

Algoritma Çözümünde Öğrenci Tercihlerinin Göz İzleme Tekniği ile İncelenmesi: Akış Şeması ve Sözde Kod

Ali GERİŞ¹

Mehmet ELİBOL¹

Nesrin ÖZDENER DÖNMEZ¹

¹Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, İstanbul, Türkiye
ali.geris@marmara.edu.tr & mehmet.elibol@marmara.edu.tr & nozdener@marmara.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, basamakları verilen bir algoritmayı anlamaları ve çözüme ulaşmaları esnasında öğrenciler tarafından izlenen yolların ortaya çıkarılmasını sağlamak ve algoritma öğretimine katkıda bulunacak öneriler geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda durum çalışması olarak desenlenen çalışma, Marmara Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü'nde öğrenim gören ve çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen 18 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Göz izleme tekniği ile katılımcıların, iki farklı sunuş yoluyla (sözde kod ve akış şeması) basamakları verilen bir algoritmayı çözümleyerek anlamaları ve doğru çıktıyı bulmaları esnasında izledikleri yollar kayıt altına alınmıştır. Araştırma bulgularına göre öğrenciler, soruların özellikle döngü bölümlerine odaklanmakta ve en fazla zamanı burada harcamaktadır. Bununla birlikte, katılımcıların döngülerin bitiş noktalarını yeteri kadar dikkate almamaları sebebiyle doğru cevabı bulamadıkları gözlemlenmiştir. Diğer araştırma bulgularına göre, öğrencilerin deneyimlerinden yola çıkarak akış şemasını tercih etmelerine rağmen sözde kod sorusundan da karşılaştırmalar yaparak yardım aldıkları, soruları çözme sürelerinin benzer oldukları ve soru sırası fark etmeksizin ekranın solundan okumaya başladıkları görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Sözde kod, akış şeması, göz izleme tekniği.

Using Eye-Tracking Technology for Investigating Student Preferences in Solving Algorithm Problems: Flowcharts vs. Pseudocode

ABSTRACT

The aim of this study is to discover the strategies that students follow during solving and understanding a software algorithm given in multiple steps and to provide further insight into the teaching of algorithms. The study, which follows a case study research method, investigates 18 students studying at Marmara University Department of Computer Education and Instructional Technology. The strategies followed by students for understanding a software algorithm problem given in multiple steps and in two different representations (flowchart and pseudocode) were attempted to be discovered by analyzing the eye-tracking data captured while the students tried to find solutions. Findings indicated that students especially focused on the aspects of the questions pertaining to programmatical loops and spent the most of their allocated time in doing so. However, it was observed that they could not find the correct answer due to lack of correct evaluation regarding the break points of loops that were part of the algorithm. Other findings have shown that students preferred type of problem representation was flowcharts, due to prior experience in using these. Still, it was displayed that pseudocode questions also provide a supporting mechanism by being used for comparison and that the time students took in answering these were similar to flowchart questions. Lastly, it was shown that students always start reading from the left-side of the screen regardless of the order of the questions they were focusing on.

Keywords: Pseudocode, flowchart, eye-tracking.

GİRİŞ

Günümüz dünyasında programlama eğitimi, bilişim teknolojilerinin temel yapıtaşlarından birisi olan yazılım çalışmalarının mevcudiyetini ve geleceğini oluşturan çok önemli bir eğitim alanı olarak karşımıza çıkmaktadır (Ay, 2011; Csernoch, Biró, Máth ve Abari, 2015; Giannakos, Koilias, Vlamos ve Doukakis, 2013; Kert ve Uğraş, 2009). Akademik kurumlar ve eğitimciler tarafından programlama eğitimi alanında yapılan çalışmaların günden güne arttığı gözlemlense de öğrencilerin programlama başarısı konusunda birçok zorlukla karşılaştığı hususu göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir gerçektir (Alakeel, 2015; Konecki, 2014; Mihci ve Ozdener, 2014).

Programlama eğitiminde karşılaşılan en büyük sıkıntıların, öğrencilerin alt yapılarının eksik oluşu (Alakeel, 2015; Özmen ve Altun, 2014), motivasyonlarının süreç içinde düşmesi (Eid ve Millham, 2012; Giannakos ve diğerleri, 2013; Özyurt, 2015), programlama mantığı ile düşünmenin yüksek seviyede bilişsel çaba gerektirmesi ve programlama mantığının tam olarak kavranamaması gibi konular olduğu yapılan çalışmalar neticesinde ortaya konulmuştur (Alakeel, 2015; Eid ve Millham, 2012; Özyurt, 2015).

Programlama eğitiminin temel amacı problem çözme yeteneklerinin edinilmesi ve geliştirilmesi, analitik ve mantıksal düşünme kazanımlarının sağlanması olarak tanımlanırken (Andrzejewska ve diğerleri, 2015), özellikle problem çözme becerilerinin ve mantıksal düşünme yeteneklerinin öğrencilere yeterli düzeyde kazandırılmaması programlama eğitiminin en büyük sorunsalı olarak karşımıza çıkmaktadır (Andrzejewska ve diğerleri, 2015; Köse ve Tüfekçi, 2015). Belirtilen bu sebepten dolayı programlama eğitiminin başarısı göz önüne alınarak, programlama eğitimine başlanmadan önce öğrencilere programlama mantığının kazandırılmış olması büyük önem arz etmektedir (Gökoğlu ve Yüksel, 2016). Yapılan pek çok araştırma sonucunda programlama mantığının kazandırılabilmesi için ise çoğu araştırmacı tarafından programlamanın başlangıcı ve temel mantığı olarak kabul edilen algoritmaların öğrencilere öğretilmesi ve algoritma yapısının tam olarak kavratılması önerilmektedir (Gökoğlu ve Yüksel, 2016; Köse, 2015; Köse ve Tüfekçi, 2015). Algoritmalar yapısı gereği basit ve bir programlama diline göre daha anlaşılabilir olduğundan programlama eğitiminin temeli olarak görülmektedir (Arabacıoğlu, Bülbül ve Filiz, 2007). Gökoğlu ve Yüksel (2016)'e göre programlama ve problem çözme becerilerinin temelinde algoritmanın yatmasının ana sebebi, algoritma mantığı ile düşünmenin günlük hayatta da insanların problemlerini çözmeye uyguladıkları temel yöntem olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak her ne kadar günlük hayatta karşılığı olsa da öğrenciler algoritmaları kavramakta, analiz etmekte ve çözüm yollarını ortaya koymakta ciddi sıkıntılarla karşılaşmaktadırlar (Andrzejewska ve diğerleri, 2015; Hooshyar, Maïen ve Masih, 2013). Algoritmaların özellikle nasıl çalıştığı hususunda yaşanan tereddütlerle birlikte (Köse, 2015), doğaları gereği soyut ve dinamik yapıda olmalarının da algoritmaların tam olarak kavranabilmelerinin önüne geçtiğini söylemek mümkündür (Gökoğlu ve Yüksel, 2016; Hansen, Narayanan ve Hegarty, 2002).

Alan eğitimcileri ve araştırmacıları, algoritmaların öğretiminde öğrencilere çok çeşitli sunum yöntemleri sunuyor olsalar da, öğrenciler çoğu zaman kendileri için en pratik olan yöntemi tercih etmekte ve bu yöntem de çoğu zaman görselleştirilmiş algoritma problemleri olmaktadır (Andrzejewska ve diğerleri, 2015). Ala-Mutka (2004) algoritmaları görselleştirmenin çok zor olduğunu ve bunun algoritma yapılarının anlaşılabilirliğini olumsuz yönde etkileyeceğini söylese de Hooshyar ve diğerleri (2013) görsel destekli verilen algoritma problemlerinin öğrenciler tarafından daha doğru okunabildiğini ve bu problemlerin çözümlerinin ortaya konulmasının daha kolay olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada bu konuyu ele alan Andrzejewska ve diğerleri (2015) belirli bir algoritma problemini akış şeması ve sözde kod biçimleriyle öğrencilere sunmuş, göz izleme tekniği ile de öğrencilerin probleme odaklanma yöntemlerini incelemeye çalışmıştır. Çalışmanın neticesinde deneyimli ve acemi olarak gruplandırılan katılımcıların her ikisinin de akış şeması sorusu üzerinden çözüme gitmeyi tercih ettiği, deneyimlilerin acemilere oranla daha hızlı oldukları belirlenmiştir. Bunun yanı sıra acemi olanların akış şeması şeklinde verilen probleme daha çok odaklandıkları ve bu şekilde verilen sorunun acemiler tarafından daha kolay çözüldüğü sonucuna varılmıştır (Andrzejewska ve diğerleri, 2015). Araştırmacılar tarafından ortaya konulan bu sonuçların neticesinde algoritma problemlerinin öğrenenler tarafından anlaşılması ve çözüme kavuşturulması hususunda problemler olduğu ve bu problemleri gidermeye yönelik yöntemlerin de ortaya koyulduğu görülmektedir. Ancak çeşitli algoritma sunum ve öğretim tekniklerinin araştırmalarda incelenmesine rağmen bu alandaki eksikliğin tam olarak giderilemediği ve yapılacak olan daha derinlemesine incelenmiş çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu bağlamda ortaya konulan bu çalışmada, algoritma ve programlama öğrenenlerin, algoritma problemlerinin çözümünde tercih ettikleri soru formatları ve çözüm stratejileri derinlemesine incelenmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın Amacı

Göz izleme tekniği ile ele alınan bu çalışmanın amacı öğrencilerin akış şeması ve sözde kod yöntemleri ile sunulan algoritma probleminin çözümünde izledikleri stratejilerin belirlenmesidir. Bu temel amaç doğrultusunda aşağıda yer alan sorulara cevap aranmıştır:

- i. Akış Şeması – Sözde Kod ve Sözde Kod – Akış Şeması olarak iki farklı sırada sunulan bir algoritma sorusunun çözümüne başlangıç aşamasında verilen sıralama, katılımcıların okumaya başlamayı tercih ettikleri soru formatı üzerinde bir fark yaratmakta mıdır?
- ii. Akış Şeması – Sözde Kod ve Sözde Kod – Akış Şeması olarak iki farklı sırada sunulan bir algoritma sorusunun çözümü aşamasında verilen sıralama, katılımcıların çözmeyi tercih ettikleri soru formatı üzerinde bir fark yaratmakta mıdır?
- iii. Akış Şeması ve Sözde Kod formatlarında verilen bir algoritma sorusunun çözümü aşamasında tercih edilen soru formatı doğru cevaba ulaşma başarısını etkilemekte midir?
- iv. Akış Şeması ve Sözde Kod formatlarında verilen bir algoritma sorusunun çözümü aşamasında katılımcıların izlediği çözüm stratejileri nelerdir?
- v. Akış Şeması ve Sözde Kod formatlarında verilen bir algoritma sorusunun çözümü aşamasında katılımcıların izlediği çözüm stratejileri, sorunun doğru cevabını bulma başarılarına göre değişiklik göstermekte midir?

YÖNTEM

Araştırmada, nitel araştırma yöntemlerinden birisi olan durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Bu araştırmanın desenine uygun olarak, araştırmanın örnekleminin belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden birisi olan ölçüt örnekleme kullanılmıştır. Katılımcıların belirlenmesindeki ölçüt, öğrencilerin algoritma ve programlama derslerinden en az birini alıyor ya da almış olması olarak belirlenmiştir.

Katılımcılar

Bu çalışma, 2016 – 2017 eğitim öğretim yılı güz döneminde Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü'nde öğrenim gören öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. 18 öğrenci çalışma kapsamında uygulamaya tabi tutulmuştur. Katılımcılardan ikinci sınıf öğrencileri belirtilen güz döneminde algoritma, programlama ya da her iki dersi aynı anda almışlardır. Üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileri ise önceki yıllarda belirtilen derslerden herhangi birisini ya da her ikisini birden almışlardır. Deneyimli öğrencilerin tercih edilmesinin sebebi bir algoritma sorusunu çözebilecek yeterli bilgiye ve deneyime sahip olmalarıdır. Bu sayede rastgele cevap verme riski ortadan kaldırılmaya çalışılmış bu yol ile çözüm stratejilerinin daha doğru tespit edilebileceği varsayılmıştır.

Tablo 1. Katılımcıların demografik bilgileri

	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf	IV. Sınıf
Kız	0	3	1	0
Erkek	0	8	1	5
Toplam (n)	0	11	2	5

Veri Toplama Araçları

Göz izleme verilerinin toplanması aşamasında Senso Motoric Instruments (SMI) Experiement 2.4 programı ve SMI Eyetracker cihazı kullanılmıştır. Toplanan verilerin analizinde SMI BeGaze™ 2.4 yazılımı kullanılmıştır. Analiz aşamasında:

- i. Kılavuzlanmış ilgi alanlarında (Gridded Area of Interest) gözün odaklanma süresi,
- ii. Gözün ekranı tarama yolu (Scan Path) verileri kullanılmıştır.

Uygulama

Göz izleme tekniği ile yapılan bu çalışma, Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü'nde bulunan İnsan Teknoloji Etkileşimi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler laboratuvara (denek odası) tek tek alınmış ve göz izleme cihazı ile ilgili bilgilendirilmişlerdir. Bilgilendirme şu şekilde yapılmıştır: (i) öncelikle koltuğunuza rahatça oturun ve duruşunuzu ayarlayın, (ii) gözlerinizin ekran karşısındaki konumunun doğru olarak ayarlanabilmesi için kalibrasyon sırasında ekrana çıkacak olan kırmızı noktanın tam ortasını gözlerinizle takip edin, (iii) kalibrasyonun tamamlanmasından sonra eğer gözlerinizin konumu uygun ise soruya geçilecek değil ise işlem tekrar edilecektir, (iv) ilgili soru karşınıza çıktığı zaman çözmek için herhangi bir süre kısıtlamanız yoktur, doğru cevabın üzerine fare ile

tıklayabilirsiniz. Göz izleme cihazının kalibrasyonu ve deneğin konforu sağlandıktan sonra çalışmaya geçilmiştir. Tüm öğrenciler için bu aşama ortaktır.

İkinci aşamada öğrencilere ilgili soru (görev) gösterilmiştir. 9 öğrenciye Sözde Kod – Akış Şeması biçiminde soru tipi (Şekil 1), diğer 9 öğrenciye ise Akış Şeması – Sözde Kod biçiminde soru tipi (Şekil 2) gösterilmiştir. Soruların çözümü için herhangi bir süre sınırlaması koyulmamıştır. Öğrencilerden soruyu çözdüklerinde doğru olduğunu düşündükleri cevap şıkkını fare ile göstermeleri istenmiştir. Tüm bu aşamalar göz izleme cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

Aşağıda farklı şekillerde verilen <u>aynı problemi</u> istediğiniz soru tipi üzerinden çözerek doğru olduğunu düşündüğünüz cevabın üzerine fare ile tıklayınız. Başarılar.				
I		II		
<ol style="list-style-type: none"> Başla. "sayı, toplam ve sayac" değişkenlerine sıfır değerini ver. Eğer sayı değerinin mod 2 tabanında karşılığı sıfıra eşit değil ise beşinci (5) basamağa geç. Eğer sayı değerinin mod 2 tabanında karşılığı sıfıra eşit ise toplam değerine sayı değerini ekle ve sayac değerini bir arttır. sayı değerini bir arttır. sayı değeri 10'dan büyük ise döngüyü bitir, değil ise üçüncü (3) basamağa geri dön. "toplam" ve "sayac" değerlerini ekrana yazdır. Bitir. 				
A	B	C	D	E
20 5	36 5	32 6	30 6	24 5

Şekil 1. Sözde Kod – Akış Şeması sunum sırasında soru örneği

Aşağıda farklı şekillerde verilen <u>aynı problemi</u> istediğiniz soru tipi üzerinden çözerek doğru olduğunu düşündüğünüz cevabın üzerine fare ile tıklayınız. Başarılar.				
I		II		
		<ol style="list-style-type: none"> Başla. "sayı, toplam ve sayac" değişkenlerine sıfır değerini ver. Eğer sayı değerinin mod 2 tabanında karşılığı sıfıra eşit değil ise beşinci (5) basamağa geç. Eğer sayı değerinin mod 2 tabanında karşılığı sıfıra eşit ise toplam değerine sayı değerini ekle ve sayac değerini bir arttır. sayı değerini bir arttır. sayı değeri 10'dan büyük ise döngüyü bitir, değil ise üçüncü (3) basamağa geri dön. "toplam" ve "sayac" değerlerini ekrana yazdır. Bitir. 		
A	B	C	D	E
20 5	36 5	32 6	30 6	24 5

Şekil 2. Akış Şeması – Sözde Kod sunum sırasında soru örneği

BULGULAR

Q1: Akış Şeması – Sözde Kod ve Sözde Kod – Akış Şeması olarak iki farklı sırada sunulan bir algoritma sorusunun çözümüne başlangıç aşamasında verilen sıralama, katılımcıların okumaya başlamayı tercih ettikleri soru formatı üzerinde bir fark yaratmakta mıdır?

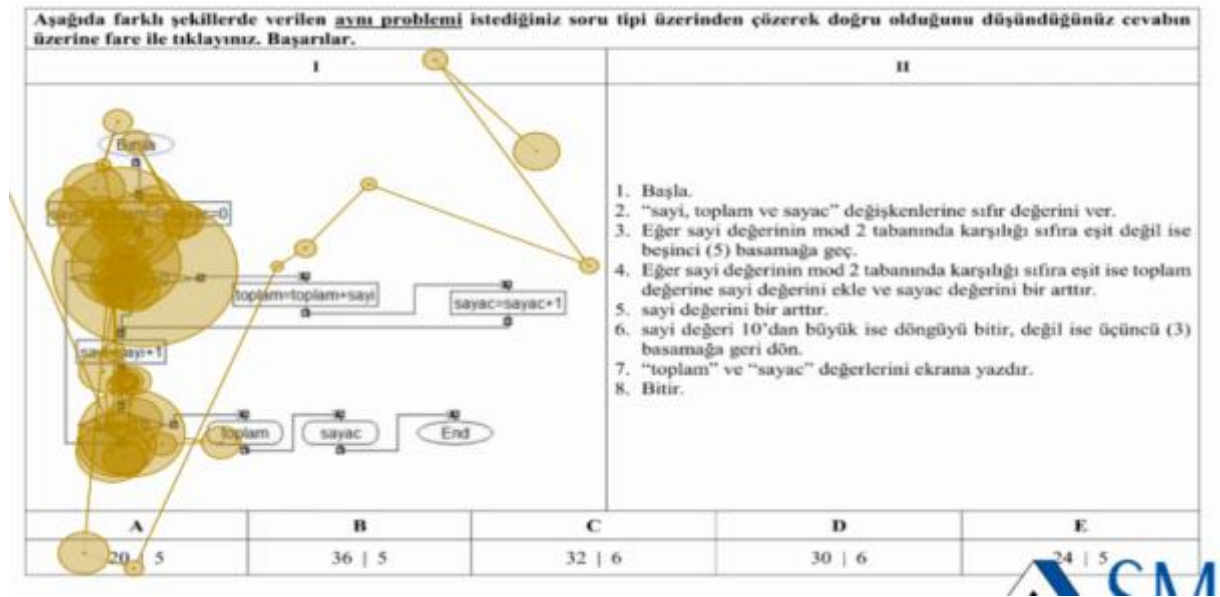
Katılımcılara iki farklı formatta ve sunum sırasında verilen bir algoritma sorusunun incelenmeye başlanması esnasında verilen sunum sıralamasının etkili olup olmadığı bilgisine gözün ekranı tarama yolu (scan path) videoları izlenerek ulaşılmıştır. Elde edilen bilgilerin detayları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Soru formatına göre okumaya başlangıç sırası

	Akış Şeması (%)	Sözde Kod (%)
Akış Şeması – Sözde Kod	8 (%88,9)	1 (%11,1)
Sözde Kod – Akış Şeması	1 (%11,1)	8 (%88,9)

Tablo 2 incelendiğinde çalışmaya dahil olan toplam katılımcıların büyük çoğunluğunun (%88,9) grup fark etmeksizin görev ekranında bulunan soldaki soru formatı üzerinden okumaya başladıkları tespit edilmiştir. Akış Şeması – Sözde Kod sırasında verilen soru çözümlerinde öğrencilerden yalnızca bir tanesi öncelikle ekranın sağında bulunan sözde kod sorusunu okumaya başlamayı tercih etmiş sekiz, tanesi ise ekranın solunda bulunan akış şemasını okuyarak çözüme başlamayı tercih etmiştir. Söz konusu durumun aynı şekilde Sözde Kod – Akış Şeması sırasında verilen sunum tipi üzerinde de geçerli olduğu tespit edilmiştir. Şekil 3 üzerinde D15 numaralı katılımcının uygulamaya başladıktan sonraki ilk 15 saniye sonundaki gözünün ekranda taradığı bölümün görüntüsü verilmiştir.

Katılımcılara iki farklı formatta ve sunum sırasında verilen bir algoritma sorusunun incelenmeye başlanması esnasında verilen sunum sıralamasının etkili olup olmadığını incelediğimizde verilen sunum sıralamasının herhangi bir öneme sahip olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Katılımcı D15’in uygulamanın ilk on beş saniyesinde ekranda gözleriyle taradığı alanın görüntüsü

Q2: Akış Şeması – Sözde Kod ve Sözde Kod – Akış Şeması olarak iki farklı sırada sunulan bir algoritma sorusunun çözümü aşamasında verilen sıralama, katılımcıların çözmeyi tercih ettikleri soru formatı üzerinde bir fark yarmakta mıdır?

Çalışma kapsamında hazırlanan algoritma sorusu, katılımcıların dokuzuna Akış Şeması – Sözde Kod, diğer dokuzuna ise Sözde Kod – Akış Şeması olacak şekilde iki farklı sunum sıralamasında verilmiştir. Tüm katılımcılar her iki soru tipine de çözüm sırasında ara ara göz atsa da sonuca ulaşma yolunda kullandıkları soru formatlarına ayırdıkları toplam zaman, hangi soru formatını tercih ettiklerinin tespit edilmesinde veri olarak kullanılmıştır. Şekil 4’de örnek olarak verilen D07 numaralı katılımcının kılavuzlanmış ilgi alanlarında (Gridded Area of Interest) gözün odaklanma haritası üzerinde görülen göz odaklanma süresi verilerine bakıldığında, akış şeması sorusuna zamanının çoğunluğunu ayırdığı ve bu soru üzerinden çözüm yoluna gittiği tespit edilmiştir. Haritadaki kırmızı alanlar katılımcının gözünün en fazla zaman geçirdiği bölgeyi, sarı ve yeşil alanlar ise diğer bölgelere kıyasla daha

çok zaman geçirdikleri alanları temsil etmektedir. Bu veriler gözün ekranı tarama yolu (scan path) ile elde edilen videolar izlenerek teyit edilmiştir.



Şekil 4. Katılımcı D07'nin Gridded Area of Interest veri haritası

Tablo 3'de görüldüğü üzere Akış Şeması – Sözde Kod ve Sözde Kod – Akış Şeması sunum sıralamasında verilen bir algoritma sorusunu çözen katılımcılardan sadece ikişer tanesi Sözde Kod sorusu üzerinden çözüm yoluna gitmeyi tercih etmiştir. Bir katılımcı ise her iki soru tipini de eşit sürede kullanarak çözüme ulaşmıştır.

Tablo 3. Sunum sırasına göre katılımcıların çözme tercih ettikleri soru formatlarının dağılımı

	AŞ Çözen Katılımcı Sayısı (%)	SK Çözen Katılımcı Sayısı (%)	AŞ ve SK Eşit Sürede Kullanan Katılımcı Sayısı (%)
Akış Şeması – Sözde Kod	6 (%66,7)	2 (%22,2)	1 (%11,1)
Sözde Kod – Akış Şeması	6 (%66,7)	1 (%11,1)	2 (%22,2)
Toplam (n)	12 (%66,7)	3 (%16,7)	3 (%16,7)

Çalışmaya dahil olan katılımcıların çoğunluğu (%66,7) verilen algoritma sorusunu akış şeması üzerinden çözme tercih etmişlerdir. Tablo 3 de görüldüğü gibi Akış Şeması – Sözde Kod ve Sözde Kod – Akış Şeması olarak verilen algoritma sorusunda katılımcıların çoğunluğu, sunum sıralaması fark etmeksizin akış şeması olarak verilen soru formatı üzerinden sonuca ulaşmayı tercih etmektedirler. Bu durumda katılımcılara gösterilen sunum sıralamasının, katılımcıların tercih ettikleri soru formatı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Q3: Akış şeması ve sözde kod formatlarında verilen bir algoritma sorusunun çözümü aşamasında tercih edilen soru formatı doğru cevaba ulaşma başarısı üzerinde bir fark yaratmakta mıdır?

Çalışma kapsamında verilen algoritma sorusunun çözümünde elde edilen başarı durumlarına bakıldığında toplam başarının oldukça düşük olduğu gözlenmektedir. Tablo 4'de öğrencilerin şıklara göre verdikleri cevapların dağılımı verilmiştir.

Tablo 4. Tercih edilen soru formatına göre katılımcıların cevaplarının sayısal dağılımı

	A Şıkkı (%)	B Şıkkı (%)	C Şıkkı (%)	D Şıkkı (%)*	E Şıkkı (%)
Akış şeması tercih eden KS**	4 (%33,3)	3 (%25,0)	2 (%16,7)	2 (%16,7)	1 (%8,3)
Sözde kod tercih eden KS	2 (%66,7)	0 (%0)	0 (%0)	0 (%0)	1 (%33,3)
Her iki soru formatını kullanan KS	1 (%33,3)	1 (%33,3)	1 (%33,3)	0 (%0)	0 (%0)
Şıkkı işaretleyen toplam KS	7 (%38,9)	4 (%22,2)	3 (%16,7)	2 (%11,1)	2 (%11,1)

* Sorunun doğru cevabı D şıkkıdır. **KS: Katılımcı Sayısı.

Tablo 4’de görüldüğü üzere katılımcılardan sadece %11,1’i soruyu doğru cevaplamıştır. Cevap verilen şıklar incelendiğinde özellikle A şıkkının öğrencilerin çoğunluğu (%38,9) tarafından işaretlendiği gözlemlenmektedir. A şıkkının, algoritma sorusunda verilen işlemde, işleme dahil edilmesi gereken 10 sayısının dahil edilmemesi durumunda ulaşılan sonucu gösterdiği göz önüne alındığında, katılımcıların döngünün sınır değerini doğru kullanamadıkları söylenebilir. B şıkkını işaretleyen diğer 4 katılımcının ise çift sayıları toplamaları gerekirken tek sayıları topladıkları belirlenmiş olup bu durum öğrencilerin soruyu doğru anlayamadıkları şeklinde yorumlanabilir.

Çözüm aşamasında tercih edilen soru formatının ulaşılan başarı üzerine etkisi incelendiğinde, Tablo 4’de görüldüğü gibi sadece iki kişinin doğru cevaba ulaşabildiği ve bu iki kişinin de akış şeması formatında verilen soruyu tercih ettiği görülmektedir. Toplamda sadece iki katılımcının doğru cevaba ulaşabildiği, doğru cevaba ulaşan katılımcıların akış şeması formatı üzerinden çözüme ulaştığı ve uygulamaya dahil olan katılımcıların %88,9’unun doğru cevaba ulaşmada başarısız olduğu göz önüne alındığında, katılımcıların doğru cevaba ulaşma başarılarında verilen soru formatlarından akış şemasının daha etkili olduğu ve çözüme ulaşma başarı üzerinde fark yarattığı söylenebilir.

Q4: Akış şeması ve sözde kod formatlarında verilen bir algoritma sorusunun çözümü aşamasında katılımcıların izlediği çözüm stratejileri soru formatına göre farklılık göstermekte midir?

İki farklı sunum sırasında ve iki farklı formatta verilen algoritma sorusunun çözüm aşamasında uygulamaya dahil olan katılımcıların gözlerinin izledikleri yolları ortaya çıkaran gözün ekranı tarama yolu videoları incelendiğinde, katılımcıların tercih ettikleri soru formatı üzerinden çözümleri sırasında diğer soru formatından da destek aldıkları ve karşılaştırmalar yaptıkları tespit edilmiştir. Tablo 3’de verilen bilgiler ışığında 12 katılımcının çözüme ulaşma esnasında akış şeması formatında verilen sorudan, 3’ünün sözde kod formatında verilen sorudan ve 3’nün de her iki soru formatından da eşit miktarda yararlandıkları ortaya konulmuştur. Katılımcıların tercih ettikleri soru formatına göre karşılaştırma stratejisi izleyenlerin oranlarının verildiği Tablo 5 incelendiğinde toplam 18 katılımcıdan 14’ünün karşılaştırma stratejisini kullandığı, akış şeması formatında verilen soru üzerinden çözüme giden katılımcıların ise büyük çoğunluğunun (%64,3) karşılaştırma stratejisini kullandığı tespit edilmiştir. Sözde kod soru formatında ise karşılaştırma stratejisi kullanımı üzerinde belirgin bir farklılık görülmemektedir. Katılımcıların kullandığı karşılaştırma stratejisinin soru formatı fark etmeksizin ortak olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 5. Tercih edilen soru formatına göre karşılaştırma strateji kullanan kişilerin sayısal dağılımı

	Akış şeması (%)	Sözde kod (%)	Her iki format (%)	Toplam (%)
Karşılaştırma stratejisi kullanan katılımcı sayısı	9 (%64,3)	2 (%14,3)	3 (%21,4)	14 (%77,8)
Karşılaştırma stratejisi kullanmayan katılımcı sayısı	3 (%75,0)	1 (%25,0)	0 (%0)	4 (%22,2)

Katılımcıların gözün ekranı tarama yolu videoları izlendiğinde verilen sorunun hangi alanlarına odaklandıkları ve hangi alanlarda karşılaştırma yaptıkları ise bir diğer önemli noktayı oluşturmaktadır. Sorular üzerinde odaklandıkları alanlar incelendiğinde, katılımcıların çözüme ulaşma esnasında daha çok soruların döngü (işlemsel kısım) bölümüne odaklandıkları ve bu alanda karşılaştırmalar yaptıkları görülmektedir.

Şekil 4’de verilen D07 numaralı katılımcının ve Şekil 5’de verilen D05 numaralı katılımcının kılavuzlanmış ilgi alanlarında gözün odaklanma haritası, katılımcıların sorunun işlemsel döngü bölümüne odaklandıklarını göstermektedir. Tablo 6 üzerinde verilen ve karşılaştırma stratejisi kullanan 14 katılımcının tamamı D07 numaralı katılımcı gibi döngü bölümünde bu stratejiyi kullanmıştır. Katılımcılar tarafından tercih edilen soru formatı üzerinden çözüme ulaşılması aşamasında karşılaştırma stratejisinin işlemsel döngü bölümünde kullanılması konusunda bir farklılık gözlemlenmemiştir.

İncelenen gözün ekranı tarama yolu videolarının neticesinde dikkat çeken bir diğer önemli nokta ise farklı formatlarda ve sıralarda verilen algoritma sorusunun çözümü esnasında katılımcıların algoritmanın bitiş bölümüne yeteri kadar odaklanmadıklarıdır. Şekil 5’de katılımcı D05’in kılavuzlanmış ilgi alanlarında gözün odaklanma

haritası, katılımcının algoritma sorusunun döngü bölümüne odaklandığını ancak algoritmanın bitiş bölümüne odaklanmadığını göstermektedir.



Şekil 5. Katılımcı D05'in Gridded Area of Interest veri haritası

Algoritma sorusunun bitiş noktasına yeteri kadar odaklanan kişilerin yer aldığı Tablo 6 incelendiğinde toplam 18 katılımcıdan sadece 6'sının algoritma döngüsünün bitiş bölümüne de odaklandığını görülmektedir. Katılımcıların %66,7'si soruda verilen döngünün bitiş bölümüne, işlemsel döngü bölümüne kıyasla daha az odaklanmıştır. Döngü bitiş bölümüne odaklanan kişilerin soru formatına göre dağılımı incelendiğinde ise bu kişilerin daha çok akış şeması üzerinden çözüme giden kişiler olduğu görülmektedir. Sözde kod sorusu üzerinden çözüme gitmeyi tercih eden sadece bir kişi sözde kod sorusunda bulunan döngü bitiş alanına yeteri kadar odaklanmıştır. Döngü bitiş alanına dikkat eden 6 kişinin karşılaştırma stratejisi kullanıp kullanmadığı bilgisi incelendiğinde, 6 kişiden 4'nün bu stratejiyi de kullandığı tespit edilmiştir.

Tablo 6. Tercih edilen soru formatına göre döngü ve bitiş noktalarına dikkat eden kişilerin sayısal dağılımı

	Akış şeması (%)	Sözde kod (%)	Her iki format (%)	Toplam (%)
Döngü bölümüne odaklanan KS*	9 (%64,3)	2 (%14,3)	3 (%21,4)	14 (%77,8)
Bitiş bölümüne odaklanan KS	5 (%83,3)	1 (%16,7)	0 (%0,0)	6 (%33,3)

*KS: Katılımcı Sayısı

Q5: Akış şeması ve sözde kod formatlarında verilen bir algoritma sorusunun çözümü aşamasında katılımcıların izlediği çözüm stratejileri, sorunun doğru cevabını bulma başarılarına göre bir farklılık göstermekte midir?

Algoritma sorusunun çözümünde ulaşılan başarının incelendiği üçüncü araştırma sorusunda 18 katılımcıdan sadece ikisinin doğru cevaba ulaşabildiği ve tercih edilen soru formatının başarı üzerinde bir farklılık göstermediği tespit edilmişti. Doğru sonuca ulaşan katılımcılar ile ulaşamayan katılımcıların çözüm stratejileri incelendiğinde, çözüme ulaşan her iki katılımcının algoritma sorusunun hem işlemsel döngü bölümüne hem de döngü bitiş noktasına dikkat ettiği görülmüştür. Şekil 6'da verilen ve soruyu doğru cevaplayan D15 numaralı katılımcının kılavuzlanmış ilgi alanlarında gözün odaklanma haritası incelendiğinde algoritma sorusunun hem işlemsel döngü bölümüne hem de döngü bitiş bölümüne yakın oranlarda odaklandığı görülmektedir. Aynı durum soruyu doğru cevaplayan diğer katılımcı D10 için de söz konusudur. Doğru cevaba ulaşan katılımcıların her ikisinin de döngü bitiş noktasına odaklandığı tespit edilirken doğru cevaba ulaşamayan 16 katılımcıdan sadece dördünün döngü bitiş noktasına dikkat etse de doğru cevaba ulaşamadığı tespit edilmiştir. Buna karşın 12 katılımcı ise döngünün bitiş noktasına odaklanmakta yetersiz kalmıştır. Doğru cevaba ulaşan katılımcıların izledikleri çözüm stratejileri doğru cevaba ulaşamayanlar ile döngü bitiş noktasına odaklanma konusunda farklılık göstermektedir.



Şekil 6. Katılımcı D15'in Gridded Area of Interest veri haritası

Araştırma sırasında elde edilen bir diğer bulgu da uygulamaya dahil olan katılımcıların çözüme ulaşma süreleridir. Katılımcıların tercih ettikleri soru formatına göre soruyu çözme süreleri ve soru formatlarını tercih eden katılımcıların ortalama çözüm sürelerinin bilgileri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Tercih edilen soru formatına göre katılımcıların soruyu çözme süreleri ve ortalamaları

	Akış Şeması												Sözde Kod			Her İki Formatı		
	D03	D04	D05	D06	D07	D09	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D08	D17	D18	D01	D02	D16
Süre	77	133	67	162	88	116	60	123	109	100	120	172	78	465	207	187	149	193
Ort.						110							250			176		

* Belirtilen süreler saniye cinsinden verilmiştir.

Tablo 7 üzerinde verilen bilgileri incelendiğinde akış şeması formatını tercih eden öğrencilerin, sözde kod formatını ve her iki formatı birlikte kullanmayı tercih eden öğrencilere kıyasla daha kısa sürede çözüme ulaştıkları görülmektedir. Sözde kod soru formatı üzerinden çözüme giden öğrenciler akış şemasını tercih edenlere oranla iki kattan daha yavaş oranla işlemi bitirebilmişlerdir. Bu durumda akış şeması formatının sözde kod formatına göre okumada ve anlamada kolaylık ve hız sağladığı söylenebilir.

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Basamakları verilen bir algoritma sorusunun iki farklı formatta ve iki farklı sunum yoluyla verildiği bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, katılımcıların farklı sunum sırasında problemi görmelerinin çözümü tercih ettikleri soru formatı üzerinde bir etkisinin olmadığı ve soru sunum sırası fark etmeksizin ekranın sol tarafından okumaya başladıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun katılımcıların okuma alışkanlıklarına paralel olduğu ve soru formatının verildiği sunum sırasının okumaya başlangıç aşaması üzerinde etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç aynı zamanda Andrzejewska ve diğerleri (2015)'nin de çalışmalarında ulaştıkları ve katılımcıların okumalarına her zaman ekranın sol tarafından başladığı sonuç ile örtüşmektedir.

Akış Şeması – Sözde Kod ve Sözde Kod – Akış Şeması olarak iki farklı sunum yoluyla verilen bir algoritma sorusunun çözümü aşamasında katılımcılar tarafından tercih edilen soru formatı üzerinde verilen sıralamanın herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Katılımcıların %66,7'si akış şeması formatında verilen soru üzerinden çözüme ulaşmayı denemiştir. Akış şeması formatının tercih edilmesinde katılımcıların algoritma ve programlama dilleri dersinden en az birini alıyor ya da almış olmaları etkili olabilir. Önceki deneyimlerinden yola çıkarak her ne kadar katılımcılar akış şeması formatında verilen soru üzerinden çözüme ulaşmayı tercih etse de elde edilen bulguların ışığında katılımcıların sözde kod formatında verilen soru üzerinden de destek almaya çalıştıkları söylenebilir.

Katılımcıların doğru cevaba ulaşma başarılarının ele alındığı bulgularda, başarının oldukça düşük olduğu ve sadece iki kişinin doğru cevaba ulaşabildiği görülmektedir. Başarısızlığın %88,9 olduğu bu çalışmada katılımcıları başarısızlığa iten temel sebep, algoritma probleminin döngü bitiş noktasına yeteri kadar odaklanılmaları gibi gözükmektedir. Katılımcıların döngü bölümüne odaklanarak mantıksal işlemi kavramanın soruyu çözmeye daha önemli ve yeterli olacağını varsaydıkları görülmektedir. Nitekim bu yanlışın nedenlerini anlamak üzere katılımcılarla yapılan görüşmelerde katılımcıların döngü ile yapılan işlemi doğru ifade ederken, döngünün bitiş noktasını yanlış ifade ettikleri gözlenmiştir. Döngü bitiş noktası katılımcılara hatırlatıldığında ise katılımcılar döngünün ne olduğu kısmını çözerken sonuna yeterince bakmadıklarını ifade etmişlerdir. Başarısızlığın bir diğer sebebi ise katılımcıların işlem bölümüne daha fazla odaklanmış olmalarına rağmen problemi yeterince anlayamamaları olarak tespit edilmiştir. Nitekim yapılan incelemede, katılımcıların %22,2'sinin çift sayıları toplamaları gerekirken tek sayıları topladığı tespit edilmiştir. Bu sonuç algoritma eğitiminde katılımcıların problemi anlamada sıkıntı yaşadıklarını göstermekte olup literatürdeki birçok çalışmanın sonucu ile de örtüşmektedir (Dunican, 2002; Jenkins, 2002; Gülmez, 2009).

Araştırma bulgularına göre akış şeması ve sözde kod olarak iki farklı formatta verilen bir algoritma sorusunu çözen 18 katılımcının çoğu (%77,8) destek stratejisini kullanmıştır. Bu stratejinin kullanılmasının temel sebebinin her iki soru formatının da katılımcıların geçmiş deneyimlerinde mevcut olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Katılımcıların bu stratejiyi kullanmasının bir başka sebebi ise öğrencilerin odaklandıkları soru formatı üzerinden algoritma probleminin ilgili bölümünü doğru anlayıp anlamadıkları konusunda kendilerini kontrol etme ihtiyacı duymaları olabilir. Destek stratejisi kullanan katılımcıların bu stratejiyi hangi bölümlerde kullandıkları incelendiğinde, özellikle işlemsel döngü bölümünde katılımcıların %77,8'inin bu stratejiyi kullandığı belirlenmiştir. Katılımcıların döngü bölümünde ise özellikle matematiksel mod işlemi zorlandıkları gözlemlenmiştir. Matematik eğitiminin programlama ve algoritma başarısı üzerinde etkisinin olduğu ve iyi bir matematik eğitiminin pozitif yönde programlama becerisini arttırdığı birçok çalışmada vurgulanmakta olup bu çalışma kapsamında ulaşılan sonuç literatürü destekler niteliktedir (Taylor ve Monnfield, 1991; White ve Sivitanides, 2003).

Bir diğer araştırma bulgusuna göre algoritma sorusunun döngü bitiş noktasına odaklanan katılımcı sayısı sadece altı olup, katılımcıların döngü bölümüne odaklanarak mantıksal işlemi kavramanın soruyu çözmeye daha önemli ve yeterli olacağını düşünmeleridir. Bunun yanı sıra dikkat çeken bir diğer nokta, doğru cevaba ulaşan ve iki soru formatını da kullanan katılımcıların döngünün bitiş noktasına, işlemsel döngü bölümüne odaklandıkları kadar odaklanmalarıdır. Elde edilen bu sonuç, bir algoritma probleminde doğru sonuca ulaşabilmek için döngü bitiş noktalarına, en az işlemsel bölüm kadar önem verilmesi gerektiğini vurgular niteliktedir. Aynı zamanda araştırmadan elde edilen bulgular neticesinde katılımcılara verilen soru formatlarından görsel tabanlı olan akış şeması üzerinden çözüme gidildiğinde harcanan zamanın daha az olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre öğrenciler, deneyimli de olsa algoritmanın önemli noktalarında metin tabanlı formata da göz atmaktadır. Literatürde akış şeması, sözde koddan sonraki eğitim basamağı olarak görülse de programlamaya yeni başlayan öğrenciler için özellikle algoritma eğitiminde sadece sözde kod ya da akış şeması üzerinden işlem yapmak ve sözde kod – akış şeması sırasına bağlı kalarak aradaki ilişkinin tam olarak kurulamamasını önlemek için her iki sunum formatının da geçiş döneminde birlikte kullanılmasının yararlı olabileceği düşünülmektedir. Yapılacak yeni çalışmalar ile öğrencilerin odaklandıkları soru formatının yanı sıra diğer soru formatından da destek alma gereksinimi duyma nedenleri derinlemesine incelenmelidir.

KAYNAKÇA

- Ala-Mutka, K. (2004). Problems in learning and teaching programming—a literature study for developing visualizations in the Codewitz-Minerva project. *Codewitz Needs Analysis*, 1-13.
- Alakeel, A. M. (2015). Investigating Difficulties of Learning Computer Programming in Saudi Arabia. *Universal Journal of Educational Research*, 3(9), 567-577.
- Andrzejewska, M., Stolińska, A., Błasiak, W., Pęczkowski, P., Rosiek, R., Rożek, B., ve diğerleri (2015). Eye-tracking verification of the strategy used to analyse algorithms expressed in a flowchart and pseudocode. *Interactive Learning Environments*, 1-15.
- Arabacıoğlu, T., Bülbül, H. İ. ve Filiz, A. (2007). Bilgisayar programlama öğretiminde yeni bir yaklaşım. *Akademik Bilişim*.
- Ay, O. (2011). *Mantıksal Hata Örneklerinin Kullanıldığı Programlama Eğitiminde Uygulanan Öğretim Yöntemleri ve Öğrenci Deneyimlerinin Akademik Başarıya Etkisi*. (Yüksek Lisans), Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Csernoch, M., Biró, P., Máth, J. ve Abari, K. (2015). Testing Algorithmic Skills in Traditional and Non-Traditional Programming Environments. *Informatics in Education*, 14(2), 175.
- Dunican, E. (2002). Making the analogy: Alternative delivery techniques for first year programming courses. In J. Kuljis, L. Baldwin ve R. Scoble (Eds). *Proceedings from the 14th Workshop of the Psychology of Programming Interest Group*. (s.89-99).
- Eid, C. ve Millham, R. (2012). Which Introductory Programming Approach Is Most Suitable For Students: Procedural Or Visual Programming? *American Journal of Business Education (Online)*, 5(2), 173.
- Giannakos, M. N., Koiliias, C., Vlamos, P. ve Doukakis, S. (2013). Measuring Students' Acceptance and Confidence in Algorithms and Programming: The Impact of Engagement with CS on Greek Secondary Education. *Informatics in Education-An International Journal*(Vol12_2), 207-219.
- Gökoğlu, S. ve Yüksel, D. (2016). *Bilgisayar Programcılığı Öğrencilerinin Algoritma İle İlgili Metaforları*. Paper presented at the 10th International Computer and Instructional Technologies Symposium, Rize.
- Gülmez, I. (2009). *Programlama Öğretiminde Görselleştirme Araçlarının Kullanımının Öğrenci Başarı ve Motivasyonuna Etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Hansen, S., Narayanan, N. H. ve Hegarty, M. (2002). Designing educationally effective algorithm visualizations. *Journal of Visual Languages & Computing*, 13(3), 291-317.
- Hooshyar, D., Mañen, T. ve Masih, M. (2013). Flowchart-based programming environments aimed at novices. *International Journal of Innovative Ideas*, 13(1), 52-62.
- Jenkins, T. (2002). On the difficulty of learning to program. *Proceedings of the 3rd annual Conference of the LTSN Centre for information and Computer Sciences* (s.53-58).
- Kert, S. B. ve Uğraş, T. (2009). *Programlama Eğitiminde Sadelik ve Eğlence: Scratch Örneği*. Paper presented at the I. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi, Çanakkale.
- Konecki, M. (2014). Problems in programming education and means of their improvement. *DAAAM International Scientific Book*, 459-470.
- Köse, U. (2015). *WebALGO: Algoritma Öğreniminde İnternet Tabanlı Bir Eğitimsel Materyal Geliştirilmesi*. Paper presented at the Conference of Internet in Turkey, İstanbul.
- Köse, U. ve Tüfekçi, A. (2015). Algoritma ve Akis Seması Kavramlarının Öğretiminde Akilli Bir Yazılım Sistemi Kullanımı. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi= Pegem Journal of Education and Instruction*, 5(5), 569.
- Mihci, C. ve Ozdener, N. (2014). Programming Education with a Blocks-Based Visual Language for Mobile Application Development. *International Association for Development of the Information Society*.
- Özmen, B. ve Altun, A. (2014). Undergraduate Students' Experiences in Programming: Difficulties and Obstacles. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 5(3), 1-27.
- Özyurt, Ö. (2015). An Analysis on Distance Education Computer Programming Students' Attitudes Regarding Programming and Their Self-Efficacy for Programming. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 16(2), 111-121.
- Taylor, H.G. ve Monnfield, L.(1991).An Analysis of Success Factors in Colloge Computer Science:High School Methodology is a Key Element. *Journal of Research on Computing Efucation*, 24(2),240-245.
- White, G. ve Sivitanides, M.(2003) En Empirical Investigation of the Relationship Between Success in Mathematics and Visual Programming Courses, *Journal of Information Systems Education*, Vol.14(4), 409-416.