yapacağım gün bazı teknolojik sorunlar yasadık.

*“Bu gün Sali ve ikinci sınıf gözlemimi yapmam gerekiyor. Eve gittim, evdeki telesekreterimde ve ofis telefonumda bir mesaj buldum. Bu mesaj Bayan Rose’dandı. Mesajda: Ben Bayan Rose, Cincinnati Devlet Okulu’ndan. Aynı mesajı Cincinnati Üniversitesi’ne de bıraktım. Bilgisayar sistemi ve ağ suan çalışmıyor. Bu öğleden sonra da devam edecek gibi görünüyor. Eğer size Persembeye randevu verirsek, Persembe günü çık gel, sonra konuşuruz, hoşçakalın.” (fN-5: syf 5)*

Görüşmem sırasında, teknolojik problemlerden bahsederken, Bayan Rose şöyle konuştu:

*“Kendi içinde teknoloji, Murphy’nin kanunu gibi, “yanlıs gidecek”se hayal kirici olabilir. İstersen üzerinde plan yap, sen istemesen bile “yanlıs gidecek” (TI: CPS: Bayan Rose, syf 18).*

### ***Fen Bilgisi Öğretimi ve Öğrenimi Üzerinde Etkiler***

Görüşme yaptığım öğrenciler, gerçek yaşamdaki görüntüleri görsel olarak farklı bir şekilde öğrenme gibi, görüntüleme teknolojisi (IPT) programının sınıflarında kullanmanın bir avantaj olduğunu belirttiler. Seels (1994) görsel öğrenmeyi, görsel fenomenle etkileşimin sonucu bilginin edinimi ve yapılandırılması olarak tanımlar (Moore&Duryer, 1994; Seels, B.A. syf. 137). Görüntüleme teknolojisinde (IPT) görüntüler değerleri anlatır ve anlam görüntülerin içine yerleştirilmiştir, böylece, öğrenciler anlamlı görsel bilgidен çıkarırlar.

Görsel metod ile anlamlı karşıtarafa iletmek kolaydır. Öğrenciler görsel olarak öğrenirken aynı zamanda görsel düşünme becerilerini de geliştirirler. Seels (1994) görsel düşünmeyi görsel öğrenmenin diğer aşamalarından ziyade, daha fazla zihinsel benzetme, duyuşsal ve duyuşsal işbirliği içeren, iç reaksiyon aşaması olarak tarif etmektedir (Moore&Duryer, 1994, 1994; Seels, 1994, syf 104).

Öğrencilerin çoğu daha önceden fen bilgisi öğrenmek için bilgisayar kullanmışlar, ancak bunlardan ikisi ilk defa kullanmaktaydı. Bir öğrenci hariç, hiçbirisi dijital görüntüleme kullanmamıştı. Bu öğrencilerin, dijital görüntüleme hakkında temel bir bilgiye sahip olmamasına rağmen, bilgisayar destekli öğretimin öğrenmeyi daha kolay, daha görsel ve daha zevkli kıldığını belirttiler.

*Jenny diyor ki: “Bilgisayar, kafamızda ve beynimizde, resimler ve grafikler oluşturmamıza yardım ettiği için, ... öğrenmeyi daha çabuk ve daha kolay hale getiriyor (SI-3: CPS: Jenny, syf. 1).*

*Andy diyor ki: “... daha kolay çünkü kâğıt üstünde olursa, sıkıcı. Bilgisayarda daha eğlenceli. Sanırım bilgisayarda öğrenmek daha çok ilgimi çekiyor (SI-5: CPS: Andy, syf. 2).”*

*Sue ise, “Kitaptan okumak yerine, size resimleri, yani görsel imajları verdiği için daha kolay. Okurken resimi, kafanızda canlandırmanız gerek, eğer resmi doğru çizemezseniz kafanızda yanlış veya farklı resim oluşturabilirsiniz (SI-6: CPS: Sue, P. 2)” diyor.*

Bayan Rose, öğrencilerin öğrenmek için görsel imajlara ihtiyacı olduğuna inanıyor. Bu konuda ise şöyle yorum yapıyor:

*“Öğrencilerimizin çoğu bir çeşit görsel imaja ihtiyaç duymakta. Nasıl yorumladığımızı, nasıl öğrendiğimize, nasıl hafızaya aldığımızı, zaten sahip olduğumuz mevcut şeyleri nasıl yakaladığımızı dayanarak, söz konusu yeni veriyi yakalıyoruz. Öğrenciler sinirli olan geçmiş deneyimleriyle geliyorlar ve görsel imajlar onlara hali hazırda sahip oldukları bilgiyi ve yeni şeyleri yakalamak için bir fırsat tanıyor (TI: CPS: Bayan Rose, syf. 9).”*

Bayan Rose öğrenmeye yapıcılık metodu ile yaklaşıyor, ayrıca, görüntüleme teknolojilerinden (IPT) en çok faydalananların soyut kavramları öğrenemeyen, soyut kavramlar veya fikirler geliştiremeyen çocuklar olduğuna inandığını belirtti. Aynı zamanda, görüntüleme teknolojisi (IPT) yazılımındaki aktivitelerin, uygulamalı aktiviteler halinde dizayn edildiğine ve bu nedenle, öğrencilere öğrenmelerini yapılandırmaları için deneyim ve fırsat verdiğine dikkat çekti.

Bayan Rose görüntüleme teknolojisi (IPT) kullanmaya başladıktan sonra, genellikle davranış problemleri gösteren bazı öğrencilerin, görüntüleme teknolojisi (IPT) programı

kullanimina kendilerini tamamen verdiklerini farketmis. Dördüncü gözlemimde, öğrenciler “Poligon Modelleri” aktivitesi için aç ölçer kulla narak, aç ölçme islemi üzerinde çalışiyordu. Öğrenciler gerçek hayattaki cisimleri/objeleri tipki bir evin çatisini ölçme gibi, kendilerini çalışmaya o kadar çok vermislerdi ki ders bittiginde zilin çaldigini bile duymadilar. Bayan Rose, görüntüleme teknolojisi (IPT) yazilimini hayli motivasyon verici bulmaktadır. Bayan Rose şöyle söyledi:

*“Bu programla ilgili hosuma giden seylerden biri de normalde hiç bir ilgisi ve motivasyonu olmayan çocuklari alip, bu programi kullanmaya baslatabilmemdir. Öğrenmeye karsi sonderece motive oluyorlar (TI: CPS: Bayan Rose, syf. 8).”*

Görüşme yaptigim sekiz öğrenci, görüntüleme teknolojisini (IPT) haftada bir kereden fazla kullanmak istediklerini belirttiler. Ayrica, Sosyal Bilgiler, Dil Edebiyati, ve Matematik gibi diger alanlarda da, görüntüleme teknolojisini (IPT) kullanmak istiyorlardi.

Öğrenciler siniflarında görsel öğrenmenin ve teknoloji kullanımının önemini biliyorlardi ve kitaplardan veya ders notlarından okumanin sikici oldugunu söylüyorlardi. Bilgisayarda yazili bir bilgiyi hafizaya almanin daha kolay oldugunu gözlemislerdi. Andy bu konu için şöyle dedi:

*“Bazen notlarimi kaybediyorum, ancak bilgisayardan birisi çıkarmazsa veya silmezse notlar hep orada ve kaybetmiyor (SI-5: CPS: Andy, syf. 4).”*

Öğrencilerin çoğu görüntüleme teknolojisinden (IPT) öğrenmenin kitaplardan ve ders notlarından öğrenmeden daha zevkli ve daha etkili oldugunu vurguladi. Öğrencilerin hemen hepsi görüntüleme teknolojisinin (IPT) kullanimi sonucu notlarinin yükseldigini belirttiler. Bayan Rose da, basarisi düşük olanlarin notlarında önemli derecede iyilesme kaydettigini ifade etti. Bundan baska, öğrenciler de görüntüleme teknolojisini (IPT) kullanarak öğrendikleri seyleri kolay kolay unutmadiklarini söylediler. Öteyandan, görüntüleme teknolojisinin (IPT) en büyük avantajlarından biri de; öğrencilerin olumsuz çevre kosullarini düşünmeden, sinifta veya laboratuarda çalışmalarina olanak vermesidir. Daha önce de

belirtildiği gibi, Bayan Rose, kisin ortasında hava kosullari nedeniyle, gerçek bir günes kadrani uygulamak için disari çıkamadıklarını, ancak, uygulamayı disari çıkmadan laboratuvarında yapabildiklerine dikkat çekmişti.

### ***Öğretmen-Öğrenci Etkilesimi Üzerinde Etkileri***

Bayan Rose öğretiminde diğer bazı yazılımları kullanmış olduğu için sınıfında kişilerarası iletişim hakkında fazla bir şey söyleyemedi. Öğrencilerin etkileşimlerinin pek fazla değiştiğini hissetmediğini söyledi. Öğrencilerini teknoloji dostu, teknoloji ile çalışmaya alışkın ve bir arkadaşla veya küçük bir grup halinde çalışmaya alışkın öğrenciler olarak tarif etti. Ona göre, öğrenciler teknolojinin yani sıra diğer şeyleride, örneğin; kitap veya sonuca ulaştıracak ne olursa olsun onu kullanmaya alışık olduklarını ifade etti. Yine onun durumunda (Bayan Rose), görüntüleme teknolojisi (IPT) öğrencilere etkili bir şekilde bilgi aktarmak için kullanabileceği bir araçtı.

Görüşme yaptığım iki öğrenci hariç, öğrencilerin hepsi bir arkadaşla (ikiser ikiser) veya bir grup içinde çalışmayı tercih ediyordu. Özellikle, öğretilenlerin bir kısmını anlamada güçlük çektiklerinde, bir grup içinde çalıştıklarında ödevlerini daha çabuk ve etkili bir şekilde tamamladıklarına inanıyorlardı. Diğer iki öğrenci ise; kendilerini yalnız çalışmayı seven tipte öğrenciler olarak tanımlıyorlardı. Grup halinde ve ya bir arkadaşla çalışınca, daha çabuk kafalarının karıştığını ifade ettiler. Yine de, öğretmen daima öğrencilere yardıma hazırды. Öğrencilerin görüntüleme teknolojisine (IPT) karşı tutumları pozitif ve görüntüleme teknolojisi (IPT) hakkındaki herşey hoşlarına gidiyordu. Görüntüleme teknolojisi (IPT) yazılımı, öğrenciler bazı takip edilecek basamaklarda zorluk çektiklerinde, onları soru sormaya teşvik ediyordu.

## ***IPT'nin Temel Güçlü ve Zayıf Yanlari***

### ***Güçlü Yanlari***

Bayan Rose öğretim hayatında daha önceden imajlari kullanmisti ancak, imajlari/görüntüleri oynayarak degisiklik yapmasina imkan veren hiç bir programi kullanmamisti. Öğrencilerinin gerçek hayattaki seyleri ölçmesini, onlari siraya koymasini veya imajlari oynayarak onlari degisik durumlarini görmelerini asla saglayamamisti. Bu onun öğretiminde tamamen yeni bir yaklasimdi. Fizik aktivitelerinden birini örnek verdiginde, onun bu konudaki hevesi açıkça görünüyordu. “Bu fevkalade ses dalgalari canlandirmasi, hiç bir ilave hazirlik yapmadan kullanmak mükemmel” diyordu.

Görüntüleme teknolojisinin (IPT) en büyük avantajlarından birisi de; daha önce Bayan Rose'un görüşme kayıtlarından alınan alıntıda belirtildiği gibi, oldukça motive edici olmasıdır. Hayali veya suni olarak oluşturulmuş değil, gerçek hayat ortamında bulunan imajlari kullanıyor ve öğrencilerin soyut kavramlari görsel olarak anlamasına yardımcı oluyor. Bayan Rose, öğrencilere vermeden önce, “Poligon Modelleri” adlı Matematik aktivitesini Matematik öğretmenlerinden birisine gösterdi. Matematik öğretmenin yorumu ise şöyleydi:

*“Normal olarak yaptıkları renkli geometrik şekiller yerine, gerçek imajlari kullanma yöntemleri hosuma gitti (TI:CPS: Bayan Rose, syf.13).”*

Bayan Rose ve Jenny için görüntüleme teknolojisinin (IPT) en etkili tarafı sekle bakılmaksızın öğrencilerin ölçme aracını kullanarak her hangi bir gerçek objeyi ölçmesine imkan vermesiydi.

*“Eğer hiç ölçemeseydik, eğer gerçek açi veya diğer geometrik şekilleri arıyorduk veya gerçek hayattaki grup olarak evleri ve mutfak fayans şekilleri. Bunlari ölçme ve hatta onlari görebileceğimiz bir yere, şehir merkezine gitmek bizim için çok zor olurdu. Bu program tüm bunlari mümkün kiliyor ve harika bir şey (TI: CPS: Bayan Rose, syf. 14).*

Gözlemlerim sırasında, fen bilgisi eğitiminin heyecanlı bir öğretim ve öğrenim yöntemi sağlayan aktiviteye dayanaklı bir süreç olduğu farkettim. Ancak, dersin niteliği gereği deneyler ve gösteriler hem öğrenci hem de öğretmen için tehlike içerebilir. Diğer taraftan, öğrenim gezileri, trafik ve yol güvenliği açısından özel dikkat gerektirir; deneyler için numune alırken güvenli uygulama şartı ve hava koşullarının değişimine karşı bilinçli olmayı gerekir. Görüntüleme teknolojisi (IPT) gerçek hayat objelerini kullanarak pozitif bir öğrenme ortamı yarattığı açısından güvenlidir.

“A Sınıfı” öğrencileri, görüntüleme teknolojisi (IPT) yazılımını kullanarak, düzey haritalarını çizmek hocalarına gitti. Bayan Rose, öğrencilerinin düzey haritalarını kâğıt ve kalemle de çizebileceklerini söyledi. Fakat en büyük fark; öğrencilerin çizdikleri düzey haritalarının ekranda gösterilebilen 3 Boyutlu imajları görmelerini sağlayan görüntüleme teknolojisi (IPT) programı ile bilgisayarda çizmeleriydi. Yeniden, Bayan Rose fen bilgisi öğretimindeki bu uygulamalı yaklaşımın başarısı düşük olanları tesvik eden olumlu tutumları geliştirdiğini belirtti. Desteler oluşturularak ve daha sonra bu imajları oynatarak değişiklikleri anlatmak kolaydı. Bayan Rose şöyle dedi:

*“Ohio Eyaleti “insan görünüşü olarak zamanla nasıl değiştiğini” listeliyor...Biz güneş sistemimize astronomların baktığından değişik bakıyoruz. Biliyorsunuz güneş sistemimiz değişti ve Aristo ve Ptolem’ye doğru geri gidiyoruz. Problem yaşadıkları insanlardan biri(Replor) bu yuvarlak dairelerin sahibi. Öğrenciler için soyut olarak bunu görselleştirmek çok zor, ben de bu programı kullanarak yuvarlaklar çizip bunu canlandırdım...Bu kesinlikle modeli/şekli ve nasıl isledığını anlamalarına yardımcı oldu (TI: CPS: Bayan Rose, syf. 4).*

Bayan Rose görüntüleme teknolojisinin (IPT) Ohio Eyaleti’nin yeteneğe dayanan eğitimin amaçlarına uygun olduğunu vurguladı. Görüntüleme teknolojisi (IPT) öğrencilerin çalıştıkları aktivitelerden çıkarımlar yapmasına ve sonuçları çıkarmasına yardımcı oldu.

Dahası, Bayan Rose ve öğrencileri görüntüleme teknolojisi (IPT) yazılımını etkileşimli ve araştırarak fen bilgisini öğrenimi yaklaşımı olarak tarif etti, özellikle, bu program öğrencileri

devamli olarak biyoloji, fizik ve kimyadaki “neden”, “ne zaman”, “nasil” ve “eger söyle olursa”? sorularini sormaya tesvik etti.

Görüntüleme teknolojisi (IPT) iyi bir bilim içerigine sahip olduğu gibi aktiviteler öğrencilerin bireysel, gruplar halinde veya bütün sınıf ile yapabilecekleri nitelikte dizayn edilmiştir. Görüşme yaptığım ne Bayan Rose nede öğrencileri Görüntüleme teknolojisi (IPT) materyallerinde herhangi bir hata bulamamislardir. Bayan Rose, görüntüleme teknolojisi (IPT) programini bilgisayar üzerinde en az deneyimi olanlar için bile yaklasilabilir olduğunu ve aktivitelerin uygunlugunun öğrencilerin seviyelerine bagli olduğunu saptadi.

### ***Zayıf Yanlari***

Daha önce belirttiğim gibi görüntüleme teknolojisinin (IPT) öğretmen ve öğrenciler için en tedirgin edici yani, iyi bir kullanıcı uyumu/arabirimi yoktu. Talimatlar, öğrenci merkezli degildi, ve aktivitelerdeki bir çok basamak neticeye ulasmada sasirtiyordu. Bayan Rose görüntüleme teknolojisindeki (IPT) aktiviteleri öğretimde önemli bir araç olarak tanımliyordu, fakat bazen bu onun yedinci sınıf öğrencileri için fazla karmaşık olabiliyordu.

*“Aktivitelerin bazilari orta okul öğrencilerim için fazla karmaşikti, örneğin; Dag Treni aktivitesi - bunu belli kısımlara ayırayım diye çok denedim ve sonunda tüm grupça yapmak zorunda kaldım. Tüm sınıfa öğretmek mükemmel bir yöntemdi, fakat öğrencileri ayrı ayrı bilgisayarlara oturtamadım, bu çok karmaşık basamaklar onları gerçekten asti (TI: CPS: Bayan Rose, syf. 11).”*

Bundan başka, Bayan Rose görüntüleme teknolojisinin (IPT) ne öğretmenin değerlendirmesi için bir rehberi, nede öğrenciler için bireysel kılavuz veya kontrol listesinin olmadığını vurguladı. Ayrıca, Fizik ve Kimya alanları imajlar bakımından zayıf, bu nedenle, ilave bir grup imaja ve klip işlemine (clip art) ihtiyaç olduğunu belirtti.

### ***IPT'deki Gözde Aktiviteler***

Öğretmenin sunumunu zor ve karmaşık bulmasına rağmen Düzey haritası (Contour Map) öğrencilerin en çok sevdiği aktiviteydi. Öğretmenin *gözde* aktiviteleri ise; “3 Boyutlu Seytan Kulesi (Devil's Tower in 3-D) (topografik veri projelendirme/ düzey haritası) ve Kartal Gözü Bakisi (An Eagle's-Eye View) (Alaska Volkanı'ni Modelleme - Yeryüzü ve Uzay Bilimlerinden) idi. Öğrencilerin çoğu kendi düzey haritalarını çizmekten hoşlandığından, en çok “3 Boyutlu Seytan Kulesi” ni sevdi. Öğrencilerden biri olan Dan, kayalara ve dağlara merakı nedeniyle “Kartal Gözü Bakisi” ni sevdi. Vera ise; en çok “Hayvan Elleri” (Biyoloji) ni sevdi. Onun açıklaması şöyleydi:

*“Ellerin X-ray ‘i (Röntgeni) çünkü ben hayvanları seven bir kişiyim, hayvanları seviyorum ve bu da sadece değişik hayvan elleri görmek demek oluyor. Bunu gerçekten seviyorum (SI-8: CPS: Vera, syf. 11)”*

Bütün aktiviteleri sevdiği için sadece Mary'nin gözde bir aktivitesi yoktu. Düzey Haritası aktivitesi öğrenciler için en zor olanı olmasına karşın, bu aktiviteyi yaparken çok zevk aldıklarını gözledim. Rick şöyle diyor:

*“[Aktiviteler], bazen zor, bazen kolay. Hayvan kemigi kolaydı. Daha önce hiç düzey haritası kullanmadım, iste bu yüzden zor (SI-25: CPS: Rick, syf. 3).”*

### ***Bayan Rose'un Tavsiyeleri ve Gelecekteki Planları***

Bayan Rose görüntüleme teknolojisi (IPT) programıyla ilgili olarak aşağıdakileri önerdi:

- Görüntüleme teknolojisi (IPT) programı içinde bir klip işleri (clip art) kaynağına ihtiyacı var. Kullanıcılar LUT tablosunu (grafik çizimi için kullanılan araçlar) kullanmak istediğinde, gider oradan çıkarıp kullanırlar.
- Bazı aktiviteler çok karışık olduğu için talimatları kolaylaştıracak bir yöntem ihtiyacı var. Bazı şeyleri yapabilmek için takip edilecek basamakları veya süreci azaltmak gerekir.

- Bazi aktiviteleri örneklemeye ve bilimsel süreçleri uzatmaya ihtiyaç var. Amaçlar öğretmenin hangi soruların sorulacağını bilmesini gerektirdiğinden öğretmene yöneliktir.

Hipotez nedir? Bir sonraki adım nedir?

Bayan Rose görüntüleme teknolojisi (IPT) yazılımının doğası nedeniyle öğrencilerinin bu program hakkında yeterli anlayıştan yoksun olduğunun farkındaydı. Bayan Rose'un gelecekteki plâni öğrencileri temel görüntüleme teknolojisi becerileri konusunda eğitmek ve bir sonraki yıl da, Biyoloji programını denemek olacaktır.

### ***Çalışmanın Sınırlandırmaları***

Çalışma aşağıdakilerle sınırlı kalmıştır:

- Bu çalışma bir öğretmen ve bir sınıfı kapsar.
- Görüştüğüm bazı katılımcılardan (öğrenciler) fazla bilgi alamadım. Bu da katılımcıların çalışılan araştırma üzerindeki deneyim eksikliğinden kaynaklanıyor olabilir.
- Veriler sadece dokuz görüşme, dört sınıf içi gözlem (videoya kaydedilmiş), bilgisayar deneyimi anketi ve aktivite kâğıtlarından oluşuyor.
- Diğer bir sınırlandırma ise; daha önce hiç kullanılmayan bir araştırma aracının geçerliliğini ve güvenilirliğini oluşturmaktadır. Sınırlandırmayı en aza indirmek için görüşme soruları üç tane yedinci sınıf öğrencisi, bir yedinci sınıf öğretmeni ve bir profesör tarafından gözden geçirilmesi vasıtasıyla, içerik ve görünüm geçerliliği oluşturuldu.

### ***Araştırma Bulguları ve Yorumlama Özeti***

Aşağıdaki temel görüşler öğrenciler ve öğretmenle yapılan görüşme ve gözlemlerden oluşturulmuştur.

- Öğretmen görüntüleme teknolojisi (IPT) yazılımını bir demonstrasyon aracı, konuya giriş aracı, değerlendirme aracı ve görsel kavramlar olarak hem sınıfta hem bilgisayar laboratuvarında kullanmıştır.
- Öğretmene göre; görüntüleme teknolojisi (IPT) aktivitelerine hazırlık süresi çok fazla zaman alıyordu. Ayrıca, bazı aktivitelerin fazla karışık ve anlaşılması zor olduğuna dikkat çekti.
- Zaman zaman teknolojik arıza ve engeller yaşandı.
- Öğrenciler görüntüleme teknolojisi (IPT) ile öğrenmenin, görüntüleme teknolojisinin (IPT) bilgisayar destekli bir öğretim olması ve teknoloji kullanarak öğretmekten hoşlandıkları için normal bir fen bilgisi sınıfından farklı olduğunu belirttiler.
- Görüntüleme teknolojisi (IPT) soyut kavramları anlaşılmasını kolaylaştırarak görsel imajlar aracılığıyla öğrenmeyi daha kolay ve çabuk hale getiriyordu.
- Özellikle, notlarında önemi gelişmeler kaydeden başarıları düşük öğrenciler başta olmak üzere görüntüleme teknolojisi (IPT) öğrencilerin notları üzerinde büyük bir etki yaptı.
- Öğrenciler daha sık olarak veya mümkün olduğunca çok görüntüleme teknolojisini (IPT) kullanmak istediklerini ifade ettiler.
- Bulgular öğrencilerin görüntüleme teknolojisini (IPT), Sosyal Bilimler, Dil Edebiyatı ve Matematik gibi diğer alanlarda da kullanmak istediğini gösterdi.
- Görüntüleme teknolojisinin (IPT) sınıf içi iletişim üzerinde büyük bir etkisi yoktu, ancak, öğrencilerin görüntüleme teknolojisini (IPT) kullanmada yaşadıkları güçlükler nedeniyle öğrenciler, öğretmenlerine veya arkadaşlarına daha fazla soru soruyorlardı.
- Görüntüleme teknolojisi (IPT) müfredatla ve Ohio Eyaletinin fen bilgisi öğretimindeki amaçlarına uygundu.

- Görüntüleme teknolojisi (IPT) animasyon, 3Boyutlu imajlar, görsel, gerçek hayat objelerinin imajlari ve bir ölçüm araci gibi güçlü kapasiteye sahipti. Görüntüleme teknolojisinin (IPT) en etkili kısmi ise uygulama deneyimi veren ölçme aracydi.
- Görüntüleme teknolojisinin (IPT) kullanimi, özellikle davranis bozuklugu gösteren veya düşük basarili öğrenciler basta olmak üzere, öğrenciler için oldukça motive ediciydi.
- Görüntüleme teknolojisi (IPT) bu yedinci sınıf öğrencileri için dis çevre kosullarini düşünmeden fen bilgisi öğretmenin en iyi yolu ydu.
- Görüntüleme teknolojisi (IPT) ne öğretmen nede öğrenciler için yeterli rehber materyallerden yoksundu.
- Fizik ve Kimya alanlari imajlar açısından zayıfti.

### ***Genel Sonuçlar/Etkiler***

Söz konusu araştırma, görüntüleme teknolojisi (IPT) yazilimin etkinligini, uygulamasini, görüntüleme teknolojisi (IPT) ve öğrenciler arasindaki etkilesim örneklerini ortaya çıkarmak için yönlendirildi. Bu çalışmanın analizi görüntüleme teknolojisi (IPT) yazilimi tasarımlarındaki yapici (constructivist) paradigma ve görsel öğrenmeyi ortaya çıkarmak için yönlendirildi. Bu özellikteki bir çalışmanın geregi araştırılan konuların sayisi ve elde edilen cevaplar değil, pek çok kavramlar kritik önem tasimaktadır.

Bu yedinci sınıf ortaokul öğrencileri fen bilgisi sınıfında, görüntüleme teknolojisi (IPT) programının teknolojik temelini anlamamalarına rağmen, görüntüleme teknolojisini (IPT) gerçek yasadaki durumlarda kullanarak fen bilgisi kavramini anladiklarini gösterdiler. Fen bilgisi sınıfında görüntüleme teknolojisi (IPT) bir araç olarak imajlari görsel ve degistirerek soyut kavramlari öğrencilerin anlamasına yardımcı oldu. Ayrıca, imajlari egistirerek ve bu verilerden anlam yapılandırarak, karmasik fikirler oluşturmalarına yardımcı oldu.

## **SONUÇ**

Görüntüleme teknolojisi (IPT) fen bilgisi öğrenimini artırmaya yönelik, güçlü bir potansiyele sahiptir. Görüntüleme teknolojisi (IPT) farklı öğrenme tarzlarına hassas bir yaklaşımla ve sürekli öğrencinin gelişimini değerlendirerek kendi başına bireysel öğrenmeyi mümkün kılar. Ancak, öğrencilerin ve öğretmenin görüntüleme teknolojisi (IPT) ile olan deneyimleri görüntüleme teknolojisindeki (IPT) karşılaşılan problemlere yakından bakmayı gerektirir. Görüntüleme teknolojisi (IPT) teknolojisinin son kullanıcıları olarak öğretmen ve öğrencilerin ihtiyaçları ve onların algıları, bu yazılımın kullanıcı uyumunun/arıbiriminin, öğrenciye yönelik materyallerin ve diğerleri bakımından geliştirilmesi için önemlidir. Ancak, öğretmen ve öğrencilerin görüntüleme teknolojisi (IPT) programını kullanması daha fazla pratik ve eğitimle problemleri çözme potansiyeline sahiptir. Görüntüleme teknolojisinin (IPT) daha fazla kullanımı öğrencilerin öğrenmelerini pozitif şekilde etkilediği görülmektedir. Görüntüleme teknolojisi (IPT) kullanan öğrencilerin ve öğretmenin deneyimleri, bu gelişen teknolojileri ve gerçek hayat objeleriyle uygulamalı deneyimi fen bilgisi öğrenimi ile tanımlamaya, yenilik yapmaya ve birleştirmeye yardımcı olmuştur.

İnsanlar en iyi a) yaparak b) bilgiyi aktif olarak kullanarak c) kullanılan materyal ve onun zorluk derecesi ile içten gelen bir motivasyonla öğrenirler gerçeğine dayanarak; öğrenciler analitik, davranışsal ve görsel görme becerilerini geliştirebilirler. Görüntüleme teknolojisi (IPT) yaklaşımı, imaj işleme öğretim metodolojilerinin en iyi özelliklerini birleştirme ve bunların ötesine geçme için dizayn edilmiştir. Ancak kullanıcı uyumu/arıbirimi ve bazı aktivitelerin karmaşıklığı öğretmenden fazla yardım almadan, bu yedinci sınıf öğrencilerinin bireysel olarak bu yazılımı kullanmasını zorlaştırmıştır.

## **Öneriler**

Yinelemek gerekirse, kapsami açısından araştırmam sınırlıydı, söyle ki, yaklaşık iki ayda, bir sınıf içinde araştırma yapmak, bazı önerileri beraberinde getirebilir. Benim ilk

önerim, en az altı aylık bir süreliğine olmak üzere, sadece zaman açısından değil, ayrıca, başka bir ortaokulda da aynı araştırıyı yapmak üzere, bu araştırmayı genişletmek.

Gözlemlerime ve görüşmelerime dayanarak aşağıdakileri öneriyorum:

- Öğretmenin görüşüne bağlı olarak, öğrencilerin görüntüleme teknolojisindeki (IPT) bu tip veri hakkında daha fazla öğrenmeleri için Görüntüleme Teknolojisindeki Temel Becerileri konusunda eğitilmelidirler.
- Öğrenciler çeşitli açılardan, görüntüleme teknolojisi (IPT) uygulamalarıyla ilgili bilinçlerini anlamalı ve artırmalıdır lar. Artan bu bilinç, öğrencilerin bilimle ilgili meslekleri keşfetmelerine yardımcı olabilir.
- Bilgileri keşfetmek için görüntüleme teknolojisinde (IPT) öğrenciye yönelik yararlı materyaller sağlayarak, yeni kullanıcılar görüntüleme teknolojisini (IPT) öğretmenden fazla yardım almadan kullanıp olumlu bir deneyim elde edebilirler.
- Görüntüleme teknolojisi (IPT) kullanımında daha iyi eğitilmiş olabilmek için Görüntüleme Teknoloji Merkezi, hem öğretmen hem de öğrenciler için ekstra rehberlik sağlanmalıdır.
- Bu araştırmada örnekleme az sayıda öğrenciyi içerdiği için araştırma bulguları, bu yazılımın etkisinin diğer sınıflarda veya okullarda daha fazla araştırılması gerektiği ihtiyacını göstermiştir.
- Bu alandaki devam eden araştırmalar görüntüleme teknolojisi (IPT) etkili ve uzun vadeli öğrenim sağlayıp sağlamadığını belirler şekilde oluşturulmalıdır.
- Görüntüleme teknolojisi (IPT) nin kullanıcı uyumu/arıbirimi daha önce belirtildiği gibi, dikkat gerektiren bir konudur. Bu nedenle, bu yazılımın kullanıcı uyumu/arıbirimi konusu araştırmaya değer niteliktedir.

- Görüntüleme teknolojisi (IPT), öğrencilerin fen bilgisi öğrenme motivasyonunu artıran bir potansiyel olarak düşünüldüğünde, öğrenciye yönelik daha fazla materyal sağlaması sartiyla ortaokul müfredatına eklenebilir.

### **Yazar Hakkında**

Dr. Kadriye Özen Lewis, su an, Cincinnati Children's Hospital Medical Center, Division of General and Community Pediatrics Bölümü'nde, Eğitim koordinatörü olarak çalışmaktadır. Cincinnati Üniversitesi'nden Mastir (M.Ed) ve doktorasını (Ed.D) Müfredat ve Eğitim - Eğitimsel Dizayn ve Teknoloji (Curriculum and Instruction with the emphasis on Instructional Design and Technology) üzere aldı. Lisansüstü eğitimini, Dilbilim alanında, Edinburg Moray House College, Iskoçya'da tamamladı. Yüksek okul eğitimini ise; Eskisehir Eğitim Enstitüsü İngilizce Bölümünde tamamladı.

Cincinnati Üniversitesi, Eğitim Fakültesi'nde, hem ilkokul hem de ortaokul öğretmeni eğitimi programları için, Eğitim Teknolojisi dersleri verdi. Asistan olarak Üniversite'den öğretim üyeleriyle birlikte birçok eğitim projelerinde çalıştı. Ayrıca, Cincinnati Üniversitesine bağlı Clermont College'da bilgisayar teknolojisi dersleri verdi. Doktora çalışmasından önce, Türkiye'de, 15 yıl boyunca, Milli Eğitim Bakanlığı için çalıştı. İş deneyimine gelince; çeşitli okullarda İngilizce öğretmenliği, Bakanlığın hizmet içi öğretmen eğitimi programlarında Öğretmen Eğitmenliği (formatör), Eğitimi Arastırma ve Gelistirme Dairesinde (Dünya Bankası ile Milli Eğitim Bakanlığı arasındaki bir eğitim projesinde) Proje Koordinatörü ve Ölçme Değerlendirme Test Uzmanı olarak çalıştı.

e-mail: [Kadriye.Lewis@chmcc.org](mailto:Kadriye.Lewis@chmcc.org)

Kadriye Lewis, Ed.D  
Education Coordinator  
Children's Hospital Medical Center  
Division of General and Community Pediatrics ML#2011  
3333 Burnet Avenue  
Cincinnati, Ohio 45229-3039

## Referanslar

- Annellis, M. (August 1996) "Grounded Theory Method: Philosophical Perspectives, Paradigm of Inquiry, and Postmodernism" *Qualitative Health Research*, Vol.6 No.3 pp. 379 – 393.
- Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1992) *Qualitative Research in Education: An Introduction to Theory and Methods* Boston: Allyn & Bacon
- Denzin, N. (1984). *The research act*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Denzin N. K. & Lincon, Y. S. (1994). Introduction: Entering the field of qualitative research. In N.K. Denzin & Y. S. Lincon (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp.1-17). Thousand Oaks, CA: Sage
- Dietz, C. (May-June 1994) *The Future Is Now! Perspectives in Education & Deafness*. V12 n5 p24
- Gabel, D (Ed.1994) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* Macmillian (under the sponsorship of the National Science Teachers Association)
- Glaser, B. G. (1978). *Theoretical sensitivity: advances in the methodology of grounded Theory*. Mill Valley, Calif.: Sociology Press.
- Greenberg, R. (November 1992) "Scanning the Images of Science: Digital image processing in the classroom" *The Science Teacher*. (pp. 14-18)
- Greenberg, R., Kolvord, R. A., Magisos, M., Strom, R. G., & Croft, S. (1993). "Image Processing for Teaching" *Journal of Science Education and Technology*, Vol.2, No.3
- Highlen, P. S. & Finley, H. C. (1996) *Doing Qualitative Analysis*. (In F. T. L. Leong & T. A. Austin (Eds.), *The Psychology Research Handbook: A Guide for Graduate Students and Research Assistants* (pp. 177-192) Sage Publications)
- Image Processing for Teaching, *The IPT Sourcebook: Classroom Activities and Reference Materials* (1996) Center for Image Processing in Education, Arizona Board of Regents
- Moore, D. M. & Dwyer, F. M. (1994). *Visual Literacy: A Spectrum of Visual learning*. Educational Technology Publications.
- Nissani, M. (March, 1996) "Dancing Flies: A Guided Discovery Illustration of the Nature of Science" *The American Biology Teacher*, Volume 58, No.3
- Raphael, J. & Greenberg, R. (Oct. 1995) "Image Processing: A State-of-the-Art Way to Learn Science" *Educational Leadership* (pp. 34-37)
- Seels, B. A. (1994). *Visual Literacy: The Definition Problem*. In Moore, D. M. & Dwyer, F. M. (1994).

Visual Literacy: A Spectrum of Visual learning. Educational Technology Publications.

Strauss, A. (1987). *Qualitative analysis for social scientists*. Cambridge [Cambridgeshire] New York : Cambridge University Press.

Strauss, A., & Corbin, J. (1991). *Basics of qualitative research: Grounded theory*

Yin, R.K. (1994) *Case Study Research, Design and Methods*, 2nd ed. Newbury Park, Sage Publications,

Annells, M. (August 1996) "Grounded Theory Method: Philosophical Perspectives, Paradigm of Inquiry, and Postmodernism" *Qualitative Health Research*, Vol.6 No.3 pp. 379 – 393.

Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1992) *Qualitative Research in Education: An Introduction to Theory and Methods* Boston: Allyn & Bacon

Brooks, M. & Brooks, J. (1995) *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*, Alexandria, VA, ASCD

Denzin, N. (1984). *The research act*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Denzin N. K. & Lincon, Y. S. (1994). Introduction: Entering the field of qualitative research. In N.K.

Denzin & Y. S. Lincon (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp.1-17). Thousand Oaks, CA: Sage

Dietz, C. (May-June 1994) *The Future Is Now! Perspectives in Education & Deafness*. V12 n5 p24

Duffy, T. M. & Jonassen, D. H. (1991) Constructivist: new implication for instructional technology. *Educational Technology*, 31 (5), 7-21.

Gabel, D (Ed.1994) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* Macmillian (under the sponsorship of the National Science Teachers Association)

Glaser, B. G. (1978). *Theoretical sensitivity: advances in the methodology of grounded Theory*. Mill Valley, Calif.: Sociology Press.

Greenberg, R. (November 1992) "Scanning the Images of Science: Digital image processing in the classroom" *The Science Teacher*. (pp. 14-18)

Greenberg, R., Kolvord, R. A., Magisos, M., Strom, R. G., & Croft, S. (1993). "Image Processing for Teaching" *Journal of Science Education and Technology*, Vol.2, No.3

Greenburg, J. (1990) *Problem Solving Situations*, Volume 1, Grapevine Publications

- Highlen, P. S. & Finley, H. C. (1996) Doing Qualitative Analysis. (In F. T. L. Leong & T. A. Austin (Eds.), *The Psychology Research Handbook: A Guide for Graduate Students and Research Assistants* (pp. 177-192) Sage Publications)
- Image Processing for Teaching, The IPT Sourcebook: Classroom Activities and Reference Materials (1996) Center for Image Processing in Education, Arizona Board of Regents
- Moore, D. M. & Dwyer, F. M. (1994). Visual Literacy: A Spectrum of Visual learning. Educational Technology Publications.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Education Standards (Available at: <http://www.nap.edu/catalog/4962.html>)
- Nissani, M. (March, 1996) ‘*Dancing Flies: A Guided Discovery Illustration of the Nature of Science*’ The American Biology Teacher, Volume 58, No.3
- Raphael, J. & Greenberg, R. (Oct. 1995) ‘*Image Processing: A State-of-the-Art Way to Learn Science*’ Educational Leadership (pp. 34-37)
- Saunders, G. W., Wise, K. C. & Golden, T. S. (1995). Visual Learning. *The Science Teacher*. Volume: 62, Issue: 2
- Seels, B. A. (1994). Visual Literacy: The Definition Problem. In Moore, D. M. & Dwyer, F. M. (1994). Visual Literacy: A Spectrum of Visual learning. Educational Technology Publications.
- Strauss, A. (1987). *Qualitative analysis for social scientists*. Cambridge [Cambridgeshire] New York : Cambridge University Press.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1991). Basics of qualitative research: Grounded theory
- Yager, R. (1991). The constructivist learning model, towards real reform in science education. *The Science Teacher*, 58 (6) , 52-57.
- Yin, R.K. (1994) Case Study Research, Design and Methods, 2nd ed. Newbury Park, Sage Publications,