

İlköğretim Öğrencilerinin Bilgisayar Deneyimleri ile Uzamsal Düşünme ve Geometri Başarıları Arasındaki İlişki

Sinan OLKUN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, solkun@ibu.edu.tr

Arif ALTUN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi

& Niğde Üniversitesi

altunar@ibu.edu.tr

ABSTRACT: The purpose of this study was to investigate the relationship among elementary school students' computer experience, computer ownership and their achievement in geometry. Assesed were 297 fourth and fifth grade students from four different school sites. Results showed that students who have computer at home and have an earlier computer experience scored higher in geometry test than those who do not have computers and who do not have any earlier computer experience respectively. Results also showed that the difference is getting wider. It was concluded that measures should be taken to increase computer access in schools located in poorer socio-economic areas to decrease the social disequity.

Keywords: Computer experience, geometry, spatial thinking, computer ownership

Giriş

Bilgisayarın okullarda ve okul dışında kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Özellikle, Dünya Bankası tarafından desteklenen bir proje ile Milli Eğitim Bakanlığına bağlı devlet okullarında 15 000 bilgisayar laboratuvarının kurulması öğrencilerin bilgisayar teknolojileri ve uygulamaları ile daha erken yaşlarda tanışmalarını sağlama da önemli bir girişim olarak kabul edilebilir. Bunun sonucu olarak, ilköğretimin 4. ve 5. sınıflarından itibaren bazı okullarda seçmeli ders olarak bilgisayar dersi verilmektedir. Ayrıca, öğrenciler kendi evlerinde de bilgisayarla tanışma ortamı bulmakta; bazı öğrenciler ise bu imkanların hiç birisinden yararlanamamaktadır. Gerek okul içi gerekse okul dışı bilgisayar deneyimlerinin öğrencilerin başarısına ne ölçüde etki ettiği, özellikle de uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasında bir ilişkinin olup olmadığının araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı ilköğretim öğrencilerinin bilgisayar sahibi olma ve çeşitli bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişkileri araştırmaktır.

Bilgisayar deneyimi

Öğrenciler gerek okul içi gerekse okul dışı yollardan bilgisayar deneyimi edinebilmektedirler. Okulda ve evde bilgisayar deneyimi kazanımlarının, öğrencilerin değişik konulardaki okul başarılarına (örn., Attewell & Battle, 1998; Mumtaz, 2001) ve bilgi teknolojilerinden faydalanma yönünde gelişimlerine etkilerine (örn. Selwyn, 1998) sosyo-ekonomik farklılıklar (örn., Osin, Neshet, & Ram, 1994) ve cinsiyet (örn., Campbell, 2000) gibi değişkenlerle bakılmış; bu konuda, öğretim süreçlerinin tasarımı (Seels, 1995) ve özellikle bu yaş çocuklarının bilgisayar teknolojileri ile tanıştırılmasını amaçlayan eğitim programlarının yeniden yapılandırılması gerekliliği (Buckingham, 1999) konusunda çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Okul içi deneyim çoğunlukla derse dayalı olmaktadır. İlköğretim okullarında okutulmakta olan bilgisayar dersinin içeriğine bakıldığında 3 temel amaç olduğu göze çarpmaktadır. Bunlardan birincisi öğrencilerin bilgisayarı dış görünüşü itibarıyla tanımları, açıp-kapamaları ve güvenlik kurallarını öğrenmelerini hedefleyen etkinliklerdir. İkincisi; öğrencilerin klavye, fare ve diğer parçaları kullanabilme becerilerini geliştirmeyi hedefleyen becerileri içermektedir. Üçüncü grupta ise daha çok içeriğe yönelik olarak, kelime işlemci bir programı kullanma, resim işleme programı kullanma ve eğitim içerikli çeşitli oyunlar oynama bulunmaktadır.

Matematiksel başarı ile sosyo-ekonomik düzey değişkenlerinin bilgisayar destekli öğretim sürecindeki etkileşimini inceleyen Osin, Neshet ve Ram (1994), 15 okul üzerinde 5 yıl süren uzun süreli bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada araştırmacılar, farklı sosyo-ekonomik düzeyde bulunan öğrencilerin matematiksel başarı ve ilerlemeleri ile aynı sosyo-ekonomik gruba ait olan öğrencileri ayrı ayrı karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, Osin, Neshet ve Ram (1994), aynı grup içerisinde farklılaşmanın farklı sosyo-ekonomik gruplar arasındakilere göre daha fazla olduğuna dikkat çekmektedirler.

Diğer bir güncel çalışmada, Attewell ve Battle (1998) Amerika Birleşik Devletleri'nde rastgele örnekleme yöntemi ile seçilen 8. sınıf öğrencileri üzerinde evde bilgisayarlaşma oranı, ailenin yıllık geliri, aile bireylerinin meslek grupları gibi değişkenler ile matematiksel başarıları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çoklu regresyon yöntemi ile analiz edilen veriler, öğrencilerin evde bilgisayarları olma durumu ile başarı notları arasında yüksek bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Bununla beraber, yüksek sosyo-ekonomik grupta bulunan öğrencilerin evlerinde bulunan bilgisayarlardan daha fazla yararlandıkları da söylenmektedir.

Öğrencilerin okulda bilgisayarlardan faydalanma süresi ve kişi başına düşen kullanım süresinin az olması göz önünde bulundurulduğunda, evlerde bulunan bilgisayarların öğrencilerin öğrenme süreçlerine daha fazla katkıda bulunacağı düşünülebilir. Kirkman (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, öğrencilerin bilgisayar hakkında bildiklerinin yaklaşık % 90'ını evde (okul dışında) öğrendikleri bulunmuştur. Ev bilgisayarlarının kullanımı genelde oyun amaçlı olmakla birlikte (Kirkman, 1993), oyun dışı (örn., kelime işleme, resim, müzik ve internet tabanlı iletişim araçları) uygulamaların da kullanıldığı görülmektedir (Mohamedali, Messer, & Fletcher, 1987). Sonuç olarak, okul dışında edinilen bilgisayar deneyimlerinin öğrencilerin okul başarılarına etkide bulunduğu söylenebilir (Underwood, Billingham & Underwood, 1994).

Uzamsal düşünme

Uzamsal yetenek kavramı kısaca uzayın ve geometrik formun kullanımı ile ilgili becerileri içermektedir (Olkun, 2003a). Uzamsal yeteneğin uzamsal ilişkiler ve uzamsal görselleştirme olmak üzere iki alt boyuttan bahsedilmektedir (McGee, 1979; Burnett & Lane, 1980; Elliot & Smith, 1983; Pellegrino, Alderton, Shute, 1984; Clements & Battista, 1992). Bu becerileri ölçmek için kullanılan standart testler incelendiğinde uzamsal ilişkilerle ilgili sorularda öğrencinin kağıt üzerinde verilen bir grup nesneden hangisinin ilk gösterilen şeklin döndürülmüş ya da çevrilmiş hali olduğuna karar vermesi gerekmektedir (Pellegrino, *et al.*, 1984). Bir başka deyişle, öğrencinin iki ve üç boyutlu geometrik formları bir bütün olarak zihninde evirip çevirebilmesi ve onları çeşitli konumlanışlarda tanıyabilmesi olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca bu testlerde kişinin doğru karar vermesi kadar çabuk karar vermesi de beklenmektedir.

Uzamsal görselleştirmede ise bir ya da birden çok parçadan oluşan iki ve üç boyutlu nesnelere ve bunların parçalarına ait görüntülerin üç boyutlu uzayda hareket ettirilmesi sonucu oluşacak yeni durumlarının zihinde canlandırılabilmesi becerileri ele alınmaktadır (Burnet & Lane, 1980; Olkun, 2003a). Bu zihinde canlandırma parçaların katlanması, geri açılması (McGee, 1979), yeniden düzenlenmesi, yüzeyin kaplanması (Battista, Wheatley & Talsma, 1989; Smith, Olkun & Middleton, 1999) gibi etkinlikleri içerebilmektedir. Bu beceriyi ölçen standart testlerdeki maddeler incelendiğinde hareketli parçalardan oluşan karmaşık şekiller ve/veya zihinde katlama ya da zihinsel bütünleme (mental integration) yoluyla iki boyuttan 3 boyutluya dönüştürme gibi zihinsel eylemleri gerektirdiği görülmektedir (Pellegrino, *et al.*, 1984). Bu testlerde uzamsal ilişkilerde olduğunun aksine hızdan çok gittikçe karmaşıklaşan maddelerdeki doğruluğa önem verilmektedir.

Her iki beceri için de verilen açıklamalardan anlaşıldığı gibi uzamsal düşünmenin bireyin nesnelere ait görüntüler üzerinde zihinsel oynamalar yapabilme yeteneği ile ilgili olduğu görülmektedir. Genel olarak uzamsal düşünmenin ise matematiksel düşünme ile güçlü ve olumlu ilişki içinde olduğu iddia edilmektedir (Battista, 1994). Böylece sezgisel olarak, uzamsal düşünmedeki bir gelişimin matematiksel düşünmenin gelişmesine uygun bir zemin oluşturacağı düşünülebilir. Bu konudaki alanyazında çelişen bulgular olmakla birlikte bazı araştırmalar (e.g., Ben-Chaim, Lappan, Houang, 1988; Lord, 1985; Burnett & Lane, 1980) uzamsal düşünmenin uygun araç ve etkinlikler ile geliştirilebileceğini göstermektedirler. Bu araç ve etkinlikler genellikle 2 ve 3 boyutlu nesnelere kendileri ve resimleri ile oynamayı, ölçmeyi, bir takım problemler çözmeyi, çeşitli yapılar oluşturmayı, ve bunların resimlerini çizmeyi içermektedir.

Bilgisayarın iki boyutlu ekranıyla doğası gereği çoğunlukla görsel görüntülerle oynanmasına ortam sağlaması dolayısıyla uzamsal düşünmenin gelişmesine katkı sağlayabilir. Ancak, öğrencilerin bilgisayara erişim ve bilgisayar kullanma deneyimleri göz önünde bulundurulduğunda, bu gelişimin ne yönde olacağı tartışmaya açıktır. Dolayısıyla ile, bu çalışmanın amacı farklı sosyo-ekonomik çevrelerden gelen öğrencilerin bilgisayarda edindikleri deneyimlerin geometri ve uzamsal düşünme becerileri üzerinde fark yaratıp yaratmadığını araştırmaktır.

Araştırma soruları:

1. Araştırmaya katılan ilköğretim öğrencilerinin bilgisayarlaşma oranları nedir?
2. Evinde bilgisayarları olan ve olmayan öğrencilerin geometrik düşünme becerileri arasında bir fark var mıdır?
3. Öğrencilerin bilgisayar deneyimine sahip olmaları geometrik düşünme becerileri üzerinde bir fark yaratmakta mıdır?
4. Öğrencilerin bilgisayarda yaptıkları (kelime işleme, resim yapma, oyun oynama) işlemlerle geometrik düşünme becerileri arasında bir ilişki var mıdır?
5. Bilgisayar kullanma durumu göz önünde bulundurularak bakıldığında, geometrik düşünme becerileri açısından kız ve erkek öğrenciler arasında bir farklılık var mıdır?

Yöntem

Araştırmaya Bolu il sınırları içerisinde farklı sosyo-ekonomik statülü bölgelerde bulunan dört okuldan toplam 297 öğrenci dahil edilmiştir. Okulların sosyo-ekonomik düzeylerine karar verirken okul idarecilerinin beyanları esas alınmıştır.

Düşük SES'li okullarda 4 ve 5. sınıflarda haftada 2 saat olmak üzere bilgisayar dersi okutulmaktadır. Bu derste genellikle bilgisayarı açma-kapama, güvenlik kuralları ile fare ve klavye kullanma becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. İçerik olarak ise bir kelime işlemci ve bir de resim işlemci yazılımının kullanılması bulunmaktadır. Ayrıca öğrenciler fırsat buldukça çeşitli bilgisayar oyunları oynayabilmektedirler. Göreceli olarak orta ve orta-düşük SES'li okullarda ise ne 4 ve 5. sınıflarda ne de daha önce hiç bilgisayar dersi bulunmamaktadır. Ancak evlerinde kendi bilgisayarı olan öğrenciler bu tür deneyimleri olduklarını beyan etmişlerdir.

Ölçme aracı olarak kullanılan Geometri testi tüm 4 ve 5. sınıflara aynı hafta içinde ikinci dönem Nisan ayı sonu ile Mayıs ayı başı içerisinde uygulanmıştır.

Ölçme araçları

Araştırmada araştırmacılar tarafından hazırlanmış bir bilgi edinme formu ile öğrencilerin 2 boyutlu geometride uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen bir geometri testi (Olkun, 2003b) kullanılmıştır. Bilgi formunda öğrencilerin okul, sınıf, yaş ve cinsiyet durumlarının yanısıra bir bilgisayara sahip olup olmadıkları, bilgisayar kullanıp kullanmadıkları ve bilgisayarda neler yapabildikleri sorulmuştur.

İki boyutlu geometride uzamsal görselleştirme testi, geçerlik ve güvenilirliği daha önce yapılmış ve deneysel bir araştırmada (Olkun, 2003b) ölçme aracı olarak kullanılmış bir test olup dört seçenekli çoktan seçmeli maddelerden oluşmaktadır. Test geometri bilgisinden çok görsel algı ile yapılabilecek sorulardan oluşmaktadır. Görsel algının geometri başarısı üzerindeki etkisi bilinen bir durumdur. Testin önceki halinde 24 soru olmasına rağmen bu kullanılmasında 5 yeni madde daha eklenmiştir. Bu ekleme testin ana kategorilerine uygun olarak eklenmiştir. Bu ana kategorileri, uzamsal, sayısal-uzamsal, zihinde döndürme ve alan ölçme kavramı ile ilgili sorular oluşturmaktadır.

Uzamsal alan: Maddelerden 9 tanesi görsel yargılamayı gerektiren sorulardan oluşmaktadır. Bu sorularda bir geometrik şeklin başka geometrik şekil veya şekillerden oluşturulması istenmektedir (Şekil 1). Bu maddeler standart bir uzamsal görselleştirme testi olan Minnesota Form Board testinde kullanılan maddelere benzemektedir.

Sayısal-Uzamsal: Maddelerden 7 tanesi sayısal-uzamsal (Clements, Battista, Sarama & Swaminathan, 1997) niteliktedir. Bu maddeler uzamsal maddelere benzemekle birlikte şekillerin boyutlarına bağlı olarak hem görsel hem de sayısal stratejilerin kullanılmasını gerektirmektedir (Şekil 2). Bunlara benzer maddeler Üçüncü Uluslararası Matematik ve Fen Araştırması'nda (TIMSS, 1999) bulunmaktadır.

Zihinde döndürme: Test maddelerinin 8 tanesi ise 5 ila 7 polyomino parçasından oluşturulan çeşitli geometrik figürlerin zihinde döndürülmesi ile ilgilidir. Verilen 4 seçenektan birisi ilk verilen şeklin döndürülmüş hali olurken diğer üçü şeklin ters çevrilmesi ile elde edilmektedir. Bu tip sorular ise yine standart bir uzamsal görselleştirme testi olan Wheatley Spatial Ability Test'inde (WSAT) (Wheatley, 1978) bulunmaktadır.

Alan ölçme kavramı: Testin son 5 maddesi ise standart olmayan bir alan ölçme yöntemi olan geometrik şekiller içindeki birim karelerin sayısının bulunmasını gerektirmektedir. Bu tip etkinliklerin alan ve alan ölçümü kavramına temel oluşturduğu düşünülmektedir (Mistretta, 2000; Battista, Clements, Arnoff, Battista & Borrow, 1998).

Testin 29 madde ile yeniden uygulanması sonucunda Cronbach alpha güvenilirlik katsayısı yine oldukça yüksek olarak elde edilmiştir ($\alpha = .78$, $N=233$). Veriler SPSS paket programı aracılığı ile istatistikî yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular

Araştırmaya dahil edilen öğrencilerin bilgisayarlaşma oranları, çeşitli demografik özellikleri ile okul ve sınıflarına göre geometri başarı puan ortalamaları Tablo 1 de sunulmaktadır.

Tablo 1. Araştırmaya katılan öğrencilerin okul ve sınıflara göre bilgisayarlaşma oranları ve Geometri testi ortalamaları

OKUL		N Toplam	Bilgisayarı olan (n)	%	Geometri Puan ort.*
4. sınıf	Okul A (Orta SES)	124	34	27	10.11
	Okul B (Orta düşük SES)	24	4	17	9.83
	Okul C (Düşük SES)	51	2	4	7.70
	Okul D (Düşük SES)	25	1	4	7.00
5. sınıf	Okul A (Orta SES)	55	13	24	13.38
Genel toplam		297	54	18	

*En yüksek olası puan 29.

Tablo 1'den de görüleceği gibi, orta sosyo-ekonomik statülü bölgede bulunan okulun öğrencilerinde bilgisayarlaşma oranı düşük sosyo-ekonomik bölgedeki okulun öğrencilerine göre oldukça yüksektir. Bu veri okul idarecilerinin okullarının bulunduğu sosyo-ekonomik bölge hakkında verdiği beyanı doğrular niteliktedir. Tablo 1'de dikati çeken bir başka bulgu da, bilgisayarlaşma oranları ile geometri puanlarının değişiminin paralellik göstermesidir.

Tablo 2. Sınıflara göre bilgisayarlaşma oranı ve geometri başarısı

		N	%	Geometri Ortalaması	SD	t	p
4. sınıf	Bilgisayarı var	41	18	10.68	4.77	2.725**	.007
	Bilgisayarı yok	183	82	8.85	3.67		
5. sınıf	Bilgisayarı var	13	24	16.38	6.38	2.368*	.022
	Bilgisayarı yok	42	76	12.04	5.57		

*0.01, **0.05 düzeyinde anlamlı

Öğrencilerin evde bilgisayarları olup olmama durumları ile geometrik düşünme becerileri arasında fark bulunup bulunmadığını araştırmak için uygulanan t-testleri hem 4 hem de 5. sınıflar arası yapılan karşılaştırmalarda evinde bilgisayarı olanlar lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar olduğunu ortaya çıkarmıştır. Beşinci sınıflarda farkın daha da fazla olması bilgisayarla farkın gittikçe arttığı anlamına gelebilir.

Evinde bilgisayarı olan öğrencilerin uygulanan geometri testinden yüksek puan almış olmaları onların bunu bilgisayardan edindikleri anlamına gelmeyebilir. Göreceli olarak daha yüksek sosyo-ekonomik seviyede bir ortamda yetişmiş olmaları daha bir çok etmenin de varlığını düşündürmektedir. Bu farkın kısmen de olsa bilgisayardan kaynaklanıp kaynaklanmadığına ilişkin delilleri artırmak için öğrencilerin bilgisayar kullanıp kullanmadığına bakılarak da karşılaştırmalar yapılmış ve yine bilgisayar kullananlar lehine farklılıklar bulunmuştur. Ancak bu farklılıklar 4. sınıfta anlamlılık düzeyine yaklaşırken 5. sınıflarda 0.05 düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu bulgu da daha önce öne sürülen bilgisayarla birlikte bilgisayar kullananlar ile kullanmayanlar arasındaki kullananlar lehine farkın gittikçe açıldığını desteklemektedir.

Tablo 3. Bilgisayar kullanıp kullanmama ile geometri başarısı arasındaki ilişki

		N	%	ort	SD	t	p
4. sınıf	Bilgisayar kullanan	125	71	9.70	4.02	1.518	.131
	Bilgisayar kullanmayan	50	29	8.68	4.04		
5. sınıf	Bilgisayar kullanan	32	58	14.50	6.48	2.145*	.037
	Bilgisayar kullanmayan	23	42	11.08	4.73		

*0.05 düzeyinde anlamlı

Hem 4 hem de 5. sınıf öğrencileri arasında bilgisayarda kelime işleme, resim yapma, oyun oynama gibi işleri yapanlar ile yapmayanlar arasında yapılan karşılaştırmalarda geometrik düşünme becerileri açısından anlamlı farklılıklar bulunamamıştır. Ayrıca her durumda erkek öğrenciler kız öğrencilerden daha yüksek puan almalarına rağmen bu farklılık istatistiki olarak anlamlı değildir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırmada elde edilen bulgular öğrencilerin bilgisayarlı ortamda daha çok geometri öğrenebildiğini ve farkın gittikçe arttığını destekler niteliktedir. Ancak bu iddianın daha kesin şekilde desteklenebilmesi için deneysel araştırmalara gereksinim vardır.

Öğrencilerin evlerinde bilgisayar olması onların göreceli olarak evinde bilgisayar olmayanlara göre daha üst sosyo-ekonomik düzeyden geldiklerini göstermektedir. Bu durumdaki öğrencilerin diğerlerine göre farklı bir yetiştirme ortamına sahip oldukları anlamına gelebilir. Küçük yaşlarda oynanan çeşitli oyuncakların, edinilen somut deneyimlerin geometrik ve uzamsal düşünme becerilerinin gelişimine olumlu etkisi alanyazında (Roorda, 1994) bilinen bir durumdur. Böylece öğrencilerin göreceli yüksek geometri puanlarını tamamen ve yalnızca bilgisayar sahibi olmalarına bağlamak doğru olmayabilir. Ancak araştırmada elde edilen diğer bir bulgu (bilgisayar kullanıcıları ile kullanmayanlar arasındaki fark ve farkın üst sınıfa doğru açılması) bu görüşü önemli ölçüde destekler niteliktedir.

Bilgisayarda yapılan kelime işleme, resim işleme, ve oyun oynama gibi işlerin uzamsal ve geometrik düşünme becerileri ile bir ilişkisinin bulunamaması ise bu tür işlerin uzamsal-görsel içerik taşımamasına veya az taşınmasına bağlanabilir. Daha sistemli ve amaçlı bir şekilde uzamsal-görsel içerik taşıyan konuların bilgisayarda yapılması ile bu tür becerilerin gelişip gelişmediği ve ne oranda geliştiğine ilişkin deneysel araştırmalar yapmak gerekmektedir.

Kişisel ev bilgisayarlarının kullanımının 4. ve 5. sınıf öğrencileri arasında geometrik düşünme becerileri açısından getirileri bulgusu ileriye dönük yapılabilecek çalışmalara yol gösterici olmaktadır. Özellikle de, kişisel olarak ev ortamında bilgisayarı olmayan ve bilgisayar kullanma deneyimi yaşamayan öğrencilerin dezavantajlı durumda görülmesi benzer değişkenlerin diğer konu alanlarında öğrenci başarıları ile de karşılaştırılmasını gerektirir. Diğer sosyo-ekonomik göstergelerin benzer şekilde öğrenci başarılarına dönük incelenmesi bu konunun anlaşılmasına katkıda bulunacaktır.

Diğer çalışmalarla paralellik gösteren bu çalışmanın bulguları, aynı zamanda toplumsal dijital (sayısal) uçurum sorununu yeniden gündeme taşımaktadır. Toplumun değişik kesimlerinin böylesi güncel teknolojik olanaklardan yararlanamaması öğrenmeye doğrudan etki etmektedir. Bu açıdan, okullarda bilgisayar laboratuvarlarının kurulması öğrencilerin bilgisayarlara kişisel erişimlerini arttırmada önemli bir başlangıç noktası olmuştur. Bu sayıların artırılması ve bilgisayarların daha ucuz maliyet ile yeniden kullanılabilirliğinin sağlanması konusunda çalışma ve uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmalar, bireysel ihtiyaçları karşılayacak oranda günlük yaşantı ile kaynaştırılması ile birlikte, gerek ev bilgisayarlarının kullanımını gerekse de okulların bilgisayarlaşma oranlarını arttırmada bir katkı sağlayabilir. Bunların sonucu olarakta, sadece bilgisayar erişiminin değil içeriğin de konu alanlarına göre gözden geçirilip zenginleştirilmesi önerilebilir.

Bu çalışmanın bulguları kendi evren ve örneklem grubu ile sınırlı olup, daha geniş katılımın olduğu farklı bölgelerde yapılacak çalışmalarla zenginleştirilebilir. Cinsiyet değişkeninin bu çalışmada bir fark yaratmadığı görüldü de, değişik sosyo-ekonomik örneklemelerde bu değişken yeniden incelenebilir. Ayrıca, bu çalışmada yaş ve kişisel ev bilgisayarlarının kullanımı arasındaki ilişkiye değinilmemiştir. Erken yaşta bilgisayar kullanma ile ileriki yaşlarda bilgisayar kullanımını arasındaki ilişki de değişik konu alanları ile araştırılmalıdır.

Kaynakça

- Attewell, P. & Battle, J. (1998). Home computers and school performance. *Information Society*, 15,(1), 1-10.
- Battista, M. T. (1994) On Greeno's Environmental/model view of conceptual domains: A spatial/geometric perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(1), 86-99.
- Battista, M. T., Clements, D. H., Arnof, J., Battista, K. & Borrow, C. V. A. (1998). Students' spatial structuring of 2D arrays of squares. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(5), pp. 503-532.
- Battista, M. T.; Wheatley G. H. & Talsma G. (1989). "Spatial Visualization, Formal Reasoning, and Geometric Problem Solving Strategies of Pre-service Elementary Teachers." *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11 (4): 17-30.
- Ben-Chaim, D.; Lappan G. & Houang, R. T. (1988). The Effect of Instruction on Spatial Visualization Skills of Middle School Boys and Girls. *American Educational Research Journal*, 25(Spring): 51-71.
- Burnet, S. A. & Lane, D. M. (1980). Effects of Academic Instruction on Spatial Visualization. *Intelligence*, 4 (July- September): 233-242.
- Campbell, K. (2000). Gender nd educational technologies: Relational frameworks for learning design. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 9(1), 131-149.

- Clements, D. H. & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. Grouws (Ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, (pp. 420-464). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J. & Swaminathan, S. (1997). Development of students' spatial thinking in a unit on geometric motions and area. *The Elementary School Journal*, 98(2), 171- 186.
- Elliot, J. and I. M. Smith. (1983). *An International Dictionary of Spatial Tests*. Windsor, United Kingdom: The NFER-Nelson Publishing Company, Ltd.
- Kirkman, C. (1993). Computer experience and attitudes of 12-year old students: Implications for the UK National Curriculum. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7,187-194.
- Lord, T. R. (1985). Enhancing the visuo-spatial aptitude of students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(May): 395-405.
- McGee, M. G. (1979) Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal, and Neurological Influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-911.
- Mistretta, R. M. (2000). Enhancing geometric reasoning. *Adolescence*, 35(138), 365-379.
- Mohamedali, M.H., Messer, D.J., & Fletcher, B. (1987). Factors affecting microcomputer use and programming ability of secondary school children. *Journal of computer assisted learning*, 3, 224-239.
- Mumtaz, S. (2001). Children's enjoyment and perception of computer use in the home and the school. *Computers & Education*, 36, 347-362.
- Olkun, S. (2003a). Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Drawing Activities. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning* (April, 17). [Online]: <http://www.ex.ac.uk/cimt/ijmtl/ijabout.htm>.
- Olkun, S. (2003b). Comparing computer versus concrete manipulatives in learning 2D geometry. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(1), 43-56.
- Osin, L., Neshet, P. & Ram, J. (1994). Do the rich become richer and the poor poorer? A longitudinal analysis of pupil achievement and progress in elementary schools using computer-assisted instruction. *International Journal of Educational Journal*, 21(1), 53-64.
- Pellegrino, J. W; Alderton, D. L. & Shute, V. J. (1984). Understanding spatial ability. *Educational Psychologist*, 19(3), 239-253.
- Roorda, J. Visual Perception, Spatial Visualization and Engineering Drawing. *Engineering Design Graphics Journal* 58(Spring 1994): 12-21.
- Seels, B. (1995). *Instructional Design Fundamentals: A Reconsideration*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Selwyn, N. (1998). The effect of using a home computer on students' educational use of IT. *Computers & Education*, 31, 211-227.
- Smith, G.G.; Olkun, S. & Middleton, J. A. (1999). "Interactive versus observational learning of spatial visualization of geometric transformations." Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada.
- TIMSS (1999) *International Mathematics Report, Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eight Grade*. Retrieved on 12-March-2001, at URL: http://timss.bc.edu/timss1999i/pdf/T99i_Math_TOC.pdf.
- Wheatley, (1978). *The Wheatley Spatial Ability Test*. Unpublished manuscript, Purdue University, West Lafayette, IN.