



Aralık / December 2021

Cilt/Volume: 5

Sayı/Issue: 2

ISSN: 2587-1706

Anadolu Öğretmen Dergisi
Anatolian Journal of Teacher



www.dergipark.gov.tr/aod

DOI: 10.35346/aod.980508

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK EĞİTİMİ İÇİN DİSİPLİNERARASI BİR ÇÖZÜMLEME VE ETKİNLİK ÖRNEĞİ: ENTROPİ IŞIĞINDA İNSAN-DOĞA VAROLUŞUNU ANLAMAK

Doç. Dr. Oğuz ÖZDEMİR

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi

oozdemir@mu.edu.tr

ÖZET

Günümüzde sürdürülebilirlik, insanın doğayla etkileşimini bütün yönleriyle anlayabilmenin ve gezegende yaşamı güvence altına alabilmenin başlıca yolu olarak öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda, insan türünün gezegende yaratmış olduğu sürdürülemez durumun farkına varılması ve insan yapımı sistemlerin sürdürülebilir yönde dönüştürülmesi ertelenemez bir ihtiyaç haline gelmiş durumdadır. Kuşkusuz, yüz yüze kalınan sürdürülemez durumdan sürdürülebilirliğe geçiş, her şeyden insan yaşamı ve doğal süreçler arasındaki ilişkiselliğin kavranmasını ve buna uygun şekilde davranılmasını gerektirmektedir. Çalışmada, doğal ve beşerî sistemlerin ilişkiselliğinin temel bir fizik yasası olan “entropi” ışığında anlaşılması ve buradan hareketle insan yaşamının sürdürülebilir yönde dönüştürülmesi için bir disiplinlerarası çözümlene yapılmaktadır. Çalışmanın sonunda, bu bağlamda sürdürülebilirlik eğitimine yönelik özgün etkinlik örnekleri sunulmaktadır. Çalışmanın, disiplinler arası ilişkilendirme temelli özgün sürdürülebilir eğitim pratiklerinin tasarlanmasına ve hayata geçirilmesine yol göstermesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar sözcükler: Sürdürülebilirlik, entropi, sürdürülebilirlik eğitimi, disiplinlerarası ilişkilendirme

A SAMPLE OF INTERDISCIPLINARY ANALYSIS AND ACTIVITY FOR SUSTAINABILITY EDUCATION: UNDERSTANDING OF HUMAN-NATURE EXISTENCE IN LIGHT OF ENTROPY

ABSTRACT

Recently, sustainability highlights a main way to understand human-nature relationship and to sustain of life in the planet. From this point, it is needed emergency to recognize of unsustainability and to transform of human life toward sustainable direction. It is no doubt, the transition from unsustainability toward sustainability requeres the understanding of human-nature relationship and react regarding them. The study focuses on a interdisciplinary analysis for understanding human-nature relationship and transition of human life regarding them. At the and of study, the sample of activity for sustainability education were introduced. The study could be contribute to design and implement of sustainability education practies based on interdisciplinary interconnection

Keywords: Sustainability, entropy, sustainability education, interdisciplinary

GİRİŞ

Günümüzde, iç içe geçen ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel sorunların yarattığı sürdürülemezlik büyük bir endişe yaratmaktadır. Söz konusu durumun ortaya çıkmasının başlıca nedeni, doğanın yapısı ve işleyişinin yeterince anlaşılması ve beşerî sistemlerin buna uygun şekilde inşa edilmemesidir. Yüz yüze kalınan bu sürdürülemez durumun aşılması, modern yaşam tarzının doğal sistemlere uygunluğunun sorgulanmasını ve sürdürülebilir yönde zihinsel dönüşümün yaratılmasını sağlayabilecek özgün eğitsel süreçlerin hayata geçirilmesine bağlıdır. Buradan hareketle çalışmada, ilk olarak yüz yüze kalınan sürdürülemezlik temel bir fizik yasası olan entropi ışığında açıklanmaktadır. İkinci olarak ise, mekanist dünya görüşü ve indirgeyici akıl yürütmenin söz konusu sürdürülemez durumu nasıl yarattığına dikkat çekilmektedir. Buna tepki olarak öne çıkan ekolojik dünya görüşü ve sistemik düşünmenin sürdürülebilirliğe geçişte nasıl bir potansiyel taşıdığına açıklık getirilmektedir. Bu kapsamda, doğanın işleyişi ve insan yaşamı arasındaki çok yönlü ilişkiselliğin, sistemik düşünme ve entropi ışığında yapılacak disiplinlerarası ilişkilendirmelerle nasıl anlaşılacağı açıklanmaktadır. Çalışmanın sonunda, temel bir fizik yasası olan entropi ışığında yapılacak ilişkilendirmelerle enerji akışının doğasının ve enerji yoğun yaşamın yol açtığı sürdürülemezliğin bütün yönleriyle anlaşılmasında ve buradan hareketle sürdürülebilir yaşam tarzının benimsenmesinde etkili olabilecek eğitici etkinlikler önerilmektedir.

Ekolojik Krizi ve Sürdürülemezliği Entropi Işığında Anlamak

İnsan faaliyetlerinin doğal sistemler üzerinde yarattığı tahribatın yıkıcı sonuçlarının gittikçe ortaya çıkması, yüz yüze kalınan ekolojik krizi, dolayısıyla modern yaşam tarzının sürdürülemez yüzünü açıkça göstermektedir. Shiva (2008), yüz yüze kalınan ekolojik krizi, iklim, enerji ve gıda güvensizliği şeklinde “üçlü kriz” olarak ifade etmektedir. Yeryüzünde insan hayatı dahil bütün canlı yaşamının geleceğini tehdit eden bu çapta bir krizin ortaya çıkışı kuşkusuz insanın evrene bakışına hâkim olan mekanist dünya görüşü ve bunun uzantısı olan indirgeyici düşünme yaklaşımıyla doğrudan ilgilidir.

Modern bilimin doğuşundan itibaren artan uzmanlaşmanın doğal sistemler ve beşerî yaşam üzerinde yarattığı etkiyi bütün açıklığıyla görebilmek için, öncelikle doğal yaşam ve insan yaşamına, sistemik yaklaşım ve disiplinlerarası ilişkilendirme ile açıklık getirmekte yarar vardır. Bu bağlamda, temel bir fizik prensibi olan “entropi” kavramı ışığında kurulacak disiplinlerarası ilişkilendirmeler, doğal ve insan yapımı sistemlerin akışının anlaşılmasını ve zamanla meydana gelen bozulmanın daha açıklıkla görülmesini sağlayabilir.

Termodinamiğin ikinci yasası olarak bilinen entropi kavramı, yaklaşık yüz yıl önce Alman fizikçi Rudolf Clausius tarafından genel olarak sistemlerin düzensizliğe gidişini ifade etmek için dile getirilmiştir (Shiva, 2008: 141). Roegen (1971) ise entropiyi, lokomotifin çalışması sırasında kömürün yanması sonucu açığa çıkan enerjinin iş üretme kapasitesinin adım adım geriye dönüşsüz şekilde azalması şeklinde betimlemektedir. Buna göre, entropi sistemdeki bağlı enerji düzeyinin bir ölçüsüdür. Yanma olayı ile örnekleyecek olursak; başlangıçta kömürün yapısında bulunan enerji, yanma süreciyle ısı, mekanik vb. değişik formlara bağlanır. Bu sırada, kömürün yapısındaki enerjinin iş yapma potansiyeli (kalitesi) adım adım geriye dönüşsüz şekilde azalır. Mekanik sistemlerde enerjinin tekrar kullanılmayacak biçimde azalması, entropinin artışı olarak kendini göstermektedir.

Bu tür mekanik süreçlerin tersine, canlı yaşamında, fotosentezle oluşturulan enerjinin yakılmasıyla ATP molekülüne bağlanan enerji ile metabolik faaliyetlerin düzeni sağlanmaktadır. Bu anlamda, canlılık süreçleri insan yapımı mekanik süreçlerin aksine bir anlamda yüksek entropik durumdan kaçınmanın yolu olarak işlev görmektedir (Shiva, 2008: 141).

Canlılık sistemlerine enerjinin girişi, güneş enerjisinin fotosentez yoluyla canlılarda kimyasal enerjiye dönüştürülmesi ile başlar. Lokomotifte kömürün yakılmasından farklı olarak, canlı yaşamında güneşten bağlanan enerji solunum tepkimeleri ile ATP, ısı, hareket vb. enerji formlarına dönüştürülerek enerjinin iş görürlüğü (niteliği) devam ettirilir; böylece entropik artışın önüne geçilmiş olunur. Bu sırada, açığa çıkan serbest enerjinin önemli bir bölümü canlı yapısında tekrar kimyasal enerji şeklinde birikir. Uzun zaman içinde meydana gelen fosilleşme sürecinde canlıların yapısındaki kimyasal enerji bu kez cansız sistemde birikir. Sanayileşmeden bu yana fosil yakıtlarının gittikçe artan oranda yakılmasıyla doğal sistemlere aşırı düzeyde enerji yüklenmekte ve bu da entropi artışını körüklemektedir. Daha yalın bir ifadeyle, fosil yakıtlarının içinde hapsedilmiş enerjinin mekanik süreçlerle birden açığa çıkarılmasıyla lokomotifte kömürün yakılmasına benzer şekilde adım adım sistemin entropisi bozulmakta ve gezegende yaşamın sürdürülebilirliği tehdit altına girmektedir. Bu anlamda, yüz yüze kalman ekolojik kriz ve sürdürülemezlik, aslında enerjinin doğal akışına aykırı şekilde insan eliyle yaratılan entropik artışın kaçınılmaz bir sonucudur.

Peki, entropik artışı yaratan modern yaşam tarzının geri planında insanın evrene ve doğaya bakışına yön veren ne tür bir zihniyet yatmaktadır? Kuşkusuz, bunda, modern bilim ve

teknolojinin doğuşundan itibaren yaygınlaşan mekanist dünya görüşü ve bununla bağlantılı indirgemeci akıl yürütme anlayışının büyük bir payı vardır.

Mekanist Dünya Görüşü ve İndirgemecilik

İnsanın evreni anlama ve hatta biçimleme çabasına uzun bir süre mekanist dünya görüşü ve bundan beslenen indirgemecilik hâkim olmuştur. Zira, modern bilim felsefesinin öncülerinden Descartes evreni “işleyen bir makine” ve insanı ise “ona akıyla hakim olmaya muktedir ayrıcalıklı bir varlık” olarak görmüştür (Özdemir, 2017). O andan itibaren bu tür indirgemeci akıl yürütme anlayışı, doğal olguların birbirinden ayrı parçalar halinde incelenmesi ve buradan hareketle genellemeler yapılarak doğal olguların anlaşılmasının başlıca yolu olarak kabul görmüş; bu durum hem bilimsel ve teknolojik gelişmelere, hem de adeta uygarlaşma sürecine yön vermiştir (Kışlalıoğlu ve Berkes, 1993; Sterling ve diğ., 2005; Strachan, 2014).

Ancak, indirgemeci akıl yürütme etkinliğinin yarattığı uzmanlaşma bir yandan olguların derinlemesine anlaşılmasına imkan verirken; diğer yandan ise insan-doğa uyumunu bozması nedeniyle, gittikçe derinleşen çevre bozulmasının etkeni haline gelmiştir. Nitekim, Harari (2017), çok tanrılı dinlerin ortaya çıkışından önce insanın doğayla uyumlu şekilde yaşamasını sağlayan bütün varlıkların insan gibi ruhu olduğu (animizm) kabulünün terk edilip, doğadaki varlıkların adeta mekanik gerekçelere indirgenmesiyle doğa sömürsünün önünün açıldığına dikkat çekmektedir. Özetle, evreni ve doğayı işleyen cansız bir makine gibi gören mekanist dünya görüşü ve karmaşık sistemleri ayrık bileşenleriyle açıklamaya çalışan indirgemeci akıl yürütme pratiği, insan-doğa varoluşunun uyumunu bozan bir anlayış olarak işlev görmüştür.

Ekolojik Dünya Görüşü ve Sistemik Düşünme

Mekanist dünya görüşü ve indirgemeci düşünme etkinliğinin insanı evrenle olan ilişkisini bütünlüğüne kavramaktan ve buna uygun şekilde davranmaktan uzaklaştırdığının fark edilmesiyle, ekolojik dünya görüşü öne çıkmaya başlamıştır. Ekolojik süreçlerdeki ilişkiselliği, karmaşıklığı ve bütünlüğü temel alan ekolojik dünya görüşü, mekanist dünya görüşünün aksine insanın evrende canlı ve cansız varlıkların oluşturduğu simbiyotik birliğe uygun şekilde konumlanmasını esas alır (Xiao, Dunlap ve Hong; 2019). Ekolojik süreçleri referans alan ekolojik dünya görüşü, mekanist dünya görüşünün yerleşik akıl-ruh vb. ikiliğinin aksine bunların harmonik varlığına odaklanır. Bu anlamda, ekolojik dünya görüşü insanın olup bitenleri bütüncül şekilde görebilmesinin önünü açabilecek sistemik düşünme pratiğine de önemli bir referans oluşturur. Ancak böyle bir kavrayış, insan-doğa varoluşunun karmaşık ve

dinamik bir sistem olduğunun fark edilmesini ve buna uygun şekilde yaşam sürdürülmesini olanaklı kılabilir.

Sistemik düşünme, Ludwig von Bertalanffy, Paul Weiss ve Arthur Koestler'in 1920'li yıllarda biyoloji ve sistem davranış bilimi alanında yaptıkları araştırmalar ışığında "sistem teorisi" şeklinde gündeme gelmiş ve o andan itibaren doğa, sosyal ve mühendislik vb. bilimlerinde hızla yaygınlaşmıştır. Sistem teorisi, sistemlerin birbirine entegre otonom örüntüler (autonomous pattern) şeklinde çalıştığı ve aslında bütünü kendisini oluşturan parçaların toplamından farklı olduğu öncü sayılıtları üzerinde inşa edilmiştir (Drack ve Ampfalter, 2007). Keza, sistem teorisi, ilişkiselliği ve bağlamı bilmenin, dolayısıyla dünyayı bütünlüğüne anlamamanın yeni bir yolu olarak öne çıkmıştır (Capra ve Jakobsen, 2017). Nitekim Ison'a (2008)' göre, sistem bileşenleri ilişkişel şekilde algılanan bir bütündür. Bu bağlamda, sistemik düşünme, ekolojik, ekonomik ve sosyal sistemlerin hem kendi içindeki hem de aralarındaki çok yönlü ilişkiselliği bütünüyle görebilmenin en etkili yolu olarak öne çıkmaktadır.

Özetle, iç içe geçmiş, karmaşık ve dinamik sistemler olan insan-doğa varoluşunu bütünlüğüne anlamamanın ve buna göre davranmanın yolu onun mantığına uygun olan sistemik düşünme pratiğinden geçmektedir. Kuşkusuz, bu yönde sergilenecek pratikler, her şeyden önce birbiriyle ilintili olgu ve süreçleri birbirine bağlayabilecek ve çok yönlü görüş kazandırabilecek disiplinlerarası ilişkilendirmelerle mümkün olabilir.

Sürdürülebilirliğe Geçiş ve Disiplinlerarası İlişkilendirme

Shiva'ya (2008: 142)' göre, insan varlığı indirgemeci ve determinist anlayışın yarattığı "entropik artış" ile doğal süreçlerin belirsizliğini ve dinamizmine denk düşen "beliriverme (emergency)" arasında yol ayırımında bulunmaktadır İlki, enerji yoğun sistemlerin harekete geçirilmesiyle, doğal yaşamın ve insan yaşamının tahrip edilmesine hizmet etmektedir. İkincisi ise, canlı yaşamının entropiyi dizginleyen yaratıcı yönüyle doğal yaşamın ve insan yaşamının bütün dinamikleriyle doğal süreçlerinde varlığını sürdürmesine olanak tanımaktadır (Shiva, 2008: 142). Bu anlamda, gezegenin entropisini artıran enerji yoğun daha fazla üretim, tüketim ve büyüme odaklı sistem sürdürülemezliğin başlıca nedenidir.

Doğal ve insan yapımı sistemlerin işleyişini anahtar bir kavram olan entropi ile ilişkilendirilerek anlamaya çalışmak, modern yaşamda yüz yüze kalınan sürdürülemezliğin daha açıkça anlaşılmasını ve bundan kaçınılmasını sağlayabilir.

Disiplinlerarası İlişkilendirme: Ama Nasıl?

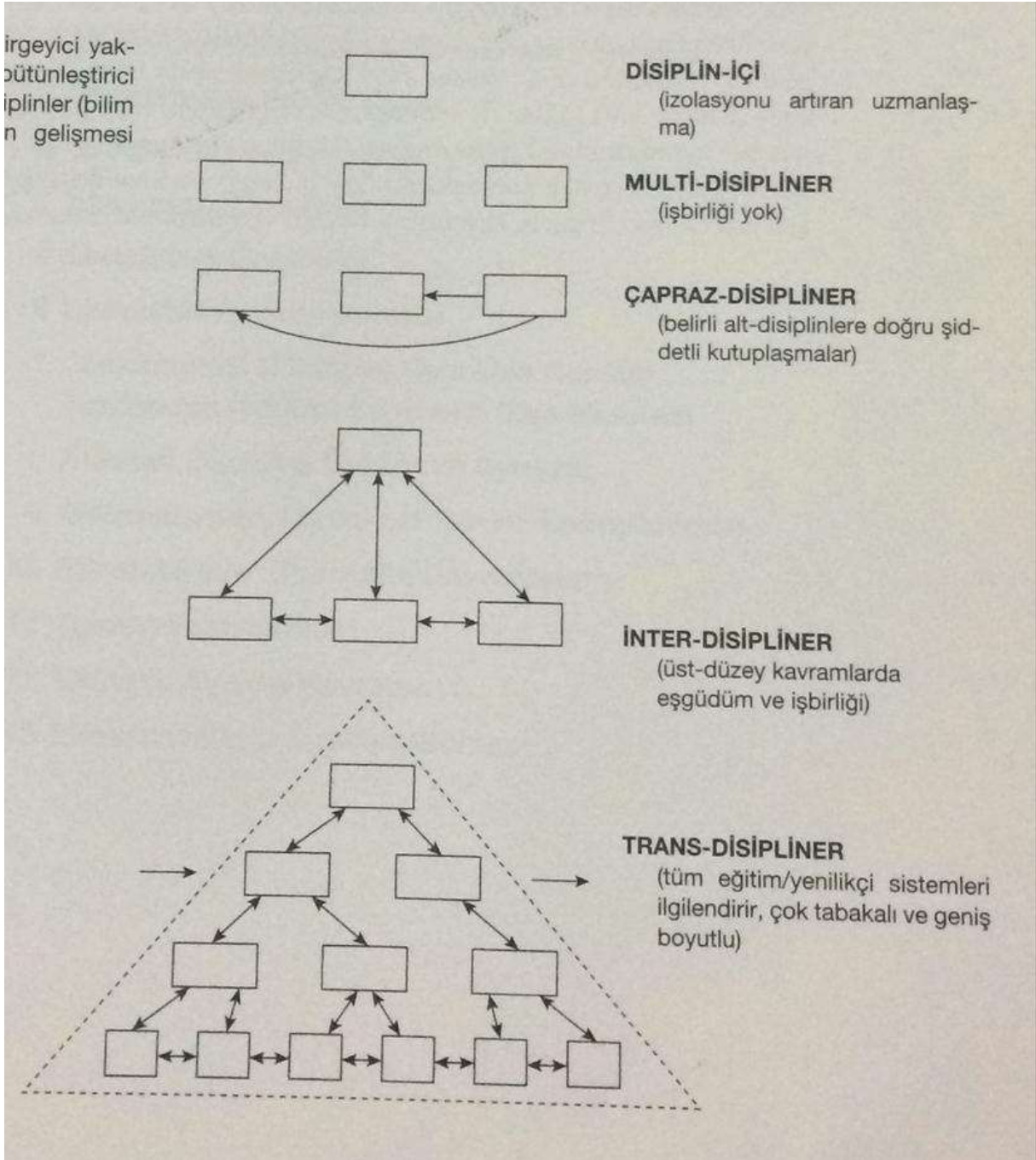
Olguların kendilerini oluşturan bileşen/parçalar arasındaki bağlantıları kurarak bütünlüğüne anlaşılabilmesi, yerleşik disiplin içi bakışının ötesine geçerek anlamlı disiplinlerarası ilişkilendirmelerin kurulabilmesine bağlıdır. Disiplin (*disciplina lat.*) terimi, “öğrenmek” anlamına gelen “discere” sözcüğünden köken almaktadır (Jones, Selby ve Sterling, 2010: 22). Disiplin kavramı, orta çağdan bu yana öğretim ve öğrenim için bilginin düzenlenmesinin başlıca yolu yerleşmiştir (Arum, 2004’den aktarın: Jones, Selby ve Sterling, 2010: 22). Arum’a (2002: 380)’ göre disiplin, araştırma yöntem, teori ve problemlerine ilişkin üzerinde uzlaşmış oldukça stabil, kısmen entegre olmuş, yarı otonom düşünme alanıdır. Bawden (2005: 121) ise, disiplinler (disiplin içi) önermeleri, gerçek dünyaya ilişkin genellemeye dönük tümevarımsal değerlendirmelerin yüksek düzeyde bir etkinliği olarak görmektedir.

Modern bilimin doğuşu ve gelişiminden bu yana insan yaşamına yön veren disiplinler bakış ve bununla bağlantılı uzmanlaşma belirli alanlarda sağladığı açıklık ile birçok problemin çözülmesini ve insan hayatının kolaylaşmasını sağlamıştır. Ne var ki, olguları parçalı olarak gören bu indirgemeci anlayışın, doğal ve insan yapımı sistemlerin karmaşık ve değişken yapısının getirdiği belirsizlik karşısında yetersiz kaldığı yadsınamaz bir durumdur.

Disiplinlerarası terimi, ilk aşamalarda özellikle doğa ve fizik bilimlerinde bilimsel sorgulamayla ilişkili olarak kullanılmıştır. Disiplinler yaklaşma tepki olarak öne çıkan disiplinlerarası yaklaşım, bu anlamda yeni bir senteze ulaşmanın ve kaybedilenin restore edilebilmesinin bütünlüklü bir yolu olarak görülmüştür (Schmidt, 2008: 56). Klein (1990:11)’e göre, disiplinlerarası yaklaşımın diğer bir motivasyonu ise kompleks toplumsal sorunları daha iyi anlama ve onlarla başa çıkabilmenin yolu olmasıdır. Bu anlamda, Klein ve Newel (1997:393), disiplinlerarası yaklaşımı, bir probleme açıklık getirilmesi süreci, ya da tekil disiplinlerle baş edilemeyecek kapsamlı ve karmaşık problemleri çözme çabası olarak tarif etmektedir.

İnsanın evreni anlama ve açıklama çabasının, tek disiplinli yaklaşımdan disiplinler ötesi aşamaya dek nasıl gelişim gösterdiği aşağıdaki kuşbakışı şekilde betimlenmektedir (Jantsch, 1972’den aktaran: Odum, 2008:12).

Şekil 1. Disiplin-İçi indirgeyici yaklaşımdan disiplinler-üstü bütüncü yaklaşımına doğru değişik disiplinler (bilim alanları) arasındaki ilişkilerin gelişimi.



Şekil 1’de görüldüğü gibi, disiplin içi yaklaşım, belirli bir alanda uzmanlaşmaya odaklanan indirgemeci düşünce pratiğinin bir örneğini temsil etmektedir. Çok disiplinli yaklaşım, tek disiplinin dar alanından uzaklaşıp belirli bir konuya birden fazla disiplin açıdan yaklaşılmasına yaramaktadır. Disiplinlerarası yaklaşımda ise, belirli bir konu etrafında ve disiplinlerin kendi aralarında çok yönlü ilişkilendirmeler kurularak bütüncü yaklaşım

yapılmaktadır. Bunun ötesine geçen disiplinlerüstü (trans-disipliner) yaklaşım, değişik disiplinlerle ilişkili çok tabakalı ve geniş boyutlu bir konuya açıklık getirilmesinde ağırlık kazanmaktadır.

Disiplinlerarası ilişkilendirme ve bütünleştirmenin nasıl yapılabileceği ve dolayısıyla disiplinlerarası yaklaşımın nasıl hayata geçirilebileceği konusunda farklı yaklaşımlar gündeme gelmektedir. Lattuca, (2003)'e göre, “bilgilendirici (informed)”, “sentetik” ve “transdisipliner” olmak üzere üç farklı yaklaşım öne çıkmaktadır. İlki, bir konunun öğretiminde; ikincisi öğretim ve araştırma sorusunun kurulması sırasında, üçüncüsü ise ağırlıklı olarak kuramsal çalışmalarda başvurulmaktadır. Bunun yanında, disiplinlerarası ilişkilendirme;

i) Belirli bir konuyla ilgili bileşenlerin ilişkilendirilmesi,

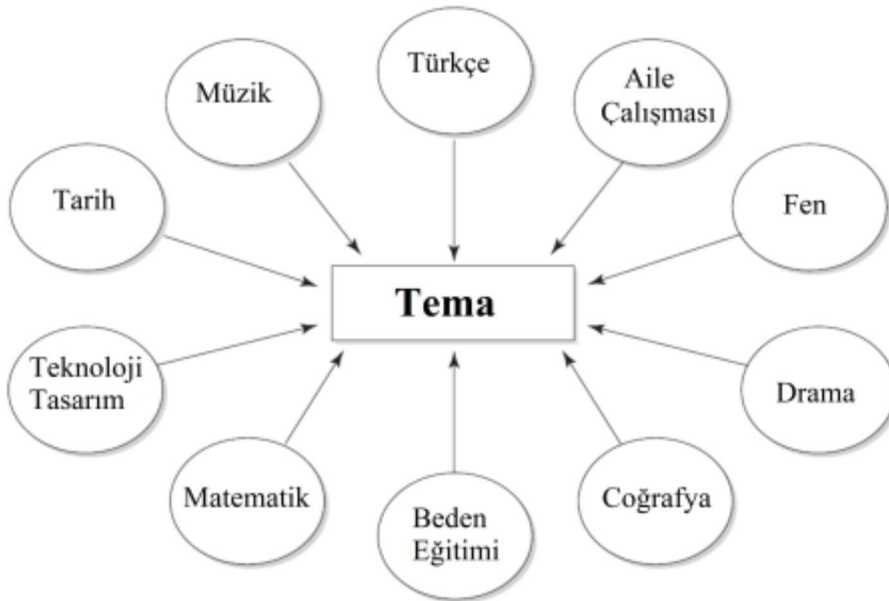
ii) İki disiplin arasında kanal kurulması yoluyla ilişkilendirmenin yapılması olmak üzere iki farklı şekilde de yapılabilmektedir (Tatyana, 2013).

Yukarıda sözü edilen disiplinlerarası ilişkilendirme çabaları, özünde “dar (narrow)” ve “geniş (wide)” şeklinde iki farklı strateji ile kendini göstermektedir (Kelly, 1996). İlkinde spesifik problemlerin çözümü için ilişkili disiplinler arasında bütünleştirme yapılırken; ikincisinde ise daha çoklu değer temelli karmaşık durumlara yaklaşırken disiplinlerarası düzeyde epistemolojik ve metafiziksel alışveriş yapılmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilirlik kapsamında yürütülen kuramsal ve uygulama yönelimli çalışmalar, geniş ölçekli disiplinlerarası ilişkilendirme stratejisine örnek olarak gösterilebilir.

Disiplinlerarası ilişkilendirme, özellikle eğitim süreçlerinde STEM yaklaşımının uygulamaya geçirilmesiyle ilişkili şekilde ön plana çıkmaktadır. Özellikle, öğretim programı geliştirme ve uygulama alanında disiplinlerarası ilişkilendirmenin nasıl yapılabileceği, çok disiplinliden disiplinler üstü düzeye değin farklılaşmaktadır (Drake ve Burns, 2004).

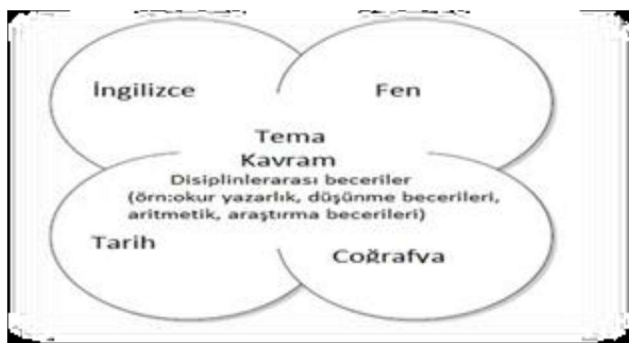
Çok disiplinli yaklaşıma göre, birbirinden farklı disiplinler merkezi bir tema ile ilişkilendirmekte ve böylelikle ilgili temanın farklı yönlerine açıklık getirilmektedir.

Şekil 2. Çok disiplinli yaklaşımda farklı disiplinlerin birbirleri ile ve ortak bir tema ile ilişkisi (Drake ve Burns, 2004, s.9'dan aktaran: Gencer ve diğerleri, 2019)



Disiplinlerarası yaklaşıma göre yapılan ilişkilendirmelerde ise, çeşitli disiplinler arasında köprüler kurmak yoluyla belirli bir merkezi kavrama ilişkişel ve bütünleşik şekilde açıklama getirilmektedir (Tatya, 2013). Bu tür bir ilişkilendirmede Şekil 3'te görüldüğü gibi, disiplinler arasındaki sınırların silinmesiyle ilgili tema/kavram adeta diğer bütün disiplinlerin içine sızmaktadır. Sürdürülebilirlik eğitimi, ancak bu tür bir ilişkilendirme ile anlaşılacak ve hayata geçirilebilecek bir konudur. Keza, sürdürülebilirlik eğitiminin ana çıktısı olan sürdürülebilirlik okuryazarlığı, insanın doğayla ilişkisinin bütün yönlerinin disiplinlerarası ilişkilendirmelerle bütünleşik şekilde ele alınması ile edindirilebilir.

Şekil 3. Disiplinler arası bütünleşme yaklaşımında farklı disiplinlerin birbirleri ile ve ortak bir tema ile ilişkisi (Drake ve Burns, 2004, s.9'dan aktaran: Gencer ve diğerleri, 2019)



Bunların ötesinde, disiplinlerüstü (transdisipliner) yaklaşım, disiplinlerarası ilişkilendirmeleri de içine alan yüz yüze kalınan karmaşık durumların anlaşılması ve çözümlenmesine yönelik olarak ön plana çıkmaktadır.

Şekil 4. Disiplinlerüstü bütünleştirme yaklaşımı (Drake ve Burns, 2004, s.9'dan aktaran: Gencer ve diğerleri, 2019)



Yüz yüze kalınan sürdürülemez durum, iç içe geçmiş ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel alanlar arasındaki bütünlüğün bozulmasının bir yansımasıdır. Sürdürülebilirliğe geçiş ise, sözü edilen alanlardaki uyumu esas alan yeni bir sistem ve toplum inşası anlamına gelmektedir. Kuşkusuz, bunun en etkili ve kalıcı yolu buna uygun eğitim süreçlerinden geçmektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilirlik eğitimi çatısı altında hayata geçirilecek eğitim süreçlerinden beklenen, öncelikle insan-doğa varoluşunun ilişkiselliğinin ve karmaşıklığının özgün disiplinlerarası ilişkilendirmelerle anlaşılmasının sağlanması ve buna uygun zihniyet değişiminin yaratılmasıdır. Buradan hareketle, sürdürülebilirlik eğitimi araştırmaları ve pratiklerine yol göstermesi açısından temel bir fizik yasası olan entropi ışığında yapılacak eğitici ilişkilendirmelerle aşağıdaki sorulara açıklık getirilebileceği düşünülmektedir:

- 1) Doğal ve insan yapımı sistemler nasıl işlemektedir, aradaki ilişkisellik nedir?
- 2) Enerji yoğun ve yüksek entropiye dayalı yaşam tarzı neden sürdürülebilir değildir?
- 3) Nasıl bir yaşam tarzı doğanın işleyişine uygundur ve sürdürülebilirdir?

Sürdürülebilirlik Eğitiminde Entropi Işığında Disiplinlerarası İlişkilendirme Eğitimi Örnekleri

Yukarıda dile getirilen türde soruların, entropi ışığında yapılan disiplinlerarası ilişkilendirmelere dayalı öğrenme yaşantıları ile açıklık kazanması sağlanabilir. Alanyazında disiplinlerarası ilişkilendirmenin yapılmasına yönelik çeşitli yaklaşımlar ve stratejiler ön plana çıkmaktadır. Sürdürülebilirlik eğitimi konu alan bu çalışmada öğrenme süreçlerine yol

gösterecek etkinlikler geliştirilirken öne çıkan gerçek yaşam becerilerine odaklanan disiplinlerüstü bütünleştirme yaklaşımı (Drake ve Burns, 2004, s.9'dan aktaran: Gencer ve diğerleri, 2019) göz önünde bulundurulmuştur. Bu anlamda, entropi ışığında yapılacak ilişkilendirmelerle doğal ve insan yapımı sistemlerde enerjinin yolculuğunun izinin sürülmesi yoluyla yüz yüze kalınan sürdürülemez durumun disiplinlerüstü bir yaklaşımla kavranması ve çıkış yolunun fark edilmesi öngörülmüştür. Bunun yanında ilgili etkinlikler, Lattuca (2003)'nın "bilgilendirici" ve "sentetik" şeklinde ifade edilen ilişkilendirme yaklaşımının somut örnekleri olarak da görülebilir.

Etkinlikler geliştirilirken ilgili derslerin müfredat kazanımları taranmış ve aşağıdaki kazanımlar göz önünde bulundurulmuştur (MEB Öğretim Programları).

Etkinlik Örneği-1: Pandemi'den öğrendiğimiz: Hepimiz ortak bir sistemin parçasıyız; ya da aynı gemideyiz!

Müfredat Kazanımları

10.3.1.1. Ekosistemin canlı ve cansız bileşenleri arasındaki ilişkiyi açıklar. (Biyoloji Dersi Öğretim Programı)

F.5.6.2.1. İnsan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini ifade eder. (Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı)

SB.6.5.2. Kaynakların bilinçsizce tüketilmesinin canlı yaşamına etkilerini analiz eder. (Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programı)

Yönerge

<i>"Simbiyotik birliği keşfedelim!"</i>	
<p><i>Kazanımlar</i></p> <ul style="list-style-type: none">Doğanın, cansız ve canlı varlıkların birliğinden ve etkileşiminden oluşan açık bir sistem olduğunu fark ederİnsan-doğa varoluşunun aslında birbirine bağlı dinamik bir sistem olduğunu anlar.Gezegende insan yaşamı ve doğal yaşamın simbiyotik birlik ile sürdürülebileceğini kavrar. <p><i>Odak</i> İnsan-doğa var oluşunun simbiyotik birliğini görmek</p> <p><i>Seviye ve Süre:</i> 40 dk.</p> <p><i>Yöntem ve Teknik:</i> Soru-cevap, istasyon, drama,</p> <p><i>Materyal:</i> Animasyon, çalışma yaprağı</p>	<p><i>Yönerge</i></p> <ul style="list-style-type: none">İnsan yapımı bir sistem tanıtarak doğanın da fiziksel, biyolojik ve kimyasal etkenlerin etkileşiminden oluşan açık bir sistem olduğu vurgulanır (Örn. Göl ekosistemi, orman ekosistemi vb.)Zamanla insan yaşamının doğal sistemlerle iç içe geçmesiyle insan-doğa var oluşunun aslında bütün bir sistem olduğuna açıklık getirilir. (insan dahil evrenin canlı bir organizma olduğunu öne süren Gaia görüşü tanıtılır ve insan-doğa var oluşunun nasıl bir bütün sistem olduğuna açıklık getirilir).İnsan-doğa var oluşuna aykırı bir davranışın sistemin işlerliğini nasıl zora sokacağı ve bundan nasıl kaçınılabileceğine açıklık getirilir (Pandemi örneğinde, insanın doğaya müdahalesi sonucu ortaya çıkan bir virüsün insanın yaşamını nasıl zora soktuğu tartışılarak nasıl bir yol izlemek gerektiği ortaya konur).

Örn. 1 etkinliği, insan ve doğa varoluşunu oluşturan simbiyotik birliğin anlaşılması ve buna uygun şekilde davranılmasına odaklanmaktadır. Bu doğrultuda, etkinliğin öncelikle Ortaöğretim Biyoloji, Coğrafya, Felsefe vb. dersleri ile üniversite düzeyinde öğretmen yetiştiren programlar ile İktisat, Kamu Yönetimi, Sosyoloji vb. birimlerinde uygulanabileceği düşünülmektedir. Kuşkusuz, tavsiye edilen yönerge öneri niteliğinde olup, duruma göre uyum şeklinde güncellenebilir.

Etkinlik Örneği-2: Enerjinin yolculuğu

Müfredat Kazanımları

10.3.1.3. Ekosistemde madde ve enerji akışını analiz eder (Biyoloji Dersi Öğretim Programı).

12.2.1.1. Canlılığın devamı için enerjinin gerekliliğini açıklar (Biyoloji Dersi Öğretim Programı).

9.4.3.2. Canlıların besinlerden kazandıkları enerji ile günlük aktiviteler için harcadıkları enerjiyi karşılaştırır (Fizik Dersi Öğretim Programı).

Yönerge

<i>“Enerjinin izini sürelim!”</i>	
<p><i>Kazanımlar</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Doğada temel enerji kaynağının güneş olduğunu fark eder.• Güneş enerjisinin üreticiler tarafından canlı yapısında metabolizma enerjisine (ATP) bağlandığını anlar.• Bitkilerin yapısındaki enerjinin beslenme zincirinde diğer canlı türlerine geçtiğini anlar.• Doğada ve canlı yaşamında enerjinin sürekli olarak bir formdan başka bir forma dönüşerek varlığını koruduğunu anlar. <p><i>Odak</i></p> <p>Doğada ve insan yaşamında enerjinin yolculuğu kavramak.</p> <p><i>Seviye ve Süre:</i> 40 dk.</p> <p><i>Yöntem ve Teknik:</i> Soru-cevap, istasyon, drama</p> <p><i>Materyal:</i> Animasyon, çalışma yaprağı</p>	<p><i>Yönerge</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Güneş tutulmasının uzun sürmesi halinde neler olabileceğini öğrencilerinin hayal etmelerini ve bunları paylaşımlarını sağlayarak etkinliğe başlanır.• “Bitki güneş yer mi” sorusunu yönelterek öğrencilerin görüşleri alınır.• Ekosistemde enerji akışı ile ilgili animasyon izletilir. Bu aşamada, enerjinin fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mekanik formları örneklenir.• Öğrenciler gruplara ayrılarak her bir grubun bir istasyonu temsil etmesi sağlanır (Güneş, bitki, çekirge, fare, yılan, kuş, fosil yakıtlar).• Her bir istasyonda doğada enerji akışının nasıl seyrettiğine ilişkin görüşlerini ve bilgilerini çalışma kağıtlarına yazmaları sağlanır.• İstasyonlar arasında geçiş yapılarak her bir grubun her bir istasyonda çalışma yapması ve böylelikle doğada enerji akışının bütün yönleriyle tasvir edilmesi sağlanır.• İstasyonlar, enerji akışına göre birbirine bağlanarak, doğaki enerji düzenine açıklık getirilir.• Ders, “enerjinin yolculuğu” konusunda drama etkinliği ile bitirilir.

Örn.3'te önerilen etkinlik doğada ve insan yaşamında enerjinin yolculuğunun izinin ilişkişel şekilde sürülmesine odaklanmaktadır. İlgili etkinliğin, ortaokul düzeyinde Fen Bilimleri dersinde enerjinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönleri aralarında ilişkilendirmeler yapılarak işlenmesi tavsiye edilmektedir.

Etkinlik Örneği-3: Doğaya sürekli olarak artan miktarda enerji yüklersek ne olur?

Müfredat Kazanımları

F.4.1.1.3. Fosillerin oluşumunu açıklar. (Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı)

F.6.4.4.1. Yakıtları, katı, sıvı ve gaz yakıtlar olarak sınıflandırıp yaygın şekilde kullanılan yakıtlara örnekler verir. (Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı)

F.6.4.4.2. Farklı türdeki yakıtların ısı amaçlı kullanımının, insan ve çevre üzerine etkilerini tartışır. (Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı)

12.4.1.1. Fosil yakıtların çevreye zararlı etkilerini azaltmak için çözüm önerilerinde bulunur. (Kimya Ders Öğretim Programı)

11.4.2. Madenlerin ve enerji kaynaklarının çevre üzerindeki etkilerini örneklerle açıklar. (Coğrafya Dersi Öğretim Programı)

Yönerge

<i>“Sürdürülemezliğin perdesini aralayalım ! ”</i>	
<i>Kazanımlar</i> <ul style="list-style-type: none">• Canlı atıklarının yapılarındaki enerjinin uzun zaman içinde fosilleşme sonucunda fiziksel ortamda hapsedildiğini kavrar.• Endüstriyel faaliyetlerle fosil yakıtlarının yakılması sonucunda bir anda doğaya aşırı miktarda enerjinin yüklendiğini fark eder.• Mekanik süreçlerle bu şekilde yakılan enerjinin, kullanılabilirliğinin adım adım azaldığını fark eder.• Bu durumun, doğada enerji akışının düzenini bozduğunu, dolayısıyla entropi artışına yol açtığını kavrar.• Mekanik süreçlerle bu şekilde enerjinin doğaya gittikçe artan miktarda yüklenmesinin doğada enerji akışını bozduğunu ve insan-doğa varoluşunun sürdürülebilirliğini tehdit ettiğini fark eder.	<i>Yönerge</i> <ul style="list-style-type: none">• Etkinliğe, fosil yakıtlarının evde, motorlu taşıt araçlarında ya da fabrikalarda yakılarak kullanılmasını gösteren kısa bir animasyon filmi izletilerek başlanır.• Motorlu taşıtlarda fosil yakıtlarının yakılmasıyla açığa çıkan enerjinin ne kadarının hareket enerjisine dönüştüğü; ne kadarının ise atmosphere ısı enerjisi olarak bırakıldığı (enerji verimliliği) hesaplatılır.• Doğaya bu şekilde sürekli olarak enerji yüklenmesinin yol açabileceği sonuçlar kısa, orta ve uzun vadeli senaryolarla canlandırılır ve tartışılır.
<i>Odak</i> <p>Endüstriyel ve mekanik süreçlerle enerjinin gittikçe artan miktarda doğaya yüklenmesinin yol açtığı entropi artışını ve sürdürülemezliği anlamak</p>	
<i>Seviye ve Süre:</i> 40 dk.	
<i>Yöntem ve Teknik:</i> Soru-cevap, istasyon, drama,	
<i>Materyal:</i> Animasyon, çalışma yaprağı	

Örn.3’de önerilen etkinliğin, endüstriyel ve mekanik süreçlerle fosil yakıtlarının yakılması sonucu gittikçe artan miktarda doğal sisteme enerjinin nasıl yüklendiğini ve bunun yol açtığı sürdürülemez durumun kavranmasına odaklanmaktadır. İlgili etkinlik, Fen Bilimleri dersinde mühendislik, teknoloji, matematik alanlarıyla ilişkilendirme yapılarak işlenmesi tavsiye edilmektedir.

Etkinlik Örneği-4: Enerjiyi sürdürülebilir kullanalım!

Müfredat Kazanımları

10.3.1.3. Ekosistemde madde ve enerji akışını analiz eder. (Biyoloji Dersi Öğretim Programı)

12.2.1.1. Canlılığın devamı için enerjinin gerekliliğini açıklar. (Biyoloji Dersi Öğretim Programı)

11.4.3. Yenilenemeyen kaynakların kullanımını tükenebilirlik ve alternatif kaynaklar açısından analiz eder. (Coğrafya Dersi Öğretim Programı)

11.4.6. Çevre sorunlarının oluşum ve yayılma süreçlerini küresel etkileri açısından analiz eder. (Coğrafya Dersi Öğretim Programı)

12.4.3.1. Sürdürülebilir hayat ve kalkınmanın toplum ve çevre için önemini kimya bilimi ile ilişkilendirerek açıklar. (Kimya Ders Öğretim Programı)

Yönerge

<i>“Yaşam enerjisine yönelelim!”</i>	
<p>Kazanımlar</p> <ul style="list-style-type: none">Mekanik süreçlerden farklı olarak canlı yaşamında enerjinin bir formdan diğer forma dönüştürülerek kullanılabilirliğinin devam ettirildiğini kavrar.Gezegende yaşamı sürdürülebilir kılabilmek için entropi artışına yol açan mekanik süreçlerin yerine entropik dengeyi sağlayan yaşam enerjine yönelmek gerektiğini fark eder.Sürdürülebilirliğe geçişte, yaşam enerjisine benzer şekilde bireylerin ve toplumların enerjilerini harekete geçirmek gerektiğini keşfeder. <p>Odak Fosil yakıtları yerine yaşam enerjisi ile birey ve toplumların enerjilerinin harekete geçirilmesiyle sürdürülebilirliğe geçilebileceğini keşfetmek.</p> <p>Seviye ve Süre: 40 dk.</p> <p>Yöntem ve Teknik: Soru-cevap, istasyon, drama,</p> <p>Materyal: Animasyon, çalışma yaprağı</p>	<p>Yönerge</p> <ul style="list-style-type: none">Etkinliğe enerjinin canlı yapısında bir formdan başka forma dönüşerek nasıl kullanıldığıyla ilgili kısa bir animasyon filmi izletilerek başlanır.Mekanik süreçlerden farklı olarak canlı yaşamında enerjinin kaybolmadan kimyasal, biyolojik ve fiziksel formlarla nasıl değerlendirildiğine açıklık getirilir.Canlı yaşamındaki enerjisi ile toplumsal enerji arasında analogi yapılarak bireylerin ve toplumların sinerjilerinin nasıl harekete geçirilebileceği tartışılır. Bu aşama, örnekler üzerinden tek tek bireylerin ve toplumların başarı hikayeleri işlenir.Buradan hareketle, öğrencilerin, sürdürülebilirliğe geçişte bireylerin ve toplumların enerjilerinin nasıl harekete geçirilebileceğine ilişkin çözüm önerileri geliştirmeleri ve tartışmaları sağlanır.

Örn.4 etkinliği, sürekli olarak fosil yakıtların yakılmasıyla doğaya enerji yüklenmesinin yol açabileceği sonuçların çok yönlü şekilde öngörülmesi ve buna alternatif olarak yaşam enerjisinin ve toplumsal enerjinin harekete geçirilmesinin sürdürülebilirliğe geçişi nasıl sağlayabileceğini odaklanmaktadır. Önerilen etkinliğin, Fen Bilimleri, Sosyal Bilgiler vb. derslerde mühendislik, matematik, ekonomi, sosyoloji, ekoloji bilimlerinin bilgileri arasında ilişkilendirmeler yapılarak işlenmesi tavsiye edilmektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada, yüz yüze kalınan sürdürülemez durumun fiziğin temel yasası olan entropi ışığında bütünlüğüne anlaşılmasına ve buradan hareketle sürdürülebilirliğe geçiş için beklenen zihniyet dönüşümünün sağlanmasına dönük disiplinlerarası ilişkilendirmelere dayalı bir çözümleme yapılmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede, doğayı işleyen bir makine olarak gören mekanist görüşün ve bununla doğrudan ilintili olan indirgemeci bakış açısının mevcut durumun temel nedeni olduğuna dikkat çekilmekte ve bu tablonun aşılmasının yolunun ise ekolojik dünya görüşü ve buna paralel olarak sistemik bakış açısı ile insan-doğa varoluşuna ilişkisel şekilde yaklaşılmasından geçtiği vurgulanmaktadır.

Yüz yüze kalınan sürdürülemez durum ne tür disiplinlerarası ilişkilendirmelerle bütün açıklığıyla anlaşılabilir ve aşılabılır? Kuşkusuz böyle karmaşık ve çok boyutlu bir soruya bir çırpıda cevap vermek mümkün olmamakla birlikte, en azından altı çizilen sürdürülemez durumu yaratan nedenlerin daha derinlemesine anlaşılması ve bunun aşılması yönünde davranılmasına özgün disiplinlerarası ilişkilendirmeler yol gösterici olabilir. Bu çerçevede, temel bir fizik yasası olan entropi ışığında yapılacak disiplinlerarası ilişkilendirmelerle, yüz yüze kalınan sürdürülemez durumun aslında doğal sistemlere aykırı şekilde insan yapımı mekanik ve yönetsel sistemlerin yol açtığı entropik artıştan kaynaklandığı ve bunun çözümünün de sözü edilen entropik artıştan kaçınmak olduğu bütün açıklığıyla görülmektedir. Shiva (2008), yüz yüze kalınan iklim, gıda ve enerji krizinin mekanik sistemlerin yol açtığı entropik artıştan kaynaklılığını, bunun aşılmasının yolunun ise entropi artışını dizginleyen yaşam enerjilerine başvurulmasından ve bu yönde toplumsal katılım dinamiklerinin işe koşulmasından geçtiğini vurgulamaktadır. Nitekim, sürdürülebilirliğe geçiş, ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel çeşitliliğin/zenginliğin esas alınması ve bu doğrultuda canlılık sistemlerindeki yaşam enerjisinin enerjinin ve sosyal sistemlerin dinamiğinin harekete geçirilmesini gerektirmektedir.

Buradan hareketle çalışmanın sonunda, entropi ışığında yapılacak disiplinlerarası ilişkilendirmelerle; i) doğada ve insan yapımı sistemlerde enerji akışının çok yönlü şekilde anlaşılması, ii) doğanın işleyişine aykırı olarak insan yapımı sistemlerde enerji akışının nasıl seyrettiğinin ve bu durumun yarattığı entropik artışın görülmesi, iii) buradan hareketle sürdürülebilirliğe geçişte doğada yaşam enerjisinin ve sosyo-kültürel dinamiklerinin harekete geçirilerek ekolojik, ekonomik ve sosyo-kültürel açıdan gezegende yaşamın nasıl sürdürülebilir hale getirilebileceğinin kavranması için özgün eğitici etkinlik örnekleri önerilmiştir.

Çalışma, sürdürülebilirlik eğitimine yönelik yapılan ilk kapsamlı disiplinlerarası ilişkilendirme örneği özelliğini taşımaktadır. Bu anlamda, çalışmanın özellikle sürdürülebilirlikle ilgili akademik çalışmaların ve eğitim uygulamalarının disiplinlerarası ilişkilendirme temelinde zenginleşmesine katkı getirmesi beklenmektedir. Bu çalışma örneğinde sürdürülebilirlik eğitimine yönelik olarak entropi ışığında yapılan çözümlemenin, diğer doğa yasaları ve temalar doğrultusunda da ilerletilmesi ve genişletilmesine ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

- Andrew Stables & William Scott (2002). The quest for holism in education for sustainable development, *Environmental Education Research*, 8(1),53-60, DOI: 10.1080/13504620120109655
- Arum, J. (2004). Concepts of interdisciplinarity: Configurations of knowledge and action, *Human Relations*, 57(4), 379-412
- Bawden, R. (2005). “Stepping Stones for Curriculum Development”, In Wals, A.E.J (ed.), *Curriculum Innovations in Higher Agricultural Education*, Elsevier Overheid, The Hague, 117-128
- Becker, E., Jahn, T., Stiess, J and Wehling, P. (1997). Sustainability, A Cross-Disciplinary Concept for Social Transformations, *Management of Social Transformation Policy Papers 6*, UNESCO, Paris
- Capra, F. and Jakobsen, O.D. (2017). A conceptual framework for ecological economics based on systemic principles of life, *International Journal of Social Economics*, Vol. 44 No. 6, pp. 831-844. <https://doi.org/10.1108/IJSE-05-2016-0136>
- Drack, M. and Apfalter, W. (2007). Is Paul a. Weiss’ and Ludwig von Bertalanffy’s system thinking still valid today?, *Sytems Research and Behavioral Science*, 24, 537-546, Wiley Interscience DOI: 10.1002/sres.855
- Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K. ve Can, B.(2019). Bütünleşik STEM eğitimi modelleri, *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 45, 38-55.
- Harari, Y.N. (2017). *Homo deus (1.Baskı)*. Çeviri: Ertuğrul Genç. İstanbul: Kolektif Kitap Yayınları
- Ison, R. L. (2008). Systems Thinking and Practice for Action Research. In: *The Sage Handbook of Action Research Participative Inquiry and Practice (2nd edition)*, Reason, Peter W. and Bradbury, Hilary (ed.), s. 139–158. London, UK: Sage Publications.
- Jones, P., Selby, D. and Sterling, S. (2010). More than the Sum of their Parts? Interdisciplinarity and sustainability. In: *Sustainability Education*, Jones, P., Selby, D., Sterling, S. (ed.), s.17-38. London: Earthscan Publications.
- Kelly, J. (1996). Wide and narrow interdisciplinarity. *Journal of General Education*, 45(2), 95-113
- Kışlalıoğlu, M. ve Berkes, F. (1993). *Çevre ve ekoloji*. İstanbul: Remzi Kitabevi
- Klein, J. T. (1990). *Interdisciplinarity: History, Theory and Practice*. Detroit, MI: Wayne State University, 1990
- Klein, J.T. (2004). Interdisciplinarity and Complexity: An Evolving Relationship, *E:CO*, 6(1-2), 2-10
- Klein, J.T. (2006). A platform for a shared discourse of interdisciplinary Educaiton, *Journal of social science Education*, 5(2), 10-18
- Lattuca, L. S. (2003). Creating interdisciplinarity: Grounded definitions from college and University Faculty, *History of Intellectual Culture*, 3(1),1-20.
- MEB (2018a). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı [.https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-](https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-)

FEN%20B%20C4%B0L%20C4%B0MLER%20C3%96%20C4%9ERET%20C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf

MEB (2018b). Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programı <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812103847686-SOSYAL%20B%20C4%B0LG%20C4%B0LER%20C3%96%20C4%9ERET%20C4%B0M%20PROGRAMI%20.pdf>

MEB (2018c). Biyoloji Dersi Öğretim Programı <file:///C:/Users/OGUZ/Downloads/20182215535566-Biyoloji%20d%C3%B6p.pdf>

MEB (2018d). Kimya Dersi Öğretim Programı <file:///C:/Users/OGUZ/Downloads/201812102955190-19.01.2018%20Kimya%20Dersi%20C3%96%20C4%9Fretim%20Program%20C4%B1.pdf>

MEB (2018e). Coğrafya Dersi Öğretim Programı <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/2018120203724482-Cografya%20dop%20pdf.pdf>

Odum, E.P. and Barret, G.W. (2008). *Ekolojinin temel ilkeleri*. Çeviri Editörü: Kamı Işık. Ankara: Palme Yayınları.

Sterling, S., Maiteny, P., Irving, D., Salter, J. (2005). Curriculum for excellence:joined-up thinking for the classroom a professional development toolkit. *WWF Scotland Systems Research and Behavioral Science Syst. Res.* (24), 537-546

Roegen, N.G. (1971). *The Entropy Law and Economic Process*. Cambridge MA: Harward University Press.

Schmidt, J. (2008). Towards a philosophy of interdisciplinarity-An attempt to provide a classification, *Poiesis Praxis*, 5, 53-69.

Shiva, V. (2008). *Soil not oil: climate change, peak oil and food insecurity*. London: Zed Books Ltd.

Tatyana, G. (2013). Modeling of Interdisciplinary Connections in Science Courses. 2nd International Conference on Mathematical Modeling in Physical Sciences 2013

Xiao, C., Dunlap, R. E & Hong, D. (2019) Ecological worldview as the central component of environmental concern: Clarifying the role of the NEP, *Society & Natural Resources*, 32(1), 3-72, DOI: 10.1080/08941920.2018.1501529