

21'inci Yüzyıla Hazırlık Olarak Sistem Dinamikleri Yolu ile Öğrenme¹

Jay Forrester'in "Learning through System Dynamics as Preparation for the 21st Century" adlı yazısının çeviri denemesi

Çeviren - Emre Göktepe

Açıklama:

Bu yazının iki sürümü ile karşılaştım. İlki 1994 yılında düzenlenen K-12 Eğitimde Sistem Düşüncesi ve Dinamik Modelleme Konferansında (Systems Thinking and Dynamic Modeling Conference for K-12 Education) yapılan konuşmanın **yazısı**. Diđeri 2016 yılında System Dynamics Review dergisinde çıkan **yazı**. İki sürüm arasında küçük farklar var. 1994 yazısında olup diğerinde olmayan bölümler [...] olarak gösterilmiştir. 2016 yazısında olan diğerinde olmayan bölümler [...] olarak gösterilmiştir. Karşılaştırmalı çeviriye **buraya** tıklayarak ulaşabilirsiniz.

Sistem dinamikleri, anaokulundan 12'nci sınıfa neleri başarmalıdır? Öğrencilerin çoğundan yaşamlarını bir bilgisayarın karşısında sistem dinamikleri modelleri kurarak geçirmelerini beklemiyoruz. O zaman, bir sistem eğitiminin kazanımı ne olmalıdır?

Öğrencilere, çevrelerindeki dünyayı anlamak için daha etkili bir yol göstermemiz gerektiğine inanıyorum. Yaşamlarını ve karşılaştıkları durumları yönetmek için daha {yüksek ve} sağlam temelli bir güven kazanmalılar.

Sistem dinamikleri eğitiminin hedefleri {üç} [beş] başlıkta toplanabilir:

1. Kişisel becerileri geliştirme
2. [Ekonominin davranışı ile ilgili öğrenme]
3. 21'nci yüzyıla uygun bakış açısı ve kişilik biçimlendirme
4. İçinde çalıştığımız ve yaşadığımız sistemlerin doğasını anlamak
5. [Sistem eğitiminden yararlanmak]

1. Kişisel Becerileri Geliştirmek

Sistem dinamikleri eğitimi:

1. Düşüncenin duruluğunu keskinleştirmeli ve iyileştirilmiş bir iletişime temel sağlamalı
2. Alışılmadık görüşlere sahip olmayı yüreklendirmeli

¹ Eğitimde Sistem Düşüncesi Haber Bültenin 39. sayısında (Ekim 2022) yayımlanmıştır.

3. İçinde yaşadığımız karmaşık dünya ile tutarlı bir kişisel felsefe aşılmalı
4. [Fiziksel ve sosyal sistemlerin karşılıklı ilişkililiğini göstermeli]
5. [Bilgiyi birleştirmeli ve insan eylemleri arasında hareketliliğe izin vermeli]

1.1 Duru Düşünce ve İletişim

Günlük konuşma ve yazma dili kişinin; belirsiz, tamamlanmamış, hatta mantıksız sözlerin arkasına saklanmasına izin verir. Dil, kendi içinde duruluk ve tutarlılık için bir disiplin dayatmaz. Bun durumun karşıtı olarak bilgisayarla modelleme duru, kesin betimlemeler gerektirir.

Günlük bir tartışmada, "İnsanların nasıl tepki vereceği duruma bağlıdır" gibi genel bir söz kabul edilebilir. Ancak eğer bu bir modele girdi olacaksa kişi; çeşitli koşullarda, hangi insanların, nasıl bir tepkiyi, durumun hangi özgün yönüne göre, hangi kesin eylemi gerçekleştireceklerini belirlemeye zorlanır.

Öğrenciler, [günlük] dilden ayrılarak bir benzetim (simülasyon) modelindeki duru betimlemelere ulaşmak için gereken betimleme kesinliğini elde etmeye çabalamalıdır. Bir küvete su doldurmak veya bir fincan kahvenin soğumasını açıklamak gibi basit bir süreç bile şaşırtıcı derecede zorlayıcı olabilir. Böyle bir duruluğa birkaç alıştırmaya ile erişilemez. Düşüncede kesinliği öğrenmek yıllar boyunca pekiştirme gerektirir.

Betimleyici dilden model diline çeviri öykünün yarısıdır. Kişi daha sonra tersine çeviri yapabilir. Bir benzetim (simülasyon) modelinden betimsel dile tersine çeviri, modeli geliştirmek ve kullanmaktan gelen kesinliği içeren duru betimlemelerin ortaya çıkmasını sağlar.

Bir sistem dinamik modelinden tersine çevirinin gücünü, şehirlerin büyümesi ve duraklaması ile ilgili olan Urban Dynamics (Şehir Dinamikleri) (Forrester, 1969) kitabımın basımından sonra deneyimledim. Kitap o kadar görünürlük kazandı ki şehir sorunları üzerine konferanslara [sıklıkla] çağrılırdım. Bu gibi toplantılarda, kendimle çelişmeden 20 dakika konuşabilmekten kaynaklanan eşsiz bir gücüm ve etkim vardı. Kendi ile çelişmemek sıradan bir yeterlilik gibi görünebilir. Ancak diğerleri, karmaşık durumlar konusundaki düşüncelerinin eksikliği ve tutarsızlığı nedeni ile, karşılaştırılabilir bir durulukta olamıyorlardı. Ayrıca, yaptıkları varsayımların gerektirdiği doğru dinamik sonuçlara varamıyorlardı. Bir sistemin parçaları ile ilgili varsayımlardan hangi davranışın ortaya çıkacağı bilgisine ancak modelleme ve bilgisayar benzetimi (simülasyonu) yaparak ulaşılabilir.

Şehirlerle ilgili konferanslardaki durumum şöyleydi: Şehir Dinamikleri modelinde kullanılan varsayımları biliyordum. Bu varsayımlar sonucu ortaya çıkan davranışı biliyordum. Ayrıca, şehrin evrimine kılavuzluk edecek farklı devlet politikaları uygulanırsa davranışın nasıl değişeceğini de biliyordum. Model çerçevesi içinde söylediğim her şeyde bütünüyle tutarlı olabiliyordum. Tabii ki kişi içsel olarak tutarlı ve [gerçek dünya ile karşılaştırıldığında] hala hatalı {veya geçersiz} olabilir. Yani

tutarlılığın ötesinde modelin, diğerlerinin ilgilendiği konularla ilişkili olması, bu konuları kapsamaması gerekiyor.

Öğrenciler; kişisel, sosyal, ekonomik ve işletme ile ilgili durumların varolan kafa karıştırıcı davranışlarını çok daha iyi anlamının olanaklı olduğuna emin olarak sistem eğitiminden çıkmalıdırlar. Eğer altta yatan varsayımlardan açıkça söz edilir ve hangi varsayımların, gerçek dünya ile ilgili elimizdeki bilgiye en çok uyan davranışa yol açacağı gösterilebilirse gelecek ile ilgili politikalar konusundaki herhangi bir tartışmanın daha duru ve anlamlı olacağını fark etmiş olmalılar.

K-12 öğrencileri; tartışmaları, yanlış anlamaları ve görüş farklılıklarını çözmek için modelleme kullanımı ile ilgili sürekli deneyim kazanmalılar. Yakından bakıldığında en yoğun anlaşmazlıkların, altta yatan varsayımlardan değil bu varsayımların ortaya çıkardığı davranışa getirilen farklı ve yanlış sezgisel çözümlerden kaynaklandığı görülür. Sistem dinamikleri modeli geliştirirken, yapıdan ve sistemdeki karar verme kurallarından başlanır. Genellikle yapı ve önemli kararlar ile ilgili pek fazla tartışma olmaz. Model kabul görmüş olan yapı ve politikalar kullanılarak geliştirildiğinde davranış sıklıkla beklenmedik olur. Bu davranışın nedenleri anlaşıldığında aşırı görüş farklılıklarının anlaşmaya yöneldiğini pek çok kere gördüm.

Öğrenciler, modellemeyi ve sistemleri anlamayı sosyal ve politik çatışmayı azaltacak bir yol olarak görmeliler.

1.2 Yüreklendirme

Modelleme konusunda güçlü bir alt yapı öğrencilere, sosyal ve ekonomik politikalar ile ilgili geleneksel olarak kabul görmüş görüşlerin aslında sıklıkla en önemli sorunlarımızın nedeni olduğunu göstermelidir. Güncel görüşlerin doğru olmalarının gerekmediğini fark ederlerse daha derin düşünmek için yüreklenebilir, hemen yakında olan durumun ilerisine bakabilir ve çoğunluğun yanlış temellenmiş ve uzağı göremeyen görüşlerinin karşısında durabilirler.

Modellerle çalışmak yalnızca kesin betimleme yapma becerisini geliştirmeyi değil bunu yapmayı yüreklendirmeyi de sağlamalıdır. Genellikle insanlar yanlışlığı kanıtlanamayacak kadar genel, eksik ve üstünkörü sözlere sığınır. Diğer yandan, bu kadar belirsiz sözler etkili olamazlar.

Kesin betimlemeler yapmak kişiyi yanlış olmaya açık hale getirir. Kesin betimleme derken belirsiz olmayan demek istiyorum. Kesin bir betimlemenin özgün bir anlamı vardır, açıktır. Ancak kesin bir betimlemenin tam veya doğru olması gerekmez. Kesin betimlemeler açık bir iletişim için gereklidir. Eğer betimleme yanlış ise iletişim açık olduğunda bu durum kolaylıkla ortaya çıkar. Model geliştirme sırasında öğrencilerin, daha sonra yanlış oldukları modelin benzetimi (simülasyonu) sırasında görülecek pek çok sav ortaya atma deneyimleri olacaktır. Öğrenciler, öğrenme ve daha iyi anlama sürecinde, yanlış olsa bile kesin olma konusunda yüreklendirilmelidirler.

1.3 Kişisel Felsefe

Bilgisayar benzetimi (simülasyonu) konusunda deneyim, öğrencilerin çevrelerindeki dünyaya karşılık verme biçimlerini değiştirmelidir.

Öğrenciler benzetim (simülasyon) modelleri üzerinden; aile, topluluk, işletme, ülke veya uluslararası ilişkiler olsun sosyal ve ekonomik sistemlerin karmaşıklığını değerlendirebilmelidirler. Bu tür sistemlerin sezgilere aykırı doğasını pek çok kez görmüş olmalı. "Apaçık görünen" çözümlerin her zaman doğru olmadığını ve görünüşte doğru eylemlerin sıklıkla üzerinde çalışan sorunun gerçek nedeni olduğunu anlamalıdır.

Şehir dinamikleri kitabı iyi niyetli eylemlerin gidermeye çalıştığı koşulları nasıl kötüleştirilebileceğini gösteriyor. Kitap, herkesçe en beğenilen devlet politikalarının gerek bir kurum olarak şehrin gerekse düşük gelirli işsiz vatandaşların bakış açısı ile, etkisiz ile oldukça zararlı arasında bir yere karşılık geldiğini göstermiştir. Bir şehir için en güçlü etkinin düşük gelirlilere konut yapımı ile ilgili politikalar olduğu görülmüştür. Birleşmiş Devletler [1960'lar ve 1970'ler boyunca,] şehirdeki yoksulluğu artıran bir politika uygulamıştır. Şehir yaşlandıkça dengesizleşir. Endüstri yapıları yaşlandıkça gittikçe daha az kişiye iş olanağı sağlayacak biçimde kullanılırlar. Ancak, konutlar yaşlandığında daha düşük kiralara ve daha yüksek nüfus yoğunluğuna doğru sürüklenirler. Düşük gelirliler için konutlar yapmak çöküşün hızını artırır. [Yoksulluğu giderme umuduyla uygulanan bu] "apaçık görünen" düşük gelirlilere konut yapma politikası, iş yaratacak işletme yapılarının yapılacağı yeri ele geçirir ve aynı zamanda konut yapımı iş arayan daha da fazla insanı şehre çeker. İnsancıl bir politika gibi görünen daha fazla konut yapımı, gerçekte insanları ekonomik etkinliğin azalmakta olduğu alanlara çekerek yoksulluk yaratır.

Öğrencilerin erkendoğan çıkarımları hemen uygun bulma konusunda duyarlılık geliştireceklerini ve daha geniş seçenekleri araştırabileceklerini umabiliriz.

Öğrenciler gelecek yaşamlarında model kurmayacak olsalar bile ekonomik ve sosyal politika değişiklikleri önerenlerin sistem dinamikleri modelleri kurmalarını beklemeliler. Buna ek olarak vatandaşlar, 21'nci yüzyılda bu tür modellerin toplum tarafından denetlenmeleri amacıyla erişilebilir olmalarını beklemeliler. anaokulundan 12'nci sınıfa edindikleri deneyimlerle bu tür modelleri okuyabilir, anlayabilir ve değerlendirebilir duruma gelecekler. Sosyal ve ekonomik politikaların belirlenmesinde bilgisayar modelleri giderek daha fazla kullanılmaya başlayacak. Toplumun, katılımcı olabilmek için bu tür modellerin doğasını bilmesi, model varsayımlarını değerlendirmesi ve modellenen politikaları savunanları kendi varsayımlarını anlatmaları ve çıkarımlarını gerekçelendirmeleri konusunda zorlamak için kendilerini rahat hissetmeleri gerekecek.

1.4 Karşılıklı İlişkililiği Görmek

Sistemlerin karşılıklı ilişkileri, tek tek ayrıntılarından çok daha ilginç ve önemlidir. Karşılıklı ilişkiler, geri besleme döngülerinin davranışı üretecek biçimde nasıl

düzenlendiğini ortaya çıkarır. Sistem modellemesi konusunda güçlü bir alt yapısı olan öğrenciler dünyanın nasıl düzenlendiğinin önemi konusunda duyarlı olmalı. Parçalara anlamını veren ilişkilendirici yapıyı aramak istemeliler.

Modellemenin önemi, MIT'den yıllar önce mezun olmuş bir öğrenci ile yaptığım konuşmadan görülebilir. Ona, sistem dinamikleri ile ilgili açışmalarının ne işine yaradığını sordum. Yanıtı: "Gazeteleri okumanın için apayrı bir yolunu gösterdi". Bugün gerçekleşen farklı şeylerin arasındaki ilişkileri görebildiğinden, bugünün haberleri ile geçen hafta ve geçen yıl olanların arasındaki ilişkileri anladığından ve söylenmemiş olan ancak öykünün parçası olması gerekenleri bilmek için satır aralarını okuduğundan söz ediyordu.

1.5 Bilgiyi Birleştirme ve Hareketlilik, "Rönesans İnsanı"[na Dönüş]

21'inci yüzyıl toplumlarda hızlı değişimlere yol açacak. [Pek çok ülkede] {Daha şimdiden Eski Sovyetler Birliği ve Afrika'da} karışıklık görüyoruz. Önceki yüzyılda değişim yeni teknolojilerden gelirdi. Önümüzdeki yüzyılda değişimin çoğunlukla nüfus büyümesi, çevrenin bozulması, kirlilik ve besin, su ve kaynakların kıtlığından kaynaklanacağına inanıyorum. Başka bir deyişle, toplumlar sürekli yeniden biçimlenecek ve bunun sonucu olarak bireylerin rolleri sürekli değişecek. Bugünün öğrencileri [önemli] {beklenmedik} değişimlere hazırlıklı olmalı.

Eğitim geçen yüzyılın gittikçe uzmanlaşma yönünde olan eğilimini tersine çevirmelidir. Uzmanlaşmaya ilgi gençlikte başlayabilir ve genellikle kişinin çalışma yaşamı içinde geçersizleşecek olan bir üniversite meslek eğitime yol açabilir. Eğitim, öğrenciye değişen istemler ve olanaklarla birlikte yön değiştirebilme hareketliliği veren bir temel sağlamalıdır.

Sistem dinamikleri neredeyse tüm konuların altında yatan bir temel oluşturur.

Bu temel [anlaşıldığında] {üzerinde ustalaşıldığında} kişinin bir alandan diğerine geçme hareketliliği olur. MIT'den bir elektrik mühendisi bu hareketliliği gösterdi. Üçüncü ve dördüncü yıllarında sistem dinamikleri çalışmıştı. Elektrik mühendisliğinde yüksek lisansını yaparken tezini şeker hastalığının (diyabet) çeşitli durumlarında bedenin insülin ve glükozu nasıl işlediği üzerine yaptı. Bu pek elektrik mühendisliği gibi görünmeyebilir ancak bu tür öğrencilerin yaklaşık %10'u tıp alanında çalışmaya yöneliyorlar. Boston'daki araştırma kliniğindeki doktorlarla şeker hastalığı konusunda hemen bir iş ilişkisi geliştirdi çünkü doktorlar parçalanmış tıp bilgilerini ilk kez anlamlı bir sistem olarak bir araya getirebilmişlerdi (Foster, 1970). Ancak tıp alanına girmeyi istemedi. Daha sonra benimle Şehir Dinamikleri modelini genişletmek konusunda çalıştı. Bir yıl boyunca, Boston'daki Afrika kökenli topluluktan bir grupta, eğitimin farklı yönlerini modele ekleme konusundaki görüşmeleri yönetti. Daha sonra bir kurumda çalışmaya başladı. Bir ortamdan diğerine geçebildi çünkü sistem konusundaki temel anlayışı ona herhangi bir etkinlik için değişerek düzenlenebilen bir çerçeve oluşturmasına izin verdi.

Sistem konusunda anlayışı olan bir kişi çok farklı ortamlarda farklılara odaklanmak yerine ortak öğeleri görür. Örneğin topluluklar aynı temel yapıları olmalarına karşın önemli yerlerde farklı politikalar izledikleri için oldukça farklı davranırlar. Farklı yapılardaki sistemler [çok farklı ortamlarda] aynı davranış çeşitliliğini gösterirler. Örneğin salınım yapan bir sarkaç ile ilgili iki stoklu bir modelin öğeleri yeniden adlandırılabilir ve model, ekonomide iş çevrimlerinin özünde bulunan işgücü ve envanter dalgalanmalarına dönüşür.

{Tıp doktorları ve farmakolojistlerle bir görüşmemde bu aktarılabirliği gösterme olanağım oldu. Araştırma yapan bir doktorun yaptığı bir deneysel sağaltım çalışmasından söz ettiler. Şöyle bir şey önerdiğimde daha sonuçlar ile ilgili herhangi bir şey söylenmemişti: "Burada bir şey deneyeyim. Eğer, şehirlerin büyümesi ve çökmesinin modellendiği Şehir Dinamikleri modelinde gördüğümüz davranışa göre sağaltım için bir yargıda bulunacak olsam, sağaltımın pankreasta körelmeye neden olacağını öngörürdüm.". Yanıtları, "Haklısın, tam da öyle oldu". Öğrencilerin dinamik yapılarla ilgili anlayışlarını çok farklı alanlara aktarma becerisi geliştirebilmelerini beklemeliyiz.}

Yapı ve davranışın aktarılabirliği bilim ve toplumbilim arasında bir körü oluşturmali. her ikisinde de geri besleme yapıları ortak. Sistemlerle ilgili bir anlayış ortak bir dil yaratır. Bilim, ekonomi ve insan davranışı aynı türden dinamik yapılara üzerine kuruludur.

Uzmanlaşmaya olan eğilimin tersine döndüğünü görüyorum. Alanlar arasında altta yatan birlik öğretiler olabilir oldukça geniş düşünsel ilgileri olan ve gerek sanat gerekse bilim alanlarında başarılı "Rönesans İnsanı" kavramına geri dönebiliriz.

[2 Ekonomik Davranışı Anlamak]

[K-12 eğitimi ekonominin davranışını öğretmende yetersizliği konusunda sürekli eleştirilmiştir. Zayıflık, akademide geleneksel olarak ekonominin davranışının denge koşullarından küçük sapmalar olarak öğretiliyor olması nedeniyle ortaya çıkmaktadır.]

[Ancak ekonominin davranışını anlamak, ekonomide önemli değişikliklere neden olan kuvvetleri anlamaktır.]

[Sistem dinamikleri uzmanları dinamik ekonomilere pek çok keşif yolculukları yapmışlardır. Daha yapılacak çok şey var ancak ekonomi ile ilgili pek çok konunun K-12'de öğretimi ile ilgili yol açık. Ekonominin davranışı kişiselden ve ulusala geniş bir aralıkta öğretiler, örneğin:]

[Kredi kart borçlanma biçimin, faiz ödemeleri ile, kişinin gelecekteki yaşam standartını düşürmesi]

[Kısa erimli iş çevrimlerine neden olan kuvvetler]

[Sosyal tutumların, para yöneticilerinin politikalarının, borcun ve konut ve endüstri yapılarının aşırı yapımının nasıl 50 ile 80 yılları aralığında büyük bunalımlar ürettikleri]

3. Bakış Açısı ve Kişilik

Bir sistem eğitimi öğrencilere kendi geleceklerini biçimlendirebilecekleri konusunda güven vermelidir. Bir sistem eğitimi nedenlere ve çözümlere bakan [kişilikler] {bir kişilik} oluşmasına yardımcı olmalıdır. [Öğrenci kararların, gözlemler ve deneyimlerden oluşturulan zihinsel modelleri temel aldığını anlamalı ve bu tür zihinsel modellerde ortak olan hataların farkında olmalıdır.] Sistemlerle çalışmak zihinsel modellerin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya çıkarmalı, zihinsel modellerin ve bilgisayar modellerinin nasıl birbirlerini pekiştirdiğini göstermelidir.

3.1 Geleceği Yaratma Konusunda Güven

Çağdaş yaşamdaki gerilimlerin çoğu insanların anlamadıkları veya denetleyemedikleri kuvvetlerle boğuşuyor olma duygusu nedeni ile ortaya çıkıyor. Bu çaresizlik duygusunun izi parçası olduğumuz sistemleri anlamamaya kadar sürülebilir. Yerel olarak bakıldığında aşırı değişken görünen olaylar daha geniş bir sistem bakış açısı ile görüldüğünde genellikle anlaşılabilir.

Sistem dinamikleri konusunda [K-12] {Anaokulundan 12'nci sınıfa} eğitiminin kişileri karmaşıklığın doğasını değerlendirmeye istekli ve becerili bireylere dönüştüreceğini umuyorum. Sorunların temel nedenleri ararken hemen önlerindeki ortamın ötesine bakmak istemeliler. Önceki kuşakların oldukça kafa karıştırıcı bulduğu toplum sorunlarını anlayabilecekleri konusunda iyimser bir bakış açısı geliştirmeliler. Enflasyon, savaş, olumsuz ticaret dengesi, [ekonomik gerginlikler] ve çevrenin yıkımı nedenlerin toplum halk tarafından anlaşılmadan yüzlerce yıl sürmüştür. Bu tür sorunlar kendi kendilerini bu işe atayan uzmanlara bırakılmayacak kadar ciddidir, halk, bu kadar önemli tartışmalara katılabilecek kadar anlayış sahibi olmalıdır.

Anlayışın bu biçimde iyileşmesi küçük adımlarla gerçekleşir. Sistem yaklaşımının çok iyi gelişmekte olduğu bir okulda ebeveynler, öğretmenler ve öğrencilerin video söyleşisi yapan bir televizyon yapımcısının bana anlattığı bir öyküyü anımsıyorum: Yapımcı bir ortaokul öğrencisine dönerek "bu sistem çalışmaları senin için ne anlama geliyor?" sorusunu sordu. Öğrencinin anında verdiği yanıt: "Annemle daha iyi başa çıkabiliyorum"

Kişinin çevresi ile bu biçimde daha iyi başa çıkma becerisi çok daha basit adımlarla bile başlayabilir. MIT'de sistem dinamikleri doktora öğrencilerimizden biri Enerji Bakanlığında çalışmaya başlamıştı. İki yıl sonra, devletteki düşünme biçimini [basit] iki-stoklu bir modelle değiştirebilme miktarına ne kadar şaşırdığını [ve çok korktuğunu] anlatmıştı. Bu kadar [başlangıç düzeyindeki] {basit} bir sistem bile önemli politik düzeylerdeki kişilerin göz önüne aldıkları şeylerin genellikle ötesindedir.

3.2 Yetkeciye (otoriter) karşı Yenilikçi Kişilik

"Bir sistem eğitimi, çocukların içindeki yenilikçi eğilimleri geliştirerek ve yenilikçi bir kişiliği yetkeci (otoriter) kişiliğe dönüştüren toplumdaki kuvvetlere

karşı koyarak öğrencilerin kişiliklerini oluşturmalarıdır. Burada yetkeci (otoriter) ve yenilikçi kişilik tanımlarını Everett Hagen'on "On the Theory of Social Change (Toplum Değişiminin Kuramı Üzerine)" (Hagen, 1962) adlı kitabındaki anlamı ile kullanıyorum . Hagen birbirinin tersi iki uç kişiliği karşılaştırıyor."

Yetkeci (otoriter) kişilik katı bir hiyerarşiye uygundur. Yaşam kaprislidir. Kişi kendisinden daha yukarı düzeyden emredilene yapar. Böye emirlerin gerekçeleri yoktur. Kaprisli emirler Tennyson'dan alıntı ile şu eski ordu sözüne uyar: "Sizinki nedeni sorgulamak değil, yalnızca yapmak ve ölmektir". Daha yüksek yetkeye (otoriteye) ulaşma ödülü kişinin daha aşağı düzeyde bir kişi üzerinde yetkesinin (otoritesinin) olmasından gelir. Bütünüyle yetkeci (otoriter) kişilik şeylerin nedeni ilgili hiçbir gerekçe beklemez ve bu gerekçeleri aramak için hiçbir isteği yoktur.

Buna karşın yenilikçi kişilik, şeylerin olmasının gerekçelerinin olduğuna inanır. Bilinmese bile gerekçelerin olduğu varsayımı vardır. Aynı zamanda, gerekçeleri aramaya değer çünkü eğer anlayabilirse kişi olanları büyük olasılıkla değiştirebilir ve iyileştirebilir. Yenilikçi kişilik nedenleri arar ve yararlı ilerlemelere yönelik çalışır.

Bebeklerin yenilikçi kişilikler olarak doğduğunu inanıyorum. Keşfetmek, anlamak ve şeylerin nasıl çalıştığını ve çevrilerini nasıl denetim altına alabileceklerini görmek istiyorlar. Ancak toplum süreçlerimiz keşfetmeyi ve sorgulamayı ortadan kaldırmaya çalışıyor. Çocuk sürekli olarak "Söyleneni yap" veya "Soru sormayı bırak ve yalnızca beni dinle" veya "Çalış çünkü senin için iyi olan bu" sözleri ile karşılaşılıyor. Yenilikçi yönelimlerin ardı ardına kısıtlanması, kişilikleri gittikçe yetkeci (otoriter) kalıp içine sokuyor.

Sistem dinamikleri modelleme öğretim programı, üzerinde çalışılan davranışa neden olan yapı ve politikaları formüle etmesine izin vererek yenilikçi bakış açısını korumaya ve yeniden oluşmasına yardımcı olacaktır. Benzetim (simülasyon), sonuçlar için gerekçeleri vurgular. Yenilikçi olmak için kişi, gerekçeleri ve iyileşmeleri ararken hata yapmaya istekli olmalıdır. Bilgisayar benzetimi (simülasyonu) yinelenen bir deneme ve yanılma sürecidir. Kişi, gelişmenin keşfetmek ve hatalardan öğrenmek yoluyla olduğunu öğrenir. Yetkeci (otoriter) bir kişilik hatalardan korkar ve bilinmeyeni denemez. Yenilikçi kişilik hataların daha iyi anlamak yolunda basamak taşları olduğunu bilir.

3.3 Zihinsel Modeller ve Bilgisayar Modelleri

Öğrenciler tüm kararların modeller temel alınarak verildiğini öğrenmelidir. Modellerin çoğu kafamızın içindedir. Zihinsel modeller çevremizdekilerin doğru ve kesin görüntüleri değil ancak deneyimden kazanılan bir takım varsayımlar ve gözlemlerdir.

Zihinsel modeller neredeyse tüm sosyal ve ekonomik eylemleri yönetirler. Zihinsel modellerin çok fazla güçleri ancak ciddi zayıflıkları da vardır. Öğrenciler, bir sistem eğitimden, zihinsel modellerin nasıl yararlı olabileceğini ve ne zaman güvenilmez

olduklarını öğrenmeliler. Dahası, bilgisayar benzetimlerinin (simülasyonlarının) zihinsel modellerin zayıflıklarını nasıl giderebileceğini anlamalıdır.

Zihinsel modeller başka hiçbir yerde bulunmayan çok büyük miktarda bilgi içerirler. Zihinsel modeller sistemlerin yapısı ve politikaları ile ilgili bilgi içerirler. Yapı derken, bir sistemdeki öğeleri ve öğeler arasındaki bağlantıları demek istiyorum -kimde hangi bilgi var, kim kime bağlı ve hangi kararlar nerede veriliyor. Politikalar derken, karar vermeye temel olan kurallar demek istiyorum -kararları hangi etkenler etkiliyor, belli bir karar verme noktası neyi başarmaya çalışıyor ve hangi amaçların peşinden koşuluyor. Yapı ve politikaların bu kadar ayrıntılı olduğu düzeyde zihinsel modeller, zengin ve yeterince güvenilir bilgi kaynaklarıdır.

Ancak zihinsel modellerin ciddi eksikleri vardır. Zihinsel modellerin zayıflıklarının bir bölümü bütünlüklerinin olmamaları ve iç tutarsızlıklarından kaynaklanır. Ama çok daha önemlisi, zihinsel modellerimizdeki yapı ve politika bilgilerinden, doğru dinamik çıkarımları yapma konusundaki zihinsel yetersizliğimizdir.

Sistem dinamikleri bilgisayar benzetimi (simülasyonu) zihinsel modellerin eksiklerini giderme konusunda çok yardımcı olur. Model kurma sırasında, sistem dinamiği yazımı daha benzetime (simülasyona) izin vermeden önce bile, kişi bütünlüğü sağlamaya ve iç tutarsızlıklara gidermeye yönelik önlem almalıdır. Mantıksal olarak bütünlüğü olan bir model yaratıldıktan sonra kişi, bilgisayarın, model varsayımlarını temel alarak sistemin benzetimini doğru biçimde yaptığından emin olabilir. Zihinsel modellerin güvenilir ancak bilgisayar modellerinin kesinlikle güvenilir oldukları yer, benzetimin yapılması yani yapı ve politika ile ilgili varsayımların sonuçlarının belirlenmesi aşamasıdır.

Öğrenciler; zihinsel olsun, bilgisayar modeli olsun herhangi bir modelin geçerliliğinin kanıtlanma olasılığının olmadığını da farkına varmalıdırlar. Modeller göreceli yararlılıklarına göre değerlendirilirler. Yapı ve politikalarla ilgili varsayımlar eldeki bilgi ile karşılaştırılmalıdır. Bilgisayar benzetim (simülasyon) sonuçları, modellenen gerçek sistemin davranışı ile karşılaştırılmalıdır. Tutarsızlıklar gerek zihinsel gerekse bilgisayar modellerin iyileşmesine yol açar.

Zihinsel modeller ile bilgisayar modelleri arasında çift yönlü bir ilişki vardır. Zihinsel modeller, bilgisayar modellerinin girdilerinin çoğuna katkıda bulunur. Bir bilgisayar modeli yaratmak, zihinsel modellerin durulaşmasını (berraklaşmasını), bütünlüşmesini ve genişlemesini gerektirir. Bilgisayar benzetimlerinden (simülasyonlarından) zihinsel modellere yeni anlamlar oluşturan, davranış ile anlayışlar ortaya çıkar. Zihinsel modeller, kararların çoğunun temeli olmayı sürdürecektir ancak zihinsel modeller, bilgisayar modelleri ile etkileşim sonucu amaca daha uygun ve yararlı olabilirler.

4. Sistemlerin Doğasını Anlamak

Karmaşık sistemler, basit sistemlerle edindiğimiz deneyimlerimize dayanarak oluşturduğumuz beklentilerimizden bütünüyle farklı biçimde davranırlar. Sezgiler

basit sistemleri temel aldığı için insanlar karmaşık sistemlerle ilgili karar verirken yanılırlar.

Karmaşık sistemler ağı içinde yaşıyoruz. Ancak pek az insan, bu sistemlerin insan eylemlerini ne oranda denetlediğinin farkında. Öyle ki, karmaşık sistemlerin insanların üretken olmayan kararlar vermelerine neden olacak kadar etkin biçimde yanıltıcı olduklarının {seyrek olarak farkına varılıyor} [pek az insan farkında]. [Öğrenme, çocukluktan başlayarak, insanların karmaşık sistemleri yanlış değerlendirmelerine ve yanlış yönetmelerine neden olacak dersler içeriyor.] Öğrenciler, 12 yıl boyunca sistemlerle karşılaştıktan sonra [çevrelerini kuşatan] sistemlerin yanıltıcı doğasına karşı hazırlıklı olmalılar. [Altı örnek, gerçek yaşam sistemlerinin, yaşam boyu basit sistemlerle koşullanmayı temel alarak yapılan değerlendirmesindeki tehlikeleri gösteriyor]

4.1 Neden ve sonuç, zaman veya mekanda yakın ilişkili değildir

Anlayabildiğimiz deneyimlerin çoğu, neden ve sonucun zaman ve mekanda yakından ilişkili olduğunu öğretir. Ancak bir belirtinin nedeninin yakında bir yerde olduğu ve belirtiden hemen önce gerçekleştiği düşüncesi yalnızca basit sistemler için doğrudur. Daha gerçekçi karmaşık sistemlerde nedenler zamanlama ve yerleşim olarak gözlemlenen etkilerden çok uzakta olabilir.

Erken çocukluktan başlayarak neden ve sonucun yakın bağlantılı olduğunu öğreniriz. Yana bir ocağa değerseniz eliniz şimdi ve burada yanar. Bir engele ayağınız takılırsa nedenin ayağı yeterince kaldırmamak olduğu anında görülür ve düşme sonucu anında gerçekleşir. Tam olarak anladığımız tüm basit geri besleme süreçleri, neden ve sonucun yakın bağlantılı olduğu dersinin pekiştirir. Ancak daha karmaşık sistemlerde bu dersler aşırı derecede yanıltıcıdır.

Birbiri ile etkileşen pek çok geri besleme döngüsü ve uzun gecikmeler içeren sistemler, gözlemlenen bir belirtinin (semptomun) sistemin bütünüyle farklı bir yerinden ve zamanda çok geriden gelmesine neden olurlar.

İşin daha da yanıltıcı yanı, böyle sistemler kişinin [basit sistemler tarafından] koşullandığı biçimde beklentilerine uygun kanıtlar sergilerler. Zamanda ve mekanda yakın olma sınavasını geçecek belirgin nedenler olacaktır. Ancak bu belirgin nedenler genellikle uzak bir nedenden rastlantı sonucu ortaya çıkan belirtilerdir. Böylece insanlar eldeki sorun ile ilişkili olmayan eylemlere doğru çekilirler.

Neden ve sonuç ile ilgili biraz önce yapmış olduğum yorumlar bir metin içinde çok az inandırıcılık içerirler. Ancak bir öğrenci böyle davranış gösteren modellerle sürekli çalıştıktan ve aynı türden davranışı gerçek yaşamda gözleme olanağı bulduktan sonra bu düşünce içselleşecek ve normal düşünmenin bir parçası olacaktır.

4.2 Düşük Etkili Müdahaleler [:Etkisiz Eylemler]

Karmaşık sistemler basit sistemlerden başka bir yönden de ayrılırlar. Basit sistemlerde, daha iyi sonuçlar verecek politikalar açıktır ve çalışır. Parmaklarınızı

yakmamak için ocaktan uzak durursunuz. Ancak karmaşık sistemlerde, etkili olacakmış gibi görünen politikalar sıklıkla çok az etkili olur.

İş insanları ile konuştuğumda onlara kaçının; önemli bir sorunla karşılaşma, durumu düzeltmek için politikalar geliştirme ve beş yıl sonra herhangi bir iyileşmenin olmadığını görme gibi bir deneyim yaşadığını sorarım. Çoğu ellerini kaldırır. Siz de eğitimde aynı deneyimi yaşamış olabilirsiniz. Eğitimin niteliği ağır biçimde eleştirildi, pek çok eğitimci çeşitli çözümler denedi ve sıklıkla çok az şey değişti.

Karmaşık sistemlerde birbiri ile ilişkili pek çok geri besleme döngüsü bulunur. Bir sorunu çözmeye yönelik yeni bir politika, sistemin diğer bölümlerinde bu yeni politikaya karşı koyacak tepkilere neden olur. Eğitimde bu tepkiler; yöneticilerden, okul üst yönetiminden, çocukları üzerinde yeni fikirlerin denenmesini istemeyen anne ve babalardan veya bütçe baskılarından gelebilir.

Bir sistemdeki politikaların çok büyük bölümünün, diyelim ki %98 kadarının, değişim yaratmaya etkisinin çok çok az olduğuna inanıyorum. Önemli değiller. Ancak topluluklarda, işletmelerde ve devletlerde en ateşli tartışmalar etkili olmayan politikalar üzerine. Böyle tartışmalar zaman ve enerji kaybı. Düşük etkili politikalar ile ilgili tartışmalar ilgiyi iyileşmeye yol açacak az sayıda politikadan uzaklaştırıyor.

Öğrencilerin, önerilen politikaların sonuç üretmekte sıklıkla ne kadar başarısız olduklarını kavradıkları, karmaşık sistem modelleri ile çalışma deneyimleri olmalı.

4.3 Yüksek Etkili Politikalar: Genellikle Yanlış Uygulanan

[Basit sistemlerde bir amaca ulaşmak için yapılacak eylemin yönü açıktır. Uzun saatler boyunca özenle çalışma kazancı artırır. Karmaşık sistemlerde, yüksek etkili bir politika seçilmiş bile olsa, bu politikanın istenen değişim yönü genellikle belirsizdir veya daha da kötüsü yanlış değerlendirilerek politika yanlış yöne çevrilir. Basit sistemlerden yaşam boyu alınmış yanlış derslerden kaynaklanan politika yanlışlıklarının üstesinden gelmeyi, ancak karmaşık sistemlerin kapsamlı modellenmesi ile umabiliriz.]

Neyse ki sistemin davranışını değiştirecek az sayıda yüksek etkili politikalar {var} [genellikle bulunabilir]. Ancak yüksek etkili politikaların hazırlıksız bir kişi için ayrı bir tuzağı vardır. Ara sıra yüksek etkili politikalarla çalışan bir kişi ile karşılaşılır. Bununla birlikte, benim öngörümüne göre % 90'dan fazla sıklıkta bu kişi yüksek etkili politikayı başarmak istediği şeye göre tam ters yöne doğru uygulamaktadır. Karışık sistemelerde sezgi, yüksek etkili politikanın hangi yönde uygulanması gerektiği konusunda bile güvenilir bir yol gösterici değildir.

Uygulanmak istenen politikaların sorunun nedeni olduğu, önemli zorluklar yaşayan bir işletmede bulunma konusunda pek çok deneyimim oldu. Burada açık biçimde görünen {bir} sorun[lar]dan söz ediyoruz. Düşük kârlılık veya küçülen pazar payı veya bir yıl fazla çalışma yapan ve iki yıl sonra çalışanların yarısının işine son veren işletmedeki aşırı dengesizlik gibi bir durum. Kurumda farklı yerlerdeki kişilerin kullandıkları politikaları (karar verme kurallarını) belirlemek için kapsamlı

görüşmeler yapılır. Kişiler asıl sorunu çözmek için uygulamak istedikleri politikaları savunurlar. Daha sonra, belirlenen politikalar bir sistem dinamikleri benzetim (simülasyon) modeline girilir ve modelin kurumun deneyimlemekte olduğu aynı zorlukları ürettiği bulunur. Diğer bir deyişle, kişilerin izlemekte olduklarını bildikleri politikalar sorunlarının nedenidir. Belirtilerin yerel yorumlanması, birleşerek zarar veren sonuçlar üreten yerel eylemlere yol açar. Bu, arkadan vuran bir durumdur. Eğer insanlar eylemlerinin sorunu azaltacağına inanıyorsa ama bu eylemlerin durumu daha da kötüleştirdiğini bilmiyorlarsa, durum daha da kötüleştiğinde, aslında daha fazla kötüleşmenin nedeni, varsayılan düzeltmelerin uygulanması için artan bir istek vardır.

Sistem bozulmasının bu sarmalı toplumun her düzeyinde görülür. Bir aile içinde önemli psikiyatrik zorlukları olan bireyler sorunları olduklarının farkındadır her biri yardımcı olmak için bir şey yapmaya çalışır ama herkesin yaptığı her şey durumu daha da kötüleştirir. Şehir Dinamikleri modelinde düşük maliyetli konu yapımı ile ilgili politikaların şehirleri iyileştirmediği ancak daha fazla çöküşe neden olduğunu gördük. Benzer biçimde, ulusal ticaret politikalarımızın, düşük becerileri olan nüfusumuza, daha yüksek becerilere iş ve eğitim sağlayabilecek işlerini kaybettiren düşük işçilikle üretilen ürünlerin satın alımına yol açtığından kuşkulabiliriz.

Yüksek etkili politikaların belirlenmesi ve bu politikaların hangi yönde uygulanması konusunda, durumun sistem dinamikleri benzetiminin (simülasyonu) yapılması dışında herhangi bir yol bilmiyorum. Öğrencilerin; yığınla politikanın çok az etkili olduğunu ortaya çıkaran, yüksek etkili politikalar aramalarına izin veren ve yüksek etkili politikaların etkisinin yönünün bile sezgisel olarak değerlendirilmesinin tehlikelerini gösteren modellerle çok fazla çalışma deneyimleri olmalı. Öğrenciler, çoklu döngüleri olan sistemlerde yalnızca zihinsel modellerin kullanılmasının kişiyi nasıl yanlış yönlendirdiğini anladıkları bir sistem eğitiminden çıkmalı. Önemli konuların modellenmesini ve bu modellerin halka açık olmasını istemeliler. Böyle modelleri okuyabildiklerine ve değerlendirebildiklerine güvenleri olmalı. Böylece modeller güçlü ve açık bir iletişim aracına dönüşürler.

4.4 Kendi Sorunlarımıza Neden Oluyoruz

[Basit sistemlerde bir başarısızlığın nedeni açıktır. Bir taşta takılırsınız çünkü ayağınızı yeterinde kaldırmamışsınızdır, hatanın sizde olduğu açıktır. Karmaşık sistemlerde nedenler daha belirsizdir, kendi bunalımlarımıza neden olduğumuz açık değildir, böyle olunca başkalarını suçlama yönünde güçlü bir eğilim vardır. Ancak başkalarını suçlamak ilgimizi, genellikle kendi eylemlerimiz sonucu ortaya çıkan sorunun gerçek nedeninden saptırır. Başkalarını suçlu olarak görerek ilgimizi, daha utanç verici ancak daha üretken olan kendi eylemlerimizi değiştirme gerekliliğinden uzaklaştırırız. Aynı alanda olan diğer işletmeler aynı müşteriler ve bankacılarla başarılı olurken yönetim, düşük kârlar veya küçülen pazar payı için rekabeti veya bankaları veya kendi çalışanlarını suçlar. Farkın başarısız işletmenin politikalarında olması gerekir. Birleşik Devletlerin yasal olmayan uyuşturucu sorunu var, o zaman

ülkemin neden uyururucu için en büyük pazar olduğunu sormak yerine uyururucu sağlayan ülkeler suçlanır. Kullanıcılar olmasaydı üreticiler de olmazdı. Basit sistemlerde sorunun kaynağı açıktır ve kendi eylemlerimizin sonucudur. Karmaşık sistemlerde nedenler gizlidir ve suç, sorunu düzeltemeyecek olan günah keçilerine atılabilir.]

Sıklıkla gönderme yapılan karikatürdeki "Düşmanla karşılaştık, o biziz" sözünün hiç de küçük olmayan bir gerçeklik payı var. Bir toplum sisteminde görülen sorunlara genellikle o sistemin içindeki insanlar neden olur. Ancak insanla genellikle başkalarını suçlamaya eğilimlidir. Detroit Japon arabaları karşısında pazar kaybederken, Amerikan işletmelerinin yöneticileri, asıl neden kendi düşmekte olan kaliteleri iken, Japonya'yı fiyat düşürme ile suçladılar. Anne babalar çocuklarının düşük yeterlilikleri için, bu eksiklik belki de daha çok okul öncesi evdeki yaşam ve anne baba kılavuzluğunun başarısızlığından kaynaklanıyorken okulları suçlar. Bir işletme düşen satışlar için kendi kötü ürünleri ve hizmeti yerine haksız rekabeti ve karasız alıcıları suçlamaya eğilimlidir.

21'nci yüzyıla hazırlanan bir sistem eğitimi, öğrencilerini, başkalarını suçlamadan önce kendi sorunlarının kaynağını kendi eylemlerinde aramaya koşullandırmalıdır.

4.5 Düşük Başarıma (Performansa) Kayma, Amaçların Çöküşü

[Basit sistemlerde amaçlar pekiştirilir ve sürdürülür. Çevre yolunda uygun şeritte kalma amacı, kaza tehditi ile sürdürülür. Daha az görünür sistemlerde amaçlar aşınabilir. İyi bir finansal durumu sürdürme amacı yerini, tatil için veya daha süslü bir araba almak için borç alma baskısına bırakabilir. Amaç, aşamalı olarak; güvenli bir finansal durumdan artık daha fazla borç içinde olmak istememeye, borç ödemelerini karşılamaya çabalamaya, evinin haczedilmesini önlemeyi ummaya doğru gerileyebilir.]

Herhangi bir geri besleme döngüsünün bir parçası o geri besleme sürecinin ulaşmaya çalıştığı amaçtır. Basit modellerde amaç genellikle değişmeyen bir değer olarak verilir, örneğin, bir sarkacın amacı bir yandan diğerine salınım yaparken dikey düzlemin peşinden gitmektir. Bir envanter yöneticisinin amacı envanteri belirli bir düzeyde tutmak olabilir. Alacağımız uykunun miktarını belirlemede amaç belli derecede bir dinlenmeyi sürdürmektir. Ancak sistemlerin daha eksiksiz bir betimlenmesinde amaçların kendileri de uygun biçimde değişkenler olarak gösterilir. Belli bir amaca ulaşmaya çabılıyor olabiliriz ancak ona ulaşmayı başaramadığımızda, amacımızı daha ulaşılabilir görünen bir şeye doğru yeniden ayarlayabiliriz.

Kişisel, toplumsal, kurumsal veya ulusal amaçların aşağıya doğru sürüklenmesine yönelik güçlü bir eğilim vardır. Baskılar, başarımın amaçların altında kalmasına neden olmaktadır. Ancak amaçlara ulaşamamak tedirgin edicidir. Sıklıkla verilen tepki amaçların gerçekleşen başarıma doğru gerilemesine izin vermektir. Amaçlar gerilediğinde yüksek başarım için özendirme de azalır. Başarım gerileyen yeni amaçların da altında kalmaya başlar ve aşağıya doğru sarmal sürüp gider.

Gerileyen amaçlar zamanla bunalıma yol açar ama artık kurtuluş olanaksız olabilir. Ulusal bütçe açığına karşı tutumlarda amaçların yıpranması görülebilir. Otuz yıl önce bugünkü ulusal bütçe açığı düşünülemezdi. Ancak açık arttıkça insanlar yeni artışı kabul etmeye ve kendilerini daha yüksek açığa göre ayarlamaya başladılar. Eninde sonunda böyle amaç yıpranmaları yıkıma yol açabilir. Başarılı insanların, başarılı kurumların ve başarılı ülkelerin böyle amaç yıpranmalarını durduracak önderleri veya derin inançları vardır.

Öğrenciler, modellerde amaç çöküşünün dinamikleri ile karşılaşmalı ve bu süreci kendi yaşamları ile ilişkilendirme olanakları olmalıdır. Amaçların çöküşü, yani gerileyen standartlara alışmak ve bu standartları kabul etmek, bireylerin ve ülkelerin geleceğine en büyük tehdit olabilir.

4.6 {Uzun Erimli Amaçlara Karşın Kısa Erimli Amaçlar}

[Uzun Erim Ödünlerine Karşın Kısa Erim Ödünleri]

Basit bir sistemde bir amaca ulaşılabilir ve bir iş bitirilebilir. Su bardağı dolduğunda suyu kapatırız, amaca ulaşılmış ve yüksek olasılıkla istenmeyen hiçbir dolaylı sonuç ortaya çıkmamıştır. ancak karmaşık sistemlerde hemen her zaman bir ödünleşme vardır. Kısa erimli amaç büyürse uzun erimde istenmeyen sonuçlar olur. Bir çocuk oyun tahtasından bir oyuncak alır, bir oyuncak daha alma amacına ulaşılmıştır ama bir kavga da yaklaşıyor olabilir.

Kısa erimli ve uzun erim erimli amaçlar arasında temel bir çelişki vardır. Öğrenciler bugün ve gelecek arasındaki bu çelişkiyi sistem dinamiği modellerinde gözlemlemeli ve bu dersleri kendi yaşamları ile ilişkilendirmelidirler. Anında ödüle neden olan eylemler hemen her zaman uzun erimde cezayı getirir ve tam tersi. Hızlı bir hoşnutluk gelecekteki iyiliğin düşmanıdır. Anlık ödülün daha ileri gelecekte bir bedelinin olmadığı bir eylem bulmak çok zordur.

Hırsızlık yapan bir kişi anında yarar görür ama genellikle sonrasında sıkıntı çeker. Önemli bir işi bitirmek için gece boyunca çalışan kişi bunu, sonraki günlerde verimsizlik olarak öder. Zihni bulandıran uyuşturucular almak, gelecekteki hastalık veya yoksulluk bedeli karşılığında hemen bir iyilik duygusu verir. Kredi kartı ile borçlanmak yaşam standartının hemen artmasına izin verir ancak uzun erimde sonuç, borcu ve faizini öderken karşılaşılan düşük yaşam standartıdır. Oy verenlerin baskısı altında Birleşik Devletler Kongresi, gelecekte devletin batması ve temel toplum hizmetlerini sağlayamayacak duruma gelmesi olası sonucuyla birlikte yandaşlarına gittikçe artan sayıda şirinlikler sağlamak için para borçlanıyor. Çok uzun bir zaman boyunca toplum sağlığının ve çağdaş tarımın iyileşmesi, şimdi sürdürülemez bir nüfus patlaması tehditi ile sonuçlanacak biçimde yaşam standartını yükseltti ve ölüm oranlarını düşürdü.

Buna karşın, kısa erimli bir zararı kabul etmek genellikle uzun erimde ödül getirir. Örneğin bugün tüm geliri harcamak yerine biriktirmek gelecekte yaşam standartını

arttırabilir. Yüksek kâr payları ve yönetici ücretlerinden vazgeçen bir işletme, yeni ürün araştırmalarına ve gelecekte artan gelirlere yatırım yapabilir.

Kısa erim ve uzun erim amaçları arasındaki çelişki neyin etik ve insancıl olarak düşünülmesi gerektiğini doğrudan öne çıkarır. İnsancıl dürtüler genellikle kısa erimli düşüncelere dayanır ama sıklıkla daha ileri bir gelecekte durumun daha da kötüleşmesine yol açar. Açlık çeken insanlara yiyecek yardımı kısa erimde insancıl görünür ama nüfus artışını ve gelecek daha da fazla insanın açlıktan ölmesini destekleyebilir.

Öğrencilerin kısa erim ve uzun erim amaçları arasındaki temel çelişkiyi sistem dinamikleri modelleri bağlamında çalışma ve öğrendiklerini aileleri, toplulukları ve ulus ile ilişkilendirme olanakları olmalıdır.

5 Sistem Eğitiminin Yararlarına Ulaşmak

Bir sistem {düşüncesi ve sistem} modellemesi öğretim programı anlatmakta olduğum yaşam boyu anlayışları ve kişisel kılavuzluğu kendiliğinden oluşturmayacaktır. Öğrenci, kolaylıkla modellerle çalışma işlemlerinin üzerinden, varolan olası anlayışı kazanmadan geçebilir.

5.1 Deneyim ve Katılım

Öğrenciler yalnızca söylenmiş olduğu için sistemlerle ilgili anlayışlarını içselleştirmeyeceklerdir. Tartışma ve fikir alışverişi de etkili olmayacaktır. Sistemleri anlamaya başlamak katılımlı bir eylemdir. Sistemlerle ilgili öğrenme dışarıdan izlenen bir şey değildir, böyle bir öğrenme etkin olarak işin içinde olma ile olur. Kişi bisiklete binmeyi veya basketbol oynamayı yalnızca derslerden öğrenmez, uygulama yapmalıdır. Kişi deneyimden öğrenir. bilgisayar modellemesi hızlandırılmış bir dolaylı deneyime izin verir.

5.2 Daha Derin Dersler

Öğrenci, derinlerde alınması gereken derslerin farkına varmadan bilgisayar benzetimleri (simülasyonları) ile çalışabilir. İyi bir kılavuzluk sağlanmazsa öğrenciler sözünü ettiğim 21'nci yüzyıl için öğrenmenin çoğunu ıskalayabilirler. Öğrenciler kendi modellerini yaratmalı ve deneme yanılmadan öğrenmelidir. Sözünü ettiğim dersleri öğretebilecek modellere doğru yönlendirilmeliler. Bu dersleri içeren modellerle bile öğrenciler en önemli sonuçları kaçırabilirler, bu nedenle yaptıkları şeyin derin sonuçlarını görmeye desteklenmelidir. Sistemlerle ilgili öğrenmekte oldukları şeyleri, daha önceden ailelerinde, topluluklarında ve okulda bildikleri şeylerle ilişkilendirmeliler.

5.3 Sistem Düşüncesine Karşın Sistem Dinamikleri

{Bu konferans} [Sistemlerle ilgili K-12 konferansları genellikle] "Sistem Düşüncesi ve Dinamik Modelleme" olarak adlandırılır. Bu iki etkinliği 21'nci yüz yıl için öğrenme bağlamında düşünün. Bu iki terimi, sistem düşüncesi ve dinamik modellemeyi, oldukça farklı etkinlikler anlamında řu biçimde anlıyor ve tanımlıyorum.

Sistem düşüncesi; sistemler ile ilgili düşünmek, sistemlerin özellikleri konusunda konuşmak, sistemelerin önemli olduğunu onaylamak, sistem kalıp yapıardan elde edilen bazı anlayışları tartışmak ve insanların sistemlerle ilgili deneyimlerini ilişkilendirmek gibi görünüyor. Sistem düşüncesi benim bu {akşam} [yazıda] yaptığım gibi, sistemlerle ilgili ders vermektir. Sistem düşüncesi kapı açıcı ve sistemlerle ilgili derin çalışmayı özendirme kaynağı olabilir. Ancak sözünü ettiğim dersleri işlenmesinde sistem düşüncesinin hiç şansı olmadığına inanıyorum. {Sistem düşüncesi, öğrencilerin gelecekte karar verirken kullanacakları zihinsel modellerin çok azını değiştirecektir. Sistem düşüncesi, sistem eğitiminin yüzde beşinden fazlası değildir.}

[Sistem düşüncesi, öğrencilerin gelecekte karar verirken kullanacakları zihinsel modellerin çok azını değiştirecektir. Sistem düşüncesi, sistem eğitiminin yüzde beşinden fazlası değildir.]

Diğer yandan, sistem dinamikleri modellemesi yaparak öğrenmedir. Kişinin yaptığı hatalara şaşırarak öğrenmesidir. Sistem dinamikleri modellemesi, kişinin deneme yanılma ve uygulama ile öğrendiği, katılımcı bir etkinliktir. Böyle etkin bir öğrenme içine dalmanın zihinsel modelleri değiştireceğine inanıyorum.

5.4 Yol Haritalarının Gözden Geçirilmesi

Pek çoğunuz, MIT lisans öğrencileri tarafından benim kılavuzluğumda {yazılmakta} [yazılmış] olan, Yol Haritaları (Road Maps) yazı dizisini biliyorsunuz. Yol Haritaları, sistemlerle konusunda kendi kendine öğrenme amacıyla hazırlanan çalışma kılavuzu belgeleridir. {Dört bölümün ilk taslaklarına} [Tüm bölümlere] Creative Learning Exchange sitesinden ulaşılabilir.

Ancak, {öğrencilerin öğrenmesi gereken dersleri düşünürken} [öğrenciler için dersleri yaratırken] [öğrenciler bilgisayar benzetimleri (simülasyonları) ile çalışmış bile olsalar] amaçlanan anlayışlar kaçabiliyor. {Sistemlerle çalışmak orada ancak sonuçlar yeterince vurgulanmamış.} [Sistemlerle çalışırken sonuçları vurgulanmalı.] Sistemlerin temel ilkelerini daha açık hale getirecek ve gözlemlenmesi gereken genel özelliklerine dikkat çekecek biçimde {Yol Haritalarının ilk taslaklarını gözden geçiriyoruz} [Yol Haritaları genişletilmeli]. {Yazı dizisi daha kapsamlı bölümlere doğru da genişletiliyor.}

5.5 Sistemleri Öğretmek üzerine

Öğrenci öğrenmesini sistem düşüncesi ve sistemler konusunda tartışma ile sınırlamanın içinde yaşadığımız sistemlerin doğası ve davranışı konusunda çok az anlayış getireceğine inanıyorum.

Sistemlerin doğasının kavrayabilmek için öğrencilerin sistemlerle çalışma konusunda kapsamlı bireysel deneyimlerinin olması gerekir. Bunun anlamı; bilgisayarda sistem dinamikleri modelleri yaratmak, davranışlarının benzetimini (simülasyonunu) yapmak, modellerin yapı ve politika değişikliklerine nasıl tepli verdiklerini bulmak ve model davranışını betimlenen gerçek sistemlerin davranışı ile karşılaştırmaktır. Böylesi etkin modelleme, en azından ortaokul ve lise yılları boyunca yayılmalıdır. Okullar, öğrenci kullanımı için önceden oluşturulmuş hazır modellerden olabildiğince erken uzaklaşmalıdır. Bunun yerine öğrenciler modelleri yaratmalı, eksiklerini incelemeli ve iyileştirmelerden öğrenmelidir.

Öğrenciler kişisel olarak ilgi duydukları sistemleri modellem konusunda deneyim kazanmalı. Böyle sistemler aileden veya topluluk gündeminden alınabilir. Gazete haberleri; öğrencinin gerçekleşmekte olan olayların anlamasını sağlamak, haberden çıkarılmış veya çekişkili yerleri fark etmek ve zihinsel ve bilgisayar modelleri arasında her iki yönde gidip gelme uygulaması sağlamak amacıyla, sayısal modellere dönüştürülmeli. Tarih ve edebiyat da, benzer biçimde, modelleme yolu ile daha açık ve anlaşılır hale getirilebilir.

Öğrencilerin modellerle çalışmaları boyunca, yalnızca modellerin kendi ayrıntıları değil, daha fazla şey öğrenilmeli. Bu gibi modellerin altında sistemlerin ilkeleri yatar (Forrester, 1968). Bu modellerin ötesinde bu konuşmada tartışılan türden öğrenme vardır. Öğrenciler yalnızca modellerle çalışarak böyle genel ve taşınabilir anlayışları yüksek olasılıkla görmeyeceklerdir. Daha büyük ve daha kalıcı derslere dikkat çekilmelidir. {Öğrenciler daha geniş sonuçları olan örneklerle çalışmalıdır.} Anlayışların bu biçimde etkin kullanımı, düşünmelerinin bir parçası ve çevrelerindeki dünyaya bakma yolu olacaktır.