

Eğitimde Sistem Düşüncesi Türkiye K-4 Deneyimi¹

Sistem Düşüncesi Derneği

Bu yazı, *Developing Students' STEM Problem Solving Skills: Promoting Adaptive and Innovative Ways of Thinking (Öğrencilerin STEM Problem Çözme Becerilerinin Geliştirilmesi: Uyarlanabilir ve Yenilikçi Düşünme Biçimlerinin Desteklenmesi)* adlı kitabın, ESD ile ilgili Türkiye deneyimlerinin paylaşıldığı "Okul Öncesi ve İlkokulda Sistem Düşüncesi" adlı bölüm için yapılan hazırlık çalışmasına dayanıyor. Çalışma, okul öncesi ve ilkokul öğretmenlerine sormaca yapılarak ve sonrasında uygulama deneyimleri alınarak hazırlanmış, dernek üyelerinden alınan geri bildirimlerle güncellenmiştir (Daha sonra, bu çalışma sonuçlarına dayanan ayrı bir metin, İngilizce olarak hazırlanmış, kitap editörüne gönderilmiş ve gelen geri bildirimlerle güncellenerek yayıma hazır hale getirilmiştir).

Birinci Bölüm: Giriş

Sistem Düşüncesi neden gerekli?

dünyayının nasıl çalıştığını anlamak için

Dünya doğrusal olmayan mekanizmalarla çalışan dinamik bir sistem. Bir ağacın büyümesi bir süre sonra yavaşlıyor. Ağacın tohumlarından her yıl aynı sayıda fidan yeşermiyor, bir ormandaki ağaç sayısı yer varsa hızla, yer azaldıkça yavaşlayarak artıyor ve sonunda artış duruyor. Birbirlerinin besinleri olmaları nedeni ile, orman içindeki canlıların sayıları zaman boyunca azalıyor, artıyor, dalgalanıyor. Üstel büyüme, logaritmik büyüme, salınım (osilasyon) gibi doğrusal olmayan dinamik davranış örüntüleri dünyanın, kural dışı değil, normal davranışı. Doğrusal davranış çok daha az, kısa geçiş dönemlerinde görülen bir durum. Ama tabii "kısa" sözü göreceli. Dünya söz konusu olduğunda çok kısa bir zaman, bizim için yüz yıllar hatta bin yıllar olabiliyor.

Dünyanın doğrusal olmayan, karmaşıklık üreten bu davranış örüntüleri gecikmelerden ve geri beslemelerden² kaynaklanıyor (Schoenenberger ve diğerleri, 2021). Ağacın büyüme hızı ağacın büyüklüğünden etkileniyor. Ormandaki ağaç sayısının artışı, ormandaki ağaç sayısından etkileniyor. Orman içindeki avcı hayvan

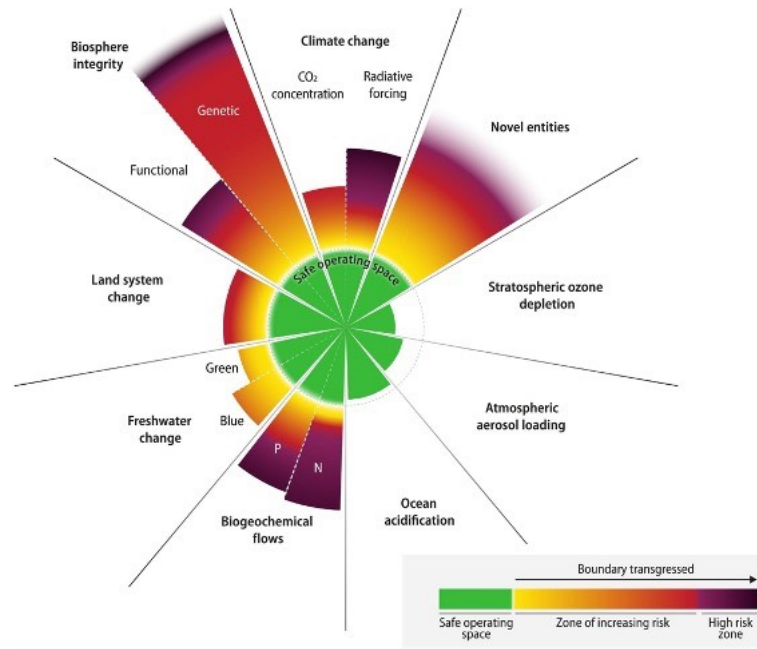
¹ Eğitimde Sistem Düşüncesi Haber Bülteni 42. sayısında (Aralık 2023) yayımlanmıştır.

² *Gecikme*: Sistemin öğelerinin yapıları gereği hemen yanıt verememeleri, etkiden bir süre sonra tepki vermeleri, değişim göstermeleri durumu. *Geri Besleme*: Sonucun nedenin nedeni haline gelmesi. Nüfus-doğum ilişkisi gibi: Doğumlarla nüfus artar, nüfus arttıkça doğumlar artar. Kandaki şeker-insülin ilişkisi gibi: Şeker artınca insülin artar, insülin artınca şeker azalır (SDD, 2022).

sayısı av sayısından, av sayısı da avcı sayısından etkileniyor. Bu karşılıklı ilişkiler sonucunda da orman sistemi iç kaynaklı davranışlarla büyüyüp geliyor, dinamik bir denge içinde, sürdürülebilir bir ekosistem oluşabiliyor.

Bu mekanizmaların çalışma sınırları içinde kalındığı sürece nasıl çalıştıklarını bilmemizin, merakımızı tatmin dışında, pek bir önemi yok. Ancak 2023 Eylül’ünde yayımlanan bir çalışmada (Richardson ve diğerleri, 2023) dünyanın çalışma sınırlarının dışına çıkmaya başladığımız ile ilgili çok açık göstergeler var.

Şekil 1. Gezegenin dokuz eşiğinin bugünkü durumunu gösteren kontrol değişkenleri (Richardson ve diğerleri, 2023)



İnsan türü düşünme becerisini diğer hiçbir türün yapamadığı kadar fazla geliştirerek, diğer hiçbir türün yaratamadığı bir uygarlık yarattı. Bugün dünyadaki nükleer silahlar bir düğmeye basıldığında tüm insanlığı yok edecek gücün çok çok üzerinde³ (Diğer türler daha düğmenin anlamını bile bilmiyor). Bu büyük farklılaşma sonunda dünyanın çalışma mekanizmalarına zarar verecek kadar etkili duruma geldik. Dünyadaki toplam tarım alanı 4,8 milyar hektar ile küresel kara alanının üçte biri kadar (FAO, 2023). Dünyadaki insanların kütle toplamı (0,06 Gt), dünyadaki yabani memelilerin ve kuşların kütle toplamının (0,009 Gt) 6 katından fazla; dünyadaki çiftlik hayvanlarının kütle toplamı (0,1 Gt) ise dünyadaki insanların kütle toplamının neredeyse iki katı olarak hesaplanıyor (Bar-On ve diğerleri, 2018). Diğer bir deyişle, dünyada vahşi memeli ve kuşların 10 katından fazla çiftlik hayvanı var. Bütün gücümüzle iklimi değiştirmeye çalışıyoruz: Milyonlarca yıl önce toprağın altına girerek değişim geçirmiş olan organik maddeleri ürün veya üretim için kullanarak atmosfere salıyoruz. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli’nin son raporuna

³ Dünyada yaklaşık 13,000 nükleer başlık olduğu öngörülmüyor (Kristensen & Korda, 2023). Dünyada Hiroşima’ya atılan bombadan 3,000 kat daha güçlü 13,000 nükleer başlıklı bomba bulunuyor.

(IPCC, 2023) göre küresel yüzey sıcaklığı, 1850-1900 yıllarına göre, insan kaynaklı sera gazları nedeni ile yaklaşık 1,1°C artmış.

Tür olarak varoluşsal bir sorunla karşı karşıyayız (Huggel ve diğerleri, 2022).

Bir sorunu çözmek için o sorunu üreten, o sorunun içinden çıktığı sistemin nasıl çalıştığını bilmek gerekiyor. Sistemin nasıl çalıştığını bilmeden sistemin ürettiği sorunlara kalıcı çözümler getiremeyiz. Bu durum dünya sistemi için de geçerli: Doğrusal olmayan bir yapının ürettiği bir sorunu doğrusal bir yaklaşımla çözmek olanaklı değil. Bu nedenle, dünyanın nasıl çalıştığını anlamak için sistem bakış açısı, diğer bir deyişle sistem düşüncesi yaklaşımı gerekiyor.

Sistem Dinamikleri neden gerekli?

sistem düşüncesini somutlayabilmek için

“Sistem” ve “sistem düşüncesi” kavramları, gerek kavram olmaları nedeni ile, gerekse içerikleri gereği çok soyutlar. Yapılan araştırmalar, insanlarda üst düzey düşünme becerilerinin farklı hızlarda geliştiği ve neredeyse üçte birinde hiç gelişmediğini gösteriyor (Gunawan ve diğerleri, 2019; Rohaeti ve diğerleri, 2019). “Sistem” ve “sistem düşüncesi” kavramlarının soyut olması, eğitimde bu kavramları içeren uygulamaların geliştirilmesini ve uygulanmasını zorlaştırıyor⁴. Sistem düşüncesinin; kolay anlaşılır, kolay uygulanır, yaş düzeyine göre ölçeklenebilir araçlara gereksinimi var.

Sistem dinamikleri araçları bu koşulları karşılıyor. Sistem dinamiklerinin, okul öncesinden liseye, eğitimin her düzeyinde kullanılabilecek; kolay anlaşılır, kolay uygulanır, yaş düzeyine göre ölçeklenebilir araçları var: Zaman Boyunca Davranış Grafiği, Stok-Akış Diyagramı ve Nedensel Döngü Diyagramı.

Zaman Boyunca Davranış Grafiği

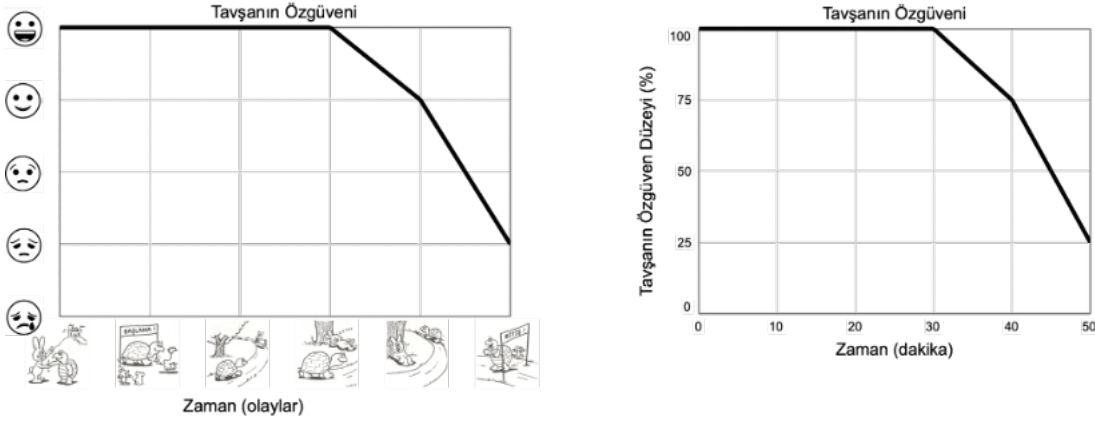
zamanda büyük resim

Zaman Boyunca Davranış Grafiği, yatay eksen zaman olan bir çizgi grafikdir. Dikey eksen, nüfus gibi ölçülebilen, sayılabilen bir değişken olabileceği gibi, öfke gibi soyut bir kavram da olabilir. Her iki eksen de sayılarla veya şekillerle tanımlanabilirler: Yatay eksen zamanın bir öyküde geçen olayların görsellerinin kullanarak, dikey eksen bir duygu durumunun gülen yüz, ağlayan yüz simgeleri ile gösterilmesi gibi.

Şekil 2’de “Tavşan ve Kaplumbağa öyküsünün okul öncesi ve ilkokul düzeylerinden kullanılabilecek Zaman Boyunca Davranış örnekleri verilmiştir.

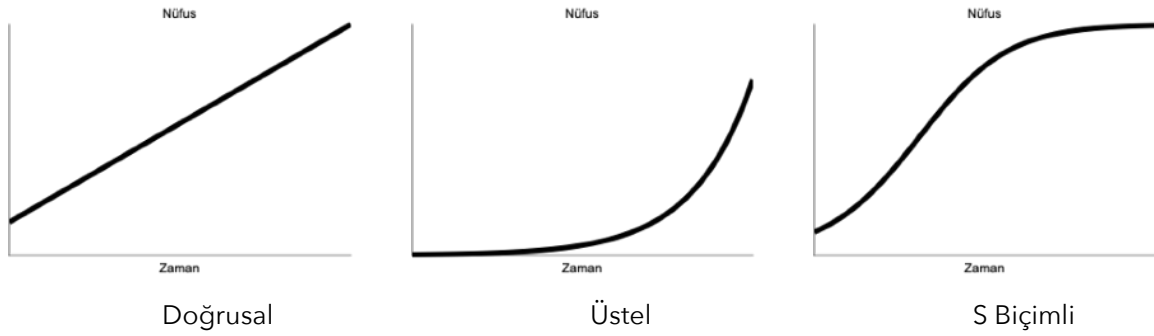
⁴ Gereken soyutlama düzeyi arttıkça konunun zorlaştığı konusunda PISA araştırma bulguları örnek verilebilir: PISA Yeterlik düzeyleri somut, gündelik bilgi kullanımından soyut kavramların kullanımına doğru sıralanmış yedi düzeyden oluşur ve bu soruların yanıtlanma oranları soyutluk düzeyleri (4,5 ve 6. düzeyler) arttıkça düştüğü raporlanmıştır (OECD, 2019).

Şekil 2. Zaman Boyunca Davranış Grafiği (solda okul öncesi, sağda ilkökul)



Yukarıdaki örneğe benzer grafikler ile başlanan çalışmalar zamanla, öğretim programına uygun matematiksel denklemlerin grafiklerine dönüşebilirler (bkz. Şekil 3). Önceden bu çalışmaların yapılması sonraki yıllarda yapılacak çalışmaların anlamlandırılması ve içselleştirilmesini kolaylaştırabilir (Opfer ve diğerleri, 2018).

Şekil 3. Zaman Boyunca Davranış Grafikleri



Stok-Akış Diyagramı

değişimin dili

Stok-Akış Diyagramı, sistem dinamiklerinin temel kavramları olan stokların ve akışların görsel aracıdır. Meadows (2008) stok ve akış kavramlarını şöyle tanımlıyor:

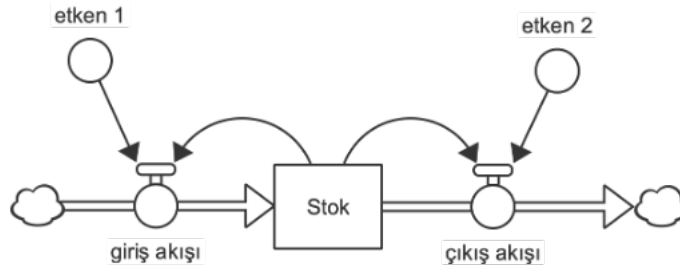
“Stok tüm sistemlerin temelidir. Stoklar; herhangi bir zamanda görebileceğiniz, hissedebileceğiniz, sayabileceğiniz veya ölçebileceğiniz sistem öğeleridir. Bir sistem stoku, tam da kulağa geldiği gibidir; bir depo, bir miktar, zaman boyunca birikmiş madde veya bilgi. Küvetteki su, nüfus, kitapçıdaki kitaplar, ağaçtaki odun, bankadaki para, öz güveniniz de stok olabilir. Stokun fiziksel bir nesne olması gerekmez. Başkalarına karşı beslediğiniz iyi niyet rezerviniz veya dünyanın daha iyi bir yer olabileceğine dair beslediğiniz umut miktarı da birer stoktur aslında.

Stoklar bir akışın etkisiyle zaman boyunca değişir. Akışlar [örneğin]; doldurma ve boşaltma, doğumlar ve ölümler, alımlar ve satışlar, büyüme ve çürüme, para yatırma

ve para çekme, başarı ve başarısızlıklardır. Öyleyse, bir stok, sistem içinde değişen akışların geçmişinin, o andaki belleğidir.” (Meadows, 2008, s. 17)

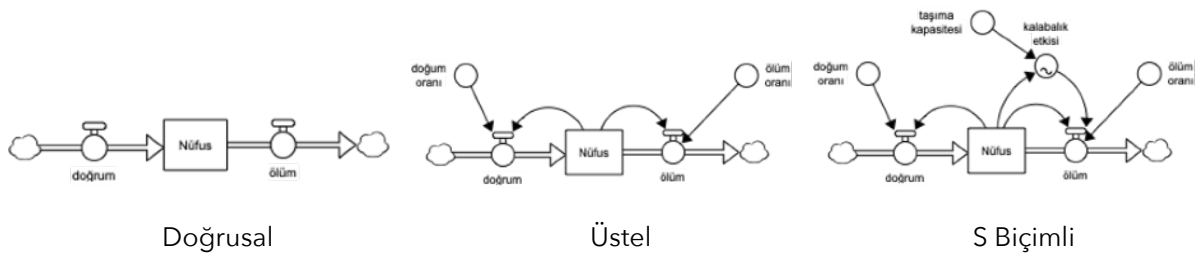
Stoklar yalnızca akışlar tarafından değişebilir. Akışları ise stoklar veya etkenler belirler. Akışı belirleyen stok, akışın bağlı olduğu stok veya başka bir stok olabilir. Akışları stok veya akıştan bağımsız etkenler de belirleyebilir (Şekil 4). Akış ile akışı belirleyen stok arasında da etken veya etkenler olabilir (Şekil 4’de gösterilmemiştir).

Şekil 4. Stok-Akış Diyagramı



Stoklar akışlarla ilişkilerine göre farklı biçimde değişebilir, bunun sonucu olarak da farklı davranabilirler. Şekil 5’de, nüfus stokunun, Şekil 3’deki davranışları üreten üç ayrı ilişkisi görülüyor. “Doğrusal” başlıklı diyagramda akışlar (doğum ve ölüm) nüfus stokundan etkilenmiyor. Doğum akışı, ölüm akışında fazla ve nüfus stoku doğrusal artma davranışı gösteriyor. “Üstel” başlıklı diyagramda akışlar stoktan etkileniyor, doğum ve ölüm akışları (birim zamanda doğan ve ölen sayısı) nüfus arttıkça artıyor, azaldıkça azalıyor. Burada da doğum oranının ölüm oranından yüksek olması üstel büyüme davranışını üretiyor. “S-Biçimli” başlıklı diyagram biraz daha gerçekçi, büyümeye sınır getiriyor. Nüfus arttıkça ölüm oranını arttıran bir kalabalıklaşma etkisi var. Nüfus, taşıma kapasitesine ulaştığında ölüm oranları doğum oranlarına eşit olacak kadar artmış oluyor. Giriş akışı çıkış akışına eşit olduğunda ise dinamik denge durumu oluşuyor. Yani akışlar olmasına karşın, birim zamanda giren miktar kadar çıkan miktar olması nedeni ile nüfus değişmiyor.

Şekil 5. Stok-Akış Diyagramları



Nedensel Döngü Diyagramı

sonucun neden olması

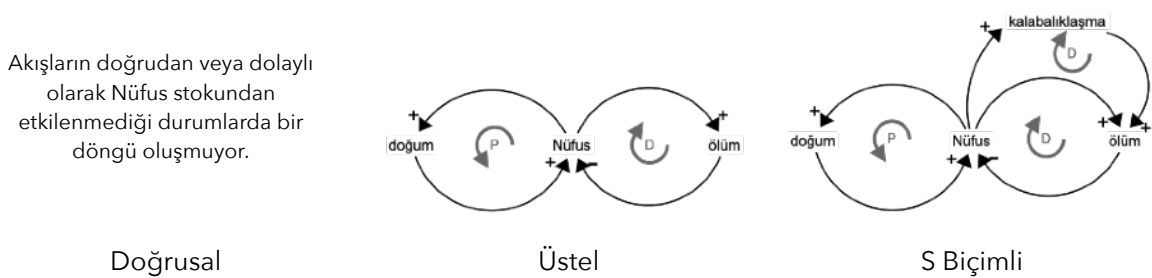
Nedensel Döngü Diyagramı, Stok-Akış Diyagramında bulunan döngüleri gösteren bir özettir.

“Bir stoktaki değişiklikler, aynı stokun giriş veya çıkış akışlarını etkilediği zaman, bir geri besleme döngüsü oluşur. ... Bir geri besleme döngüsü; bir stoktan çıkan nedensel bağlantıların, stok düzeyine bağlı kararlar veya kurallar veya fizik yasaları yoluyla, geri dönerek akış üzerinden stoku yeniden değiştirmesini sağlayan kapalı bir zincirdir.” (Meadows, 2008, s.24)

“Nedensel Döngü Diyagramı, değişkenler arasındaki nedensel etkileri gösteren oklarla birbirine bağlanan değişkenlerden oluşur. ... Değişkenler, oklarla gösterilen nedensel bağlantılarla ilişkilendirilir. Her nedensel bağlantıya, bağımsız değişken değiştiğinde bağımlı değişkenin nasıl değiştiğini belirtmek için pozitif (+) veya negatif (-) bir yön atanmıştır. Önemli döngüler, döngünün pozitif (güçlendirici) veya negatif (dengeleyici) bir geri bildirim olup olmadığını gösteren bir döngü tanımlayıcısı ile vurgulanmaktadır.”⁵ (Sterman, 2000, p. 138)

Şekil 6’da, Şekil 5’de bulunan stok-akış diyagramlarının döngülerini gösteren nedensel döngü diyagramları görülmektedir. Nedensel döngü diyagramlarında, stok-akış diyagramlarındaki öge çeşitliliği olmadığı, yalnızca döngülere odaklandığı ve kavram haritasını çağrıştırdığı için nu diyagramların anlaşılması çok daha kolaydır. Ancak bu kolaylık bir sakınca da içermektedir: Nedensel döngü diyagramlarının oluşturulması aynı kolaylıkta değildir. Yazarın Türkiye’de farklı eğitim bağlamlarında gerçekleşen deneyimlerine göre; özellikle ilk uygulamalarda, önce stok-akış diyagramının oluşturulması, bu konuda yeterince yetkinlik geliştirdikten sonra, stok-akış diyagramından yararlanarak, nedensel döngü diyagramının oluşturulması, olası pek çok hatayı önlemektedir.

Şekil 6. Nedensel Döngü Diyagramları



Birden Çok Stok İçeren Modeller

karmaşıklığı anlamak

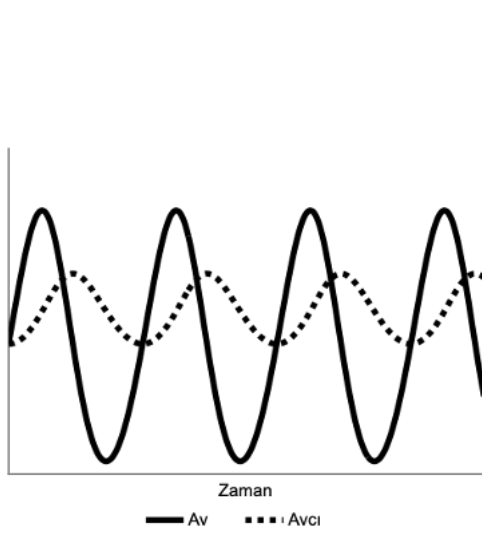
Stoklar birbirlerinin akışlarına doğrudan veya dolaylı olarak etki ederek daha büyük sistemler oluşturabilirler. Şekil 7’de, önceki tablolarda sunulmuş olan nüfus modeli av-avcı ilişkisini gösterecek biçimde zenginleştirilmiştir. Bu model, bir nüfus stoku daha eklenerek, etobur-otobur-ot olarak basit bir ekosisteme dönüştürülebilir. Her

⁵ Nedensel döngü diyagramında pozitif (güçlendirici) döngüler pekiştirici sözcüğünün ilk harfi olan “P”, negatif (dengeleyici) döngüler dengeleyici sözcüğünün ilk harf olan “D” ile tanımlanmaktadır.

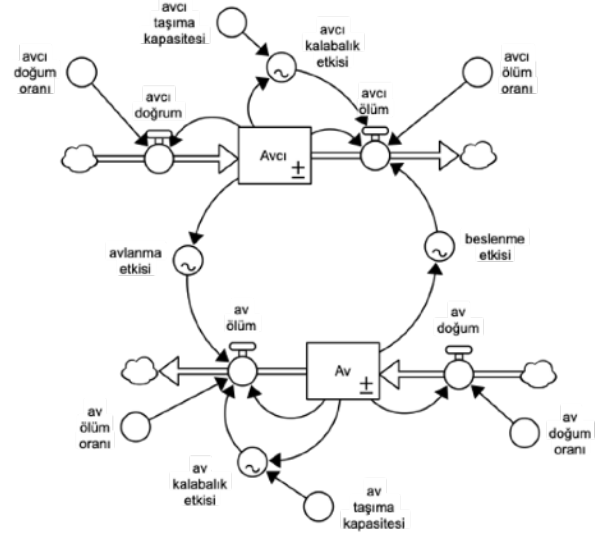
grup (etobur, otobur, ot) birden çok türe ayrılarak (iki etobur, dört otobur, sekiz ot türü gibi) daha karmaşık bir ekosistem oluşturulabilir.

Böylece, aynı araç (stok-akış diyagramı) kullanılarak, çok benzer ilişkilerin eklenmesi ile sistemler basitten karmaşığa doğru kolaylıkla ölçeklenebilir. Okul öncesi ve ilkokul düzeyinde stok ve akış kavramları ile tanışan öğrenciler ortaokul ile birlikte daha karmaşık sistemler üzerinde çalışmaya başlayabilirler.

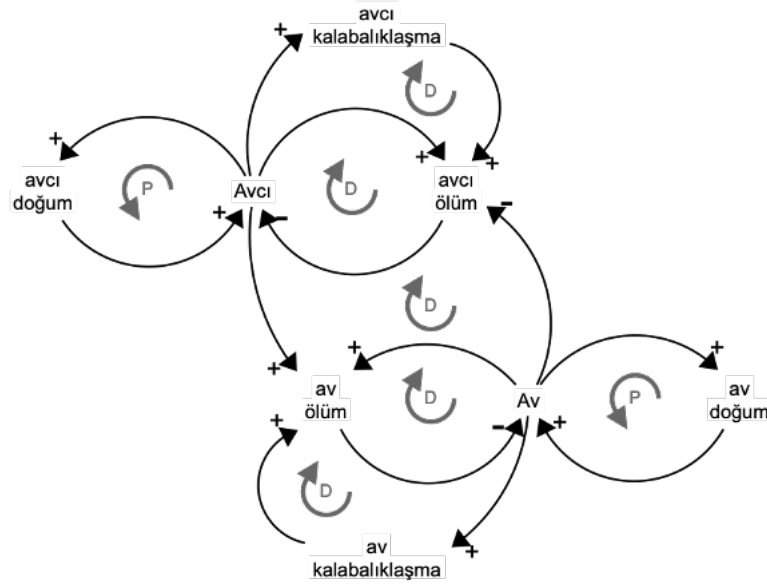
Şekil 6. Av-Avcı Modeli



Zaman Boyunca Davranış Grafiği



Stok-Akış Diyagramı



Nedensel Döngü Diyagramı

Sistem Düşüncesi neden erken yaşlarda başlamalı?

kavram yanılgılarını daha oluşmadan önlemek için

Çocukların çok küçük yaştan başlayarak akıl yürütme yapabildikleri (Ferry ve diğerleri, 2015), üst düzey nedensel ilişki kurabildikleri (Walker ve Gopnik, 2014), tümevarım yapabildikleri (Walker ve diğerleri, 2014) bilinmektedir. Ancak bu becerilerin kullanımının, günlük yaşam deneyimleri ile sınırlı kalması durumunda "kavram yanılgılarına" yol açabildiği, standart testlere doğru yanıt vermelerine karşın daha derin irdelendiğinde, öğrencilerin bilimsel düşünemedikleri bulunmuştur (Lambert, 2012). Bununla birlikte, erken yaşlardan başlayan ve üst düzey düşünme becerilerine yönelik kapsamlı eğitimlerin verilmesi durumunda, öğrencilerin bir problemle karşılaştıklarında doğru çözümü anımsamaya çalışmak yerine bilimsel yaklaşımı kullandıkları da görülmüştür (Vygotsky, 1934/2012).

Sistem düşüncesi, tanımı gereği bilimsel yaklaşımı kullanır (Richmond, 2010). Kolay anlaşılır, kolay uygulanır, yaş düzeyine göre ölçeklenebilir araçların kullanılması ile sistem düşüncesi, kavram yanılgılarını azaltabilir, hatta daha ortaya çıkmadan engelleyebilir. Böylece, sistem düşüncesi bir yandan bilimsel düşünmeyi desteklerken diğer yandan bu yanılgıları ortadan kaldırmaya yönelik kavramsal değişim gerekliliğinin azalması ile, öğretim verimliliğinin artmasını da sağlayabilir.

Sistem düşüncesinin öğrenilmesi bir dilin öğrenilmesine oldukça benzer. Bir dilin öğrenilmesi, basitten karmaşığa öğretim ilkesi gereği, önce sözcüklerin öğrenilmesi ile başlar. Daha sonra, sözcükler arasında ilişkiler kurularak cümleler ortaya çıkar. Cümleler arası ilişkiler paragrafların, paragraflar arası ilişkiler de bir metnin ortaya çıkmasını sağlar. Sistem dinamikleri araçlarını kullanan bir sistem düşüncesi eğitimi de benzer biçimde kurgulanabilir: Okul öncesi ve ilkökul döneminde sistem düşüncesi araçları basitten karmaşığa, önce zaman boyunca davranış grafikleri, sonra stok-akış diyagramları kullanılarak uygulamalar yapılır. Burada amaç, sistem yaklaşımından çok, sistem araçlarının kullanılmasının öğrenilmesi olmalıdır. Sistem öğelerinin en temel çalışma mekanizmalarının öğrenilmesi, bir dilin gramerinin öğrenilmesine benzetilebilir: öğrencinin düşüncelerini (zihinsel modelini) bu dilin kullanarak ifade etmesi için alt yapı oluşturur. Sistem araçlarının kullanımının öğrenilmesi öğrencileri, sonraki yıllarda karşılaçacakları ve ancak çok stoklu, nedensel döngüler içeren sayısal modeller ile anlaşılabilir ve sürdürülebilir çözümler üretilebilecek karmaşık dünya sorunlarına hazırlar.

Türkiye’de Sistem Dinamikleri Araçları ile Sistem Düşüncesi

bütünüyle gönüllü bir girişim

Türkiye’de eğitimde sistem yaklaşımı ile ilgili ilk etkinlik 1997 yılında Prof. Dr. Yaman Barlas yürütücülüğünde “Systems Approach to Learning and Education into the 21st Century (21.yy’da Öğrenme ve Eğitime Sistem Yaklaşımı)” teması ile düzenlenen 15. Sistem Dinamikleri Konferansı ile gerçekleşti. Yaklaşık on yıl sonra, 2008 yılında Hasret Nuhoğlu ve 2013 yılında Zerrin Doğança tarafından yapılan doktora çalışmaları ile bilimsel çalışmalar başladı. 2014 yılında, İzmir Makine

Mühendisleri Odası Endüstri Mühendisliği Sistem Dinamikleri çalışma Grubu kolaylaştırıcılığında, Waters Center for Systems Thinking (o zamanki adıyla, Waters Foundation) tarafından düzenlenen bir çalıştay ile Eğitimde Sistem Düşüncesi çalışmaları başladı. 2016 yılında Sistem Düşüncesi Derneği kuruldu (SDD, 2023a).

Derneğin öncelikli çalışma konusu, sistem düşüncesinin Türkiye'de K-12 eğitime yayılımını sağlamak. Yapısal bir değişim hedefleyen ve toplumsal bir yenilik olmayı amaçlayan çalışma, üç aşamadan oluşuyor (SDD, 2023a):

- kısa erimde, okullarda sistem düşüncesi uygulamalarının ilk örneklerinin oluşturulması,
- orta erimde, üniversite işbirlikleri ile sistem düşüncesinin eğitimde sürdürülebilirliğinin sağlanması,
- ve uzun erimde, Milli Eğitim Bakanlığı kanalı ile sistem düşüncesinin Türkiye eğitim sisteminde yaygınlaştırılması

Diğer bir deyişle temel strateji; uygulama yapan okullarda oluşan deneyimleri, üniversiteler kanalı ile bilimsel çalışmalara dönüştürerek sistem düşüncesinin ulusal öğretim programlarına temel beceri olarak girmesini sağlamaktır. Böylece, insanlık olarak yarattığımız karmaşık sorunlara sürdürülebilir çözümler bulabilen ve bu çözümleri uygulayabilen kuşakların yetişmesi amaçlanmaktadır.

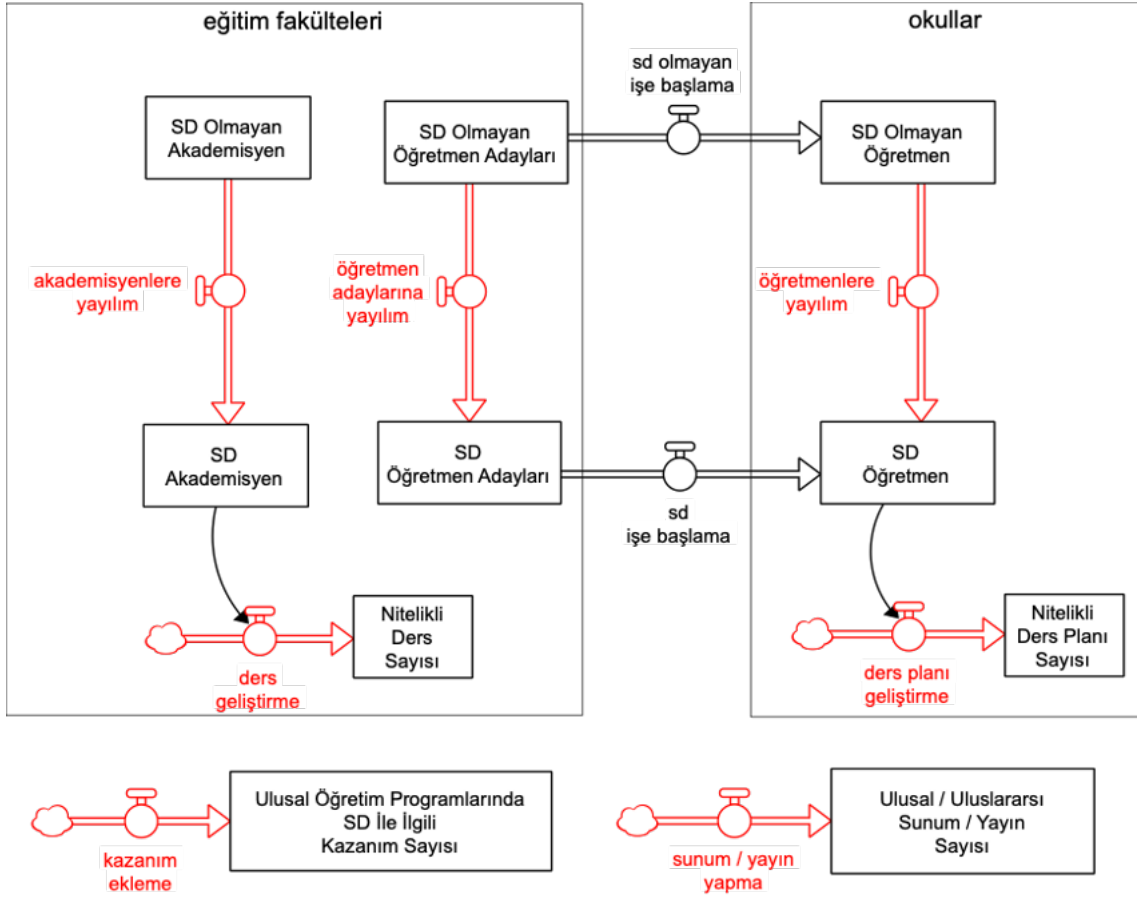
Sistem düşüncesinin, öğrenme eğrisinin eğimi çok az (Richmond, 1997), diğer bir deyişle çok fazla emek karşılığında çok az beceri artışı olabiliyor. Konunun doğasında var olan bu zorluğu arttırmamak için derneğin kolay ulaşılabilir olması gerekiyor. Bu nedenle, derneğin tüm çalışmaları ücretsiz ve herkese açık olarak yapılıyor. Ancak dernek üyeliği için sistem düşüncesi konusunda eğitim almış olmak ve en az bir yıldır sistem düşüncesi konusunda çalışma yapıyor olmak gerekiyor. Derneğin toplam 70 üyesinin 44'ü (%63'ü) öğretmen veya eğitim fakültelerinde akademisyen.

Dernek aşağıdaki konularda çalışmalar yapıyor :

- Öğretmenlere ve öğretmen adaylarına eğitim vermek
- Okullara uygulama danışmanlık desteği sağlamak
- Deneyim paylaşım sempozyumu düzenlemek
- Sınıf uygulamaları için kaynak (etkinlik, ders planı) geliştirmek
- Eğitim fakülteleri için kaynak (ders planı, kitap, proje) geliştirmek
- Eğitim fakültelerinde araştırmaları (yüksek lisans, doktora v.b.) desteklemek
- Çalışmaların görünürlüğünü (ulusal ve uluslararası etkinlikler) sağlamak
- Diğer çalışmalar (sistem Düşüncesi prensiplerini temel alan çocuk kitapları, kitap, kitap bölümü ve video çevirileri)

Derneğin yapmakta olduğu çalışmaların hedeflediği temel akışlar⁶ Şekil 8’de kırmızı renkli olarak gösterilmiştir.

Şekil 8. Dernek çalışmalarının hedeflediği akışlar (kırmızı ile gösterilmiştir)



İkinci Bölüm: Uygulamalar

kolay anlaşılır, kolay uygulanır, yaş düzeyine göre ölçeklenebilir

Bu bölüm, Sistem Düşüncesi Derneği üyesi olan okul öncesi ve ilköğretim öğretmenlerine yapılan sormaca (SDD, 2023b) sonuçlarından, dernek üyeleri ile yapılan görüşmelerden ve öğretmenlerin verdikleri uygulama örneklerinden yararlanılarak hazırlanmıştır⁷. İlk olarak, örneklerin verildiği ortamı ve ortamı oluşturan koşullar ile ilgili kısa bir bilgilendirme yapılmıştır. Uygulama örnekleri farklı sınıf düzeylerinden farklı konularda seçilmeye çalışılmış ve kullanılan sistem düşüncesi araçlarına göre Tablo 1’de sunulmuştur.

⁶ Dernek çalışma konuları, Meadows’un "Leverage points: Places to Intervene in a System" (Meadows, 1999) başlıklı yazısında geçen müdahale noktalarından esinlenerek belirlenmektedir: Uygun dengeleyici ve pekiştirici döngüleri destekleyerek, yoksa yaratarak, bilgi akışlarını düzenleyerek eğitim sistemine yeni amaçlar [beceriler ve kazanımlar] eklemek, böylece kısa erimde eğitim sisteminin yapısında değişiklikler yapmak ve bunun sonucu olarak, uzun erimde, eğitim sisteminde bir paradigma değişikliği yaratmak.

⁷ 35 kişiye gönderilen sormacayı 10 kişi yanıtlamıştır. Yanıtlar içerik analizi ile incelenmiş ve dernek üyesi akademisyenlerden uzman görüşü alınmıştır.

Sınıf Düzeyi	Zaman Boyunca Davranış Grafiği	Zaman Boyunca Davranış Grafiği, Stok Akış Diyagramı	Zaman Boyunca Davranış Grafiği, Stok Akış Diyagramı, Nedensel Döngü Diyagramı
Okul öncesi	Yoklama Grafiği, Hava Durumu		Eyvah! Yaprak Bitleri
1. ve 2. sınıf		Vanessa'nın Yanındayım, Geri Dönüşüm, Sera etkisi (Dünyayı Kurtaran Öfke kitabı)	
3. ve 4. sınıf		Kompost, Yağmur Hasadı Projesi, Matematik (4. Sınıf), İstanbul'un Suyu Ne Zaman Tükenir?	Loraks, Bir Ülke Kuruyoruz

Tablo 1 - Uygulama örneklerinin sınıf düzeyi ve sistem düşüncesi araçlarına göre dağılımı

Önceki bölümde de söz edildiği gibi, ilk aşamada, özellikle okul öncesi ve ilkokul düzeyinde, sistem düşüncesi araçlarının tanıtımına ve kullanma alışkanlığının geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Böylece gerek basitten karmaşığa öğretim ilkesine uyulmuş olacak, gerekse öğretim programının sistem yaklaşımı gerektirmeyen ünitelerinde de sistem düşüncesi araçları kullanılabilecektir. Tablodan da görüleceği gibi sınıfın düzeyine bağlı olarak kullanılan araç çeşitliliği artırılabilir ve örnekler incelendiğinde görüleceği gibi uygulamalar; öğretim programının gerekliliklerine, sınıfın düzeyine, öğretmenin deneyimine bağlı olarak gittikçe daha kapsamlı tasarlanabilir⁸. Sistem düşüncesi araçlarının bu biçimde ölçeklenebilmesi, farklılaştırılmış eğitimi de kolaylaştırır.

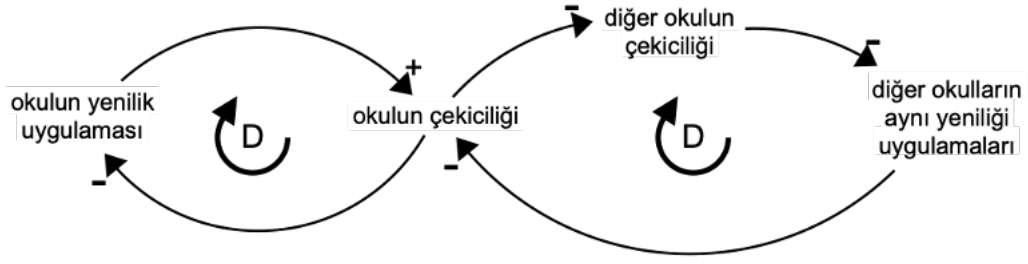
Başlamadan önce

sürdürülebilirlik koşullarını sağlamak

Türkiye’de sistem düşüncesi yaklaşımı çok büyük oranda özel okullarda uygulanıyor. Devlet okullarındaki uygulamalar çok daha az ve çok kısa süreli. Bunun temel nedenlerinden biri özel okulların varlıklarını sürdürebilmeleri için kâr etmek (en azından zarar etmemek) zorunda olmaları. Bu da diğer okullarla rekabet etmelerine yol açıyor. Sıkça kullanılan rekabet yöntemlerinden biri de farklılaşma (Porter, 1996). Bu nedenle okullar farklılık yaratacak yenilikler peşindeler. Ancak bu yenilikler diğer okullar tarafından uygulanmaya başladığında artık farklılık yaratmıyor. Bu nedenle, Şekil 9’daki nedensel döngü diyagramında görülen bir tırmandırma yaşanıyor.

⁸ Zaman Boyunca Davranış Grafiğinde birden çok değişken olması, Stok-Akış Diyagramında birden çok olması, akışların stoklardan etkilenmeleri gibi

Şekil 9. Özel okullar arasında rekabet



Sistem düşüncesini de içeren pek çok yeniliğe açık olmayı sağlayan bu durum, diğer yandan, tırmandırmanın yarattığı baskı nedeni ile, uygulamaların yüzeysel olmasına ve öğretmenlerin yoğunluğunun artmasına neden oluyor.

MEB tarafından 2019 yılında yaklaşık 25000 öğretmene yapılan bir sormacada (MEB, 2020); yanıtlayanların ancak %13,3'ü öğretim programı içeriğinin belirtilen sürede yetiştirebileceğini (%86,6'sı kısmen veya bütünüyle yetiştiremeyeceğini) belirtmiş.

Öğretim programlarının var olan yoğunluğu üzerine sürekli eklenen bu yenilikler, öğretmenlerin ek zaman gerektiren çalışmaları yapma isteklerinin azalmasına neden oluyor. Ayrıca, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'nün "Curriculum Overload" adlı raporunda, öğretim programlarının genişletilmesinin aşırı yoğun bir içeriğe neden olabileceği, aşırı yoğun bir içeriğin gerek öğretmenin gerekse öğrencinin sağlığının olumsuz etkilenebileceği ve öğrenmenin önünde engel olabileceğinden söz ediliyor (OECD, 2020).

Bu nedenle etkinlik veya ders planlarının, gönüllü öğretmenlerle bire bir çalışarak; öğretim programları ile uyumlu, uygulamaya hazır ve öğretmenin işini artırmayacak, tam tersi kolaylaştıracak biçimde geliştirilmeleri gerekiyor. Kullanımı kolay etkinlik ve ders planları öğretim programlarının uygulanması için çok önemli. (Kärkkäinen, 2012).

Bu koşullara uygun ders planlarının var olması durumunda bile zümre öğretmenlerinin tümünün istekli olması oldukça az karşılaşılan bir durum. Genellikle bir öğretmen bu konuda öncü oluyor ve zümresindeki diğer öğretmenlerin olurlarını almaya çalışıyor. Öğretmenin bu konuda da okul yönetiminden ve Sistem Düşüncesi Derneği'nden destek alması, uygulamaların başarısında çok etkili olmaktadır.

Sistem Düşüncesi Derneği gibi okul dışı bir sivil toplum kuruluşunun varlığı, özel okullarda gözlemlenen yüksek öğretmen devir oranı⁹ için de bir önlem. Derneğin varlığı; öğretmen okul değiştirdiğinde okul ile ilişkilerin sürmesini, öğretmenin yeni okulunda yapabileceği uygulamalar konusunda destek verilebilmesini sağlıyor ve belki tümünden önemlisi, öğretmenin sistem düşüncesine bağlılığını pekiştiriyor.

⁹ Sistem Düşüncesi Derneği'ne üye olan okul öncesi ve ilköğretim öğretmenlerinin yarısından fazlası, dernek üyelikleri boyunca en az 2 kez iş değiştirmiş durumda. Ortalama dernek üyelik süresi (4,7 yıl) kullanılarak yapılan hesaplama, öğretmenlerin bir okulda çalışma süresinin yaklaşık 3 yıl (2.89) olduğu gösteriyor (DERBİS, 2023).

İlk Uygulamalar

önce zaman boyunca değişim

Gönüllü öğretmen sistem düşüncesi ile ilgili temel eğitimi tamamladıktan ve öğretmene önceki bölümde sözü edilen okul içinden ve dışında destekler sağlandıktan sonra ilk uygulamalara başlanabilir. Sistem düşüncesi uygulamaları, gerek kullanılan araçlar gerekse uygulama konusu olarak kolaydan zora olacak biçimde tasarlanmalıdır. Sormacaya (SDD, 2023b) yanıt veren dernek üyesi öğretmenlerin tümü başlangıçta zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Bir ders planı içinde sistem düşüncesi araçlarının tümünün kullanılması zorunluluğu yoktur. Konuya, öğretmenin deneyimine ve öğrencilerin düzeyine göre yalnızca bir araç bile kullanılabilir. Özellikle küçük sınıflarda, gerek öğretmenin araçları kullanma alışkanlığını geliştirmek gerekse diğer araçlara geçiş için Zaman Boyunca Davranış Grafiği ile başlanabilir.

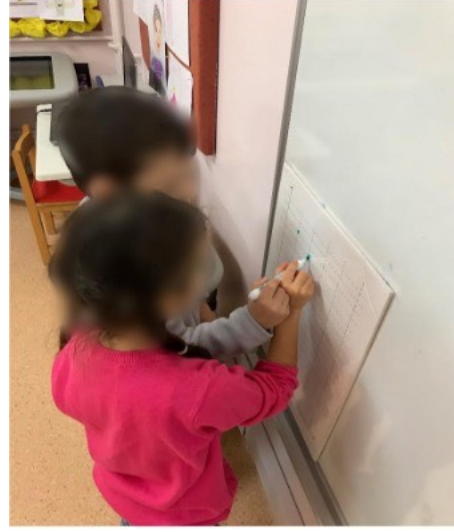
Bu bölümde, Türkiye'de farklı okullarda¹⁰ gerçekleştirilen uygulamalardan bir seçki sunulmuştur¹¹. Böyle bir seçkinin, farklı öğretim ortamlarında ortaya çıkan uygulama çeşitliliği konusunda okura bakış açısı sağlaması amaçlanmaktadır. Uygulama örneklerinde aktarılan etkinlikler, dernek ve gönüllü öğretmen işbirliği ile, öğretim programlarına uyumlu olarak geliştirilmiştir.

¹⁰ Uygulama örnekleri verilen okulların tümü özel okullardır (ad sırası ile: Bornova MEV Okulları, Çakabey Okulları, Güzelbahçe MEV Okulları, Hisar Okulları, Işıkkent Eğitim Kampüsü, İde Okulları Kuşadası İSTEK Okulları, Narlıdere TAKEV İlkokulu, Renkli Orman Okulları TED Atakent Koleji). Bu durumun olası nedeni "Başlamadan önce" bölümünde tartışılmıştır.

¹¹ Farklı öğretmenler tarafından aktarılan deneyimler gözden geçirilerek dil birliği sağlamak amacı ile içeriğe bağlı kalarak düzenlenmiştir.

Örnek uygulama: Yoklama Grafiği¹²

Şekil 10. Yoklama Grafiği görselleri (soldan sağa): Boş yoklama grafiği, günlük işaretleme, (altta) haftanın son günü işaretleri birleştirme



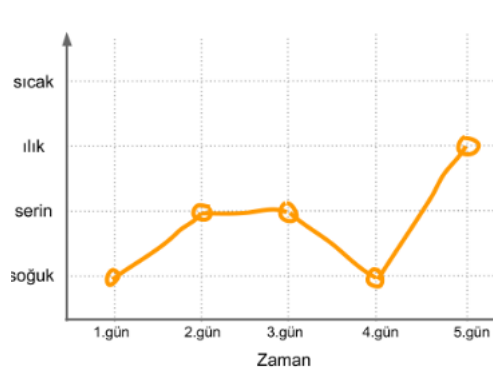
Her yıl, 4 ve 5 yaş grubuyla uygulanan Yoklama Grafiği çalışması dönem başında başlıyor, yıl sonuna kadar sürüyor. Çalışma ilk kez 2016 yılında yapıldı. Önce boş bir grafik çizildi ve çocukların tümünün görebileceği ve işaretleme yapabileceği bir yere asıldı. Çocuklar grafiği görünce hemen incelediler, merak ettiler ve sorular sordular. Bunun üzerine; bunun bir yoklama grafiği olduğu, sınıfta her gün kaç kişinin geldiğini göstereceği, son gün de bir hafta boyunca grafiğin nasıl değişkenlik gösterdiğinin bulunacağı anlatıldı. Çocuklar nasıl yapacağız diye heyecanlandılar. "Hadi o zaman bir oyun ile başlayalım" diyerek yatay-dikey çizgi oyununu oynatıldı. Yatay deyince yatacaklarını dikey deyince kalkacakları söylendi ve oyun hep birlikte oynandı. Böylece yatay ve dikey çizginin nasıl olduğunu öğrendiler. Sonra Yoklama

¹² Grafiklerdeki noktaların birleştirilmesiyle ilgili bir açıklama: Noktaları düz bir çizgi ile birleştirmek matematiksel olarak tam doğru değildir. Düz bir çizgi, iki nokta arasında sürekliliğin olduğu anlamına gelir. Ancak sunulan bazı grafiklerdeki değişkenler (Hava Durumu ve Yoklama Grafiği gibi) sürekli değişken değildir ve noktalarının kesikli bir çizgi ile birleştirilmeleri gerekirdi. Ancak bu yaştaki öğrencilerin küçük kas (ince) motor becerileri (Randoha, 2014) göz önünde bulundurularak düz (sürekli) çizgiler kullanılmıştır (ancak öğretmenler bu durumun farkında olmalıdır).

grafiğindeki yatay ve dikey çizgiler incelendi ve kesiştiği noktalar görüldü. Yatay çizgide günlerin olacağını dikey çizgide sınıf mevcudumuzun olacağını söylendi. Her gün farklı bir öğrenci sınıfı sayarak sınıftaki öğrenci sayısını buldu ve yoklama grafiğine işaretledi. Bunu yaparken önce elleriyle gün ve sayının kesiştiği noktayı buldular sonrasında işaretleme yaptılar. Başlangıçta doğal olarak biraz zorlandılar ama bir ay sonra her şey oturmuştu. En önemlisi de her çocuğun bu işaretlemeyi yapabilmesiydi. Son gün yani Cuma günü, o gün işaretleme yapan çocuk bir hafta boyunca işaretlenen noktaları birleştirdi. Ardından hep birlikte grafik yorumlandı: "bu hafta oldukça düşüş yaşamışız, geçen hafta daha yüksekti grafiğimiz" ya da "aa herkes tam gelmiş dümdüz bir grafik oldu", "bu hafta da kalp grafiği gibi olmuş, bir inmiş bir çıkmış" gibi yorum yapıldı. Her gün işaretleme yapmaları öğrencilerin satır-sütun kavramlarını öğrenmelerine, el-göz koordinasyonlarının gelişmesine katkı sağladı. Grafikleri işaretleyerek kendi grafiklerini oluşturabildikleri ve yorumlayabildikleri gözlemlendi. Bu yaş grubunun okuma-yazma bilmemelerinin etkisi ile de görsel belleklerinin iyi olması ve çalışmanın oyunla desteklenmesi çalışmasının uygulanmasını kolaylaştırdı.

Örnek uygulama: Hava Durumu (Sıcaklık) Grafiği

Şekil 11. Hava Durumu (Sıcaklık) Grafiği: Yatay eksende günler (haftanın günleri olabilir), dikey eksen soğuktan sığağa derecelendirilmiş (öğrencilerin düzeyine bağı olarak sıcaklık değeri °C/°F de olabilir)



Etkinliğin amacı, okul öncesi 5 yaş grubu öğrencilerine bir hafta içinde değişen hava durumunu sistem araçları ile tanıtmaktı. Etkinlik ilk kez 2021 yılı Kasım ayında uygulandı. Bir hafta boyunca öğrenciler hava durumunu grafiklere günlük olarak işlediler. Grafikler oluşturulduktan sonra hangi sıcaklık değerinin canlılar için daha uygun olduğu soruldu. İnsanların rahat yaşayabilmeleri için gerekli olan tüm düzeyler tartışıldı. Tartışma, her canlı için sürdürülerek fikirler toplandı. Öğrencilere olmasını istedikleri sıcaklık ile hissedilen sıcaklık arasında fark olduğunda ne yaptıkları ve bu davranışın amacı soruldu. Hissedilen sıcaklık istenen sıcaklıktan daha düşükse arttırma yolları sorgulandı (daha kalın giysiler giymek, sıcak bir ortama geçmek ya da bulunulan yerin sıcaklığını arttırmak gibi). Grafikte ortaya çıkan çizgilerin yukarıya doğru çıkmasının veya aşağıya doğru inmesinin anlamı tartışıldı (yukarıya çıkan bir çizgi, daha yüksek bir sıcaklığı gösteriyor). Farklı sıcaklık düzeylerinin farklı eylemleri ortaya çıkarabileceğine dikkat çekildi. Hava durumu

üzerine yapılan çalışmada zaman boyunca davranış grafiği kullanıldı. “Hava Durumu” etkinliğinin temel ilkesi bir hafta boyunca değişen hava sıcaklıklarını öğrenmeleri oldu. Her gün aynı saatte güncellenen araç ile hava olayları gözlemlendi, yorumlandı, farklı bakış açıları ile hava olayına uygun davranışların geliştirilmesi desteklendi.

Yukarıdaki örneklerde de görüleceği gibi ilk grafiklerde yalnızca bir değişkenin olmalı ve tüm öğrencilerle ortak çalışma yapılmalıdır. Zamanla, öğretmen ve öğrenciler deneyim kazandıkça bireysel çalışmalara geçilebilir (Her öğrenci önce bireysel çalışabilir daha sonra ortak çalışma yapılabilir). Bir değişkenli Zaman Boyunca Davranış Grafikleri konusunda ustalaştıktan sonra iki değişkenli grafiklere geçilebilir. Birden çok değişken içeren grafikler ile, değişkenlerin göreceli davranışları karşılaştırılabilir. Bu karşılaştırmalar değişkenlerin birbirlerini nasıl etkilediklerinin tartışılmasına, yani neden-sonuç ilişkilerinin belirlenmesine olanak sağlar.

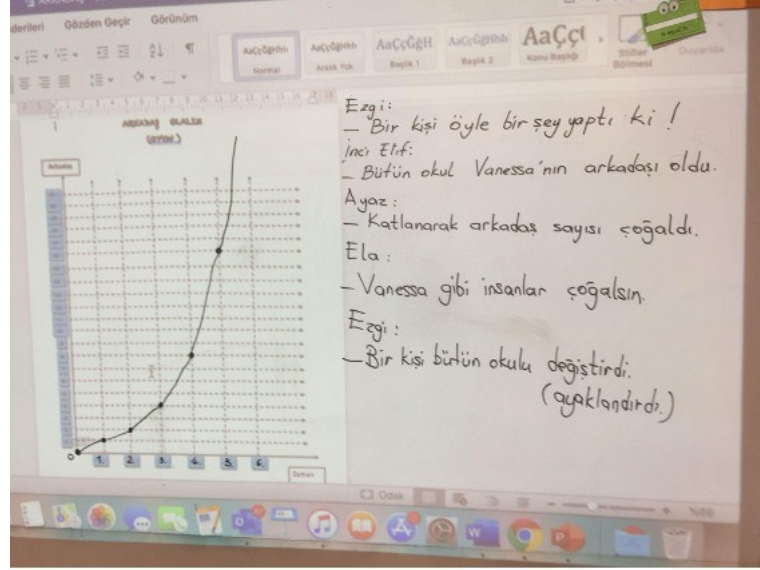
Sonraki uygulamalar

farklı alanlarda ve alanlar arası

Zaman Boyunca Davranış Grafiklerinin kolaylıkla kullanılabileceği bir başka alan da, öyküler (Fisher ve Sistem Düşüncesi Derneği, 2023). Öyküleri sistem düşüncesi araçları ile çözümlemek sonraki yıllarda, öykülerdeki yapıya benzer biçimde ancak bu kez imgelem (hayal gücü) yerine geçmiş kayıtlara dayanarak olaylar ve olaylar arasındaki ilişkilerin anlatıldığı tarih dersi uygulamaları için de oldukça sağlam bir temel oluşturabilir. Aşağıdaki örneklerden de görüleceği gibi öyküler; sessiz kitap, kitap, film, video gibi farklı ortamlarda olabilir, sistem düşüncesi araçlarının uygulanabilmesi için tek koşul öykünün olay sıralaması yapılabilen bir kurgusunun olmasıdır.

Örnek uygulama: Vanessa'nın Yanındayım (sessiz kitap)

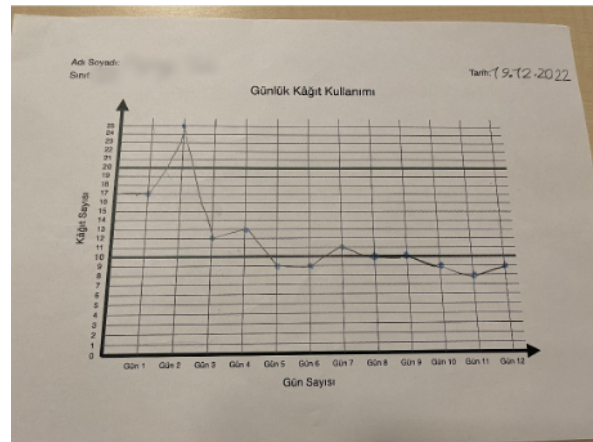
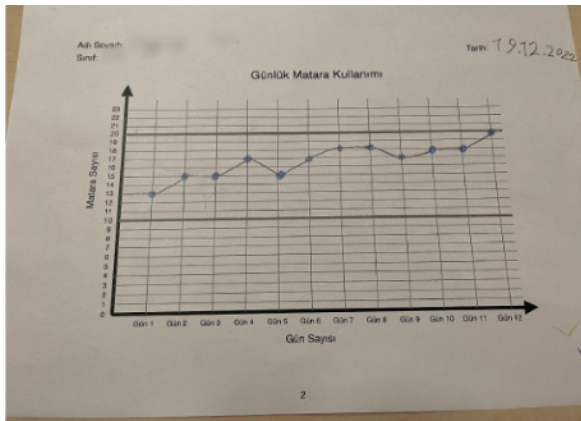
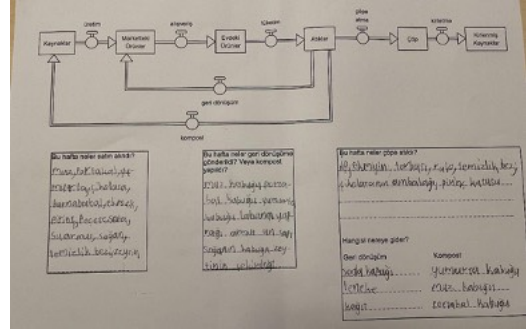
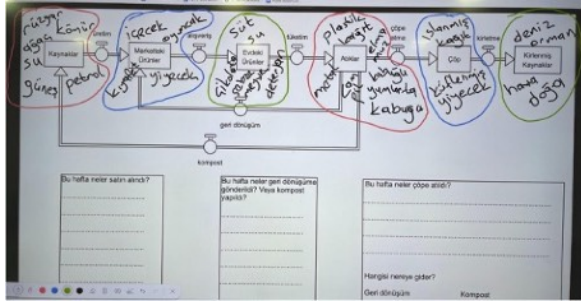
Şekil 12. Zaman Boyunca Davranış Grafiği: Vanessa'nın arkadaş sayısı



Bu çalışma 2019 yılında 2.sınıf 8 yaş grubu ile yapıldı. Önceki yıl, 1. sınıfta, öğrencilerin grafik çizme ve anlama becerilerini artırmak amacı ile, “Hava Durumu” ve duygu durumları grafikleri çalışılmıştı. Önceki yıl yapılan çalışmalar ve kitabın sınıf düzeyine uygun seçilmesi, sistem düşüncesi araçlarının kullanılmasını kolaylaştırdı. “Vanessa’nın Yanındayım” adlı sessiz kitabı incelemeden önce okul bahçesinde arkadaşlıkla ilgili bir oyun oynandı. Oyun bittikten sonra oyunun her aşaması konuşularak arkadaş sayının zaman boyunca grafiği çizildi ve ilişkilerin etkileri tartışıldı. Kitapta yer alan zorbalık sorunu zaman boyunca davranış grafiği ve stok akış diyagramı ile ele alındı. Zaman Boyunca Davranış Grafiği çalışılırken dikey eksen “Vanessa’nın arkadaş sayısı” olarak belirlendi. Öğrenciler, Vanessa’nın mahalleye yeni taşındığı için arkadaşının olmadığını, sonra artan arkadaş sayısını grafikte görebildiler. Stok-akış diyagramında Vanessa’nın arkadaş sayısının artma nedenleri ile ilgili düşüncelerini anlatabildiler. Çalışmalar tamamlandıktan sonra öykünün Amerika’da yaşanan gerçek bir olaydan alınmış olduğu ile ilgili bir video izlendi ve öğrenciler arasında, bir kişinin aslında pek çok şeyi değiştirebilecek güçte olabileceği inancı oluştu.

Örnek uygulama: Geri dönüşüm

Şekil 13. Yukarıda soldan sağa: Stok-Akış Diyagramları (Üretim ve geri dönüşüm modeli ve modelin bir form olarak kullanılması) Aşağıda soldan sağa: Zaman Boyunca Davranış Grafikleri (Günlük Matara ve Kağıt Kullanımı)

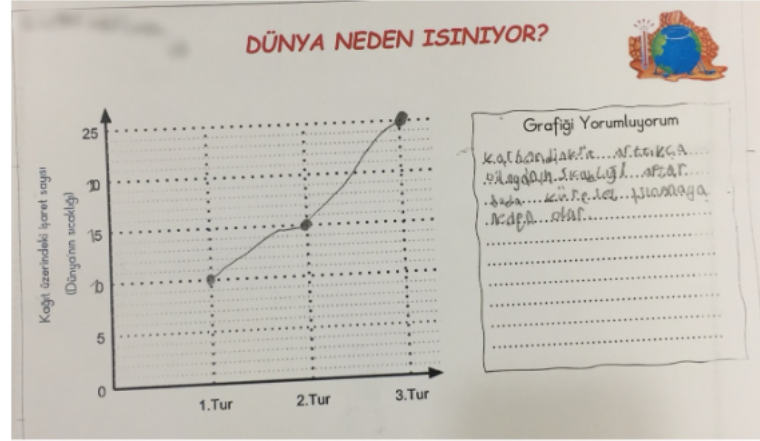


Bu çalışmanın amacı ilkököl 2. sınıf öğrencilerinin geri dönüşüm konusundaki farkındalıklarını artırmak ve edindikleri bilgileri eyleme dönüştürmelerini sağlamaktır. Çalışma, 2022 Kasım ayında Evimizde Hayat ünitesinde, 2 hafta boyunca uygulandı. Önce öğrencilerin geri dönüşüm konusundaki ön bilgilerini ölçmek için ön test çalışması yapıldı. Ön testin sonuçlarına göre ders tasarımı planlandı ve planlamada öğrencilerin eksik olduğu alanlara daha çok ağırlık verildi. Stok Akış Diyagramı'nda geri dönüşüm konusuyla ilgili stoklar belirlendi. Geri dönüşüm konusuyla ilgili video izlendikten sonra stok akış diyagramının ilgili bölümleri dolduruldu. Atık ve çöp kavramı anlatıldı. Ardından, atık ve çöp kavramı stok akış diyagramının atık ve çöp ile ilgili bölümleri dolduruldu. Atıkların geri dönüştürülebildiği ve kaynak olarak yeniden kullanılabilirdiği, aynı zamanda atıkların kompost olarak kullanılabilirdiği, çöplerin ise geri dönüştürülemeyip kaynakları kirlettiği sonucuna ulaşıldı. Kirletilmiş kaynak resimleri gösterildi. Bu kaynakların kirlenme sebepleri sorularak tartışıldı. Soso'nun Kompost Kitabı okundu. Öğrenciler evlerinde kompost yapmaya başladılar. Tüm bu öğrenilen bilgiler stok akış diyagramında, diyagram aşama aşama doldurularak gösterildi. Öğrenciler geri dönüşüm, atık, çöp ve kompost konularında gerekli bilgileri edindikten sonra zaman boyunca davranış grafiği ile 12 gün boyunca okulda matara ve kâğıt kullanımı takibi yapıldı. Öğrenciler iki farklı zaman boyunca davranış grafiği çıkardılar. Grafikler yorumlandı. Öğrenciler kendilerine hedef koyma çalışması yaptılar. Matara kullanımı

çoğaldı, kâğıt kullanımı azaldı. Tüm çalışmalar tamamlanınca son test çalışması yapıldı ve öğrencilerin konuyla ilgili bilgilerinin arttığı ve geri dönüşüm konusunda farkındalık kazandıkları gözlemlendi.

Örnek uygulama: Sera etkisi (Dünyayı Kurtaran Öfke kitabı)

Şekil 14. Zaman Boyunca Davranış Grafiği (Dünyanın sıcaklığı)



Bu çalışma, Mart 2022'de 2.sınıf 8 yaş grubuyla, "yakın çevresindeki doğal unsurların insan yaşamına etkisine örnekler verir." kazanımı, kapsamında gerçekleştirildi. Çalışma süresince sistem düşüncesi yaklaşımı ve araçları kullanıldı. İlk aşamada öğrenciler, iklim değişimi (mevsimlerin önceki yıllara göre farklılaşması) hakkında yetişkinlerle görüşmeler yaparak sorunu anlamaya çalıştılar. Ayrıca bir animasyon film izlediler. Bu çalışmalar sonunda sorun, öğrencilerde merak uyandırdı. Sorunun daha kapsamlı biçimde ele alınması için, iklim değişimi nedeniyle yaşam alanları yok olan veya yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olan canlıları anlatan, "Dünyayı Kurtaran Öfke" adlı kitap okundu. Bu küresel sorunun nedenleri sorgulandı. Bu aşamada, dünyanın nasıl ısındığını göstermek için "Küre Isınırken"¹³ oyunu oynatıldı. Oyun boyunca, her turda karbondioksiti simgeleyen öğrenci sayısı artırılarak dünyaya geri yansıyan ışınlar nedeni ile artan sıcaklığın grafiği hazırlandı. Isınma nedenleri ve sonuçları ele alındı. Daha sonra sorun çözme aşamasına geçildi. Bu aşamada, zaman boyunca davranış grafiği ve stok-akış diyagramı araçları kullanıldı. Çözüm olarak; ağaçlandırma, geri dönüşüm, çözüm bulaştırma ve eylem planı önerileri geliştirildi. Düşünmeyi görselleştirme amacıyla kullanılan bu araçlar; sorun belirleme, sonuçları öngörme ve çözüm geliştirme konularında öğrencilere destek oldu.

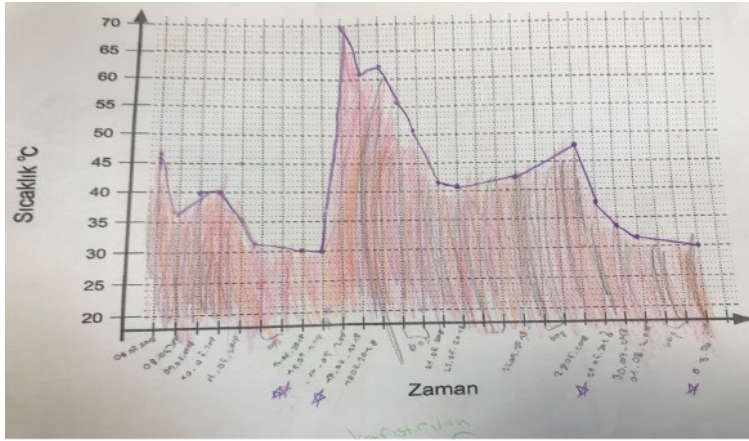
Öyküler kullanılarak Zaman Boyunca Davranış Grafikleri ve bu grafiklerdeki davranışı (değişimi) açıklayan Stok-Akış Diyagramları tanıtılabilir. Birkaç öykü

¹³ "Küre Isınırken" oyunu, sera etkisini oyun yolu ile anlatmak amacıyla Sistem Düşüncesi Derneği tarafından geliştirilmiş kinestetik bir oyundur. Oyun, güneş ışınlarını simgeleyen öğrencilerin güneşi simgeleyen bir noktadan dünyayı simgeleyen bir duvara koşmaları, dünyayı simgeleyen duvara işaretleme yaparak geri dönmeleri üzerine kuruludur. Oyunun ikinci aşamasında, dünya ile güneş arasına karbondioksiti simgeleyen öğrencilerin eklenir, dünyadan güneşe dönen öğrenciler bu öğrencilere değmesi durumunda dünyaya geri dönüp bir işaretleme daha yaparlar. Böylece öğrenciler, karbondioksitin artması ile dünyaya yansımanın (geri dönüşlerin) ve bu yansıma sonucu dünyanın ısısının (işaretlerin) arttığı deneyimlenmiş olurlar.

çalışıldıktan sonra, sistem düşüncesi araçlarının ilgili dersin öğretim programında bulunan ünitelere uyarlanması geçilebilir. Bu uyarlama çalışmaları çok farklı biçimlerde olabilir. Aşağıda Türkiye’de farklı okul ve sınıf düzeylerinde gerçekleşmiş uygulamalardan birkaçı örnek olarak sunulmuştur:

Örnek uygulama: Kompost

Şekil 15. Soldan sağa: Zaman Boyunca Davranış Grafiği (kompost yığınının sıcaklığı), kompost yığınının sulanması

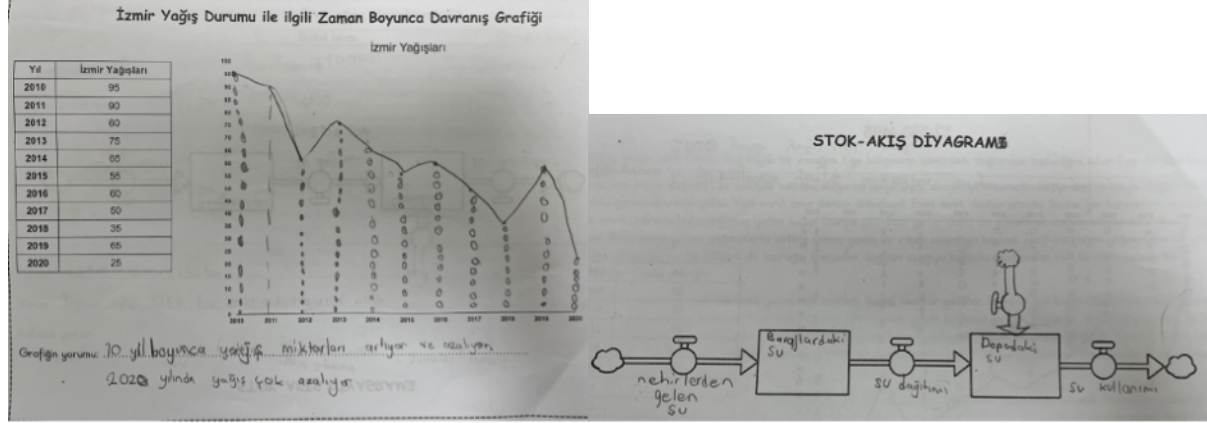


Kompost uygulaması 2018 Mart ayında 3. sınıflarla “Gezegeni Paylaşma” ünitesi kapsamında uygulandı. Uygulama 3 şube yani yaklaşık 60 öğrenciyi kapsadı. Öncelikle konuya giriş ve dikkat çekmek adına “Soso’nun Kompost Kitabı” adlı hikaye kitabı okundu. Kitap sonrasında çocuklara; “Siz de kompost yapmak ister misiniz ?” sorusu yöneltildi. Ardından çocuklardan, merak edilenler ve kitapta yer alan anahtar bilgilere dair küçük bir kitapçık hazırlanması istendi. Ertesi gün, çocukların hazırladıkları kitapçıkların içinde yer alan bilgileri de kullanarak kompost için neler gerekli olduğu listelendi ve eylem planı olarak evden organik atıklar toplanmaya başlandı. Toplanan malzemelerle yığın oluşturuldu ve ardından öğretmen tarafından hazırlanan günlük sıcaklık kontrol tablosu adım adım çocuklarla doldurulmaya başlandı. Bu tabloya göre, her sınıftan ikişer kişi her gün yığının sıcaklığını ölçtü ve sıcaklık grafiği gün gün çizdi. Ayrıca yığının genel durumunu kontrol edip, “Karıştırılması gerekiyor mu?”, “Sineklenmiş mi?” , “Böceklenmiş mi ?” gibi durumlar işaretlendi. Yaklaşık 2 ay sonra yığının tamamen toprağa dönüştüğü gözlemlendi. Bu arada sınıf içi aktivitelere de devam edildi. Toprak oluşum sürecine katkı sağlayan mikroorganizmaları daha iyi anlamak için, Sistem Düşüncesi Derneği işbirliği ile, bu etkinlikte kullanmak amacıyla yazılmış olan “Ali Minik Canlılar Diyarında” adlı öykü okundu. Öykünün “Zaman Boyunca Davranış Grafiği” ve “Ölü Bitki Stok Akış Diyagramı” yapıldı. Uygulamada, zaman boyunca davranış grafiği ve stok akış diyagramı kullanıldı. Çocukların bir durumu zaman boyunca işleyişi ve bağlantıları, ilişkileri, durumların birbirini nasıl etkilediğini görmesi amaçlandı. Çocuklar bu etkinlik boyunca çok heyecanlı ve istekliydiler. Her gün yığın etrafında hangi işlemler hangi canlılar tarafından yapılıyor izlediler. Birbirini etkileyen durumları genel hatlarıyla anladılar. Süreç sonu değerlendirme çalışması ile, tüm öğrencilerin kompostun önemini ve neden

yapılması gerektiğini öğrendiği sonucuna varıldı. Sistem düşüncesi araçlarının, çocukların ezbere öğrenmeleri yerine olayı yaşayarak anlamlandırmalarına destek olduğu gözlemlendi.

Örnek uygulama: Yağmur Hasadı Projesi

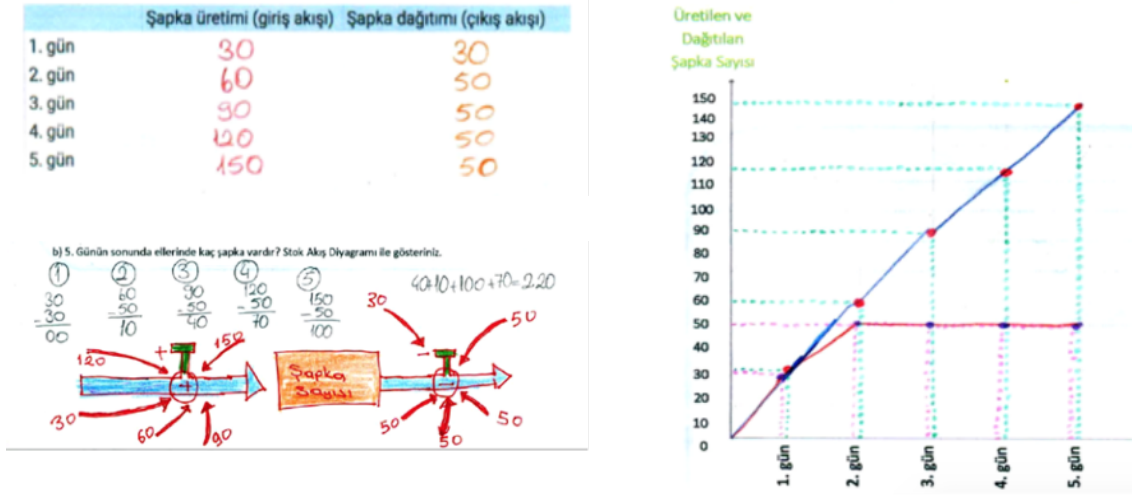
Şekil 16. Soldan sağa: Zaman Boyunca Davranış Grafiği (İzmir yağış durumu), Barajlardaki ve Depodaki Suyun Stok-Akış Diyagramı



Bu çalışma, 2023 yılı Nisan ayında 3. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirildi. Çalışmanın amacı, iklim değişikliğinin neden olduğu kuraklık sorununu anlamak ve kuraklıkla başa çıkmak için çözümler bulmaktır. Öğrenciler, ilk olarak, suyun dünya üzerindeki miktarını ve tatlı suyun nasıl oluştuğunu araştırmaya başladılar. Sistem Düşüncesi Derneği tarafından bu etkinlik için yazılmış olan "Ben Gediz" adlı bir metni okudular. Metindeki anlatımdan yola çıkarak stok akış diyagramları hazırladılar. Stok-akış diyagramları, tatlı suyun nasıl oluştuğunu ve su tüketiminin artması ile birlikte yağmurun azalması durumunda kuraklığın ortaya çıktığını anlamalarını kolaylaştırdı. İzmir'in yağış durumunun zamanla değiştiğini ve önlem alınmazsa gelecek yıllarda kuraklık yaşanabileceğini gördüler. Bu aşamada bir çözüm olarak, "yağmur hasadı" ele alındı. Öğrenciler, okullarının çatı yüzeyinin ölçülerini "Google Haritalar"dan hesaplayarak yıllık su hasadını buldular. Bu suyu sulama, temizlik ve evsel kullanımda kullanabileceklerini öğrendiler. Bu çalışmada öğrenciler, sistem düşüncesi araçlarını kullanarak, "kuraklık" kavramını öğrendiler ve su tüketiminin önemini fark ettiler. Daha genel olarak bu çalışma, öğrencilerin iklim değişikliği ve kuraklık konularında farkındalıklarının artmasına ve çevre sorunlarına daha duyarlı davranan bireyler olmaları yönünde gelişmelerine destek oldu.

Örnek uygulama: Matematik (4. Sınıf)

Şekil 17. Solda yukarıda: Tablo (Soru 1'in yanıtı) Sağda: Zaman Boyunca Davranış Grafiği (Soru 2'nin yanıtı) Solda aşağıda: Stok-Akış Diyagramı (Soru 3'ün yanıtı) Mavi çizgi: Üretilen şapka sayısı Kırmızı çizgi: Dağıtılan şapka sayısı



Bu çalışmada, öğrencilerin 4. sınıf matematik dersinde; 'doğal sayılarla toplama ve çıkarma işlemi gerektiren problemleri çözer ve kurar' kazanımını elde edebilmeleri için sistem düşüncesi araçları kullanılarak somut ve kalıcı bir öğrenme oluşturulması amaçlandı.

Problemler hazırlanırken ilgi uyandırılması amacıyla Türkçe dersinde okunan kitaplardaki temalara uygun sorular üretildi. Aşağıda kısa metinden türetilen, birbirleri ile ilişkili üç soru ve SD araçları ile çözümleri verilmektedir.

Knid gezegeninden gelen uzaylılar erişkin dünyalıların beyinlerine hükmetmekte ve onları istedikleri gibi kullanmaktadır. Çocuklar, alüminyumdan yapılan şapkalar ile uzaylıların erişkinlerin beyinlerine ulaşmasını engelleyebildiklerini fark ederler ve şapka üretmeye başlarlar.

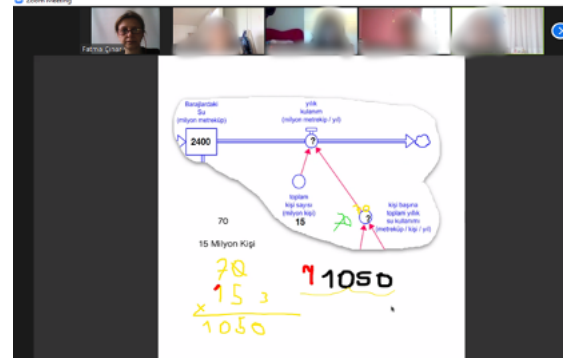
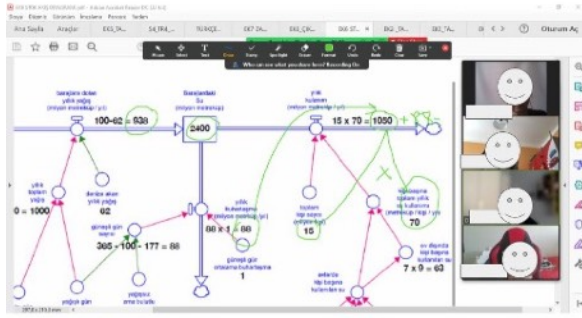
İlk gün 30 şapka yapıp hepsini dağıtırlar. Diğer günlerde ise her gün bir önceki gün yapılan şapka sayısından 30 fazla şapka yapıp 50 tanesini dağıtırlar.

- Soru 1: Problemde verilen verilere göre şapka stoğuna ait giriş ve çıkış akışlarını gösteren tabloyu doldurunuz.
- Soru 2: Zaman Boyunca Davranış Grafiği (ZBDG) üzerinde her gün üretilen (giriş akışı) ve dağıtılan (çıkış akışı) şapka sayılarını gösteriniz.
- Soru 3: ZBDG'den faydalanarak öncelikle her bir gün elde kalan şapka sayısını ve ardından da 5 gün sonunda toplam kaç şapkanın elde kaldığını hesaplayarak Stok Akış Diyagramı üzerinde gösteriniz.

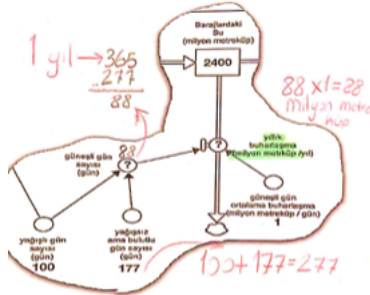
Dördüncü sınıf düzeyinde, beş farklı sınıfta yapılan bu uygulamada öğrenciler Zaman Boyunca Davranış Grafiği sayesinde birikimdeki (stok) dinamik değişimi kolaylıkla gözlemlediler. Öğrencilerin önceki iki yıl boyunca SD araçları ile çeşitli çalışmalar yapmış olması bu çalışmaya kolayca uyum sağlamalarına zemin oluşturdu.

Örnek uygulama: İstanbul'un Suyu Ne Zaman Tükenir?

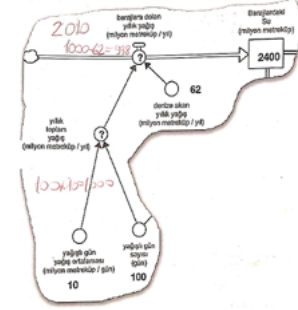
Şekil 18. Yukarıda soldan sağa: Bulmacanın bütünü, bulmacanın su tüketimi akışı ile ilgili parçası. Aşağıda soldan sağa: Bulmacanın buharlaşma akışı ile ilgili parçası, bulmacanın barajların dolması akışı ile ilgili parçası



2.TAKIM:2.YAPBOZ



1.TAKIM: 1.YAPBOZ

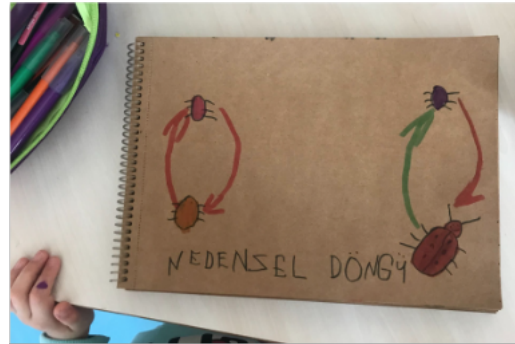


“İstanbul'un Suyu Ne Zaman Tükenir?” modelleme çalışması 2021 yılında dördüncü sınıf düzeyinde beş şubede ayrı ayrı uygulandı. Bu çalışma pandemi nedeniyle çevrim içi gerçekleştirildi. Stok akış diyagramı ve zaman boyunca değişim grafiği araçları kullanıldı. Öğrenciler ile; bir modelleme çalışması yapılacağı, modelde kullanılan verilerin 2010 yılı verileri olduğu, su tüketimi ve yağış miktarlarında değişim olmayacağını varsayıldığı ve stok-akış diyagramı kullanılarak hazırlanan modelin yap-boz bir bulmaca biçiminde olduğu, bu bulmacadan elde edecekleri verilerle bir zaman boyunca davranış grafiği hazırlayacakları bilgisi paylaşıldı. Çevrim içi olarak gruplara ayrılan öğrenciler çalışma odalarına gidince takım liderleri modellemenin yapboz parçasını ve görev kartlarını ekrana yansıttılar. Öğrenciler kendi aralarında verileri ilişkilendirerek yapboz üzerindeki eksik verileri tamamladıktan sonra takımlar bir araya geldiler. Her takımdan sözcüler, yapbozun verileri hakkında sınıf arkadaşlarına bilgi verdi ve yapılan işlemleri anlattılar. Modellemenin bütünü ekrana yansıtıldı. Barajlarımıza giren su miktarı ile çıkan miktarı arasındaki farkın 200 (milyon metreküp) olarak buldular. “İstanbul'un bu fazla tüketimi (çıkış akışının giriş akışından fazla olması) nerelerden karşılanıyor?” sorusu yöneltildi. “Barajlardan” diye cevap verdiler ve zaman boyunca değişim grafiğini oluşturdular. Öğrenciler elde ettikleri grafiklerle ilgili değerlendirmeler yaptılar. “Barajlarda sularımız bitti mi?” “Artık susuz mu kaldık?” “Bizim apartmanda sık sık sularımızı kesiliyor.” diyenler oldu. Bunun yanında “Pandemi ile birlikte su kullanımı azaldı, barajlarımızdaki su bitmemiştir.” “Belki geçen sürede düşünülen daha çok yağmur yağmıştır.” gibi

düşüncelerle durumu açıklamaya çalışan öğrenciler oldu. Bu çalışmanın bir öğrenci (simülasyon) çalışması olduğu, karşılaşılabilecek sorunları öngörmek, toplum olarak bilinçlenmek ve böylece gerekli önlemleri alabilecek duruma gelmek için yapıldığı açıklandı.

Örnek uygulama: Eyvah Yaprak bitleri? (öykü kitabı)

Şekil 19. Yukarıda soldan sağa: Zaman Boyunca Davranış Grafikleri (yaprak biti ve uğur böceği sayısı). Aşağıda soldan sağa: Stok-Akış Diyagramı (yaprak biti miktarı) ve Nedensel Döngü Diyagramı (yaprak bitleri ve uğur böcekleri)

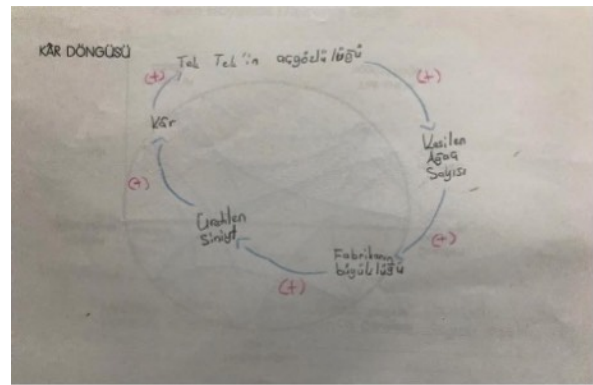
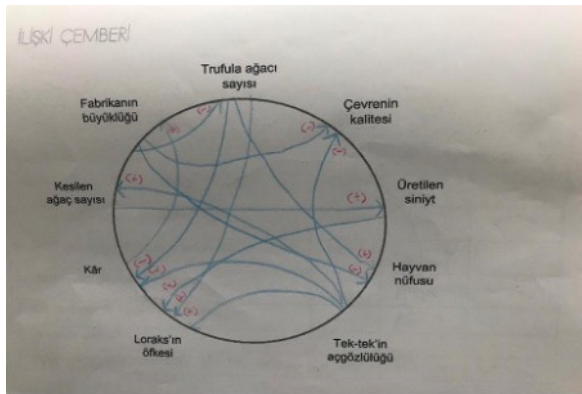
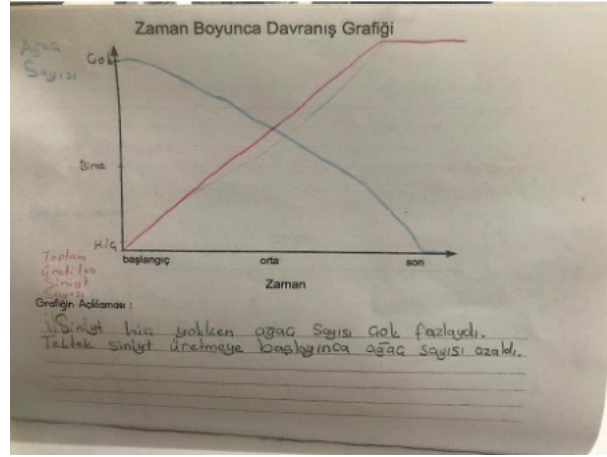


Bu çalışma 5 yaş grubu (60-66 ay) okul öncesi öğrencileriyle, ilk kez 2023 Nisan ayında uygulandı. Sınıfa üzeri yaprak bitleri ile dolu bir bitki getirildi. Bitkiye verebileceği zararlar hakkında konuşuldu. Buna neyin neden olabileceği ve nasıl çözülebileceği tartışıldı. Araştırmalar başladı. Eyvah! Yaprak Bitleri kitabına ulaşıldı. Öykü okundu. Öğrencilerle öykü boyunca nelerin değişime uğradığı tartışıldı. Yaprak biti ve uğur böceği miktarının değişkenliği zaman boyunca davranış grafiği ile gösterildi. Grafikler arası karşılaştırmalar yapıldı. Bireysel çizilen grafikler arası karşılaştırmalar yapılarak öğrencilerin düşünme biçimlerini birbirlerine anlatmaları istendi. Grafikte artış ve azalışa neden olan etkenler stok-akış diyagramlarıyla derinleştirildi. Öğrenciler yaprak bitlerinin giderek artması ve yaprak biti miktarıyla uğur böceği arasında bir ilişki kurdu. Bu noktada öğrenciler nedensel döngü diyagramları ile tanıştılar. Sadece yaprak bitleri düşünüldüğünde kendi kendilerini besleyen bir sistem vardı. İki stok arasında ise birbirini dengeleyen bir sistem vardı. Yaprak biti miktarı arttıkça uğur böceği miktarı arttı. Uğur böceği arttıkça yaprak biti miktarı azaldı. Bunu ifade eden öğrencilerle nedensel döngü diyagramları resmedildi. Öykü kitabının sistem düşüncesi yaklaşımı göz önünde bulundurularak yazılmış

olması, süreç boyunca zaman boyunca davranış grafiği, stok-akış diyagramı, nedensel döngü diyagramı araçlarının kullanılmasını kolaylaştırdı. Öğrenciler doğadaki canlılar arasında birbirini etkileyen bir sistem olduğunu fark ettiler, hayvanlar arasında nasıl ilişkiler olabileceğine dair dergilerden araştırmalar yaptılar, sorular sordular. Okul bostanında yaprak biti ile kaplı olan bitkilerin üzerine bahçede buldukları uğur böceklerini yerleştirerek onları yiyip yemediklerini gözlemlediler. Uğur böceklerinin yaşam döngülerini araştırdılar. Bazı denemelerinde uğur böceklerine karıncaların saldırdığını gördüler. Bu sefer karıncaların uğur böceklerini neden sevmediğini merak ettiler. Karıncaların yaprak bitlerinin salgılarını besin olarak kullandıklarını ve besin maddelerini salgılayan yaprak bitlerini azaltan uğur böceklerini sevmediklerini keşfettiler. Aslında yeni bir döngü ve keşif süreci başlamış oldu.

Örnek uygulama: Lorax (film)

Şekil 20. Yukarıda: Zaman Boyunca Davranış Grafiği (ağaç sayısı ve toplam üretilen sınıyt sayısı). Aşağıda soldan sağa: İlişki Çemberi ve Nedensel Döngü Diyagramı



"Lorax" uygulaması 3. sınıflarla (8 yaş) 2018 yılında gerçekleştirildi. Bütün sınıflar toplu olarak Lorax filmini izledi. Bu filmde tüm ağaçların insanlar tarafından nasıl yok edildiği ve bunun sonucu olarak plastik bir şehirde temiz hava olmadan yaşayan insanların bir umut ışığı olarak son gerçek ağaç tohumunu ekmek için gösterdikleri çaba anlatılıyor. Film sonrasında çocuklarla filmdeki değişen durumlar hakkında sohbet edildi ve onların fikirleri alındı. Daha sonra ESD araçlarından olan "Zaman

Boyunca Davranış Grafiği" kullanılarak değişen durum incelendi. İlk olarak, ağaçlar kesilerek üretilen maddenin zaman içindeki değişimi, daha sonra ağaçların sayısının incelendiği bir grafik oluşturuldu. En sonunda, öğrenciler bu iki grafiği birleştirerek birbirlerini nasıl etkilediklerini daha somut bir şekilde gözlemlediler. Daha sonra, "İlişki Çemberi"¹⁴ kullanılarak bütün olayların birbirini nasıl etkilediği çizilip, öğrencilerle üzerinde tartışıldı. Son olarak, daha genel bir bakış açısıyla çevre ile ilgili bir "Kâr Döngüsü" oluşturuldu. Filmin içeriğinde birbirini etkileyen olayların fazla olması bağlantıları görmeyi zorlaştırıyordu, ancak sistem düşüncesi araçlarının kullanılması, ilişkilerin somut olarak görülebilmesi sağladığı için bu zorluk azaldı. Bu uygulama sonucunda, öğrenciler bu kadar çok olayı bir arada inceleyip birbiriyle bağlantılı olmasına şaşırdılar. Özellikle "İlişki Çemberi" oluştururken hem eğlendiler hem de ortaya çıkan sonuçlara şaşırdılar. Sistem düşüncesi araçlarının olayları ve olaylar arasındaki ilişkileri somut bir biçimde gösterilmesini sağlaması öğrenmeyi daha kalıcı hale gelmesini destekledi. Yapılan sonuç değerlendirme çalışmasında öğrencilerin grafik ve döngü konularında sorun yaşamadan uyguladıkları gözlemlendi. Bu çalışma, öğrencilerin araştırma-sorgulama, nedenselliği görebilme ve bağlantı kurma becerilerine katkı sağladı.

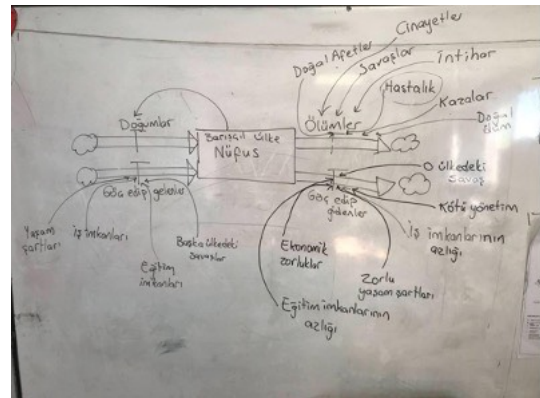
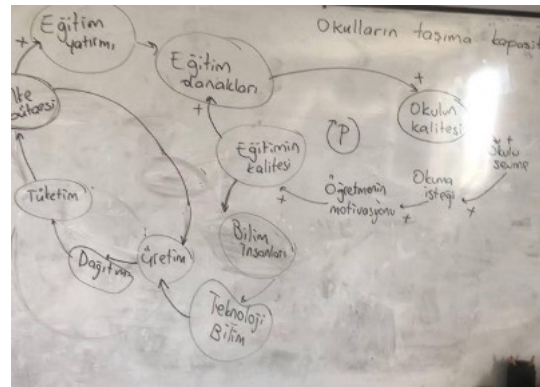
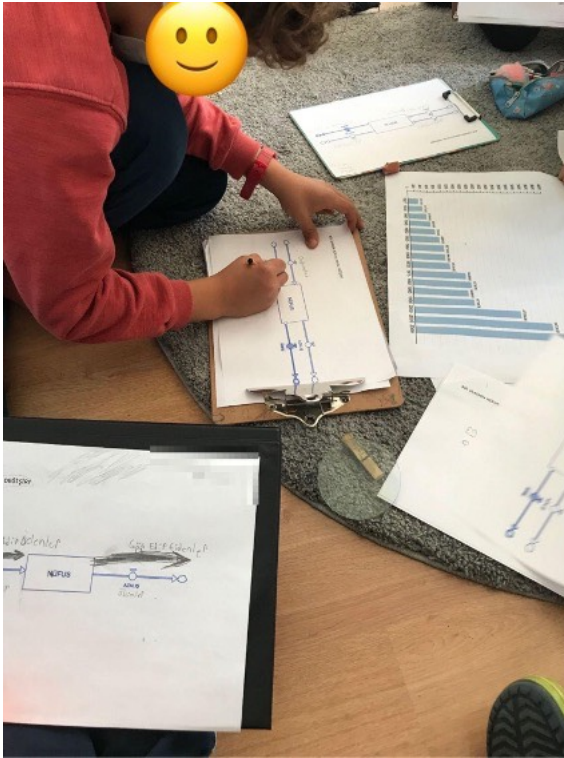
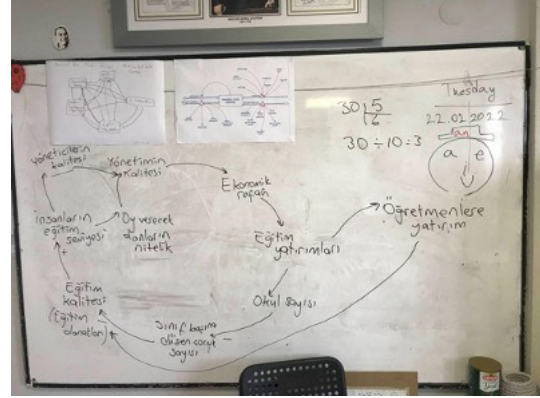
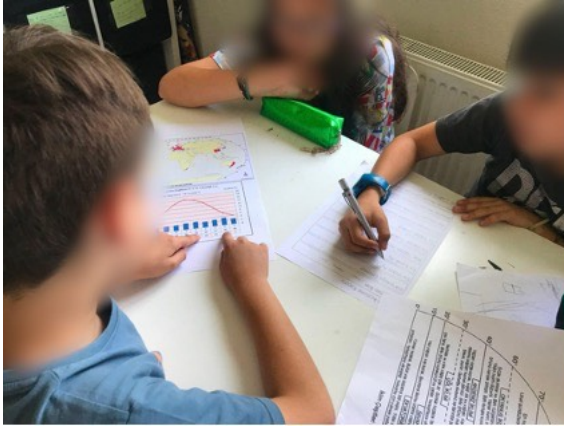
Sistem düşüncesi, üzerinde çalışılacak sistemin sınırları uygun biçimde seçilerek herhangi bir disipline özel olarak uygulanabilir. Ancak sistem düşüncesi tanımı gereği disiplinler arasıdır. Olaylara dil bilgisi, matematik, fen veya sosyal bilgiler olarak bakmaz. Olayları ortaya çıkan ilişkiler bütününe anlamaya çalışmak için bakar. İlişkiler farklı disiplinlerden kaynaklanıyor olabilir. Bu nedenle sistem düşüncesi okullarda disiplinler arası çalışmalar yapmak için çok uygun bir yaklaşımdır.

Okul öncesi ve ilkokulda derslere genellikle aynı öğretmenin girmesi, farklı öğretmenlerin olduğu sonraki yıllara göre, disiplinler arası çalışmalar için gereken eş güdüm gereksinimini azaltmaktadır. Bu nedenle, sistem düşüncesinin kendi doğasına da uygun olarak disiplinlerarası biçimde uygulanması okul öncesi ve ilkokulda çok daha kolaydır.

¹⁴ "İlişki Çemberleri" karmaşık sorunların altında yatan nedenler görmeyi kolaylaştıran düşünme araçlarıdır. "İlişki Çemberi" çizmek için beş adım; (1) Sorunu belirleyin (ne değişiyor? nasıl değişiyor?) (2) hikayenin önemli, ad veya ad tamlaması olan ve artabilecek veya azalabilecek öğelerini seçin (5 - 10 öge), (3) bu öğeleri bir çemberin çevresine yazın, (4) başka bir ögenin artmasına veya azalmasına neden olan öğeleri bulun ve nedenden sonuca bir ok çizin ve (5) varsa, nedensel döngüleri bulun (Quaden ve ark., 2005).

Örnek uygulama: Bir Ülke Kuruyoruz

Şekil 21. Yukarıda soldan sağa: Zaman Boyunca Davranış Grafiği (aylara göre sıcaklık değişimi), Nedensel Döngü Diyagramı (öğretmenlere yatırım). Aşağıda soldan sağa: Stok-Akış Diyagramı (Nüfus), Nedensel Döngü Diyagramı (üstte: eğitimin kalitesi, altta: Stok-Akış Diyagramı (Barışçıl Ülke Nüfusu))



İlkokul dördüncü sınıf öğrencileri, proje temelli öğrenme çalışmaları kapsamında, Barışçıl Ülke adlı bir ülke kurma projesini gerçekleştirdi. Bu proje, öğrencilere bir ülkenin temel unsurlarını inceleme ve ilişkilendirme fırsatı sundu. Projenin uygulanması sırasında öğrenciler, Dünya ülkelerini inceleyerek bir ülkenin oluşturan unsurları belirledi. Vatandaşların önemli bir unsur olduğuna karar vererek nüfus dinamiklerine odaklandılar. Sistem düşüncesi yaklaşımını kullanarak, önce İzmir ilinin nüfusunun değişimini analiz ettiler ve ardından bir ülkenin nüfusunun değişimini etkileyen etmenleri stok akış diyagramları ile modellediler. Nüfus üzerinde etkili olan faktörler arasındaki ilişkileri anlamak için bir ilişki çemberi

oluşturarak yönetim kalitesi, ekonomik refah ve eğitim arasındaki nedensel döngüyü incelediler. Proje kapsamında, iş imkanları ile ekonomik refah arasındaki ilişkiyi daha ayrıntılı inceleyerek nedensel döngü diyagramları kullandılar. Barışçıl Ülke adını verdikleri ülkelerinin bayrağı, milli marşı, kimlik kartı gibi unsurlarını sosyal bilgiler dersi kazanımları çerçevesinde çalışarak belirlediler. Eğitimin ülkenin gelişmesindeki önemini fark eden öğrenciler, eğitim dinamiklerini sistem düşüncesi araçlarıyla inceleyerek ülke bütçesi ve eğitim yatırımları arasındaki ilişkileri anlamaya çalıştılar. Projede sistem düşüncesi araçları, öğrencilere bir ülkenin unsurları arasındaki bağlantıları görmelerinde yardımcı oldu. Bu sayede Barışçıl Ülke projesi adım adım hayata geçirilerek tamamlandı. Gözlemlenen sonuçlar arasında, öğrencilerin karmaşık ilişkileri anlamada ve sistem düşüncesiyle ileriye dönük planlamalarda başarılı oldukları görülmektedir.

Yukarıdaki örnekte olduğu gibi, okul öncesi ve ilkokulda sistem düşüncesinin disiplinler arası uygulanması, sonraki yıllarda dersler ve öğretmenler farklılaştığında da, benzer disiplinler arası çalışmalar yapılmasını kolaylaştırabilir. Bunun temel nedeni, öğrencilerin bütüncül bakışlarını korumalarını desteklemenin yanında, sistem düşüncesi araçlarının ölçeklenebilir olmasıdır. Araçlar aynı görselliği koruyarak, zaman boyunca davranış grafiğine bir değişken daha eklemek, stok-akış diyagramında stok sayısını artırmak, ilişkileri sayısallaştırmak gibi geliştirmelerle gittikçe daha karmaşık sistemler üzerinde çalışılabilir.

Son olarak

nedensel döngüler için daha erken

Gerek öğretim programlarında olmaması gerekse kavram yanlışlarına neden olma olasılığı nedeni ile, nedensel döngü diyagramlarının çok gerekli olmadıkça K-4 döneminde kullanılmasını önermiyoruz. Bunun birkaç nedeni var:

- Nedensel döngü diyagramlarının stok-akış diyagramlarının özeti olması

Nedensel döngü bir stokun kendi akışını doğrudan veya dolaylı olarak etkilemesi ile ortaya çıkar. Bu nedenle stok-akış diyagramı, stok ve akış kavramları tam olarak oluşmadan nedensel döngülerin derslerde kullanımı kavram yanlışlarına yol açabilir.

- Nedensel döngü diyagramlarının kavram haritalarını çağrıştırması

Bu kavram yanlışlarını kolaylaştıran bir diğer etken de nedensel döngü diyagramlarının yeni başlayanlar için kavram haritalarını çağrıştırmasıdır. Her iki araçta da öğeler ve öğelerin birbirine bağlayan ilişkiler vardır. Ancak nedensel döngü diyagramlarında bu ilişkiler yalnızca nedensellik ilişkileri iken kavram haritalarında böyle bir zorunluluk yoktur. Ancak görüntüdeki bu benzerlik, gerek öğretmen gerekse öğrenci için nedensel döngü diyagramı oluşturmayı oldukça zorlaştırır.

- Nedensel döngülerin öğretim programları içinde neredeyse hiç olmaması

Bir diğerk zorluk ve kavram yanlışlığı olasıılığı, Nedensel Döngü Diyagramlarının, adının da gerektirdiğı üzere, nedensel döngüleri göstermek amacı ile kullanılan bir araç olmasından kaynaklanıyor. Türkiye eğitim sistemindeki derslerin öğretim programlarında (MEB, t.y.) nedensel döngü hiçbir kazanım içinde doğrudan geçmiyor. Kazanımların içinde bulunduğu üniteler (“Besinlerimiz” veya “Canlılar Dünyasına Yolculuk” gibi) konu olarak geri beslemeleri içeren, yani nedensel döngüleri olan sistemler ancak kazanım olarak öğretim programı içinde bulunmuyorlar. Bu derslerin planları içine nedensel döngüleri eklemek öğretim programına göre gerekli olmayan, öğretmenin işini artıracak, dolayısıyla sistem düşüncesinin uygulanması konusunda istekliliğı azaltacak bir çaba olabilir.

- Türkçe’de döngü ve çevrim sözcüklerinin bir birbirleri yerine kullanılması

Milli Eğitim Bakanlığı öğretim programları içinde, “döngü” sözcüğü, “yaşam döngüsü”, “madde döngüleri” gibi “çevrim” anlamında kullanılmaktadır (MEB, 2018). Öğretim programında bu biçimde kullanılan “döngü” kavramı, “nedensel döngü” kavramından oldukça farklıdır. Nedensel döngülerde ögeler arasında olması gereken “nedenselliğın” olmadığı bu tür kullanımlar, stok-akış temeli sağlam olmaması durumunda kavram yanlışlıklar yaratabilir.

Üçüncü Bölüm: Gelecek

yapısal değışim hedefleyen toplumsal bir yenilik

Kısa erim

okullar

MEB Öğretim programları sarmal programlama yaklaşımı ile oluşturulmuştur (Ucus ve Demirbaş, 2017; Direkci ve Yavuz, 2018; Selvi, 2018; Özkale ve Memiş, 2022). Sarmal bir öğretim programında, yeni öğrenmeler önceki öğrenmelerle ilişkilendirilerek konular artan zorluk düzeyleri ile yeniden işlenir, böylece öğrencinin yeterliliğinin artması hedeflenir (Harden, 1999). Disiplinler arası yapısı gereğı yatay bütünleştirmeye uygun olan sistem düşüncesi, ölçeklenebilir olması ile de dikey bütünleştirmeye uygundur. Sistem düşüncesi araçları öğretim programlarının sarmal yaklaşımını destekler, bu yaklaşıma uygun ders planlarının hazırlanmasını kolaylaştırır. Sistem düşüncesi araçları ile zenginleştirilmiş ders planlarını içeren sarmal öğretim programına uygun bütüncül bir planlama ile ilgili ön çalışmalara başlanmıştır.

Orta Erim

üniversiteler

Sistem Düşüncesi Derneği'nin Türkiye'de sistem düşüncesi yaklaşımının eğitim kurumlarında yaygınlaştırılması amacı ile uygulamakta olduğu projenin orta erimli hedefi olan, üniversitelerle işbirliği konusunda çalışmalar, 2019 yılında MEF Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Öğrenme Bilimleri Yüksek Lisans Programı kapsamında verilen bir ders ile başlamıştır. Sonraki yıllarda Balıkesir, Boğaziçi ve Maltepe Üniversiteleri Eğitim Fakültelerinde lisans ve yüksek lisans dersleri açılmıştır. Bu derslerden edinilen deneyim ile, Türkiye'de bulunan tüm eğitim fakültelerinden ilgilenen akademisyenlerin katılımını hedefleyen ulusal düzeyde bir proje hazırlanmaktadır. Proje; ilgilenen akademisyenlerle düzenlenecek bir çalıştay, çalışma yapmak isteyen akademisyenlerle geliştirilecek bir çevrim içi eğitim programı, bu programı kullanarak yapılacak uygulama ve uyarlamaları ve edinilen deneyimlerin paylaşılacağı etkinlikleri içerecektir.

Uzun erim

öğretim programları

Üniversitelerin eğitim fakültelerinde sistem düşüncesi yaklaşımının gerek ders düzeyinden gerekse var olan derslerde bir yöntem olarak yaygınlaşmasının ardından, sistem düşüncesinin Türkiye Yeterlilikler Çevrevesi'nde tanımlanan sekiz anahtar yetkinlikten biri olan “Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler” (MYK, 2015) kapsamında bir yetkinlik olarak tanımlanması yönünde çalışmaların yapılması hedeflenmektedir. Böylece öğretim programlarında bu yetkinliğin kazanılmasına yönelik kazanımlar tanımlanabilecek, sistem düşüncesi yaklaşımının öğretim programlarına yayılımı sağlanacaktır.

Riskler

dengeleyici ve pekiştirici döngüleri fark etmemek

Sistem düşüncesinin bir eğitim sistemine yayılımını yavaşlatabilecek ilk engel, sabırsız olmak ve aceleci davranmaktır. Sistem düşüncesinin yeteri kadar hazırlık yapılmadan okullarda kullanılmaya başlanması, daha da kötüsü öğretim programlarına girmesi, yüzeysel olarak uygulanmasına, bu nedenle etkili olamamasına neden olacaktır. Böyle bir durumda sistem düşüncesi “moda” akımlardan biri olarak algılanabilir ve kısa zaman içinde, modası geçtiğinde, yerine gelen sonraki “moda” akım nedeni ile uygulanmamaya başlayabilir. Sistem düşüncesi ancak eğitim fakülteleri tarafından savunulduğu, gözetildiği ve yayıldığı zaman sürdürülebilir bir yaklaşım olarak eğitim sistemi içinde yer alabilir.

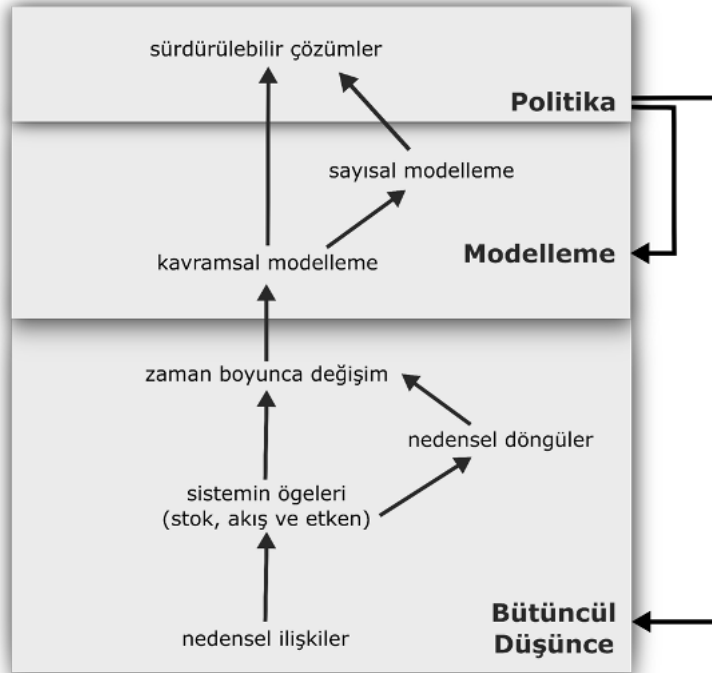
Sistem Düşünürü olmak

bütüncül düşünebilmek, modelleme yapabilmek, politika geliştirebilmek

Teknoloji, büyümenin sınırlarını tek tek ortadan kaldırarak Dünyanın taşıma kapasitesini sürekli artırıyor. Ancak Dünyanın iç içe geçmiş çok sayıda büyüme sınırı var. Eninde sonunda sınırlardan biri büyümeyi engelleyecek (Forrester, 1971). Ancak yapılan araştırmalar sürdürülebilirliğin olası senaryolardan biri olduğunu gösteriyor (Meadows ve diğerleri, 1972; Meadows ve diğerleri, 2004). Küresel sorunların çözümleri var.

Sistem Düşüncesi yaklaşımı bu sorunları, kişi, kurum, topluluk, ulus ve uluslararası düzeyde çözümleyerek uygulanabilir ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesini kolaylaştırabilir. Sistem Dinamikleri araçlarını kullanan böyle bir yaklaşımın aşamaları ve aşamaların birbirleri ile ilişkileri Şekil 22'de verilmiştir. Kolay anlaşılır, kolay uygulanır ve yaş düzeyine göre ölçeklenebilir olan bu araçlar sorunların bütüncül düşünülmesine, buna uygun kavramsal veya sayısal modeller geliştirilmesine ve olası kaldırıcı noktalarının belirlenmesine yardımcı olur. Böylece sürdürülebilir çözümlere yönelik politika geliştirebilir.

Şekil 22. Sistem Düşüncesi Beceri Çerçevesi¹⁵



Sistem Düşüncesi, tarım ve endüstri devrimlerinden sonra üçüncü büyük devrim olan "sürdürülebilirlik" devrimini (Meadows ve diğerleri 2004) yapabilmemiz için bilişsel ve duygusal hazırbulunuşluk sağlar.

Dünyanın önde gelen sistem düşünürlerinden Yaman Barlas şöyle diyor: "... Doğru, problemi çözmek zor, ben ... çözümün olması için ne olması gerektiğinin altını

¹⁵ Açıklama: Sistem Düşüncesi Çerçevesi, Eğitimde Sistem Düşüncesi kitabının (SDD, 2020) "Sistem Düşüncesi Temel Öğeleri" (sayfa 35) ve "Sistem düşüncesi beceri çerçevesi (sayfa 36) birleştirilerek yeniden oluşturulmuştur.

çiziyorum. Size ... çözüm olmayacak senaryoyu söyleyeyim: Şöyle (şimdi olduğu gibi) bakmaya devam ettiğiniz sürece torununuz da bunu konuşacak, bir tek bunu garanti ediyorum. Yani ... sistemin iç yapısına bakmadan, ... dinamik olarak, sistemik, sistem gözüyle, sistem yaklaşımıyla, yani ilişkiler yumağına bakmadan ... ve bu ilişkiler yumağının bu dinamikleri ... nasıl yarattığına odaklanmadan (problemi) çözemeyeceğinizi garanti edebilirim. Onun dışında çözümü garanti edemem. Ama çözümsüzlüğü garanti ediyorum...”(Barlas, 2019).

Katkıda bulunanlar

Kavramsallaştırma, Yazım - orijinal taslak: Emre Göktepe

Araştırma, Proje yönetimi: Sistem Düşüncesi Derneği

Sormacaya katılanlar: Melis Yücel Özbek, Merve Başçı, Özgül Nayiş, Özgün Çetinkaya, Özlem Angı, Özlem Orçun, Sevtap Karadayı, Şebnem Demir, Şebnem Feriver, Tuğçe Gökçen Saygılı, Yusuf Çağlayan

Yazım - orijinal taslak (uygulama örnekleri): Bilgen Ulus, Fatma Çınar, Gülnaz Çağlayan, Özgül Nayiş, Özgün Çetinkaya, Sevinç Yılmaz, Sevtap Karadayı, Şebnem Demir, Tuğçe Gökçen Saygılı

Yazım - gözden geçirme ve düzenleme: Bilgen Ulus, Gaye Ceyhan, Özlem Angı, Sena Yıldız Değirmenci, Şebnem Feriver, Ülkem Yazarbaş

Kaynakça

Bar-On, Y. M., Phillips, R., & Milo, R. (2018). The biomass distribution on Earth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(25), 6506-6511.

Barlas, Y. (2019) Sistem Düşüncesine Genel Bir Bakış özel video kaydı - MEF Üniversitesi Öğrenme Bilimleri Yüksek Lisans Programı LSC 514/534 Eğitimde Sistem Düşüncesi ve Sistem Dinamiği Yaklaşımı açılış dersi (1:22:31).

DERBİS. (2023). Dernek üye işlemleri. Dernekler Bilgi Sistemi (DERBİS). Erişim tarihi: 8 Kasım 2023 <https://derbis.dernekler.gov.tr/DernekUyeIslemleri/Index>.

Direkci, B., & Yavuz, M. (2018). 1-8. Sınıflar Türkçe Dersi Öğretim Programı Kazanımlarının Sarmal Programlama Yaklaşımı Açısından İncelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 13(27).

Ferry, A. L., Hespos, S. J., & Gentner, D. (2015). Prelinguistic relational concepts: Investigating analogical processing in infants. *Child Development*, 86(5), 1386-1405.

Fisher, D. M., & Systems Thinking Association. (2023, February). Systems thinking activities used in K-12 for up to two decades. In *Frontiers in Education* (Vol. 8, p. 1059733). Frontiers.

Forrester, J. W. (1971). *World dynamics*. Cambridge Mass.

FAO (2023). *Land use statistics and indicators 2000–2021. Global, regional and country trends*. FAOSTAT Analytical Briefs Series No. 71. Rome.

- Gunawan, G., Prawoto, A., & Sumarmo, U. (2019). Mathematical Reasoning and Self Regulated Learning According to Student's Cognitive Stage. (JIML) Journal Of Innovative Mathematics Learning, 2(1), 39-52.
- Huggel, C., Bouwer, L. M., Juhola, S., Mechler, R., Muccione, V., Orlove, B., & Wallimann-Helmer, I. (2022). The existential risk space of climate change. Climatic Change, 174(1-2), 8.
- IPCC (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647 -
- Harden, R. M. (1999). What is a spiral curriculum?. Medical teacher, 21(2), 141-143.
- Kärkkäinen, K. (2012), "Bringing About Curriculum Innovations: Implicit Approaches in the OECD Area", OECD Education Working Papers, No. 82, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5k95qw8xzl8s-en>.
- Kristensen, H. M., & Korda, M. (2023). SIPRI Yearbook 2023, 7. World nuclear forces.
- Lambert, C. (March-April 2012). The Twilight of the Lecture: The trend toward "active learning" may overthrow the style of teaching that has ruled universities for 600 years. Harvard Magazine. <https://www.harvardmagazine.com/2012/02/twilight-of-the-lecture>
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972). The limits to growth. A Report For The Club of Rome's Project On The Predicament of Mankind. Universe Books. New York.
- Meadows, D. (1999). Leverage points: Places to Intervene in a System. The Sustainability Institute.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. (2004). Limits to growth: the 30-year update. Chelsea: Chelsea Green Publishing Company.
- Meadows, D. H. (2008). Thinking in systems: A primer. Chelsea Green Publishing.
- MEB (t.y.). Öğretim Programları. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) web sitesi. Erişim tarihi: 11 Kasım 2023: <https://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx>
- MEB (2018). Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar). Ankara: Temel Eğitim Genel Müdürlüğü.
- MEB (2020). Öğretim Programları Değerlendirme Raporu. İzleme ve Değerlendirme Daire Başkanlığı. Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB).
- MYK. (2015). Türkiye yeterlilikler çerçevesi. Mesleki Yeterlilik Kurumu. Ankara.
- OECD (2019), PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- OECD (2020), Curriculum Overload: A Way Forward, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/3081ceca-en>.

- Opfer, J. E., Kim, D., & Qin, J. (2018). How Does the “Learning Gap” Open? A Cognitive Theory of Nation Effects on Mathematics Proficiency. In Language and culture in mathematical cognition (pp. 99-130). Academic Press.
- Özkale, A., & Memiş, Y. (2022). İlköğretim Matematik Öğretim Programında Sarmal Yaklaşım Yansımalarının İncelenmesi. Milli Eğitim Dergisi, 51(234), 1031-1062.
- Porter, M. E. (1996). What is strategy?. Harvard Business Review.
- Randoa, A. (2014). Promotion of pre-schooler intellectual and writing skills with drawing activities. In SOCIETY. INTEGRATION. EDUCATION. Proceedings of the International Scientific Conference (Vol. 1, pp. 589-599).
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., ... & Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. Science Advances, 9(37), eadh2458.
- Richmond, B. (1997). The “thinking” in systems thinking: how can we make it easier to master. The Systems Thinker, 8(2), 1-5.
- Richmond, B. (2010). The thinking in systems thinking: eight critical skills. Tracing Connections: Voices of Systems Thinkers, 3-21.
- Rohaeti, E. E., Putra, H. D., & Primandhika, R. B. (2019). Mathematical understanding and reasoning abilities related to cognitive stage of senior high school students. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1318, No. 1, p. 012099). IOP Publishing.
- Schoenenberger, L., Schmid, A., Tanase, R., Beck, M., & Schwaninger, M. (2021). Structural analysis of system dynamics models. Simulation Modelling Practice and Theory, 110, 102333.
- SDD Sistem Düşüncesi Derneği. (2022). Eğitimde Sistem Düşüncesi. Koza Yayın Dağıtım. Ankara.
- SDD Sistem Düşüncesi Derneği.(2023a). Tarihçe. Eğitimde Sistem Düşüncesi. <https://egitimdesistemdusuncesi.org/>
- SDD Sistem Düşüncesi Derneği. (2023b). Türkiye Okul Öncesi ve İlkokul ESD Deneyimleri sormacası (Yayımlanmamış araştırma).
- Selvi, H. (2018). Sosyal bilgiler dersi 2005 ve 2018 öğretim programlarının karşılaştırılması (Master's thesis, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi/Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- Sterman, J. D. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw-Hill Inc.
- Ucus, S., & Demirbaş, İ. (2017). Okul öncesi eğitim programı ile ilköğretim hayat bilgisi öğretim programının sarmallığının incelenmesi. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13(3), 1084-1105.
- Walker, C. M., & Gopnik, A. (2014). Toddlers infer higher-order relational principles in causal learning. Psychological science, 25(1), 161-169.

Walker, C. M., Lombrozo, T., Legare, C. H., & Gopnik, A. (2014). Explaining prompts children to privilege inductively rich properties. *Cognition*, 133(2), 343-357.