

Yedinci Sınıf İnsan ve Çevre Ünitesine Eleştirel Bir Yaklaşım: Dinamik ve Karmaşık Çevre Problemlerinin Öğretilmesi

Zerrin Doğanca ve Ali Kerem Saysel

Özet

Bu çalışma, mevcut 7. Sınıf Bilim ve Teknoloji müfredatının olgu odaklı ve indirgemeci çevre içeriğine bir alternatif oluşturmaktadır. Öğrencilere, daha üst düzey bilişsel beceriler kazandırmayı ve günümüzdeki dinamik ve karmaşık çevre problemlerini daha iyi kavramalarına yardımcı olmayı amaçlanmaktadır. Fen ve Teknoloji müfredatındaki tek çevre odaklı ünite olan "İnsan ve Çevre Ünitesi"ne alternatif bir bakış geliştirilmiş, sistem yaklaşımı ile hazırlanan uygulamanın etkinliği orijinal olarak geliştirilen çeşitli testlerle sınanmıştır. Yarı-deneysel olarak tasarlanan araştırmada, karşılaştırma grubunda 20, deney grubunda 22 yedinci sınıf öğrencisiyle çalışılmıştır. Deney grubu nedensel döngü şemaları, stok-akış şemaları ve dinamik sistem modelleriyle öğrenim görürken, karşılaştırma grubuna aynı çevre içeriği müfredatın önerileri doğrultusunda uygulanmıştır. Uygulanan testler sonucunda, deney grubunun sistem düşüncesi becerilerinin daha fazla geliştiği ve dinamik çevre sorunlarını anlamlandırma daha başarılı oldukları saptanmıştır. Fen başarı ve önkoşul beceri testlerinin hiçbirinde gruplar arası farka rastlanmamıştır. Altı ay sonra uygulanan gecikmeli testlerde ise, öğrencilerin sistem düşüncesi becerileri arasındaki fark azalırken, deney grubundaki öğrencilerin dinamik çevre problemlerini anlamlandırma hala daha başarılı oldukları görülmüştür.

Anahtar sözcükler: Sistem düşüncesi becerileri, çevre eğitimi, sistem yaklaşımı

Giriş

Günümüzde deneyimlediğimiz çoğu çevre problemi dinamik ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Dinamik kısaca, zaman içerisinde değişim olarak tanımlanabilir. Değişim, dinamik sistemlerde stokların (birikimlerin) değerlerinin değişimidir. Dinamik karmaşıklığın nedenlerinden biri, stoklarda değişime neden olan akışların, stoklardan farklı yönlerde davranış gösterebilmeleri (bağıntı dışı davranabilmeleri), stokların eylemsizliğe sahip olması, yani değerlerinin zaman içerisinde ani değişimler göstermemesidir (Barlas, 2002). Sistemlerin bu özelliği, dinamik çevre problemlerini anlamlandırmamızı güçleştirebilir. Örneğin, Sterman ve Sweeney (2002) bir grup üniversite öğrencisine, atmosferdeki CO₂ birikimiyle CO₂ salımı arasındaki ilişkiyi sorduklarında, pek çoğunun CO₂ salımındaki ani değişimlerin atmosferdeki CO₂ birikimini de ani ve aynı yönde etkileyeceğini düşündüğünü görmüşlerdir. Öğrencilerin vardığı bu yanlış sonuç, CO₂ salım ve birikim probleminde stok ve akışların varlığından kaynaklanmaktadır.

Araş. Gör. Zerrin Doğanca, Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Bölümü, İstanbul, zerrin.doganca@boun.edu.tr

Doç. Dr. Ali Kerem Saysel, Boğaziçi Üniversitesi Çevre Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, ali.saysel@boun.edu.tr

Dinamik sistemlerdeki stokların eylemsizliği, etki ve sonuç arasında zamansal gecikmelere de neden olur. Örneğin, kloroflorokarbon (CFC) gazlarının atmosfere salınması ve stratosferdeki ozon tabakasının delinmesi, bu deliğin zararlı mor ötesi ışınları tehlikeli ölçülerde sızdıracak boyutlarda genişlemesi arasında on yıllara varan gecikme yaşanmıştır. Dinamik sistemlerin yapısından (stok ve akışların varlığından) kaynaklanan bu gecikmeler, deneyim yoluyla, geçmişten ders çıkararak öğrenmeyi geçersiz kılmaktadır.

Dinamik sistemler tüm değişkenlerin birbirinin hem nedeni hem de sonucu olan sayısız neden-sonuç (geribildirim) döngüleri içerir (Barlas, 2005). Çok sayıda, iç içe geçmiş, birbirine etki eden geri bildirim döngülerinin varlığı ve bu döngülerin etkilerinin zaman ve mekânda uzak mesafelerde çıkması (Saysel ve Barlas, 2002) sistemlerin davranışını tahmin edebilmemizi daha da güçleştirir. Etki ve sonuç arasında çeşitli orantısızlıklar yaratır veya etki karşısında sonucun tümüyle sezgilerimize aykırı bir seyir izlemesine neden olabilir. Örneğin, tarımda haşerelerle mücadele ederken, kullanılan haşere ilacının dozu arttıkça haşere nüfusunun da azalacağı düşünülür. Oysa ki haşere ilacı kullanımı arttıkça haşere nüfusunda gözlenen azalma doğru orantılı değildir. Ayrıca, belirli durumlarda, artan haşere ilacı kullanımı dirençli haşerelerde direnç gelişimine neden olacağı için, beklenenin tümüyle aksi yönde sonuçlar da doğurabilmektedir. Sistemlerin, sezgilerimize aykırı bu türden davranışları, çok sayıda geribildirim döngüsünün varlığından ve doğrusal olmayan neden sonuç ilişkilerinden kaynaklanmaktadır.

Doğası gereği karmaşık olan çevre problemlerini anlamlandırabilmek için, Amerika'nın Berkeley şehrinde kurulan Ekolojik Okuryazarlık Merkezi'nde sürdürülebilirlik teması ışığında eğitim materyalleri ve uygulamaları geliştirilmektedir. Bu merkezin kurucusu ve aslen fizikçi ve sistem kuramcısı olan Fritjof Capra, ekolojik okuryazarlığı "ekosistemlerin düzeni (iç yapısı) hakkında temel prensipleri anlamak ve bu prensipleri sürdürülebilir toplumlar yaratmak üzere kullanmak" (Capra, 1998; s.3) şeklinde tanımlar. Bu anlayışa göre, ekosistemlerin içyapısı yukarıda belirtildiği dinamik karmaşıklığı oluşturan stok ve akışlar, geribildirim döngüleri ve gecikmeler gibi öğelerle açıklanabilir.

Çevre Eğitiminde Dinamik Sistem Yaklaşımı

Dinamik ve karmaşık olayların yapısını anlamlandırabilmek ve farklı yaş grubundaki öğrencilere aktarabilmek için, eğitim alanında yapılan çalışmalar mevcuttur. Ülkemizde ise, tamamen sistem dinamiği araçları kullanılarak yapılan çalışmalar fazlasıyla sınırlıdır. Bu çalışmalardan bir tanesi Nuhoğlu ve Nuhoğlu (2007) tarafından, 81 yedinci sınıf öğrencisiyle yapılmıştır. 7. Sınıf Fen ve Teknoloji Müfredatında yer alan "Kuvvet ve Yaylar" konusu hakkında yaptıkları araştırmada, deney grubu için sistem yaklaşımı ile bir öğretim programı hazırlanmıştır. Çalışmanın sonunda, deney grubundaki öğrencilerin neden-sonuç ilişkilerini ayırt etme ve sistem davranışını grafiklerle ifade etme gibi beceriler geliştirdiklerini tespit etmişlerdir.

Çevre problemlerinin dinamik ve karmaşık yapısına karşın, söz konusu sistemleri anlamak için sistem becerilerini üzere yapılan çevre eğitimi çalışmaları çok sınırlıdır. Bu çalışmalardan biri Riess ve Mischo (2010) tarafından, Almanya’da 424 altıncı sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, bir orman ekosistemini öğretmek için dört tasarım sınanmıştır. Kontrol grubuna geleneksel yöntemler ile orman ekosistemi öğretilirken, bir gruba sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesi için tasarlanan özel bir eğitim programı uygulanmış, diğer bir gruba da orman ekosistemi ile ilgili bilgisayar benzetimi içeren bir uygulama yapılmıştır. Son grup için, benzetim ve sistem düşüncesi becerileri odaklı özel eğitimin bir arada olduğu bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, birleştirilmiş öğretim programı ile eğitim gören öğrencilerinin konu hakkındaki başarı puanlarının ve durum yargılama puanlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Assaraf ve Orion (2005), çalışmalarında çevre konularının öğretmenler tarafından da göreceli olarak kolay bulunduğunu ve öğretmenlerin müfredattaki diğer konu başlıklarına daha çok zaman ayırdıklarını vurgulamışlardır. Yaptıkları çalışmada, görece olarak kolay kabul edilebilen “Su Döngüsü” konusunda 8.sınıf öğrencilerinin kavram yanılgıları olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmaya katılan 50 sekizinci sınıf öğrencisinin su döngüsünün öğeleri arasındaki ilişkileri fark edemedikleri ve yeraltı suları, bitkilerin terlemesi gibi daha az görünür öğeleri döngüye katmadıkları tespit edilmiştir. Assaraf ve Orion (2005), çevremizdeki sistemleri bütünüyle anlayabilmemiz için sistem düşüncesi becerilerinin geliştirilmesi gerektiği ön kabulüyle yola çıkarak, öğrencilere su döngüsü konusunu kavram haritaları ve çeşitli çizimler üzerinden aktarmışlar ve süreç öncesi, sırası ve sonrasında nitel ve nicel ölçümler yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda, öğrencilerin, sistemlerin öğelerini ayırt etmede, bunlar arasındaki ilişkileri kavramada ve sistemlerin döngüsel yapısını algılamada daha başarılı oldukları tespit edilmiştir.

Bilgisayar benzetimi kullanılarak yapılan diğer bir çevre eğitimi araştırması ise, on üç adet 11-12 yaş grubundaki öğrenciyle gerçekleştirilmiştir (Evagorou ve ark., 2009). 90 dakikalık beş seansta gerçekleştirilen çalışmada, öğrencilere bir köy yakınındaki bataklık ekosistemi hakkında tartışmalı bir durum sunulmuş ve katılımcıların verilen açık uçlu sorular için araştırma yapmaları ve görevleri tamamlamaları sağlanmıştır. Ön test ve son testlerin uygulandığı çalışmada, öğrencilerin sistem elemanlarını ayırt etme, sistemin sınırlarını belirleme, alt sistemleri ayırt etme, belli değişimler sonrası sistem davranışı tahmin etme gibi becerilerinde gelişmeler tespit edilmiş, ancak öğrenciler hala bir sistemdeki geribildirim döngülerini ayırt etme becerilerinde bir fark gözlemlenmemiştir.

Grotzer ve Basca’nın (2003) 30 üçüncü sınıf öğrencisi ile yaptığı çalışmada ise, oluşturulan üç gruptan bir grup öğrenciye ekosistemlerdeki nedensellik ilişkileri hakkında etkinlikler yaptırılmış, diğer bir grupla etkinliklerle beraber sınıf-içi tartışmalar yürütülmüş ve son gruba ise sadece ekosistemler hakkında bilgi verilmiştir. Yapılan ön ve son görüşmeler sonucunda, nedensellik etkinlikleri ve sınıf-içi tartışmalar yapılan gruptaki öğrencilerin ekosistemler içerisindeki ilişkileri daha iyi anlamlandırabildikleri tespit edilmiştir.

Bu çalışmada ise, bilgisayar benzetimleri, sınıf-içi tartışmalar ve diğer sınıf-içi etkinlikler (poster çalışmaları, belgesel gösterimi vb.) dahil edilerek bütün bir çevre ünite sistem yaklaşımı doğrultusunda tekrar tasarlanmıştır. Çalışmanın uygulama süresinin göreceli olarak daha uzun olmasının dışında (bir ay), bu çalışmada ön ve son testlere ek olarak uygulamanın altı ay sonrasında gecikmeli testler uygulanmıştır.

İnsan ve Çevre Ünitesi Bütüncül Bir Yaklaşım Sunmuyor

İlköğretim Fen ve Teknoloji Müfredatında “İnsan ve Çevre” ünitesi, 7. Sınıf kadar tamamıyla çevre konularına ayrılan ilk ünite. Ünite, “ekosistem”, “habitat”, “popülasyon” gibi temel ekoloji terimlerinin öğretilmesi ile başlar; canlılar arası ilişkiler, özellikle beslenme ilişkileri üzerinde durulur ve en son olarak yerel ve küresel çevre problemlerinin tanıtılması ile son bulur. Milli Eğitim Bakanlığı’nın (2005) yayınladığı ilgili program kitapçığında belirtildiği üzere, bu ünitenin temel hedefi, öğrencilerin çeşitli çevre problemleri üzerine tartışabilmeleri ve bu problemlerin ülkemiz ve dünyamızın geleceğini nasıl etkileyeceği üzerine çıkarımda bulunabilmeleri olarak belirtilmiştir. Her ne kadar ünitenin temel hedefi üst düzey bilişsel becerilere yönelik olsa da, ünite içeriği ve ünitenin sunuş biçimi amaçlarla örtüşmemektedir. Bu çalışmanın gerçekleşmesine neden olan asıl etken ise, Fen ve Teknoloji Müfredatındaki bu ilk çevre odaklı ünitenin olgu odaklı içeriğini ve sunuş biçimine bir alternatif geliştirmektir. “İnsan ve Çevre” ünitesine getirdiğimiz eleştirileri şu başlıklar altında toplanabilir:

- Değişime odaklanmaması, statik (durağan) bir içeriğe sahip olması,
- Döngüsel nedensellikleri dikkate almaması,
- Başta matematik olmak üzere farklı disiplinlerle ilişki kurma eğiliminde olmaması,
- Belirtilen 13 öğrenme amacının sadece ikisinin üst düzey bilişsel beceriler içermesi olarak özetlenebilir.

“İnsan ve Çevre” ünitesinin statik içeriği özellikle, ünitenin son kısmının ayrıldığı çevre problemleri bölümünde dikkat çekmektedir. Bu bölümde hava, su ve toprak kirliliği ve en son olarak da orman tahribi sorunlarına yer verilmiştir. Bu sorunlar aktarılırken, değişimi görsel olarak ifade eden hiçbir görsel yer verilmemiş ve bilimsel olarak değişimi ifade edecek hiçbir sayısal veri ya da matematiksel gösterim (grafik, tablo vb.) kullanılmamıştır (Tunç ve ark., 2011). Bu sunuş biçimiyle, bu sorunlar tarihte her zaman yaşanmış, olağan sorunlar olarak kabul edilebilir.

Canlıların birbirleriyle olan ilişkileri konusunda bahsedilen besin zinciri ve besin ağları konularının sadece avdan avcıya doğru ilerleyen doğrusal bir bakış açısıyla sunulmuştur. Aslında aynı zincir üzerindeki iki tür arasında döngüsel bir nedensellik ilişkisi vardır, ancak iki popülasyonundaki değişimin birbirini etkilediği unsurlar müfredat içeriğinde yer almamıştır.

Bilimsel verilerin ve matematiksel gösterimlerin fazlasıyla dinamik içeriği olan bu üniteye yer almaması da dikkat çekicidir. Hâlbuki 7.sınıf öğrencileri matematik

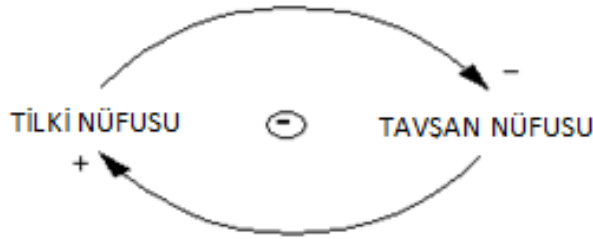
derslerinde kazandıkları becerilerle, grafik okumak ve çizmek ve denklem oluşturmak konularında yeterli seviyededir. Bu ön bilgiler ve becerilerle, söz konusu çevre ünitesi daha disiplinler arası bir bakış açısıyla sunulabilir.

Bu etkenler ünitenin ağırlıklı olarak olgulara yaslanan ve bütünsel olmayan, indirgemeci yaklaşımının göstergeleri olarak kabul edilebilir. Ayrıca, mevcut haliyle ünite MEB'in yayımladığı (2005) üst düzey bilişsel beceriler odaklı temel hedefi ile gelişmektedir.

Sistem Yaklaşımının Müfredata Dahil Edilmesi

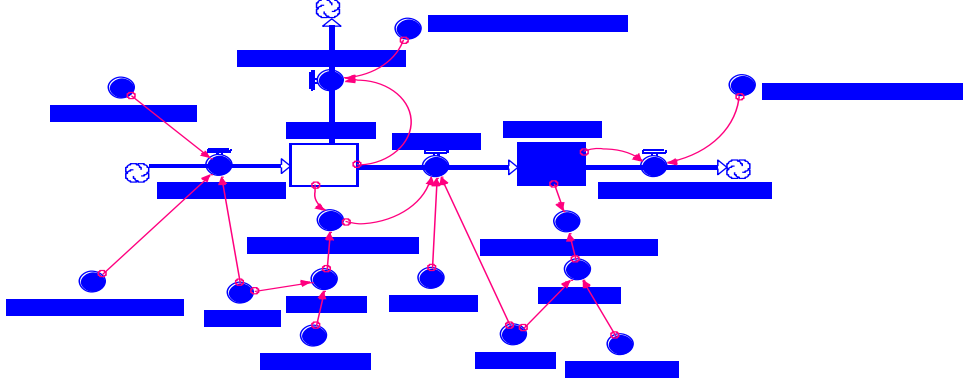
Assaraf ve Orion (2005), sistemleri birbirleriyle ilişkili parçaların bütün olarak çalıştığı bir koleksiyon, derleme olarak tanımlar. Bu bağlamda, ekosistemler de içinde barındırdığı canlı ve cansız öğelerle ve onların birbirleriyle olan ilişkileriyle bir bütün olarak tanımlanır. Ekosistemleri öğretirken, sistem yaklaşımının en büyük katkısı canlı ve cansız varlıklar arasındaki ilişkilere odaklanmak ve bu ilişkilere dögüsel bir anlayışla yaklaşım, tüm sistemin yapısını ve davranışı anlayabilmeye çalışmaktır.

Bu çalışmada, müfredat içeriğine bağlı kalınarak sistem yaklaşımıyla yeni etkinlikler geliştirilmiş ve öğrencilere ekosistemler içerisindeki ilişkileri ifade edebilmek için yeni gösterim şekilleri öğretilmiştir. Stok-akış şemaları, geribildirim döngüleri ve dinamik sistem modelleri çalışma boyunca kullanılan gösterim şekilleridir. Örneğin, müfredatta canlılar arası beslenme ilişkileri öğretilirken, beslenen canlıdan (av) beslenen canlıya (avcıya) doğru bir ok çizerek ve bu ilişki zincirine birkaç canlı daha ekleyerek tek yönlü neden sonuç ilişkileri kurulmaktadır. Sistem yaklaşımıyla geliştirilen programda ise, bu ilişkiler dögüsel bir şekilde ifade edilerek, avlanma sonucunda avcı nüfusunun ilk başta artacağı, ancak zamanla av nüfusuna bağlı olarak azalabileceği şeklinde sunulmuştur. Bu gösterim şekli, sınıf-ıçi tartışmalar için daha elverişli bir ortam sağlamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Tavşan ve tilki nüfuslarının ilişkilerini göstermek için kullanılan basit bir dengeleyici geribildirim döngüsü

“İnsan ve Çevre” ünitesinin son bölümü, daha önce belirtildiği gibi yerel ve küresel çevre problemlerinin öğrenilmesine ayrılmıştır. Müfredatın önerdiği asit yağmurları, hava kirliliği, erozyon gibi çevre problemlerine ek olarak, iki gruba da dinamik karmaşıklık içeren güncel bir çevre problemi olarak biyolojik birikim sorunu öğretilmiştir. Biyolojik birikim, insanlar tarafından üretilen bazı maddelerin canlılarda ve o canlıların oluşturduğu besin zincirlerinde birikmesi olarak tanımlanabilir. Birçok tarım ilacı ve çıkarılan madenler, ekosistemlerde biyolojik birikim sorununa neden olabilir. Karşılaştırma grubunda, bu sorun güncel örneklerle öğrencilere sunulmuş, ardından öğrenciler grup çalışması yaparak biyolojik birikim ile ilgili kendi araştırmalarını sınıf ile paylaşmışlardır. Deney grubunda ise, biyolojik birikim problemi aynı içerikle tanıtılmış ve öğrenciler bilgisayar laboratuvarında sistem dinamiğine giriş derslerinde öğrendikleri STELLA programıyla kendilerine verilen verileri kullanarak dinamik bir biyolojik birikim modeli kurmuşlardır. Ardından bu model (Şekil 2) üzerinde sınıf-içi tartışmalar yapılmıştır.



Şekil 2. Çalışma sırasında adım adım kurulan dinamik biyolojik birikim modeli

Araştırmanın Yöntemi

Örneklem

Elverişlilik esasına göre seçilen İstanbul'daki bir ilköğretim devlet okulunda okuyan tüm yedinci sınıf öğrencileri çalışmaya katılmıştır. Çalışmanın örneklemini, yapılan öğretimin eksiksiz katılan ve tüm testleri alan 42 yedinci sınıf öğrencisi (12-14 yaş aralığı) oluşturmaktadır. Okul içerisinde idari sorunlara neden olmamak için, iki sınıf rasgele deney ve karşılaştırma grubu olarak tayin edilmiştir. Grupların cinsiyet dağılımı Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo1. Örneklemin gruplara göre cinsiyet dağılımı

		Cinsiyet		Toplam
		Kadın	Erkek	
Gruplar	Deney	12	10	22
	Karşılaştırma	9	11	20
Toplam		21	21	42

Araştırmanın Tasarımı

Yarı-deneysel olarak tasarlanmış olan çalışmada, her grup için ayrı öğretim programları uygulanmıştır. Deney grubuna 7. Sınıf Fen ve Teknoloji Müfredatından “İnsan ve Çevre” ünitesi sistem araçları kullanılarak ve sistemler üzerine tartışmalar yapılarak öğrenim yapılırken, karşılaştırma grubuna aynı ünite müfredatın önerdiği etkinliklerle, soru-cevap ve sınıf-içi tartışma yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada ön test, son test ve gecikmeli testler kullanılmış, aynı ölçme araçları her iki gruba da, aynı zaman aralıklarında uygulanmıştır.

Bu araştırmanın pilot çalışması 2011 yılının Nisan ayında İstanbul'daki bir devlet okulunda gerçekleştirilmiştir. Yapılan pilot çalışmanın ardından, tüm ölçekler ve öğretim programı bir fen eğitimi alanında çalışan bir akademisyen, bir fen öğretmeni ve sistem dinamiği alanında çalışan bir akademisyen tarafından incelenmiştir. Pilot çalışmadan edinilen deneyimler ve uzmanlardan alınan dönütler sonrasında, araştırmanın uygulaması Nisan 2012 tarihinde aynı devlet okulunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın tüm tasarımı Tablo 2’de özetlenmiştir. Tablo 2’de belirtildiği sıraya göre, ön testlerin ardından eğitimlere başlanmıştır. Müfredatta “İnsan ve Çevre” ünitesi için ayrılan 14 ders saatlik zaman esas alınarak program oluşturulmuş fakat deney grubuna sistem yaklaşımının araçlarını tanıtmak üzere üç saatlik bir giriş programı uygulanmıştır. Bir aylık eğitimin hemen ardından son testler uygulanmıştır. Son testlerin uygulanmasından altı ay sonra, aynı testler tüm örnekleme gecikmeli son test olarak tekrar uygulanmıştır. Tablo 2’de “A” ve “B” harfleri ile belirtilen testler paralel testler olarak tasarlanmış ve böylece katılımcıların testlerden öğrenme ihtimalini kontrol altına almak hedeflenmiştir.

Tablo 2. Çalışmanın tasarımı

Deney Grubu	Karşılaştırma Grubu
Ön testler (1 ders saati) -Önkoşul Sistem Beceri Testi (A) -Sistem Düşüncesi Beceri Testi (A)	Ön testler (1 ders saati) -Önkoşul Sistem Beceri Testi (A) -Sistem Düşüncesi Beceri Testi (A)
Sistem Dinamiğine Giriş (3 ders saati)	Öğrencilerle tanışma (1 ders saati)
Sistem Temelli Eğitim (14 ders saati)	Önerilen Geleneksel Eğitim (14 ders saati)
Son Testler (3 ders saati) -Önkoşul Sistem Beceri Testi (B) -Sistem Düşüncesi Beceri Testi (B) -Fen Başarı Testi -Dinamik Çevre Senaryoları Testi	Son Testler (3 ders saati) -Önkoşul Sistem Beceri Testi (B) -Sistem Düşüncesi Beceri Testi (B) -Fen Başarı Testi -Dinamik Çevre Senaryoları Testi
Gecikmeli Son Testler (3 ders saati) -Önkoşul Sistem Beceri Testi (B) -Sistem Düşüncesi Beceri Testi (B) -Fen Başarı Testi -Dinamik Çevre Senaryoları Testi	Gecikmeli Son Testler (3 ders saati) -Önkoşul Sistem Beceri Testi (B) -Sistem Düşüncesi Beceri Testi (B) -Fen Başarı Testi -Dinamik Çevre Senaryoları Testi

Ölçme Araçları

Bu çalışmada farklı zamanlarda uygulanan dört testten üçü araştırma için özgün olarak hazırlanmıştır. Üç testten seçilen birer soru Ekler bölümünde paylaşılmıştır.

Önkoşul Sistem Beceri Testi

Önkoşul Sistem Beceri Testi (ÖSBT), çalışma boyunca üç kez uygulanmıştır. Boşluk doldurma ve kısa cevaplı dört soru ve onların alt sorularından oluşan testte alınabilecek en yüksek puan 5,5'tur. Sweeney ve Sterman (2000) sistem düşüncesi

becerilerini geliştirmek için var olması gereken ön koşul becerilerden bahsetmektedir. Bu testteki sorular, onların önerileri doğrultusunda,

- Grafik yorumlama ve verilerden grafik oluşturma,
- Birimleri ayırt etme,
- Denklem oluşturma gibi temel matematiksel becerileri içerecek şekilde hazırlanmıştır (Ek 1).

Bu testin iç güvenilirliği için Cronbach Alpha katsayısı 0,62 ve paralel ÖSBTler için korelasyon katsayısı 0,64 olarak hesaplanmıştır.

Sistem Düşüncesi Beceri Testi

Sistem Düşüncesi Beceri Testi (SDBT), çalışma boyunca üç kez uygulanmıştır. Çalışmanın geçerliliğini arttırmak için, sorulardan hiçbirinin sistem dinamiği alanına özel terimler içermemesine özen gösterilmiştir. Doğru-yanlış ve boşluk doldurma tarzı sorular içeren SDBT, geribildirim, gecikme ve stok-akışları ayırt etme becerileri ile ilgili dört soru ve onların alt sorularından oluşmaktadır (Ek 2). Bu testte alınabilecek en yüksek puan 11,5'tur. Testin iç güvenilirliği için, Cronbach Alpha kat sayısı 0,73 ve paralel SDBTler için Spearman-Brown katsayısı 0,69 olarak hesaplanmıştır.

Dinamik Çevre Senaryoları Testi

Dinamik Çevre Senaryoları Testi (DÇST), çalışma boyunca son test ve gecikmeli son test olmak üzere iki kez uygulanmıştır. Bu testteki soruların hepsi yerel çevre konuları ile ilgilidir ve sistem terminolojisinden bağımsız olarak hazırlanmıştır. Testteki beş soru ve onların alt sorularının hepsi açık uçlu tarzda hazırlanmıştır (Ek 3) ve bu yüzden puanlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı da hesaplanmıştır (ICC = 0,91). Bu testten alınabilecek en yüksek puan 27 puandır. Testin iç güvenilirliği için, Cronbach Alpha kat sayısı 0,74 olarak hesaplanmıştır.

Fen Başarı Testi

Fen Başarı Testi (FBT), çalışma boyunca son test ve gecikmeli son test olmak üzere iki kez uygulanmıştır. Çalışmada sadece bu test araştırmacı tarafından hazırlanmamıştır. Testteki sorular, 7.Sınıf Fen ve Teknoloji Müfredatı'nda ilgili üniteye yer alan öğrenme amaçları dikkate alınarak, iki yedinci sınıf fen test kitabından (Güvender, 2009 ve Oran, 2008) seçilen 20 çoktan seçmeli, kısa cevaplı ve eşleştirme tarzında sorudan oluşmaktadır. Bu testin güvenilirliği için seçilen Kuder-Richardson-20 katsayısı 0,81 olarak hesaplanmıştır.

Uygulanan Öğretim Yöntemleri

Bu araştırmada, Fen ve Teknoloji 7.Sınıf Müfredatı'nda bulunan "İnsan ve Çevre" ünitesi içerik ve öğrenim amaçlarına bağlı kalınarak, iki farklı tasarım uygulanmıştır. Karşılaştırma grubuna uygulanan program tamamen müfredatın önerileri ve ders kitabı (Tunç ve ark., 2011) doğrultusunda işlenmiştir. Deney grubu için

hazırlanan öğretim programında ise, aynı içerik sistem araçları (nedensel döngü şemaları, stok-akış şemaları ve dinamik sistem modelleri) kullanılarak, konu ile ilgili özel tasarlanan etkinliklerle öğretilmiştir. Ünite planında uygulanan etkinliklerin başlıkları ve her etkinlik için ayrılan ders saatleri Tablo 3’te özetlenmiştir. İki öğretim sırasında da soru-cevap yöntemine ve sınıf-içi tartışmalara yer verilmiştir. Sistem temelli öğretim programının farklılığı, öğrencilere sistem elemanları arasındaki ilişkileri ve sistem davranışını ifade etmeleri için yeni gösterim şekillerinin tanıtılması ve bu gösterim şekillerini kullanabilecekleri etkinlikler sunulmasıdır.

Sonuçlar

Uygulama öncesinde (_on), uygulamanın hemen sonrasında (_son) ve uygulamanın altı ay sonrasında (_geç) yapılan tüm testlerin betimleyici istatistik sonuçları, gruplar arasında karşılaştırma yapmak için uygulanan t-test sonuçları ve etki büyüklüğü değerleri Tablo 4’te sunulmuştur.

Test sonuçları grup performansları doğrultusunda incelendiğinde, ön koşul sistem beceri testi ve fen başarı testlerinin ön, son ve gecikmeli testlerde .05 güvenilirlik seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Sistem düşüncesi beceri testi sonuçları incelendiğinde ise, ön testlerde istatistiksel olarak bir fark gözlemlenmez iken ($t(40) = 1.10, p = .276, d = .34$), son testte deney grubunun karşılaştırma grubundan daha iyi bir performans gösterdiği fark edilmiştir ($t(40) = 2.74, p = .009, d = .84$). Ancak, bu farkın gecikmeli sistem düşüncesi beceri testinde korunamadığı tespit edilmiştir ($t(40) = .55, p = .587, d = .17$). Dinamik Çevre Senaryoları Testi sonuçları incelendiğinde ise, hem uygulama sonrasında ($t(40) = 3.04, p = .004, d = .94$) hem de uygulamanın altı ay sonrasında uygulanan gecikmeli testlerde ($t(40) = 2.10, p = .042, d = .64$) deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar bulunmuştur.

Tablo 4’teki istatistiksel sonuçlar doğrultusunda, geliştirilen öğretim programının deney grubundaki öğrencilerin dinamik çevre problemlerini anlamlandırma ve yorumlama uzun vadede de etkili olduğu sonucuna varılabilir. Bu çalışma sonucunda özellikle geribildirim düşüncesi becerilerinin geliştiği ortaya çıkmıştır. Ek 4’te deney ve kontrol grubundan öğrencilerin Dinamik Çevre Testi’nde sorulan 3.Köprü sorusuna (Ek 3) verdikleri cevaplar paylaşılmıştır. Bu cevaplar da, deney grubundaki öğrencilerin sorulan sorudaki değişkenleri bir döngü içerisinde cevapladıkları ve sonrasında bu döngüyü kapatabildikleri tespit edilmiştir. Ancak, kontrol grubundan paylaşılan cevap da ise, başlatılan döngünün bahsi geçen sistemin dışındaki öğeler eklenerek kapatılmadığı gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Gruplara göre uygulanan etkinlikler ve ayrılan süreler

Konu (Deney grubu için ders saati / Kar. Grubu için ders saati)	Deney Grubu	Karşılaştırma Grubu
Üniteye giriş ve ısınma(1/1)	<i>“Kavram İlişkilendirme Yarışması”</i> <i>“Yaşam Alanları Etkinliği”</i> Ekosistemlerin tanımı	<i>“Çevre Etkinliği”</i> <i>“Yaşam Alanları Etkinliği”</i> Ekosistemlerin tanımı
Ekoloji temelli terimlerin öğretilmesi (1/1)	Ekosistem, tür, populasyon, habitat <i>Ekosistem bir sistemdir.</i> Farklı ekosistem örnekleri	Ekosistem, tür, populasyon, habitat Farklı ekosistem örnekleri
Ekosistemler (3/5)	<i>“Popülasyon Etkinliği”</i> <i>“Ormandaki Ağaçlar Etkinliği”</i> <i>“Ekosistem İnceleme Etkinliği ”</i> (nedensel döngü şemalarıyla)	Belgesel izleme <i>“Ekosistem İnceleme Etkinliği”</i>
Besin zincirleri ve besin ağları (2/2)	<i>“Kim Kimi Yer? Etkinliği”</i> (Dengeleyici döngüler ve sistem davranışı vurgusuyla) <i>“İki Yakın Adadaki Farklılar Etkinliği”</i> (nedensel döngü şemalarıyla)	<i>“Kim Kimi Yer? Etkinliği”</i> <i>“Canlılar Arası İlişkiler Etkinliği”</i> <i>“İki Yakın Adadaki Farklılar Etkinliği”</i>
Biyçeşitlilik (2/2)	Biyçeşitlilik ve hayat hakkındaki sunu Belgesel seyretme	Biyçeşitlilik ve hayat hakkındaki sunu Belgesel seyretme
Çevre Sorunları (2+3/3)	Çevre sorunlarına giriş Biyolojik birikim <i>“Dinamik Sistem Modeli Oluşturma Etkinliği”</i>	Çevre sorunlarına giriş Biyolojik birikim

Tablo 4. Çalışmadaki tüm testlerin betimleyici ve çıkarısal istatistiksel sonuçları

	Grup	N	Ort.	Std. Sapma	İstatistiksel Anlam	Etki Büyüklüğü																																																																																																
ÖSBT_ön	Deney	22	2,32	,91	,753	-,01																																																																																																
	Kar.	20	2,33	1,04			ÖSBT_son	Deney	22	3,11	,84	,665	,14	Kar.	20	2,98	1,02	ÖSBT_gec	Deney	22	3,11	,94	,649	,19	Kar.	20	2,93	,98	SDBT_ön	Deney	22	4,84	2,37	,276	,34	Kar.	20	4,00	2,56	SDBT_son	Deney	22	6,84	1,96	,009*	,84	Kar.	20	4,78	2,88	SDBT_gec	Deney	22	5,80	2,14	,587	,17	Kar.	20	5,43	2,24	DÇST	Deney	22	12,48	4,93	,004*	,94	Kar.	20	8,00	4,59	DÇST_gec	Deney	22	10,50	3,28	,042*	,64	Kar.	20	8,08	4,18	FBT	Deney	22	64,86	17,32	,757	,19	Kar.	20	61,25	20,97	FBT_gec	Deney	22	57,41	20,53	,486	,22	Kar.
ÖSBT_son	Deney	22	3,11	,84	,665	,14																																																																																																
	Kar.	20	2,98	1,02			ÖSBT_gec	Deney	22	3,11	,94	,649	,19	Kar.	20	2,93	,98	SDBT_ön	Deney	22	4,84	2,37	,276	,34	Kar.	20	4,00	2,56	SDBT_son	Deney	22	6,84	1,96	,009*	,84	Kar.	20	4,78	2,88	SDBT_gec	Deney	22	5,80	2,14	,587	,17	Kar.	20	5,43	2,24	DÇST	Deney	22	12,48	4,93	,004*	,94	Kar.	20	8,00	4,59	DÇST_gec	Deney	22	10,50	3,28	,042*	,64	Kar.	20	8,08	4,18	FBT	Deney	22	64,86	17,32	,757	,19	Kar.	20	61,25	20,97	FBT_gec	Deney	22	57,41	20,53	,486	,22	Kar.	20	53,10	19,06								
ÖSBT_gec	Deney	22	3,11	,94	,649	,19																																																																																																
	Kar.	20	2,93	,98			SDBT_ön	Deney	22	4,84	2,37	,276	,34	Kar.	20	4,00	2,56	SDBT_son	Deney	22	6,84	1,96	,009*	,84	Kar.	20	4,78	2,88	SDBT_gec	Deney	22	5,80	2,14	,587	,17	Kar.	20	5,43	2,24	DÇST	Deney	22	12,48	4,93	,004*	,94	Kar.	20	8,00	4,59	DÇST_gec	Deney	22	10,50	3,28	,042*	,64	Kar.	20	8,08	4,18	FBT	Deney	22	64,86	17,32	,757	,19	Kar.	20	61,25	20,97	FBT_gec	Deney	22	57,41	20,53	,486	,22	Kar.	20	53,10	19,06																			
SDBT_ön	Deney	22	4,84	2,37	,276	,34																																																																																																
	Kar.	20	4,00	2,56			SDBT_son	Deney	22	6,84	1,96	,009*	,84	Kar.	20	4,78	2,88	SDBT_gec	Deney	22	5,80	2,14	,587	,17	Kar.	20	5,43	2,24	DÇST	Deney	22	12,48	4,93	,004*	,94	Kar.	20	8,00	4,59	DÇST_gec	Deney	22	10,50	3,28	,042*	,64	Kar.	20	8,08	4,18	FBT	Deney	22	64,86	17,32	,757	,19	Kar.	20	61,25	20,97	FBT_gec	Deney	22	57,41	20,53	,486	,22	Kar.	20	53,10	19,06																														
SDBT_son	Deney	22	6,84	1,96	,009*	,84																																																																																																
	Kar.	20	4,78	2,88			SDBT_gec	Deney	22	5,80	2,14	,587	,17	Kar.	20	5,43	2,24	DÇST	Deney	22	12,48	4,93	,004*	,94	Kar.	20	8,00	4,59	DÇST_gec	Deney	22	10,50	3,28	,042*	,64	Kar.	20	8,08	4,18	FBT	Deney	22	64,86	17,32	,757	,19	Kar.	20	61,25	20,97	FBT_gec	Deney	22	57,41	20,53	,486	,22	Kar.	20	53,10	19,06																																									
SDBT_gec	Deney	22	5,80	2,14	,587	,17																																																																																																
	Kar.	20	5,43	2,24			DÇST	Deney	22	12,48	4,93	,004*	,94	Kar.	20	8,00	4,59	DÇST_gec	Deney	22	10,50	3,28	,042*	,64	Kar.	20	8,08	4,18	FBT	Deney	22	64,86	17,32	,757	,19	Kar.	20	61,25	20,97	FBT_gec	Deney	22	57,41	20,53	,486	,22	Kar.	20	53,10	19,06																																																				
DÇST	Deney	22	12,48	4,93	,004*	,94																																																																																																
	Kar.	20	8,00	4,59			DÇST_gec	Deney	22	10,50	3,28	,042*	,64	Kar.	20	8,08	4,18	FBT	Deney	22	64,86	17,32	,757	,19	Kar.	20	61,25	20,97	FBT_gec	Deney	22	57,41	20,53	,486	,22	Kar.	20	53,10	19,06																																																															
DÇST_gec	Deney	22	10,50	3,28	,042*	,64																																																																																																
	Kar.	20	8,08	4,18			FBT	Deney	22	64,86	17,32	,757	,19	Kar.	20	61,25	20,97	FBT_gec	Deney	22	57,41	20,53	,486	,22	Kar.	20	53,10	19,06																																																																										
FBT	Deney	22	64,86	17,32	,757	,19																																																																																																
	Kar.	20	61,25	20,97			FBT_gec	Deney	22	57,41	20,53	,486	,22	Kar.	20	53,10	19,06																																																																																					
FBT_gec	Deney	22	57,41	20,53	,486	,22																																																																																																
	Kar.	20	53,10	19,06																																																																																																		

Tartışma

Bu çalışma, Türkiye’de çevre eğitimi alanında doğrudan sistem dinamiği elemanlarını kullanarak uygulanan ilköğretim seviyesindeki ilk çalışmadır. Sonuçlar incelendiğinde, bir aylık uygulama sonrasında deney grubundaki öğrencilerin sistem düşüncesi becerilerinde gelişme gösterdikleri ve dinamik çevre problemlerinin yapısını daha iyi anlayabildikleri ve bu farkın altı ay sonrasında yapılan gecikmeli testlerde bile deney grubu tarafından korunduğu tespit edilmiştir.

Deney ve karşılaştırma gruplarındaki öğrencilerin sistem becerilerindeki farkın altı ay sonrasında yok olması, araştırmacılar tarafından kontrol edilemeyen birçok diğer faktörden kaynaklanabilir. Uzun yaz tatili, ilgili becerilerin öğretildiği matematik dersleri ve SBS hazırlık kurslarında alınan eğitimler sonucu oluşan “öğrenme kirliliği” (Yıldırım, 2006) gibi nedenlerle iki grubun sistem düşüncesi becerileri arasındaki farkın yok olması muhtemeldir.

Çalışmanın başındaki hipotezlerden biri, iki gruba da aynı çevre içeriği öğretilceği için, “Çevre ve İnsan” ünitesi hakkında hazırlanan testte iki grup arasında anlamlı bir farkın olmamasıdır. Çalışma boyunca iki kez uygulanan FBT sonuçları bu hipotezi doğrulamıştır. Çalışmada ön, son ve gecikmeli test olarak uygulanan ÖSBTlerde de anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu durum ise, bu grupların çalışmanın başında, sürecinde ve sonrasında aynı temel becerilere sahip olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın sınırlılıklarından biri, küçük bir örneklem ile çalışılmasıdır. Elverişlilik esasına göre seçilen örneklem İstanbul’da sosyo-ekonomik durumu düşük olan bir semtteki bir devlet okulundaki tüm yedinci sınıf öğrencilerini kapsamaktadır. Örneklemin, tüm evreni daha iyi temsil etmesi için, çalışmanın farklı semtlerdeki özel ve devlet okullarında tekrarlanması çalışmanın genellenebilirliğini arttıracaktır. Ancak, bu çalışmanın genellenebilmesi için, sistem yaklaşımı ile öğretim yapabilecek öğretmenlerin yetiştirilmesi önem kazanmaktadır.

Çalışmanın diğer bir sınırlılığı da, Dinamik Çevre Sorunları Testi’nin ve Fen Başarı Testleri’nin ön test olarak uygulanmamasıdır. Fakat, başarı seviyelerine göre oluşturulmayan sınıflar içeren aynı devlet okulundaki tüm yedinci sınıflarla yürütülen çalışmada, farklı sınıflardaki öğrencilerin sistem düşüncesi becerilerinin ve fen başarılarının farklı olmayacağı ön kabulüyle yola çıkılmış ve bu varsayım Önkoşul Sistem Beceri Testi, Sistem Düşüncesi Beceri Testi (ön-test) ve Fen Başarı Testi’nde (son-test ve gecikmeli test) gruplar arası istatistiksel olarak manidar bir fark çıkmaması ile doğrulanmıştır. Ancak, aynı çalışmanın tamamen ön-son ve gecikmeli test uygulamaları ile tekrarlanması, araştırmacılara karşılaştırma yapacak daha fazla veri verecek ve sonuçların genellenmesini daha da destekleyecektir.

Sistem yaklaşımının eğitimdeki uygulamaları üzerine daha önce yapılan çalışmalarda, bu türden öğretim programlarının neden-sonuç ilişkisi kurma (Nuhoğlu ve Nuhoğlu, 2007 ve Grotzer ve Basca, 2003), sistem elemanlarını ayırt etme (Assaraf ve Orion, 2005) ve sistem davranışı hakkında tahminlerde bulunma (Evagorou ve ark., 2009) gibi yüksek düzeyde bilişsel beceriler kazandırdığı gösterilmiştir. Ayrıca, Evagorou ve ark.’nın (2009) yaptığı çalışmada, yapılan sistem uygulamalarından sonra dahi katılımcıların geri bildirim düşüncesi becerileri hakkında gelişim gösteremedikleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise, sistem yaklaşımı ile oluşturulan bir eğitim sonrasında öğrencilerin geribildirim düşüncesi ve stok-akış düşüncesi gibi sistem düşüncesi becerilerinin geliştiği tespit edilmiştir. Özellikle, besin ilişkilerinin döngüsel gösteriminin öğrenciler tarafından çok iyi kavrandığı ve ölçeklerdeki farklı sorularda bile bu becerilerini yansıtabildikleri gözlemlenmiştir.

Fen ve Teknoloji Müfredatı’nın asıl amaçlarından biri, “bilim insanların bilgiyi oluştururken, problemler üzerinde çalışırken ve sonuçları ifade ederken kullandıkları beceriler” olarak tanımlanan “bilimsel süreç becerileri”ni öğrencilere kazandırmaktır. Sistem yaklaşımı ile hazırlanmış bu çevre eğitimi programındaki etkinlikler incelendiğinde, etkinliklerin karşılaştırma yapma, tahminlerde bulunma, değişkenleri ayırt etme, hipotez kurma, veri toplama, model kurma, verileri sunma ve sonuçları tartışma gibi bilişsel süreç becerilerini içerdiği görülmektedir. Ancak,

müfredatta ünite ile ilgili öğrenme amaçları incelendiğinde, sadece iki amacın bilimsel süreç becerilerine odaklandığını diğer amaçların ise öğrenilen bilgiyi hatırlamaya yönelik daha düşük düzeydeki düşünme becerilerine odaklı amaçlar olduğu tespit edilmiştir. Bu tespit ise, İlköğretim Fen ve Teknoloji Müfredatı'ndaki tek çevre odaklı ünitenin, diğer fen ünitelerine göre daha indirgemeci bir yaklaşımla sunulduğunun bir göstergesidir.

Şubat 2013'te 1.sınıftan 12.sınıfa kadar olan tüm ders müfredatları yenilenmiştir. Fen ve Teknoloji Müfredatı'ndaki tek çevre odaklı ünitenin ismi aynı kalırken, bu ünite için ayrılmış ders saati 14'ten 10'a düşürülmüş ve öğrenme amaçlarının sayısı da 13'ten dörde düşürülmüştür (TTKB, 2013). Dünyada ve ülkemizde yaşanan çevre problemlerinin sayısı giderek artarken, ilköğretim müfredatında yapılan bu değişiklik çok çelişkilidir. Yapıları gereği karmaşık olan çevre problemlerini azımsadığımız ve çevre eğitimini önemsizleştirdiğimiz sürece, maalesef var olan birçok çevre problemini anlamlandırmakta ve çözmekte zorlanmaya devam edeceğiz ve bu süreçte yeni çevre problemlerini de deneyimlemeye devam edeceğiz.

Kaynaklar

- Assaraf, B. O. ve Orion, N. (2005). Development of systems thinking skills in the context of Earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560.
- Barlas, Y. (2002). *System dynamics: Systemic feedback modeling for policy analysis in knowledge for sustainable development - An insight into the encyclopedia of life support systems*, Paris: UNESCO-Eolss Publishers, ss.1131-1175.
- Barlas, Y. (2005). Dinamik sistem yaklaşımı: Modeller, kurumsal öğrenme ve sorun çözme - I. Endüstri ve Otomasyon Dergisi, 94, 18-21.
- Capra, F. (1998). Ecology, Systems Thinking and Project-Based Learning. "6. Annual Project-Based Learning" Konferansı'nda sunulan bildiri, San Francisco. http://www.coopecology.com/Coop_Ecology/Download_Documents_files/Ecology,%20Systems%20Thinking,%20%26%20Project-Based%20Learning.pdf (Erişim tarihi: Haziran 2012).
- Evagorou, M., Korfiatis, K. ve Nicolaou, C. (2009). An investigation of the potential of interactive simulations for developing system thinking skills in elementary school: A case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, 31(5), 655-674.
- Grotzer, T. A. ve Basca, B. B. (2003). How does grasping the underlying causal structures of ecosystems impact students' understanding? *Journal of Biological Education*, 38(1), 16-29.
- Güvender Yayıncılık. (2009). *7. Sınıf %100 SBS Fen ve Teknoloji Soru Bankası*. İstanbul.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2005). *6.,7, ve 8. Sınıf Fen ve Teknoloji Müfredatı Rehberi*. Ankara: MEB Devlet Kitapları.
- Nuhoğlu, H. ve Nuhoğlu M. (2007). System dynamics approach in science and technology education. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 4(2), 91-108.

- Oran Yayıncılık. (2008). *7. Sınıf SBS Fen ve Teknoloji Soru Bankası*. İzmir.
- Riess, W. ve Mischo, C. (2010). Promoting systems thinking through biology lessons. *International Journal of Science Education*, 32(6), 705-725.
- Sterman, J. D. ve Sweeney, L. B. (2002). Cloudy skies: assessing public understanding of global warming. *System Dynamics Review*, 18(2), 207- 240.
- Sweeney, L. B. ve Sterman, J. D.,(2000). Bathtub dynamics: initial results of a systems thinking inventory. *System Dynamics Review*, 16(4), 249-286.
- Saysel, A. K. ve Barlas, Y. (2002). *GAP ve Tarımsal Sürdürülebilir Kalkınma: Dinamik Sistem Modellemesi Yaklaşımı*. GAP 4. Mühendislik Kongresi'nde sunulan bildiri, Şanlıurfa.
- Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB) Öğretmen Portalı-
<http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretim-programlari-ve-kurul-kararlari/icerik/150> (Erişim tarihi: Mart, 2013)
- Tunç, T., Bağcı, N., Yörük, N., Gürsoy Köroğlu, N., Çeltikli Altunoğlu, Ü., Başdağ, G., Keleş, Ö., İpek, İ. ve Bakar, E. (2011). *Fen ve Teknoloji 7.Sınıf Ders Kitabı*. Ankara: MEB Devlet Kitapları.
- Yıldırım, G. (2006). *Multicultural applications of mastery learning : our thoughts our deeds and our hopes for education*. İstanbul: Bogazici Üniversitesi Basımevi.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 5729D kodlu doktora projesi kapsamında Boğaziçi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.

A Critical Approach To Seventh Grade Science Unit Human And Environment: Teaching Dynamic And Complex Environmental Problems

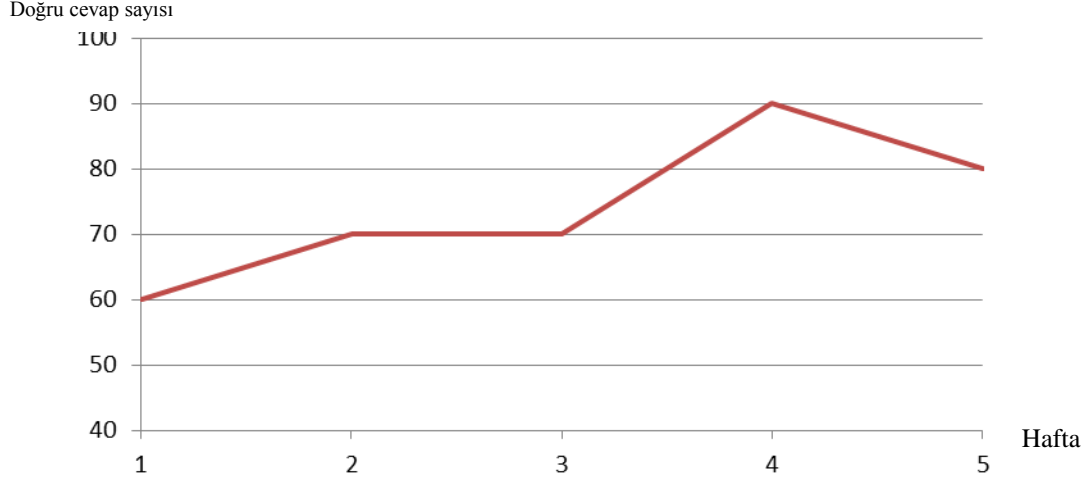
Abstract

This study provides an alternative to fact-based and reductionist environmental content of the 7th Grade Science and Technology Curriculum. It aims to acquire the students with higher level cognitive skills and to help them develop better insights about dynamic and complex environmental problems. An alternative perspective for the unique environmental unit "Human and Environment" was developed and the effect of the systems-based applications were tested with originally developed instruments. In this quasi-experimental study, 20 students were placed in the comparison group and 22 students were placed in the experimental group. The standard curriculum was applied to the comparison group, while the experimental group were treated with the same environmental content with causal loop diagrams, stock-flow diagrams, and dynamic models. It was found that the experimental group improved their systems thinking skills more and they were better at conceptualizing dynamic environmental problems. No statistical differences were found on science achievement tests and pre-requisite skills tests. The difference between the groups on systems thinking skills was diminished after six months, however the difference between conceptualizing dynamic environmental problems still existed on the delayed post tests.

Keywords: Systems thinking skills, environmental education, systems approach

Ek 1. Önkoşul Sistem Beceri Testi grafik yorumlama sorusu

Aşağıdaki grafikte, Kerem'in her hafta girdiği deneme sınavlarında verdiği doğru cevap sayısı gösterilmektedir.



Grafığe göre, aşağıdaki ifadeler için “Doğru”, “Yanlış” veya “Fikrim Yok” seçeneklerini işaretleyiniz.

- Kerem'in başarısı her hafta daha da artmıştır.
Doğru Yanlış Fikrim Yok
2. ve 3. haftalarda Kerem'in verdiği doğru cevap sayısında bir değişim olmamıştır.
Doğru Yanlış Fikrim Yok
- Doğru sayısındaki en fazla değişim 4. haftadaki sınavda olmuştur.
Doğru Yanlış Fikrim Yok

Ek 2. Sistem Düşüncesi Beceri Testi stok-akış düşüncesi sorusu

Miray, yılın ilk üç ayında arkadaşlarından borç almıştır. Arkadaşlarından aldığı ve arkadaşlarına ödediği borç miktarları şöyledir:

- ✓ Ocak ayında Yaman'dan 40 TL alıp, Emine'ye 30 TL ödemiştir.
- ✓ Şubat ayında Emine'den 10 TL, Yaman'a 20 TL ödemiştir.
- ✓ Mart ayında ise Yaman'dan 20 TL alıp, Emine'ye hiç ödeme yapmamıştır.

Miray'a borç hesaplamalarında yardım etmek için, aşağıdaki tabloda, her soru için size uygun gelen kutucuğa "X" işareti koyunuz.

	Doğru	Yanlış	Bilmiyorum
a. Ocak ayında, Miray'ın toplam borcunda bir azalma olmuştur.			
b. Miray'ın Şubat ayındaki borcu, Ocak ayındakinden daha fazladır.			
c. Üç ayın sonunda, Miray'ın toplam borcunda bir azalma gözlemlenmiştir.			

Ek 3. Dinamik Çevre Sorunları Testi geribildirim düşüncesi sorusu

İstanbul'a üçüncü bir köprü kurulması farklı uzmanlar tarafından tartışılan bir konudur.

- a) Bazı bilim insanları **"Her köprü kendi trafiğini yaratır."** görüşünü savunmaktadır. Sizce bu görüş ne anlama gelmektedir? Açıklayınız. (Not: Açıklamanızı yaparken, köprü çevresinde kurulacak yeni yerleşim yerlerinden ve insanların arabaları ile trafiğe çıkma eğilimlerinden de bahsedebilirsiniz.)
- b) Siz belediye başkanı olsaydınız, trafik sorununu çözebilmek için, üçüncü bir köprü inşa etmek dışında nasıl çözüm önerilerinde bulunurdunuz? İki önerinizi ve gerekçelerinizi lütfen paylaşınız.

Ek 4. Dinamik Çevre Sorunları Testi geribildirim düşüncesi sorusuna verilen öğrenci cevapları

“O zaman, mesela bir köprü yapıldı. O köprü mesela, orda hiç ev olmayacak diye bir şey yok. Çünkü mesela kötü yerler olur. Böyle, bazı büyük iş adamları alır orayı. Yeni evler yapar. Oradaki olmayan yerleri de, kötü ya da yahut böyle çok güzel bir yerler yapılır. O da kalabalığa, yani nüfus sayısının artışına, oradaki nüfus sayısının artışına etki eder. O da ona etki ettiği için, yani herkesin de arabası var zaten genellikle şu an da ülkemizde. Yani trafiğe neden olabilir.” (Deney grubundan)

“Yeni köprü yapıldı. Şimdi mesela herkes oraya gidecek. Çünkü orada kısa yol olduğunu düşünecek. Herkes oraya gidecek bütün arabalarıyla. Bence o daha çok trafiği yaratacak.” (Deney grubundan)

“Çünkü köprü yapıldığı zaman, bütün arabalar oraya gidecek. Şimdi orada da bir trafik olacak. İşte.....bazı insanlar ağaçları falan kesmelerini istemiyor. İşte engel olacaklar.” (Karşılaştırma grubundan)