

Biyosfer-2 Deneyi: Çevre Etiği Perspektifinden Bir Değerlendirme

The Biosphere-2 Experiment: An Evaluation from an Environmental Ethics Perspective

Gamze Kaya

Yüksek Lisans Öğrencisi, Acıbadem Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyoetik Anabilim Dalı
ORCID: 0009-0008-3621-8200 E-posta: gamzekaye87@gmail.com

Geliş Tarihi: 24 Ekim 2024, Kabul Tarihi: 23 Mart 2025

ÖZET

Biyosfer-2 deneyi, 1991 yılında Arizona'da başlatılan ve kapalı bir ekosistemde insan yaşamının sürdürülebilirliğini test etmeyi amaçlayan büyük bir bilimsel deneydir. Bu deney, insan ve doğa arasındaki karmaşık ilişkiyi anlamak ve çevreye yönelik ahlaki sorumluluklarımızı yeniden değerlendirmek açısından önemli bir fırsat sunmuştur. Biyosfer-2 deneyi, doğal kaynakların kullanımı, ekolojik denge ve sürdürülebilirlik gibi kritik konular üzerinde derinlemesine düşünmemizi sağlamıştır. 1991-1993 yılları arasında gerçekleştirilen bu deneyden çıkarılacak pek çok ders vardır. Bu yazı, Biyosfer-2 deneyini çevre etiği perspektifinden değerlendirerek, deneyin işleyişi ve sonuçları doğrultusunda insanlığın doğayla olan ilişkisine dair yeni bakış açıları geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevre etiği, biyosfer-2 deneyi, sürdürülebilir çevre, tek sağlık

ABSTRACT

The Biosphere-2 experiment is a major scientific experiment launched in Arizona in 1991, which aims to test the sustainability of human life in a closed ecosystem. This experiment provided an important opportunity to understand the complex relationship between humans and nature and to reassess our moral responsibilities towards the environment. The Biosphere-2 experiment made us think deeply about critical issues such as the use of natural resources, ecological balance and sustainability. There are many lessons to be learnt from this experiment conducted between 1991 and 1993. This article aims to evaluate the Biosphere-2 experiment from the perspective of environmental ethics and to develop new perspectives on humanity's relationship with nature in line with the functioning and results of the experiment.

Keywords: Environmental ethics, biosphere-2 experiment, sustainable environment, one health

GİRİŞ

Dünyanın karmaşık ekosistemlerini anlamak ve sürdürülebilir yaşam modelleri geliştirmek hem günümüz hem de gelecek nesiller için kritik bir öneme sahiptir. Tüm ekosistemleri ve biyosferi kapsayan doğal çevre, insan faaliyetleri nedeniyle ciddi şekilde tahrip edilmekte ve bu durum küresel ölçekte kaygı verici sonuçlar doğurmaktadır (1). Artık dünyanın bir gün yok olabileceği ihtimalini görmezden gelmek mümkün değildir. Ancak bu süreci yavaşlatmak ya da daha yaşanabilir bir dünya inşa etmek, çevreye duyarlı davranışlar sergilenmesiyle mümkündür (2). Peki, dünya tamamen yaşanmaz hale geldiğinde, onu yeniden yaşanılır kılmak mümkün olabilir mi?

Bu soruya yönelik önemli bir girişim, 1991 yılında Arizona’da başlatılan Biyosfer-2 deneyiyle söz konusu olmuştur. Biyosfer-2 deneyi, insan yapımı kapalı bir ekosistemde yaşamın sürdürülebilirliğini test etmeyi amaçlamıştır. Dünya’nın biyosferini taklit etmeye yönelik bu girişim, doğal çevrenin karmaşıklığını anlamak ve bir gezegenin yok olması durumunda alternatif yaşam alanları oluşturmanın mümkün olup olmadığını sorgulamak açısından önemli bir adımdır (3). Biyosfer-2 deneyi, doğal biyosferin işleyişini anlamak adına yapılmış bir model olmasına rağmen, bu kapalı sistemin karmaşık süreçlerini tamamen simüle etmekte yetersiz kalmıştır. Bu durumu, biyosferin karmaşık bir yapıya sahip olduğunun, kendine has bir denge tuttuğunun ve henüz taklit edilemeyen benzersiz bir sistem olduğunun göstergesi şeklinde yorumlamak mümkündür. Dolayısıyla, biyosferin yapısını, mekanizmasını ve bunun temel dinamiklerini anlamaya çalışmak, insan ve diğer canlı formlarının yaşamı için taşıdığı kritik önemi daha iyi kavramamıza olanak sağlayacaktır.

Biyosfer, yeryüzünde bulunan tüm yaşam formlarını ve bu formların etkileşimde bulunduğu fiziksel çevreyi kapsayan bütüncül bir niteliğe sahiptir. Aynı zamanda yeryüzündeki ekosistemlerin ve canlıların, çevresel unsurlarla oluşturduğu bu dinamik ve karmaşık sistem, hava, su ve toprak gibi temel unsurlarla canlı organizmalar arasındaki karşılıklı etkileşimlere dayanır. Bu karşılıklı etkileşim ağı, yaşamın sürekliliğini sağlamak için hayati bir rol oynar. (4).

Biyosfer, yalnızca mevcut yaşam formlarını barındırmakla kalmaz aynı zamanda bu yaşamın sürdürülebilirliğini sağlayan temel süreçleri de içerir. Atmosfer, hidrosfer ve litosfer arasındaki karmaşık ilişkilerle şekillenen bu sistem, biyolojik çeşitliliğin korunmasının yanı sıra insan yaşamının devamlılığı için de kritik bir rol oynar. Ancak, biyosferin hassas dengesi, iklim değişikliği, doğal yaşam alanlarının tahribatı ve çevresel kirlilik gibi tehditler karşısında giderek daha kırılgan hale gelmektedir (5). Dolayısıyla, biyosferin korunması yalnızca ekolojik bir gereklilik değil, aynı zamanda toplumsal ve etik bir yükümlülük ve sorumluluk olarak ele alınmalıdır. Bu çerçevede, biyosferin sadece canlı varlıkları değil, aynı zamanda bu varlıkların var olabilmesi için gerekli olan tüm çevresel koşulları da kapsadığı da görülmektedir.

BİYOSFER-2 DENEYİ

Diğer canlı formları gibi varoluşundan bu yana insanın da hayatta kalabilmesinin temel koşulu, çevresine uyum sağlama yeteneği iken insan bu durumu yine insan üretimi olan teknoloji aracılığıyla değiştirmiştir. Teknolojinin sağladığı olanaklarla yaşamın pek çok alanında gelişim ve ilerleme sağlayan insanlık, doğayı dönüştürme ve kendi yaşam alanlarını tasarlama kapasitesine ulaşmıştır. Bu bağlamda kapalı bir biyosferde yaşamı ve yaşamayı test etmek amacıyla inşa edilen ve tarihin en iddialı ekolojik deneylerinden biri olarak kabul edilen Biyosfer-2, insanın yapay bir biyosfer oluşturarak bu ortamda yaşamını sürdürebilme potansiyelini gözler önüne sermektedir. Başka bir deyişle Arizona’da gerçekleştirilen bu deney, Dünya’nın ekosistemlerini kapalı bir sistem içerisinde yeniden yaratmayı amaçlayan bilimsel bir girişimdir. Biyosfer-2’nin başlıca hedefi, sürdürülebilir yaşam ve ekolojik sistemlerin işleyişi hakkında bilgi edinmek ve bu bilgileri gelecekteki çevresel sorunların çözümüne katkı sağlamak için kullanmaktır (6).

Biyosfer-2 deneyi, iki ana amaca hizmet etmek adına tasarlanmıştır. Bunlardan birincisi, insan müdahalesiyle dünyanın giderek yok olabileceği endişesi çerçevesinde dünyanın insan ve diğer canlı formları için yaşanılır olmaya devam etmesini sağlamaktır. İkincisi ise uzayda kurulacak yaşam alanları için bir prototip sağlamak yani başka bir gezegene taşınabilir dünya yaratmaktır. Amaçları gerçekleştirmek adına 1984'te masaya yatırılan ve tasarımı yıllar süren bu deney, ekoloji ve mühendislik araştırmalarının ardından 1987'de inşa sürecine girmiştir (7). Deneyin tasarımcıları, içinde yaşanılan biyosferi, biyosfer-1 olarak nitelendirerek deneye Biyosfer-2 adını vermiştir. Biyosfer-2 adını alan deneyde, biyolojik yaşam alanlarının karantinaya alındığı büyük bir sürdürülebilir yaşam laboratuvarı oluşturulmuştur. Oluşturulan bu ortamda, ilki 1991-1993 yılları arasında ve ikincisi ise 1994'te olmak üzere iki deneysel kapanma yaşanmış; deney başladığı an dışarıyla hava dahil fiziksel temas sona ermiştir (8).

Arizona Çölü'nde inşa edilen bu devasa cam yapı, insanlığın ekosistemleri anlama ve yeniden yaratma çabasının somut bir simgesi haline gelmiştir. Bu kapalı ekosistem, insanlığın doğayla kurduğu karmaşık ve çoğu zaman sorunlu ilişkileri incelemek için eşsiz bir fırsat sunmuş, aynı zamanda gelecekteki yaşam alanlarının tasarımı konusunda ilham kaynağı olmuştur (6). Sadece bir bilimsel deney olmanın ötesinde, Biyosfer-2, çevre etiğine dair önemli sorular ortaya koymuş ve doğayla uyum içinde yaşama isteğinin bir yansıması olmuştur.

Space Biosphere Ventures tarafından finanse edilen bu kapalı ekosistem projesinin liderliğini John Polk Allen üstlenmiştir (9). Proje, birkaç kez el değiştirmiş ve 1994 yılında Columbia Üniversitesi tarafından yönetilmeye başlanmıştır. Arizona Üniversitesi'ne 2007 itibarıyla devredilen tesis, çevre bilimi ve sürdürülebilirlik alanlarında önemli bir araştırma platformu haline gelmiştir (10). Biyosfer-2 projesi, çeşitli kurumların ve uzmanların işbirliğiyle hayata geçirilmiş multidisipliner bir çalışmadır. Projenin temelini Institute of Ecotechnics (IE) oluşturmuş ve "teknosferi biyosferle ilişkilendirme" disiplinini geliştirmeyi hedeflemiştir. Space Biospheres Ventures ise, projenin finansmanından ve yönetiminden sorumlu olmuştur. Projede yer alan diğer kurumlar arasında, Decisions Teams Limited, Arizona Üniversitesi ile bağlantılı olarak The Environmental Research Laboratory (ERL) ve Sarbid Limited bulunmaktadır. ERL, özellikle hidroponik, halofitler ve güneş enerjisi gibi konularda uzmanlaşmıştır. ERL'nin direktörü aynı zamanda projenin fikir babası Carl Hodges, projenin önemli bir figürü olup, kapalı sistemlerde gıda yetiştirme konusunda öne çıkmıştır. Sarbid Limited ise mimari ve inşaat konularında projeye katkı sağlamıştır; şirketin yöneticisi Margret Augustine, Biyosfer-2'nin ortak mimarı ve proje direktörüdür. Projede yer alan diğer önemli kişiler arasında Tony Burgess, Ghilleen Prance, Peter Warshall, Walter Adey, Scott Miller, Stephen Storm, Phillip Hawes ve Rusty Schweickart bulunmaktadır. Bu geniş katılım, Biyosfer-2'nin çeşitli uzmanlık alanlarından kişileri bir araya getiren komplike bir girişim olduğunun göstergesidir (11).

Yapı, 1,2 hektarlık bir alanı kapsayan 15.000 metrekarelik cam yüzeyiyle, mimari açıdan benzersiz bir tasarıma sahiptir (12). Çelik ve camdan inşa edilen hava geçirmez kabuğu, dış çevreden tamamen izole edilen bu yapı, kendi kendini idame ettirebilecek bir ekosistem kurma amacını taşımaktadır (Şekil 1.). Tesisin içinde, dünya üzerinde bulunan farklı ekosistemlerin temsil edildiği yedi biyom¹ yer almakta; mikro nitelikte tasarlanmış yağmur ormanından, okyanustan, savanadan, mangrov bataklığından, çölden, tarım alanından ve insan yaşam alanından oluşmaktadır (11). Bu biyomlar, doğanın biyolojik çeşitliliğini yansıtarak, ekolojik etkileşimlerin ve sürdürülebilir sistemlerin dinamiklerini araştırma fırsatı sunmuştur. Ayrıca, Biyosfer-2'nin enerji ihtiyaçları, güneş enerjisi sistemleriyle karşılanmış olup, yapının iklim kontrolü ve diğer yaşam destek sistemleri için doğalgaz santrali kullanılmıştır (8).

¹Biyom, ekosistemlerin geniş alanlarda organize olmuş biçimidir ve benzer iklim koşullarına, bitki örtüsüne ve hayvan türlerine sahip doğal alanları ifade eder. Örneğin, çöl biyomu, tropikal yağmur ormanı biyomu ve tundra biyomu gibi farklı biyomlar vardır. Her biyom, belirli bir bölgedeki iklim, toprak, su ve diğer çevresel faktörlere bağlı olarak özellikler gösterir.



Şekil 1. Biyosfer-2'nin Gill C. Kenny tarafından çekilen kuşbakışı fotoğrafı. Cam uzay çerçevesinin üst bölümünde yağmur ormanı, savana, okyanus, bataklık, çöl; sağ ortada beşik tonozlu yapıda tarım ve insan yaşam alanı; sağ alt tarafta dış enerji merkezi; fotoğrafın üst kısmında araştırma ve geliştirme kompleksi yer almakta, beyaz kubbeler iki değişken hacimli “akciğer” olarak nitelendirilmektedir.

Biyosferik bir laboratuvar olarak inşa edilen yapının içerisine dört erkek ve dört kadından oluşan gönüllü ekibin (Şekil.2) kapanmasıyla faaliyete başlayan Biyosfer-2, ana biyomlara dayalı bir dizi kara ve su alanlarının yanı sıra mutfak, ekip odaları, rekreasyon alanı, laboratuvarlar ve atölyeler içeren bir yaşam ve çiftlik alanı içermiştir (7).



Şekil 2. Biyosfer-2 alanına kapanmadan önce gönüllü araştırmacıların D.P. Snyder tarafından çekilen fotoğrafı: Soldan sağa sırasıyla Mark van Thillo, Roy Walford, Abigail Alling, Linda Leigh, Jane Poynter Sally Silverstone, Mark Nelson ve Taber MacCallum.

Biyosfer-2, Dünya'nın belli başlı biyomlarına göre modellenmiş alanlara sahip, bol miktarda ve çeşitlilikte canlı sistemlerin bulunduğu nemli, yarı tropikal bir ortam içermektedir (Şekil.3). Mimaride basamaklı piramitler, beşik tonozlar, jeodezik kubbeler gibi klasik formlar ile yapının yıllık olarak havasının %10'dan daha azını değiştirmesini sağlamak için sıkıca kapatılmış karmaşık uzay çerçeveleri mozaiği kullanılmıştır (13,14). Bu mimari yapı, kapalı ekolojik bir sistem tesisinde eşi benzeri görülmemiş bir malzeme kapalılığı derecesi şeklinde nitelendirilmektedir. "Kapalı ekolojik sistem" terimi, hava, su ve gıda üretimi için yeniden üretme yöntemleri gerektiren malzeme kapalılığına yaklaşımları ifade eder. Bu tür sistemler ışık, elektrik, ısıtma, soğutma ve fazla ısının tahliyesi bakımından enerjiye açıktır. Biyosfer-2 ortamı, potansiyel zehirli gaz ya da su kirlenmelerinin ortaya çıkma endişesi yaratmanın yanı sıra biyosfer ekibinin temiz havaya ve suya erişim, sıcak ve yeşil bir ortamda bulunma, taze gıdaya ulaşma bağlamında "normal" çevre koşullarıyla (Şekil.4) güçlü paralellikler de sunmaktadır (13).



Şekil 3. Biyosfer-2'nin genel görünümü ve çalışma alanları. Peter Menzell tarafından çekilen soldaki fotoğrafta Abigail Alling Biyosfer-2 okyanusundaki mercanlarla ilgilenmekte; Gill C. Kenny tarafından çekilen sağdaki fotoğrafın üst kısmında yağmur ormanının, sağında ise savan uçurumu bulunan mangrov ekosisteminin görünümü yer almaktadır.



Şekil 4. Habitat balkonundan Abigail Alling tarafından çekilen Biyosfer-2 çiftliğinin genel görünümü.

Biyosfer-2'ye yaşamın sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, su, hava ve atık yönetimi gibi kritik yaşam destek sistemleri entegre edilmiş ve ekosistemin parametreleri sürekli olarak izlenmiştir. Bu izleme süreçlerinde, sıcaklık, nem, atmosferik gazlar ve su kalitesi gibi faktörlerin düzenli olarak kontrol edilmiş, böylece biyosferin denge ve esnekliği korunmuştur (14). Biyosfer-2, yalnızca çevresel sürdürülebilirliği araştıran bir platform olmakla kalmamış, aynı zamanda karmaşık mühendislik çözümlerinin ve sistemlerinin bir arada nasıl işlediğini gösteren kapsamlı bir deney ve proje alanı olmuştur (7).

İki yıl sürmesi beklenen deneyin başlangıcında ekip, mühendislik ve ekolojik açıdan bir sürü bilinmeyenle karşı karşıya kalmıştır (14). Bu durum kaçınılmaz olarak akla şu soruları getirmektedir: Bu kadar sınırlı bir biyomda yaşamı mümkün kılacak bir ortam oluşturmak mümkün müydü? Nefes almak ve belli düzeyde tarım yapmak mümkün olsa bile tropikal yağmur ormanları, savan, kıyı, bataklık ve mercan kayalıklı okyanus sistemleri ve gıda yetiştirme alanları gibi çeşitli sistemler için uygun çevresel koşullar sağlanabilir miydi?

Biyosfer-2'de çevreyi anlama ve yapay bir biyosfer oluşturma deneyi, beklenmedik bir biçimde oksijen seviyelerinin hızla düşmesiyle sekteye uğramıştır. Bu durumun nedeni ise biyosferin içindeki mikroorganizmaların beklenenden fazla oksijen tüketmesi ve karbondioksit üretmesidir. Oksijen seviyesi insan sağlığı için kritik bir seviyenin altına düştüğünde, dışarıdan oksijen takviyesi yapılması gerekmiştir. Oksijen düşüşünün yanı sıra karbondioksit seviyesi de artmaya başlamıştır. Bitkilerin fotosentez yaparak bu karbondioksiti dengelemesi beklenirken, bazı ekolojik dengeler bozulmuş ve bu süreç beklediği gibi işlememiştir (15). Dünya atmosferindeki oksijen oranı yaklaşık %21 iken Biyosfer-2'nin içinde %14,2'ye kadar düşmüştür. Ekibin doktoru olan Mark Nelson içinde bulunduğu durumu şu şekilde etmektedir: “Dağa tırmanmak gibi hissettirdi... Ekibin bir kısmı uyku apnesi yaşamaya başlamıştı. Bir gün durup nefes almadan uzun bir cümleyi bitiremediğimi fark ettim. Oksijen seviyeleri daha da düşseydi, ciddi sağlık sorunları olabilirdi.” Nelson'ın bahsettiği oksijen düşüklüğü, beyin hasarı dahil birçok ölümcül sonuçlara yol açabilecek bir durumdur. Bunun yanı sıra ekip, kendi gıdasını üretme konusunda da beklenenden daha fazla zorluk yaşamış; özellikle tarım arazilerinde hastalıklar ve verimsizlik problemleri ortaya çıkmıştır. Gıda üretimi yeterli seviyede olmadığı için deniz yosunları gibi acil gıda kaynaklarına başvurulmuştur. Deney sırasında bazı türlerin popülasyonları beklenenden fazla artarken, bazıları ise neredeyse tamamen yok olmuştur. Özellikle böcek popülasyonları ve tarım zararlıları büyük sorun yaratmıştır (16).

Çevresel sürdürülebilirlik ve ekosistem yönetimi konularında önemli bir araştırma platformu olma amacını taşıyan Biyosfer-2 deneyi sürecinde yaşanan bazı olumsuzluklar, projenin hedeflerine ulaşma konusunda sorgulamalara yol açmıştır (17). Kapalı bir ekosistem içinde sürdürülebilir yaşam koşullarını test etmek amacıyla tasarlanmış önemli bir bilimsel deney olan Biyosfer-2'nin değerlendirilmesinde, orada yaşamın yalnızca olumlu sonuçları değil aynı zamanda karşılaşılan zorluklar ve bu deneye yöneltilen eleştiriler de dikkate alınmalıdır. Proje, su, hava ve atık yönetimi gibi temel yaşam destek sistemlerinin entegre edilmesiyle sürdürülebilir bir ekosistem oluşturmayı amaçlamıştır. Ancak, bu süreçte tesisin faaliyeti sırasında birçok bitki ve hayvanın ölümüne neden olunmuş olması, ekosistem dengesinin sağlanmasında yaşanan zorlukları gözler önüne sermektedir. Biyosfer-2'deki kapalı ortamda, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi konusunda karşılaşılan sorunlar, tesisin sürdürülebilirlik hedefine ulaşmada yeterli olup olmadığı konusunda eleştirileri gündeme getirmiştir. (18) Özellikle bitki türlerinin çevresel faktörlerle uyumsuzluğu ve hayvanların stres koşulları altında verdiği tepkiler, bu deneyin ekolojik dengenin korunmasında beklenen başarıyı elde edemediğini de göstermektedir.

Biyosfer-2 bir araştırma projesi olmanın ötesinde ticari ve ekonomik çıkarlarla bağlantılı olan bir proje niteliği taşımaktadır. Başka bir deyişle benzer birçok proje gibi, Biyosfer-2 de ekonomik kazanç sağlama amacı güden bir girişim olarak değerlendirilebilir. Projenin finansal yönlerinin ve ticari ilgilerinin, deneyin bilimsel hedefleriyle ne derece örtüştüğü konusunda çeşitli eleştiriler mevcuttur (19). Bu bağlamda, projenin sadece bilimsel bir araştırma

platformu olmak yerine, ticari kazançlar ve piyasa odaklı çıkarlar doğrultusunda şekillendiği iddiaları, Biyosfer-2'nin etik ve bilimsel yönlerini sorgulamamıza neden olmaktadır. Bu bağlamda Biyosfer-2 bir yandan doğayla sürdürülebilir bir ilişki kurma amacını taşıırken diğer yandan karşılaşılan çevresel ve ticari zorluklar, projenin daha kapsamlı bir şekilde ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu deney hem ekosistem yönetimi hem de insan-doğa ilişkisi hakkında önemli bilgiler sunarken, aynı zamanda bu tür projelerin sınırlamaları ve potansiyel tehlikeleri konusunda değerlendirme yapmayı da zorunlu kılmaktadır. Bunların yanı sıra Biyosfer-2'nin sağladığı veriler, modern insanın doğa ile kurduğu ilişkinin karmaşıklığını ortaya koymakta ve bu tür projelerin etik boyutları üzerine yeniden düşünmeyi teşvik etmektedir.

Kimi olumsuz sonuçlara rağmen, şimdiye kadar tasarlanmış en büyük biyosfer ve en geniş biyoçeşitliliğe sahip kapalı ekolojik sistem tesisi olan Biyosfer-2, gezegenimizin biyosferiyle yaşamak için gerekli olan nedenin önemini vurgulamış ve uzayda uzun vadeli yerleşim fikirleri için büyük bilimsel katkılarda bulunmuştur. Bir dönem hayata geçirilen ve son bulan bu deney, kapalı ekosistemlerin son derece karmaşık ve hassas olduğu, sürdürülebilir yönetimin beklenmedik biyolojik ve kimyasal değişimlere bağlı olarak zorlaştığı, insan psikolojisi ve sosyal dinamiklerin kritik bir rol oynadığı ve gelecekte Mars gibi gezegenlerde kurulacak koloniler için önemli dersler içerdiğini göstermiştir. Deney, tarım, çevre bilimi ve iklim değişikliği gibi alanlarda sürdürülebilir yaşam sistemleri üzerine değerli bilgiler sağlamıştır.

ÇEVRE ETİĞİ PERSPEKTİFİNDE BİYOSFER-2 DENEYİNİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ

Çevre etiği, insanların doğaya ve çevreye karşı ahlaki yükümlülüklerini, sorumluluklarını inceleyen felsefi bir disiplindir. Çevre sorunları hem yaşamsal bir nitelik kazanmaları hem de gittikçe görülür, hissedilir hale gelmiş olmaları nedeniyle bugün üzerinde en çok konuşulan sorunlardandır (20). Küresel düzeyde yaşanan iklim değişikliği ve bunun çoğu zaman felaketlerle kendisini gösteren sonuçları, nükleer kazalar, gıda maddelerinin üretiminde kullanılan kimyasallar ve bunların insan sağlığını ciddi biçimde tehdit eder hale gelmesi gibi durumlar kimi tartışmaları gündeme getirmiş; açıkça deneyimlenmeye başlanan çevre sorunları kaçınılmaz olarak kamunun ve siyasetin merkezi sorunları arasına girmiştir. Ancak bu sorunların etik bir sorun olması ya da sorununun etik boyutunun görülmesi yeni bir gelişmedir (21). Çevre sorunlarının merkezinde dinsel-metafizik görüşlerin yanı sıra insanmerkezli etik bakışın yer aldığı düşüncesi 20. yüzyılın ikinci yarısında dile getirilmeye başlanmış; ekolojik sorunlarda insanın payı, insanın doğayı araçsallaştırmasının etkisi sorgulanır olmuştur (22,23).

Çevre etiği, modern bir disiplin olarak şekillenmeden önce, tarihsel bağlamda çeşitli kültürel ve dini anlayışlardan etkilenmiştir. Eski dönemlerde, birçok yerli kültür ve doğaya yönelik saygı temelli inanç sistemleri, insan ile çevre arasındaki ilişkiyi uyum içinde ele almıştır (24). Fakat hayvanlar, bitkiler ve çevre hakkında genellikle sınırlı bir perspektife sahip geleneksel felsefi yaklaşımlar insanları, diğer hayvanlar ve canlı dünyasının geri kalanından keskin bir biçimde de ayırmıştır (25). Kırılma noktası Batı felsefesinde özellikle Aydınlanma döneminde gerçekleşmiş, insanın doğa üzerindeki hâkimiyetini vurgulayan antroposentrik bir yaklaşım egemen olmuştur (26). Bu görüş, insanın doğadan ayrı ve üstün bir varlık olarak konumlandırılmasına karşılık gelmiş, çevreye ilişkin etik boyutun gelişimini sınırlamıştır. 19. ve 20. yüzyıllarda Sanayi Devrimi ile birlikte, çevrenin sömürülmesi daha da belirginleşmiş ve doğaya yönelik etik sorunlar daha acil bir hale gelmiştir (27).

Çevre etiğinin akademik bir disiplin olması, filozofların felsefenin antroposentrik (insanmerkezci) eğilimlerine duydukları hayal kırıklığıyla ve buna karşı çıkışlarıyla şekillenmiştir. II. Dünya Savaşı sonrasında, hava ve su kirliliği, tarım arazilerinin kaybı, habitatın bozulması ve küresel ısınma gibi çevresel sorunlara ilişkin farkındalık artmıştır (25). Bu dönemde, Aldo Leopold ve Rachel Carson gibi yazarlar, sömürücü arazi kullanımı ve endüstriyel pestisitlerin ekolojik ve insani etkilerine dikkat çekme çağrısında bulunmuştur. 20. yüzyılın ortalarına gelindiğinde,

Rachel Carson'ın *Sessiz Bahar* (1962) ve Aldo Leopold'un *Bir Kum Yöresi Almanacağı* (1949) adlı eserleri, çevresel yıkımın etik boyutlarını sorgulayan düşünce sistemlerine zemin hazırlamıştır (28,29). Bu gelişmeler, bazı filozofların Batı felsefesinin varsayımları ile bu güncel çevresel sorunlar arasındaki açık kopukluğu fark etmelerine yol açmıştır (30). Bu bağlamda Richard Sylvan ise, 1973 yılında "Yeni, çevresel bir etiğe ihtiyaç var mı?" sorusunu sormuş ve mevcut Batı felsefi geleneklerinin, insanların doğal dünyayla ilişkilerini yönlendirecek yeterli bir etiği temellendirme kapasitesinden yoksun olduğunu dile getirerek soruyu yanıtlamıştır (31). İki yıl sonra Holmes Rolston III, "Ekolojik Bir Etik Var mı?" başlıklı çalışmasında, yalnızca insan çıkarlarını gözetmekle sınırlı olmayan, aynı zamanda diğer canlıların ve ekolojik sistemlerin iyiliğini de ele alan bir etik anlayışının mümkün olduğunu öne sürmüştür. Rolston, "diğer türlerin bütünlüğünün insanları zenginleştirdiği" genişletilmiş bir perspektiften hareketle, bu etiğin, ekolojik temellere dayalı bir yaklaşımı benimsemesi gerektiğini ifade etmiştir (32). Bu tarihsel gelişmelerin ışığında, geleneksel felsefenin insan olmayan varlıklar ve ekolojik sistemler hakkında söyleyebileceği sınırlı şeylerin olduğunu düşünen bu düşünürler, mevcut paradigmalardan insan-doğa ilişkilerini kavramakta yetersiz kaldığını savunmuştur.

Antroposentrizm (İnsanmerkezcilik)

İnsanmerkezcilik, daha önce dile getirildiği üzere, insanın doğa üzerindeki üstünlüğünü savunan bir felsefi yaklaşımdır. Bu yaklaşım, doğayı insanın yararına ve çıkarına yönelik bir araç olarak görür. Arne Naess'in türettiği derin ekoloji terimi ve bu minvalde geliştirdiği anlayış, insanmerkezcilikten radikal bir ayrışmayı önerir (33). Naess, insanın doğayla olan ilişkisini yeniden değerlendirmeyi ve her türün kendi iç değerine sahip olduğunu vurgulamayı savunur. Ona göre insan, doğayı kendi çıkarları için kullanma hakkına sahip değildir; doğa, insanın sınırlarını aşan kendi iç değerine sahiptir. J Baird Callicott, Naess'in düşüncelerini genişleterek, insan-doğa ilişkisinin daha eşitlikçi ve hiyerarşik olmayan bir biçimde yapılandırılması gerektiğini öne sürer (34).

Leopold'un *Toprak Etikleri* adlı eseri, insanmerkezcilik anlayışını eleştirisini ve bunun yerine ekosistemin bir bütün olarak değerli olduğu bir etik anlayışını önerir. Leopold, doğayı bir araç olarak görmek yerine, insanın doğaya karşı sorumluluğunun bilincinde olması gerektiğini savunur. Onun "toprak etiği" görüşü, doğayı sadece insan ihtiyaçlarına göre değil, ekosistemin bütünlüğünü de göz önünde bulundurarak koruma gerekliliğini vurgular (29). Görüldüğü üzere birçok çevre etikçisi, doğayı insanın çıkarlarına göre şekillendiren antroposentrik yaklaşımı reddetmektedir. Dolayısıyla bu reddedişin merkezinde, "doğa, insan için bir malzeme veya bir araç değildir" ile "doğanın kendi iç değerine sahip olduğu" görüşü yer almaktadır. Holmes Rolston bu görüşü savunarak, doğanın sadece insanı barındırmasıyla değil insan dışı varlıkları da içermesiyle yani bir bütün olarak değer taşıdığını belirtir (25). İnsan, doğaya yalnızca sahiplik veya egemenlik perspektifinden bakmamalıdır; aksine, doğayla iç içe bir varlık olarak, bu ekosistemi koruma sorumluluğuna sahiptir. Rolston'un çevre etiği anlayışı, doğa ile olan ilişkinin, tüm canlı türlerinin varlığını sürdürebileceği şekilde yapılandırılması gerekliliğini barındırmaktadır.

Bu anlayışın karşısında yer alan insanmerkezcilik yaklaşım, doğayı yalnızca insanın hizmetinde olan bir hammadde olarak görmekte ve doğanın iç değerini göz ardı etmektedir. Günümüzün sorunlarından biri de "insanın doğayı hammadde olarak görmesi ve üretim için dönüştürmesi"dir. Buna yol açan ise, doğada yalnızca insanın değerli bir varlık olarak kabul edilmesi düşüncesidir. Bu ise çevre etiğinde "insanmerkezcilik" ve "canlımerkezcilik" tartışmasını gündeme getirmiştir. Etik sorunların yalnız insanlarla ilgili bir sorun olarak ele alınması eleştirilmekte (35), insan kadar diğer canlılara ilişkin sorunların da etik sorunlar arasında düşünülmesi gerektiği, insanın etik sorunlarda kendisini merkeze koyup her şeyi kendisiyle bağlantılı değerlendirmesinin onu "insanmerkezcilik" bir bakışa götürdüğü, bunun da bugün karşılaştığımız ekolojik sorunların ana nedeni olduğu iddia edilmektedir (36). İnsanın kendisini diğer canlıların üzerinde görerek onları kendi varlığını sürdürmek için bir araç olarak kullanması, bu kullanımı da aşırı boyutlara vardırması, diğer canlılar kadar kendi varlığını da tehdit eder hale gelmiştir (37). Bu anlayışa karşıt olarak, "canlımerkezcilik" görüşler, insan dışındaki tüm varlıkların yalnızca insanın yararlanabileceği

kaynaklar olarak görülmesini reddeder. Doğaya sadece insanın bütünlüğü açısından değil ekosistemin bütünlüğünü sürdürmesi açısından bakılması gerektiğini, doğadaki her canlının varlığını sürdürmesinin bütünü varlığı için zorunlu olduğunu kabul eder. Bizatihi doğal yaşamın kendisinin değerli olduğunu, doğanın insandan ve çıkarlarından bağımsız olarak görülmesi ve korunması gerekliliğini savunmaktadır (24).

Genel olarak, çevre etiği son yarım yüzyılda felsefi ve pratik açıdan zengin, çeşitli ve dinamik bir sorgulama alanı haline gelmiştir. Doğanın değerine ilişkin temel sorular, çevre etiğinin diğer pek çok dalıyla birlikte varlığını sürdürmekte; ancak farklı yaklaşımlar arasındaki etkileşimler, bu tartışmaları daha açık, kapsamlı ve çok boyutlu bir yapıya kavuşturmuştur. Örneğin, değer kavramına ilişkin tartışmalar, yalnızca içsel ve araçsal değerleri değil, aynı zamanda ilişkisel değerleri de içerecek şekilde genişlemiştir (38). Bu yeni değer anlayışı, insanların yaşadıkları çevreleri ve etkileşimde buldukları insan-dışı varlıkları nasıl algıladıklarına daha fazla odaklanılmasıyla ortaya çıkmıştır. İlişkisel değer üzerine yapılan tartışmalar ise, yalnızca felsefi incelemelerle sınırlı kalmayıp doğa bilimciler, sosyal bilimciler ve politika yapımcılar tarafından benimsenmiş ve kavramın geliştirilmesinde etkili olmuştur (39).

Doğayı insanın kontrolü ve yönetimi altına almayı savunan, bu yaklaşımın somut bir örneği olarak Biyosfer-2 deneyi, doğayı taklit ederek kapalı bir sistem oluşturma ve bu sistemi dışarıdan yönetme çabasıdır. Bu durum, doğanın kendi iç dinamiklerine müdahale etme ve onu teknolojik bir araç olarak görme eğilimini yansıtır (38). İnsanmerkezci yaklaşım, doğanın yapay olarak yeniden yaratılabileceği fikrini destekler. Biyosfer-2, yeryüzünün ekosistemlerini taklit ederek, doğanın bir simülasyonunu oluşturma girişimidir. Bu durum, doğanın aslından ayrılarak, insan yapımı bir kopyasına dönüştürülebileceği düşüncesini taşır. Bu simülasyonun, orijinal bir doğa kavramından yoksun olduğu ve sadece insan ihtiyaçları doğrultusunda tasarlandığı eleştirisi yapılabilir (40). Buna ek olarak, Biyosfer-2 deneyinin “antroposentrik yaklaşım”ı benimsediği yani doğanın ve çevrenin insanın ihtiyaçlarına ve çıkarlarına göre şekillendirildiği söylenebilir. Bu, doğanın sadece insan için bir kaynak olarak algılanmasını ve doğanın gerçek değerinin insan yararına indirgenmesini yansıtır. Deneyin tasarımı, doğanın yalnızca insan ihtiyaçlarını karşılamak üzere bir simülasyon olarak yeniden yaratılabileceği anlayışını barındırır. Bu yaklaşım, çevre etiği ve sürdürülebilirlik perspektifinden eleştirilebilir, çünkü doğa ve diğer canlılar, kendi iç değerlerinden bağımsız olarak insanın kontrolüne ve çıkarlarına tabi tutulmaktadır. Bu da, doğanın kendi iç değerlerinin ve diğer canlıların haklarının ihmal edildiği, insanın doğa üzerindeki hâkimiyetini pekiştiren bir perspektife işaret etmektedir.

Doğa ve Teknoloji Arasındaki Denge

Ekolojik sorunlar, modern dünyada teknolojinin etkileri ile giderek daha karmaşık hale gelmiş; çoğunlukla çevresel tahribatın başlıca sorumlusu olarak teknoloji gösterilmiştir. Bu bağlamda Max Weber, Batı'nın rasyonel düşünce biçimlerinin, özellikle sanayi devriminden sonra çevresel sorunların artmasına yol açtığını ileri sürmektedir (41). Weber'e göre, Batı'nın bilimsel ve teknolojik gelişmelerindeki doğayı kontrol etme anlayışı, ekolojik dengeyi bozmuş ve çevresel tahribata sebep olmuştur. Endüstriyel toplumların çevreye verdikleri zararlar, bu toplumların kapitalist yapısının bir yansıması olarak da değerlendirilmektedir. Jürgen Habermas da, modernleşme sürecini ele alarak ekonomik ve endüstriyel üretimin, çevresel sorunların büyümesine neden olduğunu vurgulamaktadır (42). Kapitalist üretim ilişkileri, doğal kaynakları hızla tüketmeye ve çevresel sorunları derinleştirmeye yol açmaktadır.

Teknolojinin sağladığı yapay olanakların genişlemesi, insanın teknolojiyle doğaya daha fazla müdahale edebilir hâle gelmesi ve doğayı değiştirmesi, teknolojiye ilişkin kaygıları da arttırmıştır. Bilimde ve teknolojide meydana gelen gelişmeler, insanın doğayı çözümlemesi konusunda etkin bir rol oynamış, bu da insanın doğa üzerindeki egemenliğinin artmasına yol açmıştır. Bu bağlamda geliştirilen ürünler veya teknikler, nükleer facialar, çevre kirliliği, küresel iklim değişikliği gibi sorunların önünü açmış, bunlar yeryüzünde hem insanların hem de diğer canlıların yaşamını tehdit eder hale gelmiştir. Başka bir deyişle “büyük ölçekli teknoloji”, insan ya da doğa özelinde

doğal süreçleri değiştirip dönüştürerek alt etme gücünü ve potansiyelini barındırmaktadır (22) Ayrıca insan üretimi olan teknolojiyi başlı başına doğanın zarar görmesinin bir nedeni olarak ileri sürmek söz konusu değildir. Aynı zamanda insanın aşırı tüketim alışkanlıkları, insanın doğayı makro ya da mikro ölçekte nasıl değerlendirdiği veya koruduğu, doğaya zarar veren malzemelerin tüketimi gibi birçok insan eyleminin de doğanın zarar görmesinde etkili bir faktör olarak gündeme geldiğini söylemek olanaklıdır.

Biyosfer-2 deneyinde, büyük ölçekli ya da ileri teknolojiler kullanılmış, bu kapalı ekosistemin yönetiminde ve sürdürülmesinde kritik bir rol oynamıştır. Ancak bu teknolojik yapı ya da yaklaşım, teknolojinin bir yandan doğayı nasıl destekleyebileceğinin diğer yandan ona zarar verebileceğinin bir göstergesi de olmuştur. Dolayısıyla doğal ortamın simülasyonunda gündeme gelen ileri teknolojilerin kullanımında, özenli, dikkatli davranmak ve teknolojinin özellikle mevcut doğaya ve canlı varlıklara zarar vermesinin önüne geçmek adına önlemler almak, böylece teknoloji ve doğa arasında bir denge tutturmak gerekmektedir.

Tek Sağlık (One Health)

“Tek sağlık” (One Health), insanların, hayvanların ve çevrenin sağlıklarının birbirine bağlı olduğu, bu bağlantıların entegre ve işbirliğine dayanan bir yaklaşım gerektirdiği anlayışına karşılık gelmektedir (43). Çevre etiği bağlamında önemli bir boyut ve bileşen olan “tek sağlık” yaklaşımı, insan, hayvan ve çevre sağlığı arasındaki ilişkilerin entegre bir şekilde ele alınması gerektiğini savunmakta; sağlık sorunlarını, insandan, hayvandan, çevreden oluşan üç bileşen arasındaki etkileşimlerin göz önünde bulundurularak değerlendirilmesini ve buna yönelik çözümler geliştirilmesini esas almaktadır (44).

İnsan, hayvan ve çevre sağlığını bir bütün olarak ele alan bu yaklaşım, aynı zamanda insan sağlığının sürdürülmesini doğal ekosistemle uyum içinde yaşaması gerekliliğine bağlamaktadır. Ekosistemin sağlığının korunmasının insan ve hayvan sağlığı için kritik olduğundan hareketle tek sağlık, habitatların korunması, biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi konularını da içermektedir. Bu bağlamda çevreyle uyumlu bir etkileşim kurmak, insanların çevre üzerindeki etkilerini azaltmak, ekosistemi korumak ve doğayla sürdürülebilir bir ilişki kurmak anlamına gelmektedir (45).

Çevre kirliliği, iklim değişikliği ve doğal yaşam alanlarının tahribi gibi çevresel durumlar, insan ve hayvan sağlığını doğrudan etkilediği için bu tür çevresel sorunlara yönelik çözümler geliştirilmesi tek sağlık yaklaşımının önemli bir boyutudur. Çevresel faktörler hem insanlarda hem de hayvanlarda hastalığa neden olan patojen mikroorganizmaların yayılmasında da kimi zaman etkili bir unsur olarak devreye girmekte, dolayısıyla tek sağlık yaklaşımı bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde, kontrolünde ve tedavisinde bu faktörleri göz önünde bulundurmaktadır (43). Aynı zamanda tek sağlık yaklaşımı sağlık sorunlarını hem küresel hem de yerel düzeyde ele almakta; küresel sağlık tehditlerine karşı uluslararası işbirliğini ve yerel sağlık sorunlarının çözümünde topluluğun katılımını desteklemektedir (44).

Bu yaklaşım, ekolojik sürdürülebilirlik, çevresel adalet ve biyoçeşitliliğin korunması gibi konulara etik bir perspektiften bakar. Çevre etiği, tek sağlık yaklaşımının temel prensiplerini desteklemekte ve bu prensiplerin uygulanmasında ona rehberlik etmektedir. İnsanlar, hayvanlar ve çevre arasındaki karmaşık ilişkilerin etik sorumluluklar çerçevesinde yönetilmesi, sağlıklı ve sürdürülebilir bir gelecek için tek sağlık yaklaşımı kritik bir öneme sahiptir. Tek sağlık yaklaşımı çerçevesinde, bir anlamda insan, hayvan ve ekosistem arasındaki karşılıklı etkileşimi irdeleyen Biyosfer-2 deneyine yöneltilecek bir eleştiri, bilimsel çalışmaların yalnızca belirli çıkar gruplarının değil, tüm canlıların ortak yararı paydasında buluşma gerekliliğini göz ardı etmesidir.

Şeffaflık

Çevre etiği perspektifinden yapılan değerlendirmeler, Biyosfer-2 deneyinin etik açıdan birçok sorunu barındırdığını ortaya koymaktadır. Ancak, deneyde gözden kaçırılmaması gereken bir diğer etik sorun da deneyin yeterince şeffaf olmamasıdır. Şeffaflık, sadece bilimsel doğruluğun ve güvenilirliğin sağlanması için değil, aynı zamanda toplumun çevre üzerindeki etkiler konusunda bilinçli kararlar alabilmesi için de kritik öneme sahiptir (46). Deneyin yeterince şeffaf olmaması, genel etik ve çevre etiği ilkelerine aykırı bir durum yaratmıştır. Bu eksiklik hem bilimsel sürecin objektifliğini hem de toplumun bu deneyin sonuçlarıyla ilgili güvenini zedelemiştir.

Biyosfer-2 deneyinin şeffaf olmaya yönelik eksiklikleri, çevre etiği açısından önemli etik ihlalleri beraberinde getirmiştir. İlk olarak, deneyin başlangıcında toplanan verilerin halka açık bir şekilde paylaşılmaması, bilimsel şeffaflık ilkesinin ihlali anlamına gelir. Elde edilen veriler ve gözlemler hakkında yalnızca sınırlı bilgiler sunulmuş, deneyin başarıları kamuoyuna aktarılırken, karşılaşılan sorunlar ve başarısızlıklar göz ardı edilmiştir. Bu durum, dış denetimlerin eksikliğine yol açarak bilimsel doğruluğun ve güvenilirliğin sorgulanmasına neden olmuştur (47).

Ayrıca deneyin finansal destekçilerinin bulunması ve ticari şirketlerle olan bağlantıları, şeffaflığın yeterli düzeyde gerçekleşmesine engel olmuş ve bilimsel sürecin objektifliği zedelenmiştir. Başka bir deyişle ticari ilişkiler, deneyin ilerleyişiyle ilgili açıklamaların genellikle sınırlı ve kısıtlı olmasına sebep olmuş, finansal çıkarların bilimsellik üzerindeki etkisi göz ardı edilmiştir. Bu bağlamda, Biyosfer-2'nin finansal ve ticari yönleri, çevre etiği açısından ciddi bir sorun teşkil etmiştir. Deneyin şeffaf yönetilmemesi, yalnızca bilimsel bulguların doğruluğunu değil, aynı zamanda toplumun çevreye dair doğru ve güvenilir bilgiler edinme hakkını da ihlal etmiştir (48). Bu tür şeffaflık eksiklikleri, bilimsel süreçlerin güvenilirliği kadar çevresel sorunlara yönelik bütüncül ve etik yaklaşımların gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Biyosfer-2 deneyinin etik ihlalleri, böylesi kapsamlı ve disiplinlerarası bir perspektifin eksikliğini gözler önüne sermektedir. Çevresel araştırmaların, şeffaf ve hesap verebilir bir çerçevede yürütülmesi, yalnızca bilimsel bilginin güvenilirliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda ekolojik sürdürülebilirlik ve halk sağlığı açısından daha adil ve kapsayıcı politikaların oluşturulmasına da katkı sağlar.

Ekolojik Sürdürülebilirlik ve Sorumluluk

İnsan ve doğa arasındaki ilişkiyi yeniden tanımlamak ve sürdürülebilir yaşam koşullarını test etmek amacıyla benzersiz bir deney sunan Biyosfer-2'nin kapalı ekolojik sistemi, insan faaliyetlerinin doğrudan ve dolaylı etkilerini gözlemlemek için ideal bir laboratuvar olmuştur. Deney, insan topluluklarının doğa ile daha sürdürülebilir bir şekilde etkileşimde bulunabilmesinin önemini vurgulamaktadır. Katılımcılar, kaynakların sınırlı olduğu bir ortamda yaşarken, su ve besin döngüleri gibi ekolojik süreçlerin önemini ve bu süreçlere olan bağımlılığımızı daha iyi kavramışlardır. Bu, çevre etiğinin temel ilkelerinden biri olan ekolojik sürdürülebilirlik ve doğal kaynakların sorumlu kullanımı konusundaki farkındalığı artırmıştır.

İklim Değişikliği ve Küresel Ekolojik Krizler

Kapalı bir sistemdeki küçük değişikliklerin bile ekosistemde nasıl büyük etkiler yaratabileceği Biyosfer-2 deneyinde gözlemlenmiştir. Bu, iklim değişikliğinin ve diğer çevresel bozulmaların gezegenimizin ekosistemleri üzerindeki geniş kapsamlı etkilerini anlamamıza yardımcı olmaktadır. Çevre etiği, bu tür krizlerin önlenmesi ve yönetilmesi konusunda sorumluluk ve proaktif önlemler almayı savunur.

Farkındalık ve İnsan-Doğa Arasındaki İlişki

Deney, insan ve doğa arasındaki ilişkinin derin bir yansımaları sunmuştur. Bu deney, insanların doğaya karşı daha bilinçli eylemler gerçekleştirme farkındalığını kazandırmış ve doğal çevrenin insanlık için ne kadar önemli olduğunu vurgulamıştır. Biyosfer-2 sakinleri, doğanın bir parçası olduklarını ve doğayla uyum içinde yaşamının gerekliliğini daha iyi kavramışlardır. Bu anlayış, çevre etiğinin temel prensiplerinden biri olan doğaya saygı ve onunla uyum

içinde yaşama ilkesini destekler niteliktedir. Doğaya zarar vermeden, sürdürülebilir bir şekilde yaşamının mümkün olduğunu gösteren bu deney, insan toplumlarının doğaya bakış açısını değiştirmeyi amaçlamış ve doğaya karşı farkındalığı arttırmıştır.

Toplumsal ve Kültürel Boyutlar

Deney, insan topluluklarının doğayla olan ilişkilerinde toplumsal ve kültürel boyutların önemini de ortaya koymuştur. Farklı bireylerin bir arada çalışarak ekolojik dengeyi koruma çabaları, ortak hedefler doğrultusunda iş birliği yapmanın ve dürüstlük, eşitlik, şeffaflık gibi etik değerlere bağlı kalmanın önemini göstermiştir. Deney grubu sekiz kişiden oluşmuş olsa bile grup dinamiğinin önemi vurgulanmıştır. Kapanma boyunca grup üyelerinin birbirlerine dürüst davranması, besin ve barınma konusunda herkesin eşit bir şekilde yaşaması da önemli bir noktadır. Aynı durum bizim makro biyosferimiz için de geçerlidir. Hep birlikte doğaya karşı üstümüze düşen sorumlulukları yerine getirerek daha iyi bir çevrede yaşamak mümkündür. Çevre etiği bakımından bu tür iş birlikleri ve kolektif sorumluluklar oldukça önemlidir.

SONUÇ

Biyosfer-2 deneyinden çıkarılacak en önemli sonuç, insanın doğayı kontrol etme çabalarının sınırlı olduğudur. Sürdürülebilir bir dünya yaratma hedefiyle teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmak önemlidir ancak doğanın kendi kurallarına saygı gösterilmeden bu hedefe ulaşmak mümkün değildir. Bu nedenle, çevre etiği ve teknoloji ilişkisini yeniden düşünmek hem gezegenimiz hem de insanlık için sürdürülebilir bir gelecek yaratmada kritik bir rol oynayacaktır.

Ekolojik sürdürülebilirlik, çevreye karşı sorumluluk, iklim değişikliği, çevre bilinci, toplumsal iş birliği, insan-doğa ilişkisi, insan sağlığı ve psikolojisi, teknoloji kullanımı ve gelecekteki uzay çalışmaları gibi konularda önemli bilgiler sağlayan bu deney, çevreye olan sorumluluğumuzu ve doğayla uyum içinde yaşama gerekliliğini önemle vurgulamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Rolston III H. Environmental ethics for tomorrow: Sustaining the biosphere. Editors Kopnina H, Shoreman-Ouimet E. In Sustainability. London: Routledge, Earthscan, 2015: 347-358.
2. Atfield R. Environmental ethics: An overview for the twenty-first century. Second edition, Cambridge: Polity Press, 2014.
3. Luke TW. Reproducing planet earth? The hubris of biosphere 2. The Ecologist, 1995; 25 (4): 157-162.
4. Smith TM, Smith RL. Element of ecology. 8th ed. Boston: Pearson, 2012.
5. Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson Å, Chapin FS, Lambin EF, et al. A safe operating space for humanity. Nature, 2009; 461 (7263): 472-475.
6. Nelson M. Some ecological and human lessons of biosphere 2. European Journal of Ecology, 2018; 4 (1): 50-55.
7. Allen J. People challenges in biospheric systems for long-term habitation in remote areas, space stations, moon, and Mars expeditions. Life Support & Biosphere Science: International Journal of Earth Space, 2002; 8 (2): 67-70.
8. Silverstone SE. Food production and nutrition for the crew during the first 2-year closure of Biosphere 2. Life Support & Biosphere Science: International Journal of Earth Space, 1997; 4 (3-4): 167-178.
9. Alling A, Nelson M. Life under glass: The inside story of biosphere 2. Oracle, AZ: The Biosphere Press, 1993.

10. Biosphere 2: Climate Change Research&Experiments, Britannica. Available from: <https://www.britannica.com/topic/Biosphere-2> [cited 2024 Jun 9].
11. Sagan D. Biosphere II: Meeting ground for ecology and technology. *Environmentalist*, 1987; 7: 271-281. <https://doi.org/10.1007/BF02240216>
12. Gonzalez-Meler MA, Rucks JS, Aubanell G. Mechanistic insights on the responses of plant and ecosystem gas exchange to global environmental change: lessons from Biosphere 2. *Plant Science: An International Journal of Experimental Plant Biology*, 2014; 226: 14-21. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2014.05.002>
13. Dempster WF. Tightly closed ecological systems reveal atmospheric subtleties: Experience from Biosphere 2. *Ecological Engineering*, 2007; 31 (2): 119-133.
14. Nelson M. Nutrient recycling systems of Biosphere 2. Litterfall, decomposition, and wastewater recycling: results from the 1991-1993 closure experiment. *Life Support & Biosphere Science: International Journal of Earth Space*, 1997; 4(3-4): 145-153.
15. Nelson M, Dempster W, Allen J. The water cycle in closed ecological systems: Perspectives from the Biosphere 2 and Laboratory Biosphere systems. *Advances in Space Research*, 2009; 44: 1404-1412.
16. Allen J, Nelson M. Overview and Design Biospherics and Biosphere 2, mission one (1991-1993). *Ecological Engineering*, 1999; 13: 15-29.
17. Koch N. Whose apocalypse? Biosphere 2 and the spectacle of settler science in the desert. *Geoforum*, 2021; 124: 36-45. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2021.05.015>
18. Luke TW. Reproducing planet earth? The hubris of biosphere 2. *The Ecologist*, 1995; 25 (4): 157-162.
19. Odum EP. Biosphere 2: A new kind of science. *Science*, 1993; 260 (5110): 878-879.
20. Brennan A, Lo YS. Environmental ethics. Editor Zalta EN. In: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2002 Edition), 2002. Available from: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2002/entries/ethics-environmental/> [cited 2024 June 5]
21. İyi S, Tepe H. Etik. Editörler: Kuçuradi İ, Taşdelen D. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2356, 2011.
22. Ünder H. Çevre Felsefesi. Ankara: Doruk Yayınevi, 1996.
23. Bourdeau P. The man-nature relationship and environmental ethics. *Journal of environmental radioactivity*, 2004; 72 (1-2): 9-15.
24. Nash RF. *The rights of nature: A history of environmental ethics*. Madison: University of Wisconsin Press, 1989.
25. Rolston H. *Environmental ethics: Duties to and values in the natural world*. Philadelphia: Temple University Press, 1988.
26. Biratu K. T. An assessment of constraints and cultural constructs that influence the perception and utilizing indigenous environmental protection ethics: The case of Madda Walabu, Delomana and Ginner. *Open Journal of Social Sciences*, 2020; 8 (1): 51-59. <https://doi.org/10.4236/jss.2020.81004>
27. Sorgen J. Beyond the anthropocentrism debate. *Environmental ethics*, 2020; 42 (2): 103-118.
28. Carson R. *Sessiz Bahar*. Çeviren Güler Ç. Ankara: Palme Yayıncılık, 2004.
29. Leopold A. *Bir Kum Yöresi Almanacağı*. Çeviren Özdağ U. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2013.
30. Hourdequin M. Environmental ethics: The state of the question. *The Southern Journal of Philosophy*, 2021; 59 (3): 270-308.
31. Routley R. *Is there a need for a new, an environmental ethic?* Bulgaria: Sofia Press, 1973: 205-210.

32. Rolston III H. Is there an ecological ethic? *Ethics: An International Journal of Social, Political, and Legal Philosophy*, 1975; 18 (2): 93-109.
33. Naess A. The shallow and the deep, long-range ecology movement. A summary. *An Interdisciplinary Journal of Philosophy*, 1973; 16 (1-4): 95-100. <https://doi.org/10.1080/00201747308601682>
34. Callicott JB. *In defense of the land ethic: Essays in environmental philosophy*. Albany: State University of New York Press, 1989. Alling A, Nelson M, Silverstone S, Van Thillo M. Human factor observations of the Biosphere 2, 1991-1993, closed life support human experiment and its application to a long-term manned mission to Mars. *Life Support & Biosphere Science: International Journal of Earth Space*, 2002; 8 (2): 71-82.
35. Dzwonkowska D. Is environmental virtue ethics anthropocentric?. *J Agric Environ Ethics*, 2018; 31: 723-738. <https://doi.org/10.1007/s10806-018-9751-6>
36. Callicott JB. Non-anthropocentric value theory and environmental ethics. *American Philosophical Quarterly*, 1984; 21 (4): 299-309.
37. Norton BG. Environmental ethics and weak anthropocentrism. *Environmental Ethics*, 1984; 6 (2): 131-148.
38. Gülersoy AE, Turan S. Çevre Etiği Yaklaşımları Ölçeği Geliştirme: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Uluslararası Sosyal Bilimler Eğitimi Dergisi*, 2024; 10 (2): 64-97.
39. Hourdequin M. Environmental ethics: The state of the question. *The Southern Journal of Philosophy*, 2021; 59 (3): 270-308.
40. Kopnina H. Anthropocentrism: Problem of human-centered ethics in sustainable development goals. Editors Filho WL, Özuyar PG, Pace PJ, Azul AM, Brandli L, Azeiteiro U, Wall T. In: *Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Life on Land*. Switzerland: Springer International Publishing, 2020: 48-57.
41. Weber M. *The Protestant ethic and the spirit of capitalism*. Translated Parsons T. UK: Routledge Classics, 2001.
42. Habermas J. *The structural transformation of the public sphere: An inquiry into a category of bourgeois society*. Translated Burger T, assistance Lawrence F. Massachusetts: MIT Press, 1991.
43. One Health Global, *One Health: One Health Approach*. Available from: <https://www.onehealthglobal.net/what-is-one-health/>. [cited 2024 June 7]
44. Cook RA, Karesh WB, Osofsky SA. *One World, One Health: Building Interdisciplinary Bridges to Health in a Globalized World*. Conference Summary, 2004 Sep 29, Rockefeller University, Caspary Auditorium. Wildlife Conservation Society, 2004. Available from: http://www.oneworldonehealth.org/sept2004/owoh_sept04.html [cited 2024 June 7]
45. Atlas RM. *One Health: Its origins and future*. Editors Mackenzie JS, Jeggo M, Daszak P, Richt J. In: *One Health: The Human-Animal-Environment Interfaces in Emerging Infectious Diseases*. Heidelberg: Springer; 2013: 1-13.
46. Beauchamp T, Childress J. Principles of biomedical ethics: Marking its fortieth anniversary. *The American Journal of Bioethics*, 2019; 19 (11): 9-12. <https://doi.org/10.1080/15265161.2019.1665402>
47. Morrow K, Hensley S. Corporate influence and scientific integrity: The case of Biosphere 2. *Environmental Ethics*, 2012; 18 (4): 235-249.
48. Esmer Y, Özdaşlı K. Bilimsel Araştırmalarda Etik: Kavramlar ve İlkeler. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 2023; 13 (3): 397-409.