



<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi

ISSN: 2147 - 1037

Adaptation of a Three-Tier Ecological Footprint Diagnostic Test to Turkish

Birgül Çakır Yıldırım
Güliz Karaarslan Semiz

Article Information



DOI: 10.29299/kefad.979056

Received: 06.08.2021

Revised: 04.07.2022

Accepted: 12.08.2022

Keywords:

Ecological Footprint

Three-Tier Diagnostic Test

Conceptual Understanding

Abstract

This study aims to adapt the three-tier ecological footprint diagnostic test developed by Liampa et al. (2019) to Turkish. The data of the study were collected in the spring semester of the 2017-2018 academic year. The instrument, including 42 items in total, was translated into Turkish by the researchers. Then, the items were examined by four experts (an environmental engineer, a mechanical engineer, biology and linguist) translated into Turkish. The researchers came together to compare the translations and determine the differences in translations. Then, experts and researchers came together to discuss these differences and reached a consensus. Subsequently, the items were translated back to English by a linguist and this version was compared with the original test. By conducting a pilot study, some items were improved regarding the item test analysis. During the improvement, expert opinions were taken again, and items were finalized for the main study. KR-20 value of questions in content and reasoning tiers was 0.77. The item analysis results showed that the average item difficulty index was 0.58, and the average discrimination index was 0.38. The Cronbach α value was 0.85 for 12 items measuring how confident students were about their answers. The results of the main study revealed that although most of the students gave correct answers to the questions in the content tier, they could not answer most of the questions in the reasoning tier. The majority of students were confident about their answers. As a result, the validity and reliability of the ecological footprint diagnostic test adapted to Turkish were approved. In further studies, high school students' conceptual understanding of ecological footprint can be determined and misconceptions can be revealed by using this test.

Üç Aşamalı Ekolojik Ayak İzi Tanı Testinin Türkçe'ye Uyarlanması

Makale Bilgileri



DOI: 10.29299/kefad.979056

Yükleme: 06.08.2021

Düzeltilme: 04.07.2022

Kabul: 12.08.2022

Anahtar Kelimeler:

Ekolojik Ayakizi,

Üç Aşamalı Tanı Testi,

Kavramsal Anlayış

Öz

Bu araştırmanın amacı Liampa ve diğerleri. (2019) tarafından geliştirilen üç aşamalı ekolojik ayak izi tanı testinin Türkçe'ye uyarlanmasıdır. Çalışmanın verileri 2017-2018 öğretim yılının bahar döneminde toplanmıştır. Toplam 42 maddeden oluşan üç aşamalı tanı testinin Türkçe'ye çevirisi araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Maddeler daha sonra dört uzman (çevre mühendisi, makine mühendisi, biyolog ve dil uzmanı) tarafından incelenerek tekrar Türkçe çevirisi yapılmıştır. Araştırmacılar bir araya gelerek, çevirileri karşılaştırmış ve çevirisinde farklılık olan maddeler belirlenip, uzman ekiple bir araya gelerek görüşmeler yapıp ortak bir karara varılmıştır. Ardından, bir dil uzmanı tarafından maddelerin tekrar İngilizce'ye çevirisi sağlanmıştır ve bu versiyonu orijinali ile karşılaştırılmıştır. Üç aşamalı tanı testinin pilot çalışması yapılarak, madde analizinde yer alan sonuçlara göre maddelerin bir kısmında düzeltme yapılmıştır. Yapılan düzeltmede, uzmanların görüşleri tekrar alınmış ve test ana çalışma için son haline getirilmiştir. İçerik bilgisi ile gerekçe bölümünde yer alan 30 sorunun KR-20 değeri 0.77 bulunmuştur. Madde analizinde ortalama madde güçlük indeksi 0.58, ortalama ayırt edicilik değeri 0.38 çıkmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplarla ilgili kendilerinden ne kadar emin olduklarını belirleyen 12 madde için Cronbach α değeri 0.85 bulunmuştur. Sonuç olarak Türkçe'ye uyarlanan ekolojik ayak izi tanı testinin geçerlilik ve güvenilirliği kanıtlanmıştır. Gelecekteki çalışmalarda bu test ile lise öğrencilerinin ekolojik ayak izi ne yönelik kavramsal anlayışları tespit edilebilir ve kavram yanılgıları ortaya koyulabilir.

Sorumlu Yazar : Birgül Çakır Yıldırım, Dr.Öğr.Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Türkiye, bc yıldırım@agri.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7714-8044.

Güliz Karaarslan Semiz, Dr.Öğr.Üyesi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Türkiye, gkaraarslan@agri.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2717-9998.

Atf için: Çakır Yıldırım, B. & Karaarslan Semiz, G., (2022). Üç aşamalı ekolojik ayak izi tanı testinin Türkçe'ye uyarlanması. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 1588-1638.

Giriş

Günümüzde insan faaliyetleri nedeniyle Dünya'nın biyolojik sistemlerinde ciddi değişimler (örn. denizlerdeki yaşamın bozulması, buzulların erimesi, okyanusların asitlenmesi) meydana gelmekte ve bu durumu tersine çevirmek her geçen gün zorlaşmaktadır (Rockstörn, 2015). Dünya Koruma Vakfı'nın [World Wide Fund] (WWF) 2020 yılında yayınladığı raporda insan ile gezegenin sağlığının birbiriyle yakından ilişkili olduğunu belirtmiştir. İnsan faaliyetleri nedeniyle ekosistemlerin bozulması, biyolojik çeşitliliğin azalması ve yaban hayatı ile insan yaşamı arasındaki temasın artması ile Covid-19 gibi salgınlar yaygınlaşmaktadır (WWF, 2020).

Bilim insanları tarafından Antroposen (insan çağı) olarak adlandırılan bu çağda insan faaliyetleri sonucunda gezegenimizin biyolojik, fiziksel ve kimyasal koşulları büyük değişimlere uğramıştır (Wolff, 2020). Tüm bunların yanında iklim değişikliği günümüzün en önemli krizi olarak karşımızda durmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin [Intergovernmental Panel on Climate Change] (IPCC, 2014) raporuna göre iklim değişikliği var olan riskleri hızlandırmakta, aynı zamanda doğa ve insanlar için yeni riskler yaratmaktadır. Yaşanan tüm bu krizler nedeniyle pek çok canlı türü yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır.

Bütün bu problemlerin temelinde ise sürdürülebilir olmayan yaşam tarzı ve insanların çevre dostu olmayan tutum ve davranışları yatmaktadır. Bu nedenle 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu [World Commission on Environment and Development] (WCED) tarafından tanımlanan sürdürülebilir kalkınma kavramı günümüzde daha fazla dikkat çekmektedir. Komisyon tarafından hazırlanan "Ortak Geleceğimiz" isimli raporda sürdürülebilir kalkınma "gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme potansiyelini ortadan kaldırmaksızın bugünün ihtiyaçlarının karşılanması" (WCED, 1987) olarak tanımlanmıştır. Sürdürülebilirlik çevresel, sosyal, ekolojik ve ekonomik konuları içine alan çok boyutlu bir kavramdır.

Ekolojik sürdürülebilirlik ise doğadaki yenilenebilir kaynakların ve biyolojik sistemlerin sürdürülebilirliğini ifade etmektedir (WWF, 2012). Yani dünyanın biyokapasitesini aşmadan, doğal kaynakları tüketmeden yaşamak anlamına gelmektedir. Ekolojik sürdürülebilirliği değerlendiren göstergelerden biri ekolojik ayak izidir (WWF, 2012). Ekolojik ayak izi kavramı ilk defa William Rees ve Mathis Wackernagel tarafından ortaya atılmış ve şöyle tanımlanmıştır: "İnsanların halihazırda tükettikleri tüm kaynak ve hizmetleri sağlamak ve atıklarını düzenli olarak bertaraf etmek için ihtiyaç duyulan belli bir bölgedeki karasal ve sulak alanların toplamıdır" (Wackernagel, 1994). Ekolojik ayak izi sadece insan faaliyetlerinin çevre üzerine etkisini ölçmez aynı zamanda, toplumun farkındalığını artırarak, çevre için doğru kararlar vermelerine yardımcı olur (Wackernagel ve Rees, 1995).

WWF (2012) benzer bir tanım yaparak, ekolojik ayak izini şöyle açıklamıştır: "Mevcut teknoloji ve kaynak yönetimiyle bir bireyin, topluluğun ya da faaliyetin tükettiği kaynakları üretmek ve yarattığı

atığı bertaraf etmek için gereken biyolojik olarak verimli toprak ve su alanıdır. Ekolojik Ayak İzi “küresel hektar” (kha) ile ifade edilir. Buna altyapı ile atık karbondioksitin (CO₂) emilimini sağlayacak bitki örtüsü için gerekli alanlar da dâhildir” (WWF, 2012, sf.6). Ekolojik ayak izi insanların faaliyetleri nedeniyle oluşan doğal kaynaklar üzerindeki talebi ölçmektedir. Başka bir deyişle gezegenimizin ormanlar, meralar, sulak alanlar gibi biyolojik olarak üretken alanları yani biyokapasiteye olan talebini ifade eder (Liampa, Malandrakis, Papadopoulou ve Pnevmatikos, 2019). Ekolojik ayak izi arttıkça biyokapasite azalır. Bu nedenle sürdürülebilirliğin ölçütü olarak ekolojik ayak izinin biyokapasiteden küçük olması gerekir. Ekolojik ayak izi kavramı, ekolojik sürdürülebilirliği daha iyi anlamamızı sağlar ve harekete geçmemiz için bize somut bir çerçeve sunar (Wackernagel, 1994). Ekolojik ayak izi kavramı, eğitim açısından da *görünür, erişilebilir ve anlamlı* araçlar sunarak hem bireysel hem de toplumsal yaşam tarzımızın çevre üzerindeki etkilerini ortaya koymamıza yardımcı olur (Barrett, Birch, Cherrett ve Simmons, 2004).

Ekolojik ayak izi hesaplaması kurumların sürdürülebilirlik performanslarını takip etmeleri ve bireylerin ise sürdürülebilirlikle ilgili faaliyetler konusunda farkındalık kazanmaları açısından da önemlidir (Gottlieb, Kissinger, Vigado-Gadot ve Haim, 2012). Örneğin, Gottlieb, Vigado-Gadot, Haim ve Kissinger (2012) lise öğrencileriyle birlikte yaptıkları bir çalışmada öğrencileri ekolojik ayak izi hakkında kavramsal olarak bilgilendirdikten sonra, okulların ekolojik ayak izini gıda, enerji, ulaşım ve tüketim faaliyetleri açısından hesaplamışlardır. Araştırmacılar ekolojik ayak izi konusunun okul programında yer almasının pek çok faydası olduğunu belirtmişlerdir. Ekolojik ayak izi okulların vizyonu haline geldiğinde, öğrencilerin çevreye karşı olumlu tutum, farkındalık geliştirmelerine ve çevreyi korumaya yönelik davranışlar kazanmalarına yardımcı olur (Gottlieb ve diğerleri., 2012). Aynı zamanda bireysel olarak yapılan ekolojik ayak izi hesaplamaları öğrencilerin ekolojik sürdürülebilirlikle ilgili bilgi ve anlayışlarını geliştirmelerini sağlar (Collins, Galli, Patrizi ve Pulselli, 2018). Bu sebeple ekolojik ayak izi konusunun öğretim programlarında yer verilmesi ve okullarda öğretilmesi oldukça önemlidir. Türkiye’de son yıllarda yenilenen öğretim programlarında ekolojik ayak izi konusunun yer aldığı görülmektedir. Örneğin, ortaokullar için hazırlanan çevre eğitimi ve iklim değişikliği dersi öğretim programında öğrencilerin tüketim alışkanlıklarının çevre üzerine etkisini anlayabilmeleri için ekolojik ayak izi konusuna da yer verilmiştir (MEB, 2022). Fen bilimleri dersi öğretim programında ise sürdürülebilir kalkınma kavramına altı saat ayrılmıştır (MEB, 2018). Sürdürülebilir kalkınma kavramının öğretiminde ekolojik ayak izi önemli bir araçtır. Ayrıca lise 10. sınıf biyoloji dersi öğretim programında da ekolojik ayak izi konusu yer almıştır ve bununla ilgili iki kazanım göze çarpmaktadır:

a. “ Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izi ile ilgili uygulamalar yaptırılır”.

b. “Ekolojik ayak izi, su ayak izi ve karbon ayak izini küçültmek için çözüm önerileri geliştirmesi sağlanır” (MEB, 2018, sf. 21).

Ekolojik ayak izi konusu sürdürülebilirlik için eğitim kapsamında önemli bir potansiyele sahip olmasına rağmen bu konu öğrenciler ve öğretmenler tarafından yeterince anlaşılmamaktadır (Liampa ve diğerleri., 2019). Gottlieb, Vigoda-Gadot ve Haim (2013) ise ekolojik ayak izi kavramının sadece sürdürülebilirlik için bir gösterge değil, aynı zamanda çevre sorunlarının etkisinin anlaşılmasında önemli bir eğitim yaklaşımı olduğunu vurgulamaktadır. Ekolojik ayak izi kavramı öğrencilerin çevre dostu davranışlar kazanmalarında önemli bir araç olarak kullanılabilir (Gottlieb ve diğerleri., 2013).

Alan Taraması

Ulusal literatürde eğitim araştırmalarında ekolojik ayak izi ile ilgili çeşitli çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışmaların bazıları öğrencilerin ya da öğretmen adaylarının ekolojik ayak izlerinin hesaplanması ve değerlendirilmesi (Keleş, Uzun ve Özsoy, 2008; Keleş, 2011) ve öğrencilerin ekolojik ayak izi puanları ile sürdürülebilir kalkınmaya yönelik tutumları arasındaki ilişkiyi incelemek (Demirtaş ve Çinicı, 2019; Karakaş, 2021) üzerinedir. Bazı çalışmalarda ise ekolojik ayak izi odaklı eğitim programlarının hazırlanarak öğrencilerin çevreye yönelik farkındalık, tutum ve davranışlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır (örn. Çetin, Güven Yıldırım ve Aydoğdu, 2017; Karaarslan Semiz ve Çakır Yıldırım, 201). Son yıllarda ise literatürde ekolojik ayak izi farkındalık ölçeği ile ortaokul öğrencilerinin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin ekolojik ayak izi farkındalıklarının belirlenmesi üzerine çalışmalar yer almaktadır (örn. Çıkrık ve Yel, 2019; Demirkol ve Aslan, 2021; Güleç, 2022; Yiğitkaya, 2019). Ancak bu çalışmalar öğrencilerin ekolojik ayak izini ne kadar iyi bildiklerini, bu konuyu anlama düzeylerini ve kavram yanlışlarının olup olmadığını ortaya koymamaktadır. Ulusal literatürde Ekolojik ayak izi ile ilgili herhangi bir tanı testine rastlanmamıştır.

Uluslararası literatürde ise ekolojik ayak izi odaklı çevre eğitimi ile öğrencilerin çevre dostu davranışlarının geliştirilmesi (Gottlieb ve diğerleri., 2013), öğretmen adaylarının ekolojik ayak izlerinin hesaplanması ve değerlendirilmesi (O'Gorman ve Davis, 2013) ve yine öğrencilerin ekolojik ayak izlerinin hesaplanarak, kişisel olarak tüketim alışkanlıklarının çevreye olan etkisinin tartışılması (Collins, Galli, Patrizi ve Pulselli, 2018) üzerine çalışmalar yer almaktadır. Ancak öğrencilerin ya da öğretmen adaylarının ekolojik ayak izi konusu ile ilgili bilgilerinin ölçüldüğü yeterli çalışma yoktur. Bu nedenle Liampa ve diğerleri. (2019) ekolojik ayak izi ile ilgili üç aşamalı bir tanı testi geliştirmişlerdir. Araştırmacılar test geliştirme aşamasında elde ettikleri bulgularda öğrencilerin testin en çok gerekçe ile ilgili sorularında zorlandıklarını, içerik bilgisi ilgi ilgili sorulara daha kolay yanıt verdiklerini ve ekolojik ayak izinin bileşenleri ile ilgili verdikleri yanıtlardan en az emin olduklarını belirtmişlerdir. Bu üç aşamalı tanı testi ekolojik ayak izi eğitim programlarının değerlendirilmesinde ve ekolojik ayak izi konusunun ne kadar iyi anlaşıldığının ölçülmesinde kullanılabilir (Liampa ve diğerleri., 2019). Bu bakımdan Liampa ve diğerlerinin (2019) geliştirdiği ekolojik ayak izi tanı testi önemli bir boşluğu doldurmuştur. Fen Eğitimi alanında ise iki ya da üç aşamalı tanı testleri çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

İki ya da üç aşamalı tanı testleri fen eğitiminde öğretmenlerin ya da öğrencilerin belli konularda kavram yanlışlarının belirlenmesinde uzun zamandır kullanıldığı görülmektedir (Arslan, Çiğdemoğlu ve Moseley, 2012). İki aşamalı tanı testlerinde birinci aşama içerik bilgisinden oluşurken, ikinci aşama birinci aşamada verilen yanıtın gerekçesi ile ilgilidir (Peşman ve Yılmaz, 2010). Üç aşamalı tanı testlerinde ise üçüncü aşamada öğrencilere verdikleri cevaptan emin olup olmadıkları sorularak öğrencilerin verdikleri cevaplar hakkında daha doğru yargılara ulaşılabilmektedir (Hasan, Bagayoko ve Kelly, 1999; Özden ve Yenice, 2017). Üç aşamalı tanı testleri ise fen eğitiminde çeşitli öğrenme alanlarında kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Örneğin, fizikte elektrik konusunda (Peşman ve Eryılmaz, 2010), çevre alanında küresel ısınma, sera etkisi, atmosfer gibi konularda (Arslan ve diğerleri., 2012, Çiğdemoğlu ve Arslan, 2017), kimyada maddenin halleri konusunda (Kırbulut ve Geban, 2014) ve biyoloji alanında biyolojik çeşitlilik (Yen, Yao ve Mintzes, 2007) ile genetik (Kılıç ve Sağlam 2009) konularında kavram yanlışlarının tespit edilmesinde kullanılmıştır. Ulusal alanyazında ekolojik ayak izi konusunda kavram yanlışlarını ortaya koyan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Araştırmanın Önemi ve Amacı

Çocuklar okullarda bilimsel bilgiyi öğrenirken zihinlerinde sentetik modeller, alternatif kavramlar ya da kavram yanlışları oluştururlar (Vosniadou, 2012, aktaran Liampa ve diğerleri., 2019). Ekolojik ayak izi kavramı 1990'larda ortaya atılmış olsa da çocuklar için yeni bir kavramdır. Liampa ve diğerleri (2019) ekolojik ayak izi kavramının eğitim alanında yeni bir kavram olduğu ve bu konuda kavram yanlışları ya da alternatif kavramlarla ilgili daha fazla araştırma yapılabileceğini belirtmişlerdir. Özellikle Türkiye'de son yıllarda fen bilimleri, çevre eğitimi ve biyoloji dersi öğretim programlarında ekolojik ayak izi kavramı dikkat çekmektedir. Ekolojik ayak izi bireylerin ve toplumların doğaya olan olumsuz etkilerini daha iyi anlamalarını ve çevreye yönelik olumlu tutum ve davranış geliştirilmelerini sağlar ve bu nedenle önemli bir eğitim aracıdır (Keleş ve diğerleri., 2008). Ayrıca ekolojik ayak izi kavramı okullarda öğrencilerin çevresel sürdürülebilirliği öğrenmeleri ve harekete geçmelerine yardımcı olur (Gottlieb ve diğerleri., 2013).

Ekolojik ayak izi ile ilgili verilen eğitimlerin öncesinde ve sonrasında öğrencilerin kavramları ne kadar öğrendiğini ölçmek için ekolojik ayak izi kavram testi kullanılabilir (Liampa ve diğerleri., 2019). Eğitimlerin etkinliğini ölçmek için üç aşamalı tanı testleri etkili birer ölçme aracıdır (Arslan ve diğerleri., 2012). Alan yazında görüldüğü gibi Türkiye'de ekolojik ayak izi ile ilgili çalışmalar çoğunlukla ekolojik ayak izi puanlarının hesaplanması (örn. Keleş, 2011) ya da ekolojik ayak izi ile ilgili farkındalığının (örn. Çıkrık ve Yel, 2019) belirlenmesi üzerinedir. Ancak bu ölçekler öğrencilerin veya öğretmenlerin ekolojik ayak izi konusundaki kavramsal anlayışlarını ve kavram yanlışlarını ortaya çıkarmamaktadır. Başka bir deyişle, ekolojik ayak izi ile ilgili bir tanı testi henüz geliştirilmemiştir. Bu nedenle Türkiye'de ekolojik ayak izi ile ilgili çalışmalarda verilen eğitimlerin etkinliğini ölçmek için iyi

bir kavram tanı testine ihtiyaç olduğu görülmektedir. Buradan yola çıkarak bu çalışmada Liampa ve diğerlerinin (2019) geliştirdiği üç aşamalı ekolojik ayak izi tanı testinin Türkçe'ye uyarlanması amaçlanmıştır. Liampa ve diğerleri. (2019) bu tanı testini öğretmen adayları için geliştirdiler de, lise öğretim programında ekolojik ayak izi konusu yer aldığı için ölçek lise öğrencilerinin kullanımına da uygundur. Ölçeği geliştiren araştırmacılarla yapılan yazışmalar da bunu desteklemiştir. Gottlieb ve diğerleri. (2012) ekolojik ayak izi konusunun lise öğrencilerinin davranışlarının ve yaptıkları seçimlerin çevreye etkileri hakkında eleştirel olarak düşünmelerine yardımcı olacağını belirtmektedir. Bu bakımdan da lise öğrencilerinin ekolojik ayak izi hakkındaki kavramları ve kavram yanılgularını ortaya koyan bir ölçeğin Türkçe'ye kazandırılması önemlidir. Bu sebeple Liampa ve diğerleri. (2019) tarafından geliştirilmiş üç aşamalı ekolojik tanı testinin Türkçe'ye kazandırılmasına karar verilmiştir. Böylece ekolojik ayak izi odaklı çevre eğitimi programlarının değerlendirilmesinde bu üç aşamalı tanı testi kullanılabilir. Çalışmanın araştırma soruları ise şöyledir:

- Türkçe'ye uyarlanmış üç aşamalı ekolojik ayak izi testi lise öğrencilerinin ekolojik ayak izi ile ilgili kavramsal anlayışlarını belirlemeye yönelik geçerli ve güvenilir bir test midir?
- Türkçe'ye uyarlanmış üç aşamalı ekolojik ayak izi testine göre Lise öğrencilerinin ekolojik ayak izine yönelik kavramsal anlayışları nelerdir?

Yöntem

Çalışma Grubu ve İşlem

Bu araştırma pilot çalışma ve ana çalışmadan oluşmaktadır. Uyarlaması yapılan testlerde, gerekli revizyonların yapılabilmesi için pilot çalışma önerilmektedir (International Test Commission, 2017). Her iki uygulama Ağrı il merkezinde yer alan iki Anadolu lisesinde gerçekleştirilmiştir. Ekolojik ayak izi kavramı 10. sınıf biyoloji öğretim programında yer aldığı için pilot ve ana çalışmada lise öğrencileri örneklem grubu olarak seçilmiştir. Ayrıca çalışmanın gerçekleştirildiği okullar konum açısından araştırmacıların erişiminin kolay olduğu okullardır. Bu nedenle çalışmada uygun örnekleme ve amaçlı örnekleme yöntemlerinden homojen örnekleme kullanılmıştır (Etikan, Musa ve Alkassim, 2016; Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012). Çalışmanın evrenini Ağrı ilinde öğrenim gören 9. ve 10.sınıf Anadolu Lisesi öğrencileri oluşturmaktadır.

Pilot çalışmaya 127 (65 kız ve 62 erkek) öğrenci katılmıştır. Bu öğrencilerin alanları Matematik-Fen olup, 10. sınıf lise öğrencileridir. Ana çalışmanın örneklemini ise Ağrı ilinde bulunan iki Anadolu lisesinde öğrenim gören 9. ve 10. sınıf toplam 397 öğrenci (230 kız, 151 erkek, 16 katılımcı cinsiyet belirtmemiştir) oluşturmaktadır. Bu öğrencilerin alanları da Matematik ve Fen Bilimleridir.

Uyarlama işlemi

Ekolojik ayak izi üç aşamalı tanı testini geliştiren yazarlardan (Liampa, ve diğerleri., 2019) gerekli izinler alındıktan sonra çalışmanın yürütüleceği okullar belirlenmiştir. Testin İngilizce

versiyonunda bulunan tüm maddeler araştırmacılar tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. Çevirisi yapılan tanı testi uzman bir ekibe yollanmıştır. Bu uzman ekip bir çevre mühendisi, bir makine mühendisi, bir biyolog ve dil uzmanından oluşmaktadır. Tüm uzmanların araştırma alanı sürdürülebilirlikle ilgili konulardır. Örneğin, makine mühendisliği alanında uzman olan akademisyenin yenilebilir enerjinin çevre, toplum ve ekonomi üzerine etkileri hakkında akademik çalışmaları bulunmaktadır. Biyoloji alanında uzman olan akademisyenin de sürdürülebilirlik ve ekoloji alanında akademik çalışmaları bulunmaktadır. Bu uzman ekip de tanı testinin tümünün çevirisini yapmıştır. Daha sonra, araştırmacılar bir araya gelerek, çevirileri karşılaştırmış ve farklı olan çeviriler üzerinde karşılıklı görüşmeler yapılarak tanı testine son hali verilmiştir. Örneğin, orijinal cümlelerin "The amount of biologically productive land and water area required to produce all the resources humans consume and to absorb the waste they generate" çevirisinde iki farklı çeviri ortaya çıkmıştır. Birincisi: "İnsanların tükettikleri bütün kaynakları üretebilmek ve ortaya çıkardıkları atıkları bertaraf edebilmek için gerekli olan biyolojik olarak verimli arazi ve su alanı miktarıdır". İkincisi: "İnsanların tükettikleri bütün kaynakları üretebilmek ve ortaya çıkan atıkların absorbe edilebilmesi için gerekli olan biyolojik olarak verimli arazi ve su alanı miktarıdır". Çevre mühendisi uzman, "atıkların bertaraf edilmesi" teriminin atık yönetiminde ve Türkçe'de sıklıkla kullanıldığını belirttiği için, birinci cümlelerin pilot çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir. Her bir madde ve seçenekler için çeviriler karşılaştırılmış ve farklılık barındıran çeviriler üzerinde tartışılmıştır. Alan terminolojisi ve Türkçe dil yapısı göz önünde bulundurularak, maddelere son hali verilmiştir. Daha sonra, Türkçe çeviriler dil uzmanı tarafından İngilizceye çevrilmiştir ve bu versiyonu orijinali ile karşılaştırılmıştır ve dil uzmanından maddelerin anlaşılabilirliği, terminoloji ve kültürel uygunluğu hakkında görüş alınarak üç aşamalı tanı testi pilot uygulama için uygun hale getirilmiştir.

Liampa ve diğerlerinin (2019) belirttiği üzere, ekolojik ayak izi öğrenciler için yeni bir kavram olduğundan dolayı kavramı bilmeyen katılımcılara kavram ile ilgili bir eğitim verilmesi ve ekolojik ayak izi tanı testinin bu eğitim sonrasında uygulanması gerekmektedir. Bu sebeple, pilot ve ana uygulamada ekolojik ayak izi tanı testi katılımcılara verilmeden önce, öğrencilere iki ders saati teorik ve iki ders saati uygulamalı olmak üzere toplam dört saatlik bir ekolojik ayak izi eğitimi verilmiştir. Bu eğitim biyoloji öğretim programındaki ders kazanımlarına ve süresine uygun olarak verilmiştir. Eğitimin alan bilgisi olarak içeriğini oluşturan konular; ekolojik ayak izinin ne demek olduğu, ekolojik ayak izi ve biyokapasite ilişkisi, ülkelerin ekolojik ayak izi karşılaştırmaları, ekolojik ayak izini azaltan veya artıran insan faaliyetleri (gıda, barınma, ulaşım, enerji ve atıklar) sunuş ve tartışma yöntemleri ile anlatılmıştır. Teorik dersin ardından sınıf dışında ekolojik ayak izi, nüfus artışı ve biyokapasite arasındaki ilişkiyi açıklayan bir etkinlik uygulanmıştır (Karaarslan Semiz ve Çakır Yıldırım, 2018). Bu etkinlik ile öğrenciler oluşturdukları farklı büyüklükteki gruplarda (grupların büyüklüğü popülasyonu temsil ediyor) kendilerine sunulan örnek durumları (örn. ağaçlandırma yapmak yerine çim dikmek) düşünerek ekolojik ayak izinin hangi koşullarda arttığı ve azaldığı, hakkında bir tartışma

yürütmüşlerdir (Karaarslan Semiz ve Çakır Yıldırım, 2018). Liampa ve diğerlerinin (2019) önerdiği gibi eğitimden üç hafta sonra tanı testi katılımcılara uygulanmıştır. Öğrenciler, verecekleri cevapların ders notlarını etkilemeyeceği konusunda ve çalışmanın amacı ile ilgili bilgilendirilmişlerdir. Öğrencilere tanı testini yanıtlama süresi yaklaşık bir ders saati sürmüştür.

Türkçe'ye Uyarlanan Ekolojik Ayak İzi Tanı Testi

Liampa ve diğerleri. (2019) tarafından geliştirilen ekolojik ayak izi tanı testi toplamda 13 sorudan oluşup, bir, iki ve üç aşamalı soruları içermektedir. Tanı testinde yer alan sorulardan ilk üç soru iki aşamadan oluşmaktadır. Bu üç soruda birinci aşama içerik bilgisini ve ikinci aşama ise öğrencilerin verilen cevaplardan ne kadar emin olduklarını ölçmektedir. Bu tanı testinde yer alan soruların dokuz tanesi (soru 5, 6, 7, 8 ve 9) üç aşamalıdır. Birinci aşama içerik bilgisini, ikinci aşama birinci aşamada verilen cevabın gerekçesini ve üçüncü aşama ilk iki aşamada verilen cevaplardan ne kadar emin olduklarını ölçmektedir. Kalan bir soru (soru 4) tek aşamalıdır. Bu soru dokuz alt sorudan oluşmaktadır ve yalnız içerik bilgisini kapsamaktadır. Bu tanı testinde toplam madde sayısı 42'dir (maddeler için Ek1'e bakınız).

Ekolojik Ayak İzi tanı testini geliştiren araştırmacılar testte yer alan soruları üç kategoride ele almıştır. Bunlar, (1) Ekolojik ayak izinin kavramsal tanımı, (2) Ekolojik ayak izini etkileyen günlük aktiviteler ve (3) Ekolojik ayak izi bileşenleridir. Bu kategorilerde yer alan sorular Tablo 3'de gösterilmiştir. Ekolojik ayak izinin kavramsal tanımında dört soru bulunmaktadır. Bu sorular ekolojik ayak izinin bilimsel tanımını, birimini, kullanım amacını ve ekolojik tahribatı anlatan sorulardır. Ekolojik ayak izini etkileyen günlük aktiviteler kategorisinde, ekolojik ayak izini arttıran ve azaltan insan faaliyetleri, (örn. organik gıdaların tüketilmesi, parkların ağaçlar yerine çimlerle yeşillendirilmesi), farklı yaşam tarzlarının ekolojik ayak izi üzerine etkisini kapsayan sorular yer almaktadır. Ekolojik ayak izi bileşenleri kategorisinde et tüketimi, yol ve bina yapımı, kağıt tüketimi, çöp sahaları, ısıtma ve soğutma sistemleri, ve deniz ürünleri/balıkçılık ile ilgili faaliyetlerin ekolojik ayak izine etkisi üzerine sorular yer almaktadır (Liampa ve diğerleri., 2019).

Verilerin Analizi

Ekolojik ayak izi tanı testinde yer alan maddelerin nasıl çalıştığını ortaya koymak için, madde analizi yapılmıştır. Veriler klasik test teorisine dayalı olarak madde analizi yapan ve Brooks ve Johanson (2003) tarafından geliştirilmiş TAP (Test Analiz Programı) programı ile analiz edilmiştir. Bu analizde madde güçlük değeri, madde ayırt edicilik değeri ve KR-21 değerleri incelenmiştir. Madde güçlük değeri soruyu doğru cevaplayanların yüzdesini ifade etmektedir (Crocker ve Algina, 1986). Crocker ve Algina (1986) bu değer 0.50'ye yakın olmasını önerir. Madde güçlük değeri 0.50'den uzaklaştıkça sorunun kolay olduğu, bu değer altına düştükçe ise sorunun zor olduğunu gösterir. Henryssen (1971)'e göre, maddenin nokta çift serili korelasyon değeri 0.30 ve 0.40 değerleri arasında ise, madde güçlük indeksi 0.40-0.60 arasında olabilir. Henryssen (1971) biserial korelasyon için referans değer

olarak 0.30 ve üstü önermektedir. Maddenin biserial korelasyon değeri 0.60'ın üzerinde ise, daha geniş bir madde güçlük değeri kabul edilebilir (Henryssen, 1971 Aktaran: Crocker ve Algina, 1986). Chase (1999) ve Erkuş (2006) madde güçlük değeri 0.20'den düşük ve 0.85'den büyük maddelerin testte yer almamasını önermektedir. Tekin (1996) ise başarı testinin ortalama güçlük değerinin de 0.50'ye yakın olmasının uygun olduğunu belirtmektedir.

Madde ayırt edicilik değeri için, tanı testinde en yüksek puan alan %27'lik bir grup ile en düşük puan alan %27'lik bir grup belirlenir ve bu grupların aldığı puanlar göz önünde bulundurularak hesaplanır. Bu değer testin başarılı olanlar ve olmayanları ne kadar iyi ayırt ettiğini gösterir. Madde ayırt edicilik değeri 0.30 ve üstünde olan maddeler, ayırt edici madde olarak kabul edilir ve testte yer alması önerilir (Ebel ve Frisbe, 1991; Erkuş, 2006).

Ekolojik ayak izi testinin güvenilirliği için ise, KR-20 değeri incelenmiştir. Bu değer 0.70 ve üzeri olması, testin güvenilirlik kriterini sağladığını göstermektedir (Salkind, 2010). Öğrencilerin cevaplarından emin olma düzeyi ile ilgili aşağıda açıklanan indeksler göz önüne alınarak bazı hesaplamalar yapılmıştır:

(a) Genel emin olma ortalaması (CF): Öğrencilerin doğru ya da yanlış cevapları için genel emin olma ortalamasıdır.

(b) Doğru yanıtlar için emin olma ortalaması (CFC): Soruya doğru cevap veren öğrencilerin cevaplarından emin olma ortalamasıdır.

(c) Yanlış yanıtlar için emin olma ortalaması (CFW): Soruya yanlış cevap veren öğrencilerin cevaplarından emin olma ortalamasıdır.

(d) Ortalama emin olma doğruluk oranı [$CAQ=(CFC-CFW)/\text{öğrencilerin soru ile ilgili emin olma ortalamasının standart sapması (SD)}$]. CAQ değeri öğrencilerin bildiklerini ve bilmediklerini ayırt edip edemeyeceklerini gösteren standartlaştırılmış emin olma ayırt edicilik değerini verir (Lundeborg, Fox, Brown, ve Elbedour, 2000).

(e) Emin olma yanlılık değeri [$CB= (CF-1)/5$ -her iki aşamaya doğru cevap verenlerin yüzdesi]. Bu indekste, cevaptan emin olma derecesi 0 ila 1 arasında bir değer alır (Liampa ve diğerleri., 2019). CB pozitif olduğunda, öğrencilerin cevapları ile ilgili kendilerinden çok emin olduklarını gösterir. Değer negatif olduğunda, kendilerine güvensiz oldukları anlamına gelir ve CB sifra eşit olduğunda, mükemmel kalibrasyona sahip oldukları anlamını taşır (Stankov ve Crawford, 1997).

Araştırmanın Etik izinleri

Yapılan bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gereken tüm kurallar takip edilmiştir. Yönergenin ikinci bölümü olan "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen durumların hiçbiri gerçekleştirilmemiştir. Araştırmanın verileri Ağrı İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli uygulama

izinleri alındıktan sonra 2017-2018 öğretim yılının bahar döneminde toplanmıştır. Araştırmacılar öğrencileri araştırmanın amacı hakkında bilgilendirmiştir ve verileri gönüllülük esasını göz önünde tutarak sınıf ortamında toplamışlardır.

Bulgular

Pilot Çalışma

Ekolojik ayak izi tanı testinde yer alan toplam 30 madde ekolojik ayak izi ile ilgili içerik bilgisinden (1.aşama) ve gerekçe bölümünden (2. aşama) oluşmaktadır. Bu maddeler için KR-20 değeri .66 bulunmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplarla ilgili kendilerinden ne kadar emin olduklarını ölçen 12 maddenin Cronbach α güvenilirlik katsayısı değeri ise .81 olarak hesaplanmıştır. Testin ortalama madde güçlük indeksi 0.52, ortalama ayırt edici indeksi 0.29 olarak bulunmuştur. Bu değerlerin de alanyazında önerilen aralıklarda olduğu görülmektedir (Tekin, 1996).

Tablo 1’de madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri değerlendirilmiştir. 1. aşama ve 2. aşamada yer alan soruların madde güçlük değeri 0.20’den düşük ve 0.85’den büyük yedi madde vardır; 1i, 3i, 4c, 6i, 7ii, 9ii ve 13i. Her iki aşamanın madde güçlük indeksi incelendiğinde, beş maddenin madde güçlük indeksi referans değerinin altındadır; soru 5, 7, 9, ve 11. Madde ayırt edicilik değeri 0.30’dan düşük madde sayısı ise 14’tür; 1i, 2i, 3i, 4c, 4e, 5i, 6i, 6ii, 7ii, 9ii, 10ii, 11ii, 13i, 13ii. Her iki aşamanın ayırt edicilik indeksi incelendiğinde beş madde referans değerinin altındadır. Bunlar, madde 5, 7, 9, 11 ve 13’dür. Bu maddeler yeniden gözden geçirilmiş ve ana çalışma için değiştirilmiştir. Maddeler uzman görüşlerine başvurularak yeniden güncellenmiştir. Örneğin, 1i (Ekolojik ayak izinin tanımı) sorusunun doğru yanıtındaki cümle yapısı değiştirilmiştir. Pilot çalışmada bu yanıt “insanların tükettikleri tüm kaynakları üretmek ve oluşturdukları atıkları bertaraf etmek için gereken, biyolojik açıdan verimli kara ve su parçası miktarıdır” şeklinde kullanılmıştı. Bu cümlede kullanılan “bertaraf” kelimesinin öğrenciler tarafından anlaşılması durumu olabileceğinden cümle ana çalışma için daha basit bir forma getirilerek şu şekilde değiştirildi: “İnsanların gereksinimlerini karşılamak ve ortaya çıkardıkları atıkların yok edilmesi için biyolojik açıdan verimli olan karasal ve sulak alanların miktarını gösterir.” Yapılan değişiklikler hakkında uzmanlardan tekrar görüş alınmıştır. Örneğin, bu değişiklik ile ilgili alan uzmanları, bu cümlenin ekolojik ayak izi tanımını bilimsel olarak karşıladığı ile ilgili görüş belirtmişlerdir. Yukarıda belirtilen madde güçlük indeksi ve ayırt edicilik indeksi referans değerlerinin altında olan maddelerle ilgili düzeltmeler yapıp, uzmanlardan da görüş alındıktan sonra tanı testi ana çalışma için hazır hale getirilmiştir.

Öğrenciler verdikleri cevaptan emin görünmektedirler (ortalama CF=4.03). Doğru cevap verdiklerinde de kendilerinden emin oldukları ortaya çıkmıştır (ortalama CFC=4.19). Ancak yanlış cevap verdiklerinde de, kendilerinden emin oldukları (ortalama CFW=3.94) bulunmuştur. Doğru cevap veren öğrencilerde, 12 sorudan 9’unda verdikleri cevaptan aşırı emin oldukları (>4), yanlış cevap veren öğrencilerde 12 sorudan 5’inde aşırı emin oldukları gözlenmiştir. Ortalama emin olma doğruluk oranı

(CAQ) değeri 0.18 bulunmuştur. Bu değer, öğrencilerin neyi bildiklerini ve bilmediklerini ayırt edemediklerini göstermektedir. Ortalama emin olma yanlılık değeri de her bir madde için hesaplanmıştır. Ortalama emin olma yanlılık değeri (CB) de 0.04 bulunmuştur. Bu değer sifirdan farklı ve pozitif olması genel olarak öğrencilerin cevaplarından emin olduğunu göstermektedir. CB değeri madde bazında incelendiğinde hem pozitif hem negative değerlerin olduğu bulunmuştur. Testte yer alan maddelerden 7 tanesinin CB değerinin negatif olduğu bulunmuştur. Bu maddelerle ilgili öğrencilerin kendilerine güvensiz olduğu sonucuna varılabilir. CB değerinin pozitif olduğu 5 madde bulunmuştur. Bu maddelerle ilgili olarak da, öğrencilerin kendilerinden çok emin olduğu sonucuna varılabilir. Tablo 1’de pilot çalışmadan elde edilen madde istatistikleri sunulmaktadır.

Tablo 1. Pilot çalışmanın madde istatistikleri

	Madde güçlük indeksi			Ayırt edicilik indeksi			Biserial korelasyon		Emin olma				
	1. aşama	2. aşama	Her iki aşama	1. aşama	2. aşama	Her iki aşama	1. aşama	2. aşama	CF	CFC	CFW	CAQ	CB
1	0.06	-	-	0.11	-	-	0.33	-	4.19	4.50	4.17	0.29	0.58
2	0.80	-	-	0.27	-	-	0.37	-	4.36	4.49	3.79	0.50	-0.13
3	0.16	-	-	0.04	-	-	0.13	-	4.02	4.15	3.99	0.12	0.44
4a	0.61	-	-	0.45	-	-	0.49	-	-	-	-	-	-
4b	0.84	-	-	0.30	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-
4c	0.87	-	-	0.21	-	-	0.58	-	-	-	-	-	-
4d	0.83	-	-	0.40	-	-	0.78	-	-	-	-	-	-
4e	0.40	-	-	0.17	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-
4f	0.80	-	-	0.39	-	-	0.57	-	-	-	-	-	-
4g	0.47	-	-	0.39	-	-	0.38	-	-	-	-	-	-
4h	0.83	-	-	0.33	-	-	0.71	-	-	-	-	-	-
4i	0.69	-	-	0.54	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-
5	0.29	0.28	0.09	0.16	0.32	0.15	0.12	0.32	3.42	3.83	3.38	0.33	0.19
6	0.87	0.57	0.53	0.21	0.20	0.29	0.54	0.26	4.53	4.71	4.33	0.28	-0.16
7	0.54	0.14	0.08	0.53	0.05	0.12	0.53	0.06	3.87	4.50	3.82	0.48	0.03
8	0.80	0.25	0.24	0.38	0.37	0.38	0.65	0.48	4.20	4.39	4.14	0.17	-0.16
9	0.72	0.03	0.02	0.30	0.02	0.05	0.51	0.36	4.43	4.33	4.44	-0.08	-0,03
10	0.69	0.30	0.23	0.40	0.24	0.38	0.46	0.26	3.69	3.97	3.61	0.26	-0.15
11	0.39	0.11	0.09	0.47	0.08	0.10	0.47	0.23	3.95	3.73	3.97	-0.15	0.20
12	0.55	0.41	0.33	0.55	0.43	0.38	0.52	0.43	3.06	3.19	3.00	0.12	-0.14
13	0.94	0.20	0.19	0.12	0.19	0.21	0.72	0.17	4.65	4.54	4.68	-0.11	-0.21
Mean	0.63	0.25	0.20	0.32	0.21	0.23	0.50	0.29	4.03	4.19	3.94	0.18	0.04
SD	0.25	0.16	0.16	0.15	0.14	0.13	0.18	0.13	0.47	0.44	0.47	0.22	0.26

Not. CF: Genel emin olma ortalaması. CFC: Soruya doğru cevap veren öğrencilerin cevaplarından emin olma ortalaması. CFW: Soruya yanlış cevap veren öğrencilerin cevaplarından emin olma ortalaması. CAQ: Ortalama emin olma doğruluk oranı. $[CAQ=(CFC-CFW)/\text{öğrencilerin soru ile ilgili emin olma ortalamasının standart sapması (SD)}]$. CB: Emin olma yanlılık değeri $[CB= (CF-1)/5\text{-her iki aşamaya doğru cevap verenlerin yüzdesi}]$.

Ana Çalışma

Pilot çalışmada elde edilen sonuçlara göre, gerekli düzenlemeler yapılarak ana çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmadan elde edilen verilerin analizinden sonra testten hiç bir madde çıkarılmamıştır. Yapılan madde analizi sonucuna göre, içerik bilgisi ile gerekçe bölümünde yer alan 30 sorunun KR-20 değeri 0.77 bulunmuştur. Pilot çalışmadan elde edilen güvenilirlik katsayısının ana çalışmada arttığı gözlenmiştir. TAP analizinden elde edilen verilere göre, testin ortalama madde güçlük indeksi 0.58, ortalama ayırt edicilik değeri 0.38 bulunmuştur. Tablo 2'ye göre, 1. aşamanın, 2. aşamanın ve her iki aşamanın ortalama madde ayırt edici değeri sırasıyla 0.65, 0.40 ve 0.34 çıkmıştır. Ortalama ayırt edicilik değerleri de bu aşamalar için sırasıyla 0.36, 0.40 ve 0.44 çıkmıştır. Öğrencilerin verdikleri cevaplarla ilgili kendilerinden ne kadar emin olduklarını ölçen maddeler için Cronbach α değeri 0.85 bulunmuştur. Tüm bu değerler önerilen değer aralıklarında olduğu için, tüm maddelerin teste tutulmasına karar verilmiştir. Ana çalışmadan elde edilen madde analiz sonuçları her bir madde için de incelenmiştir ve sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu tablo oluşturulurken, birinci aşamadaki sorulara doğru cevap verenler bir olarak kodlanmış, yanlış cevap verenler sıfır olarak kodlanmıştır. İkinci aşamada yer alan sorulara doğru cevap verenler bir, yanlış cevap verenler sıfır olarak kodlanmıştır. Son olarak, her iki aşamaya (1. ve 2. aşama) doğru cevap verenler bir olarak kodlanmış, diğerleri ise sıfır olarak kodlanmıştır. Birinci aşama, ikinci aşama ve her iki aşama için madde analiz istatistikleri yapılmış ve Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Ana çalışmanın madde istatistikleri

	Madde güçlük indeksi			Ayırt edicilik indeksi			Biserial korelasyon		Emin olma				
	1. aşama	2. aşama	Her iki aşama	1. aşama	2. aşama	Her iki aşama	1. aşama	2. aşama	CF	CFC	CFW	CAQ	CB
1	0.18	-	-	0.02	-	-	0.03	-	3.99	3.53	3.99	-0.34	0.40
2	0.83	-	-	0.34	-	-	0.41	-	4.35	4.63	2.94	1.12	-0.16
3	0.53	-	-	0.30	-	-	0.24	-	3.97	4.20	3.69	0.39	0.06
4a	0.63	-	-	0.30	-	-	0.31	-	-	-	-	-	-
4b	0.85	-	-	0.36	-	-	0.49	-	-	-	-	-	-
4c	0.77	-	-	0.44	-	-	0.49	-	-	-	-	-	-
4d	0.84	-	-	0.41	-	-	0.58	-	-	-	-	-	-
4e	0.39	-	-	0.23	-	-	0.19	-	-	-	-	-	-
4f	0.73	-	-	0.37	-	-	0.39	-	-	-	-	-	-
4g	0.55	-	-	0.32	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-
4h	0.78	-	-	0.38	-	-	0.48	-	-	-	-	-	-
4i	0.66	-	-	0.40	-	-	0.41	-	-	-	-	-	-
5	0.53	0.36	0.25	0.19	0.30	0.28	0.12	0.23	3.90	4.63	3.65	0.65	0.05
6	0.77	0.62	0.57	0.40	0.53	0.56	0.43	0.44	4.17	4.64	3.53	0.72	-0.14
7	0.53	0.36	0.28	0.58	0.41	0.43	0.48	0.34	3.78	4.56	3.46	0.67	0.03
8	0.78	0.50	0.47	0.48	0.60	0.66	0.55	0.44	4.13	4.60	3.71	0.59	-0.15
9	0.75	0.11	0.09	0.40	0.08	0.11	0.44	0.12	4.28	4.44	4.26	0.12	-0.09
10	0.63	0.34	0.27	0.53	0.38	0.49	0.46	0.31	3.76	4.21	3.59	0.40	-0.08
11	0.47	0.42	0.36	0.50	0.49	0.38	0.39	0.36	3.79	4.09	3.62	0.30	0.09

12	0.54	0.42	0.34	0.57	0.44	0.50	0.47	0.35	3.28	3.72	3.03	0.44	-0.08
13	0.91	0.47	0.43	0.15	0.41	0.55	0.33	0.33	4.32	4.63	4.09	0.36	-0.25
Mean	0.65	0.40	0.34	0.36	0.40	0.44	0.38	0.32	3.98	4.32	3.63	0.45	-0.03
SD	0.18	0.14	0.14	0.14	0.15	0.17	0.14	0.10	0.30	0.38	0.38	0.36	0.17

Not. CF: Genel emin olma ortalaması. CFC: Soruya doğru cevap veren öğrencilerin cevaplarından emin olma ortalaması. CFW: Soruya yanlış cevap veren öğrencilerin cevaplarından emin olma ortalaması. CAQ: Ortalama emin olma doğruluk oranı. $[CAQ=(CFC-CFW)/\text{öğrencilerin soru ile ilgili emin olma ortalamasının standart sapması (SD)}]$. CB: Emin olma yanlışlık değeri $[CB=(CF-1)/5\text{-her iki aşamaya doğru cevap verenlerin yüzdesi}]$.

Ana çalışmada yer alan madde istatistik sonuçları incelendiğinde, birinci ve ikinci aşama sorular için madde güçlük indeksi 0.20'den küçük iki madde olduğu görülmüştür. Bu maddeler 1i (ekolojik ayak izinin kavramsal tanımı) ve 9ii (kağıt tüketiminin ekolojik ayak izine etkisinin gerekçesi) maddeleridir. Her iki maddenin madde güçlük indeksleri pilot çalışmaya göre artsa da, 0.20 değerinin altında çıkmıştır. Ayrıca bu maddelerin ayırt edicilikleri de düşük çıkmıştır. 1i maddesinin madde güçlük indeksi 0.20 değerine çok yakın olduğundan ve testin güvenilirliği de iyi durumda olduğundan bu maddelerin testte tutulmasına karar verilmiştir. Testin orijinal halinde de 9ii maddesinin madde güçlük indeksi referans değerinin altında çıkmıştır. Ancak testin yapı geçerliliğini korumak için Liampa ve diğerleri. (2019) bu maddeyi testte tutmaya karar vermişlerdir. Bu çalışmada da benzer bir sonuç elde edildiğinden, testin orijinal formunda alınan karar göz önünde bulundurularak, bu maddenin Türkçe versiyonunda yer almasına karar verilmiştir. Her iki aşamanın madde güçlük indeksi 0.20'den küçük olan bir madde çıkmıştır; 9. madde (kağıt tüketiminin ekolojik ayak izine etkisi). Bu maddenin içerik bilgisini öğrencilerin %75'i doğru cevaplamaına rağmen gerekçe sorusunu yalnızca %11'i, her iki aşamayı da %9'u doğru yanıtlamıştır. Madde güçlük indeksi 0.85'den büyük bir madde vardır (madde 13). Bu madde evin bahçesinde sebze yetiştirmeinin ekolojik ayak izine etkisi ile ilgilidir. Öğrencilerin %91'i bu soruyu doğru cevaplamaına rağmen, öğrencilerin yalnızca %47'si bu sorunun gerekçesini (13ii) doğru yanıtlamışlardır.

Madde ayırt ediciliği referans değerinin (0.30) altında çıkan maddeler; 1i, 4e, 5i, 9ii, ve 13i'dir. Bu maddelerden 1i, 9ii ve 13i maddelerinin ayırt edicilikleri testin aslında da 0.30'un altında çıkmıştır. 4e ve 5i maddelerinin ise madde güçlük indeksleri referans değerleri içindedir. Testin güvenilirliği 0.70'in üzerinde olduğu için, ortalama madde güçlük indeksi ve ortalama ayırt ediciliği referans değerleri içinde yer aldığından ve elde ettiğimiz sonuçlar testin aslında elde edilen değerlerle benzerlik gösterdiğinden, bu maddelerin testte tutulmasına karar verilmiştir. Ayrıca üç aşamalı tanı testlerin güçlük indeksleri ve ayırt edicilikleri tek aşamalı tanı testlerine göre oldukça düşük sonuçlar verdiği literatürde vurgulanmaktadır, bu da üç aşamalı tanı testlerinin doğasından kaynaklanmaktadır (Çiğdemoglu ve Arslan, 2017; Peşman ve Eryılmaz, 2010).

Tablo 2'ye göre, öğrenciler verdikleri cevaplardan oldukça emin görünmektedirler (ortalama CF=3.98). Sorulara doğru cevap veren öğrencilerin kendilerinden çok emin oldukları ortaya çıkmıştır (ortalama CFC= 4.32). Sorulara yanlış cevap verenlerin ise kendilerinden daha az emin oldukları (ortalama CFW= 3.63) görünmektedir. Sorulara doğru cevap veren öğrencilerde, 12 sorudan 10'unda

verdikleri cevaptan aşırı emin oldukları (>4), yanlış cevap veren öğrenciler de, 12 sorudan iki tanesinde (soru 9 ve 13) aşırı emin oldukları gözlenmiştir. Ortalama emin olma doğruluk oranı (CAQ) değeri 0.45 bulunmuştur. Bu değer, öğrencilerin testin genelinde neyi bildiklerini ve bilmediklerini ayırt edebildiğini göstermektedir. Bu değer soru bazında incelendiğinde, üç soru (soru 1, 9 ve 11) dışında tüm maddelerin CAQ değerinin yüksek olduğu (0.30'dan büyük) gözlenmiştir. Soru 1, 9 ve 11'de öğrenciler neyi bildiklerini ve bilmediklerini ayırt edemeseler de, kalan sorularda bu ayrımı yapabildikleri gözlenmiştir. Soru 1'de negatif çıkan CAQ değeri verdikleri cevapla ilgili, soruyu yanlış cevaplayan öğrencilerin doğru cevaplayanlardan daha çok kendilerinden emin olduklarını göstermektedir. Ortalama emin olma yanlılık değeri (CB) ise negatif bulunmuştur (-0.03, SD: 0.17). Bu da öğrencilerin genel olarak sorulara verdikleri cevaptan kendilerine güvensiz olduklarını göstermektedir. Madde bazında incelendiğinde, öğrencilerin 5 soruda (soru 1, 3, 5, 7, ve 11) cevaplarına çok güvendikleri, yedi soruda (soru 2, 6, 8, 9,10, 12, ve 13) cevapları ile ilgili güvensiz hissettiklerini göstermektedir. CB değeri 0 olan madde gözlenmemiştir. Sonuç olarak, öğrenciler ekolojik ayak izi testinin genelinde neyi bildiklerini ve bilmediklerini ayırt etseler de, cevapları ile ilgili kendilerini güvensiz hissettikleri ortaya çıkmıştır.

Öğrencilerin Ekolojik Ayak İzi Konusuna Yönelik Kavramsal Anlayışları

Ekolojik ayak izi tanı testinde yer alan her bir sorunun her bir aşaması için doğru yanıtlarının yüzdeleri Tablo 3'de gösterilmektedir.

Tablo 3. Her bir soru için doğru yanıtlama yüzdeleri (ana çalışma, n=397).

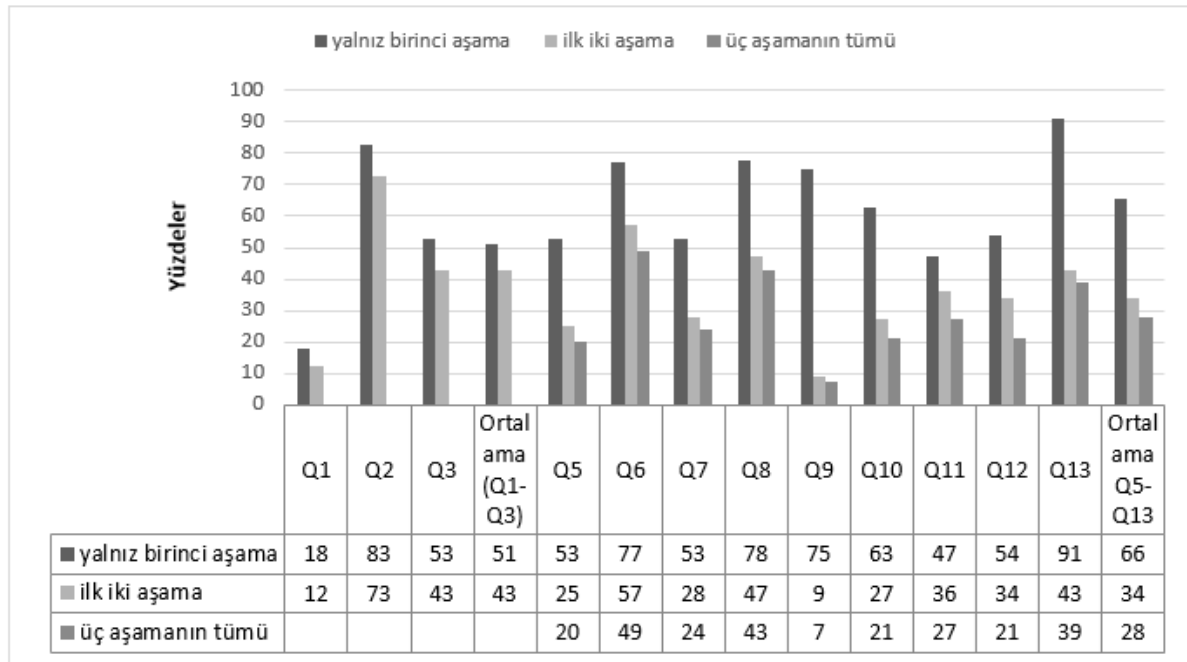
Kategoriler	Sorular	Doğru cevaplar	Yüzdelerik (doğru yanıt)
Ekolojik ayak izinin kavramsal tanımı	1i. Ekolojik ayak izi nedir?	İnsanların gereksinimlerini karşılamak ve ortaya çıkardıkları atıkların yok edilmesi için biyolojik açıdan verimli olan karasal ve sulak alanların miktarını gösterir.	18
	ii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	75
	2i. Ekolojik ayak izi nasıl ölçülür?	Kişi başına düşen küresel hektar	83
	ii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	76
	3i. Ekolojik ayak izi bize aşağıdakilerden hangisi ile ilgili bilgi verir?	Tükettiğimiz doğal kaynakları göz önünde bulundurarak dünya üzerindeki baskımızı değerlendirmemizi sağlar.	53
ii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	73	
5i. Biyokapasite, yeryüzünün insanın doğa üzerindeki baskısını	Türkiye	53	

	taşıyabilme sınırlılığı anlamına gelmektedir. Bir yerdeki ekolojik ayak izinin biyokapasiteyi aşması oradaki doğal kaynakların azalmaya başladığını gösterir. Örneğin, 2012 yılında Türkiye'nin ekolojik ayak izi 2.70 küresel hektar ve kişi başına düşen biyokapasite oranı 1.30 küresel hektardır. Norveç'in ise ekolojik ayak izi 4.92 küresel hektar ve kişi başına düşen biyokapasite oranı 5.40 küresel hektardır.		
	Hangi ülke ekolojik tahribat yaşamıştır?		
	ii.Yukarıda Türkiye ve Norveç ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?	Ekolojik tahribat bir nüfusun ekolojik ayak izinin, o nüfusa ait biyolojik kapasiteyi aşma miktarını temsil eder.	36
	iii Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	69
Ekolojik ayak izini etkileyen günlük aktiviteler	4a. Her yemekte et, süt ve bunlardan yapılan ürünlerin tüketilmesi	Ekolojik ayak izini artırır.	63
	4b. Ticari olanlar yerine köylülerin bahçesinde ürettiği sebzelerin tüketilmesi	Ekolojik ayak izini azaltır	84
	4c. Organik gıdaların tüketilmesi	Ekolojik ayak izini azaltır	77
	4d. Giysilerin elektrikli kurutucu ile kurutulması	Ekolojik ayak izini artırır.	84
	4e. Parkların ağaçlar yerine çimlerle yeşillendirilmesi	Ekolojik ayak izini artırır.	38
	4f. Giysilerin aile bireyleri ve arkadaşlarla değiş tokuş edilmesi	Ekolojik ayak izini azaltır	73
	4g. Alışverişleri yakın çevrede bulunan yerlerden yapılması	Ekolojik ayak izini azaltır	54
	4h. Yeniden şarj edilebilir pillerin kullanılması	Ekolojik ayak izini azaltır	78
	4i. Çeşitli otomobiller ve vasıtalarla ulaşımın sağlanması	Ekolojik ayak izini artırır.	67
	13.i Evin bahçesinde sebze yetiştirmenin ekolojik ayak izini azaltmada etkisi var mıdır?	Evet	91
	ii. Yukarıda verdiğiniz cevabın nedeni nedir?	Evin bahçesinde sebze yetiştirmek sebzelerin işlenmesi ve taşınması için gereken enerjiyi büyük ölçüde azaltır.	47
	iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	81
	6i.Hangi yerleşim yerinin ekolojik ayak izi daha büyüktür?	Yerleşke A	77

	ii. Yukarıdaki yerleşim yerleriyle ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?	B yerleşkesindeki aile, ihtiyaçlarının bir kısmını evde ürettikleri ürünlerle karşılamakta ve atıklarının bir kısmını geri dönüştürmektedir.	62
	iii Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	76
Ekolojik ayak izi bileşenleri	7.i. Et tüketimi ekolojik ayak izini nasıl etkiler?	Ekolojik ayak izini artırır	53
	ii. Yukarıda et tüketimi ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?	Hayvanların beslenmesi, etin taşınması, tüketimi ve ortaya çıkan hayvansal atıkların yok edilmesi için büyük miktarda yem, su ve enerji kullanılır	35
	iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	65
	8.i. Yol ve bina yapımı ekolojik ayak izini nasıl etkiler?	Ekolojik ayak izini artırır.	79
	ii.Yukarıda yol ve bina yapımı ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni ne olabilir?	Biyolojik açıdan verimli olan topraklar yol ve bina yapımı için işgal edilir ve bu inşaat işleri için enerji kullanılır.	50
	iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	77
	9i. Kağıt tüketimi ekolojik ayak izini nasıl etkiler?	Ekolojik ayak izini artırır.	75
	ii.Yukarıda kağıt tüketimi ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?	Kağıt üretimi için, karbondioksiti özümseyen ağaçlar kesilir ve enerji tüketilir. Bu durum ekolojik ayak izini etkiler.	11
	iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	79
	10.i. Çöp sahaları (katı atık sahaları) ekolojik ayak izini nasıl etkiler?	Ekolojik ayak izini artırır.	63
ii. Yukarıda çöp sahaları ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?	Çöp sahalarında, yeniden kullanılacak doğal kaynaklar kaybedilir, atık yönetimi için enerji harcanır ve karbondioksit salınımı gerçekleşir.	34	
iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	63	
11.i. Binaların ısıtılması ve soğutulması ekolojik ayak izini nasıl etkiler?	Ekolojik ayak izini artırır.	48	
ii. Binaların ısıtılması ve soğutulması hangi nedenle ekolojik ayak izini etkiler	Isıtma/soğutma ve bu işlemler için gerekli araç gereçlerin üretiminde	42	

	genellikle fosil yakıtlardan üretilen enerji kullanılır. Bu da, atmosferde karbondioksit salınımını arttırır	
iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/ Kesinlikle eminim	66
12i. 1kg Sardalya balığı ile 1 kg Ton balığının tüketimi ilişkilendirildiğinde, Ton balığı tüketiminin ekolojik ayak izine etkisi nedir	Ekolojik ayak izini arttırır.	54
ii. Yukarıda ton balığı tüketimi ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?	Sardalyalar besin zincirinde ton balığından daha düşük bir seviyede olduğundan, 1 kg Sardalya üretimi için daha az enerji gereklidir.	42
iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?	Eminim/Çok eminim/Kesinlikle eminim	48

Bu tabloya göre (Tablo 3), içerik bilgisine (birinci aşama) doğru verilen cevapların ortalama oranı %65 (SD=17.5, min: %18, max: %91), gerekçe bölümüne (ikinci aşama) verilen doğru cevapların ortalama oranı %40 (SD=13.9, min: %11, max: %62) iken, verdikleri cevaplardan emin olanların ortalama oranı %71 (SD= 9.18, min: %48, max: %81) bulunmuştur. Ekolojik ayak izinin kavramsal tanımı ile ilgili soruların (1. aşama ve 2. aşama) doğru cevaplanma oranı ortalaması %49 (SD= 24.07, min: %17, max: %83) ve bu alanda yer alan sorulara verilen cevaptan emin olma oranı ortalama %73 (SD= 3.10, min: %69, max: %76) olarak bulunmuştur. Günlük aktivitelerin (örn. organik gıdaların tüketilmesi, giysilerin arkadaşlar arasında değiş tokuş edilmesi) ekolojik ayak izine etkisi ile ilgili sorulara verilen doğru cevapların oranı ortalama %69 (SD= 15.6, min: %38, max: %91) ve bu alanda yer alan sorulara verilen cevaptan emin olma oranı ortalama %79 (SD: 3.6, min: 76, max: 81) bulunmuştur. Son olarak, ekolojik ayak izi bileşenleri (örn. et tüketimi, kağıt tüketimi, çöp sahaları) alanında yer alan soruların doğru cevaplanma oranı ortalama %49 (SD= 18.5, min: %11, max: %79) ve bu alanda yer alan sorulara verilen cevaptan emin olma oranı ortalama %66 (SD= 11.2, min: 48, max: 79) olarak bulunmuştur. Bu bulgulara göre, öğrenciler içerik bilgisi ile ilgili soruların çoğuna (%65) doğru yanıt verirken, gerekçe bölümündeki sorular öğrencilerin cevaplama en çok zorlandıkları sorular olmuştur (%40). Ayrıca öğrenciler, günlük aktivitelerin ekolojik ayak izine etkisi ile ilgili soruları daha kolay yanıtlarken, ekolojik ayak izinin kavramsal tanımı ve bileşenleri ile ilgili sorularda zorluk yaşamışlardır. Aynı zamanda öğrenciler en çok günlük aktivitelerin ekolojik ayak izine etkileri ile ilgili yanıtlarından emindir (%79). Öğrencilerin aşamalara göre doğru cevap yüzdeleri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Öğrencilerin aşamalara göre doğru cevap yüzdeleri (ana çalışma, n=397).

Birinci sorudan üçüncü soruya kadar olan sorular iki aşamalı, beşinci sorudan 13. soruya kadar olan sorular ise üç aşamalıdır. Dördüncü soruda ikinci ve üçüncü aşama yer almadığından grafikte yer verilmemiştir. Şekil 1’de öğrencilerin üç aşamaya verdikleri cevapların ortalama oranları gösterilmektedir. Yalnız birinci aşamada, öğrencilerin içerik bilgisine verdikleri doğru yanıtlar göz önüne alınmıştır ve doğru cevaplar “1” yanlış cevaplar “0” olarak kodlanmıştır. İlk iki aşamada hem içerik bilgisine hem gerekçe bölümüne doğru verilen yanıtlar “1” olarak kodlanmış, diğerleri “0” olarak kodlanmıştır. Üç aşamanın tümünde her iki aşamayı doğru cevaplandırıp, verdikleri yanıtta emin, çok emin ve kesinlikle emin olanlar “1” olarak kodlanmış, ve diğerleri “0” olarak kodlanmıştır. Buna bağlı olarak, öğrencilerin doğru cevap oranları hesaplanmıştır ve Şekil 1’de yer alan grafik oluşturulmuştur. Şekil 1’de de görüldüğü gibi, aşama sayısı arttıkça, doğru yanıt oranı da azalmıştır. İlk üç soru içerik bilgisi ve bu bölüme verilen cevaptan emin olma dereceleri ile ilgili olduğundan, iki aşamalı ve ilk iki aşama hesaplanırken birinci soruya doğru yanıt verip verilen cevaptan emin, çok emin ve kesinlikle emin olanlar “1” olarak kodlanmıştır, diğer alternatifler “0” olarak kodlanmıştır. Bu ilk üç soruda yalnız birinci aşamanın ortalaması %51 iken, ilk iki aşamada bu oran %43’e düşmüştür. İki aşamalı sorularda ilk iki aşamada en çok doğru yanıtlanan soru ikinci soru (ekolojik ayak izinin birimi) olmuşken, doğru yanıtın en az olduğu soru ise soru 1 (ekolojik ayak izinin tanımı) olmuştur. Soru 5-13 arasında yer alan sorular üç aşamalıdır. Bu sorular için de, yalnız birinci aşamanın ortalaması %66 iken, hem içerik bilgisine hem de gerekçe sorularına doğru yanıt verenlerin oranı %34’e düşmüş ve üç aşamanın tümü için bu oran %28’e kadar düşmüştür. Üç aşamalı sorular arasında üç aşamanın tümünde doğru yanıt oranının en fazla olduğu soru %49 oran ile 6. soru (hangi yerleşim yerinin ekolojik ayak izi en büyüktür?) olurken, en az doğru yanıtın olduğu soru %7 oranla 9.soru (kağıt tüketiminin ekolojik

ayak izine etkisi) olmuştur. Sonuç olarak, aşama sayısı arttıkça, soruların doğru cevaplanma oranları düşmüştür.

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, lise öğrencilerinin ekolojik ayak izi konusuna yönelik kavramsal anlayışlarını ölçmek için kullanılacak olan üç aşamalı ekolojik ayak izi tanı testinin Türkçe'ye uyarlanmasıyla ilgilidir. Testin orijinali Liampa ve diğerleri. (2019) tarafından geliştirilmiştir. Türkçe'te uyarlanan testin içeriği orijinali ile aynı olup, sadece beşinci soru Yunanistan'ın ekolojik ayak izi ve biyokapasitesi hakkında olduğundan, bu soru Türkiye'nin ekolojik ayak izi ve biyokapasite değerleri üzerine yeniden oluşturulmuştur. Hem Yunanistan'ın hem de Türkiye'nin ekolojik ayak izi biyokapasitesinden fazla olduğundan, sorunun içeriğinde yalnızca sayısal değerler farklıdır. Kalan soruların içeriği ise orijinali ile aynıdır.

Testin güvenilirliği hakkında KR-20 değeri hesaplanmış ve bu değer ana çalışmada 0.77 bulunmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplarla ilgili kendilerinden ne kadar emin olduklarını ölçen maddeler için Cronbach α değeri 0.85 bulunmuştur. Testin orijinal formunda testin KR-20 değeri 0.79 ve katılımcıların verdikleri cevaptan ne kadar emin oldukları ile ilgili Cronbach α değeri 0.86 bulunmuştur. Bu bakımdan, Türkçe'ye uyarlanmış bu testin güvenilirliği orijinali ile benzerlik göstermektedir. Bu sonuçlar testin geçerli ve güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır. KR-20 değeri 0.70 ve üzeri olan testler güvenilir olarak kabul edilmektedir (Salkind, 2010).

Türkiye'de ekolojik ayak izi ile ilgili yapılan çalışmaların bazıları katılımcıların ekolojik ayak izi puanlarını hesaplanması üzerine (örn. Keleş, 2011), bazı çalışmalar ise öğrencilerin ekolojik ayak izi farkındalıklarını ve görüşlerini ortaya çıkarmak üzerinedir (örn. Artvinli, Aydın ve Terzi, 2019; Çıkrık ve Yel, 2019; Demirkol ve Aslan, 2021). Ancak ulusal alanyazında öğrencilerin ekolojik ayak izi konusuna yönelik kavramsal anlayışlarını ortaya çıkaran bir teste rastlanmamıştır. Öğrencilerin ekolojik ayak izleri ile ilgili puanları onların çevre dostu davranışları hakkında önemli ipuçları verse de, öğrencilerin ekolojik ayak izi konusuyla ilgili kavramsal anlayışları hakkında bir bilgi sunmamaktadır. Son yıllarda ekolojik ayak izi konusu ortaokul fen bilimleri ve lise biyoloji öğretim programlarında yer almıştır ve öğrenciler için yeni bir kavramdır. Bu nedenle öğrencilerin konu ile ilgili kavramsal anlayışlarını belirlemek açısından bu tanı testinin Türkçe'ye kazandırılmasının fen eğitimi alanyazını için önemli olduğu düşünülmektedir. Bu bakımdan, Türkçe'ye uyarlanması yapılan bu üç aşamalı tanı testi sayesinde öğrencilerin ekolojik ayak izi hakkındaki içerik bilgileri, gerekçeleri ve verdikleri cevaptan ne kadar emin oldukları ölçülebilir ve kavram yanlışları ortaya çıkarılabilir. Ayrıca bu test değerlendirme amaçlı kullanılabilir. Uygulanan ekolojik ayak izi temalı çevre eğitimi programlarının öğrencilerin ekolojik ayak izi kavramsal anlayışları üzerine etkisi ölçülebilir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin sorularla ilgili verdikleri cevaptan emin olma ortalaması oldukça yüksek çıkmıştır. Oysa, ilk iki aşamaya (%43) ve üç aşamanın tümüne verilen

doğru yanıtların oranı (%28) oldukça düşüktür. Bu sonuç öğrencilerin ekolojik ayak izi ile ilgili kavram yanılgıları olabileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, Liampa ve diğerleri. (2019) yaptıkları çalışmada, ekolojik ayak izi tanı testinin genelinde emin olma ortalaması ve oranı yüksek çıkarken, ilk iki aşamanın (ilk üç soru için) ve üç aşamanın tümüne doğru yanıt verenlerin oranı oldukça düşük çıkmıştır. Liampa ve diğerlerine göre (2019) ekolojik ayak izi kavramı oldukça yeni bir kavramdır ve öğrencilerin bu konuda eğitim alsalar dahi kavram yanılgıları bulunmaktadır. Bu çalışma da öğrencilerin ekolojik ayak izinin kavramsal tanımı ile ilgili içerik bilgileri yetersiz olsa da, çoğunun ekolojik ayak izini etkileyen günlük aktivitelerle ilgili içerik bilgileri yeterli düzeydedir. Liampa ve diğerleri. (2019) ise çalışmalarında, katılımcıların ekolojik ayak izinin kavramsal tanımı ile ilgili içerik bilgi puanları, ekolojik ayak izini etkileyen günlük aktiviteler ve ekolojik ayak izinin bileşenleri ile ilgili içerik bilgisinden daha yüksek çıkmıştır. Bu çalışmada öğrencilerle ekolojik ayak izini artıran ya da azaltan faaliyetler üzerine sınıf dışında uygulamalı bir etkinlik yapıldığı için öğrencilerin ekolojik ayak izini etkileyen günlük aktivitelerle (4. soru) ilgili soruya daha rahat yanıt verdikleri sonucuna ulaşılabilir.

Aynı zamanda bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin ekolojik ayak izi testinde içerik bilgisi sorularını daha kolay yanıtlarken, ikinci aşamada yani verdikleri yanıtın gerekçesini soran sorularda daha çok zorlandıkları tespit edilmiştir. Benzer sonuca oluşan Liampa ve diğerleri. (2019) katılımcıların ekolojik ayak izi ile ilgili kavramsal anlayışlarını biraz geliştirdiklerini ifade etmişlerdir.

Bu çalışma sonucunda öğrencilerin doğru cevap yüzdelerinin ortalamaları testin aşamaları arttıkça düştüğü tespit edilmiştir. Yalnız birinci aşamayı doğru cevaplayanların yüzdesi, ilk iki aşamayı doğru cevaplayanlardan daha yüksektir. Üç aşamanın tümünü doğru cevaplayanların yüzdesi ise en düşük düzeydedir. Arslan ve diğerleri. (2012) öğretmen adaylarının küresel ısınma ile ilgili kavramsal anlayışları üzerine yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlara ulaşmıştır. Liampa ve diğerleri. (2019) geliştirdikleri ekolojik ayak izi tanı testinde de benzer sonuçları elde etmişlerdir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile ulusal literature kazandırılan üç aşamalı ekolojik ayak izi tanı testinin geçerli ve güvenilir bir test olduğu ve öğrencilerin ekolojik ayak izi bilgilerini test ederek, onların ekolojik ayak izi konusuna yönelik kavramsal anlayışlarını tespit etmede kullanılabileceği ortaya koyulmuştur. Üç aşamalı tanı testleri ölçmek istediği kavramı daha kesin bir şekilde ölçtüğü için kavram yanılgılarının belirlenmesinde daha geçerli ve güvenilir testlerdir (Peşman ve Eryılmaz, 2010). Bu testler fen eğitiminde içerik bilgisi, gerekçeli bilgi ve öğrencilerin kavramsal anlayışlarıyla ilgili değişimin izlenmesinde etkili bir ölçme aracı olarak kullanılabilir (Caleon ve Subramaniam, 2010). Örneğin, ekolojik ayak izi temalı çevre eğitimleri verilerek öğrencilerin ekolojik ayak izi bilgilerinin nasıl geliştiği tespit edilebilir.

Bu çalışmada testi geliştirenlerin önerisi doğrultusunda öğrencilere ekolojik ayak izi eğitimi verilmiş ve bu eğitimden sonra testin uygulaması gerçekleştirilmiştir. Her ne kadar çalışmanın amacı bu

eğitimin etkisini ölçmek olmasa da, bu çalışma bize bazı bulgular vermiştir. Bu bulgulara göre verilen eğitim öğrencilerin içerik bilgileri geliştirilirken, gerekçe ile ilgili bilgilerini geliştirmede çok etkili olmamıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda eğitimin süresi ve kapsamı genişletilip, etkinlik sayısı artırılarak öğrencilerin hem içerik bilgisi ve hem de gerekçe ile ilgili bilgilerinin gelişimleri araştırılabilir. Ayrıca ekolojik ayak izi kavramı ile ilgili öğrencilerin kavram yanılgıları tespit edilerek bu kavram yanılgılarının giderilmesi üzerine çalışmalar yapılabilir.

Ekolojik ayak izi kavramı sürdürülebilirlik için eğitimin önemli temalarından biridir. Bireylerin ekolojik ayak izi konusuna yönelik kavramsal anlayışlarını geliştirmek, sürdürülebilirlik bilinci kazanmalarında ve çevre dostu davranışlar edinmelerinde önemli rol oynar. Bu nedenle bu kavramın fen bilimleri öğretim programlarında daha fazla yer alması, ölçme ve değerlendirme aracı olarak kullanılması önemlidir. Bu çalışma lise öğrencileriyle gerçekleştirilmiş olsa da gelecekteki çalışmalarda öğretmen adayları ya da öğretmenlere uygulanarak testin geçerliliği ve güvenilirliği test edilebilir ve katılımcıların kavramsal anlayışları tespit edilebilir. Son olarak uluslararası karşılaştırmalı çalışmalar yapılarak diğer ülkelerdeki öğrenciler ile Türkiye'deki öğrencilerin ekolojik ayak izi anlayışları karşılaştırılabilir.

Ekolojik ayak izi tanı testinin Türkçe'ye uyarlanmasını içeren bu çalışmada Liampa ve diğerleri. (2019) tarafından belirlenen çalışmanın sınırlılıklarından biri, katılımcılar verdikleri cevaptan ne kadar emin olduklarını hem içerik bilgisi ve hem de gerekçe için birlikte puanlamalarıdır. Gelecek çalışmalarda dört aşamalı tanı testi geliştirilerek uygulanabilir ve öğrencilerin kavramsal anlayışları araştırılabilir. Çalışmanın bir başka sınırlılığı ise örneklemin yalnızca Ağrı ilinden olmasıdır. Gelecekte Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde araştırmalar yapılarak testin geçerlilik ve güvenilirliği desteklenebilir ve öğrencilerin kavramsal anlayışları araştırılabilir.



<http://kefad.ahievran.edu.tr>

Ahi Evran University Journal of Kırşehir Education Faculty

ISSN: 2147 - 1037

ENGLISH VERSION

Introduction

Today, severe changes in the world's biological systems (e.g., deterioration of life in the seas, melting of glaciers and acidification of the oceans) occur due to human activities, and it has been getting harder to reverse this situation day by day (Rockstörn, 2015). In the report published by the World Wide Fund (WWF) in 2020, it was stated that the health of humans and the planet are closely related. Deterioration of ecosystems due to human activities, the decrease in biodiversity and the increase in contact between wildlife and human life, epidemics, such as COVID-19, are becoming widespread (WWF, 2020).

In this age, which is called the Anthropocene (human age) by scientists, the biological, physical and chemical conditions of our planet have undergone considerable changes due to human activities (Wolff, 2020). In addition to all these, we are facing climate change as the most important crisis of our time. According to the report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2014), climate change accelerates existing risks and also creates new risks for nature and people. Due to all these crises, many living species are in danger of extinction.

The basis of all these problems lies in the unsustainable lifestyle and non-environmental (çevre dostu olmayan) attitudes and behaviors of people. Thus, the concept of sustainable development, which was defined by the World Commission on Environment and Development (WCED) in 1987, attracts more attention today. In the report "Our Common Future" sustainable development is defined as "meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs" (WCED, 1987). Sustainability is a multidimensional concept that involves environmental, social, ecological and economic issues.

Ecological sustainability refers to the sustainability of renewable resources and biological systems in nature (WWF, 2012). In other words, it means living without exceeding the world's biocapacity and without consuming natural resources. One of the indicators evaluating ecological sustainability is the ecological footprint (WWF, 2012). The concept of ecological footprint was first introduced by William Rees and Mathis Wackernagel and defined as: "the aggregate land (and water) area in various categories required by the people in a defined region to provide continuously all the

resources and services they presently consume and to absorb continuously all the waste they presently charge” (Wackernagel, 1994, p. 68). The ecological footprint measures the impact of human activities on the environment and helps society make the right decisions for the environment by raising awareness (Wackernagel and Rees, 1995).

WWF (2012) made a similar definition and explained the ecological footprint as follows: “A measure of how much area of biologically productive land and water an individual, population or activity requires to produce all the resources it consumes and to absorb the corresponding waste (such as carbon dioxide emissions from fossil fuel use), using prevailing technology and resource management practices. The Ecological Footprint is usually measured in global hectares. This also includes infrastructure and fields for vegetation that will absorb waste CO₂”(WWF, 2012, p. 6). The ecological footprint measures the demand on natural resources created by human activities. In other words, it refers to our planet's demand for biologically productive areas, such as forests, pastures, and wetlands, that is, for biocapacity (Liampa, Malandrakis, Papadopoulou, and Pnevmatikos, 2019). As the ecological footprint increases, the biocapacity decreases. Therefore, the ecological footprint should be smaller than the biocapacity as a criterion for sustainability. The ecological footprint concept allows us to better understand ecological sustainability and provides us with a concrete framework for action (Wackernagel, 1994). The ecological footprint concept helps us reveal the effects of both our individual and social lifestyles on the environment by providing visible, accessible and meaningful tools for education (Barrett, Birch, Cherrett and Simmons, 2004).

Ecological footprint calculation is also important in terms of monitoring the sustainability performance of institutions and raising awareness of individuals on sustainability-related activities (Gottlieb, Kissinger, Vigado-Gadot, and Haim, 2012). For example, Gottlieb, Vigado-Gadot, Haim, and Kissinger (2012) conducted a study with high school students. In their study, after informing them conceptually about the ecological footprint, they calculated the ecological footprint of schools regarding food, energy, transportation and consumption activities. Researchers have stated that there are many benefits of including the ecological footprint concept in the school curriculum. When reducing ecological footprint becomes the vision of schools, it helps students develop positive attitudes toward the environment, and increase their awareness and environmentally friendly behaviors (Gottlieb et al., 2012). At the same time, ecological footprint calculations enable students to improve their knowledge and understanding of ecological sustainability (Collins, Galli, Patrizi, and Pulselli, 2018). Thus, it is very important for schools to include the subject of ecological footprint in the curriculum and teach it in classrooms. In Turkey, it is seen that the ecological footprint subject is placed in the curriculum, which has been updated in recent years. For example, in the environmental education and climate change curriculum prepared for secondary schools, the subject of ecological footprint is also included so that students can understand the impact of their consumption habits on the environment (Ministry of National Education, 2022). In the science curriculum, six hours are allocated to the concept of

sustainable development (Ministry of National Education, 2018). Ecological footprint is an important tool in teaching the concept of sustainable development. In addition, the subject of ecological footprint was incorporated into 10th grade biology curriculum, and two learning objectives related to the subject were included:

a. "Activities related to ecological footprint, water footprint and carbon footprint are conducted."

b. "Solutions are developed to reduce the ecological footprint, water footprint and carbon footprint" (Ministry of National Education, 2018, p. 21).

Although the issue of ecological footprint has an important potential in education for sustainability, this issue is not adequately understood by students and teachers (Liampa et al., 2019). Gottlieb, Vigoda-Gadot and Haim (2013) emphasize that the concept of the ecological footprint is an indicator of sustainability and also an important educational approach to understanding the impact of environmental problems. The concept of the ecological footprint can be used as an important tool for students to acquire environmentally friendly behaviors (Gottlieb et al., 2013).

Literature Review

In the Turkish literature, related to educational research studies, there are various studies on the ecological footprint. Some of these studies include the calculation and evaluation of students' or pre-service teachers' ecological footprints (Keleş, Uzun, and Özsoy, 2008; Keleş, 2011) and examining the relationship between students' ecological footprint scores and their attitudes towards sustainable development (Demirtaş and Çinici, 2019; Karakaş, 2021). Some studies aimed to develop students' awareness, attitudes and behaviors toward the environment by preparing ecological footprint-oriented education programs (e.g., Çetin, Güven Yıldırım, and Aydoğdu, 2017; Karaarslan-Semiz and Çakır-Yıldırım, 2018). In recent years, there have been studies on the ecological footprint awareness scale and the determination of the ecological footprint awareness of secondary school students, teacher candidates and teachers (e.g., Çıkrık and Yel, 2019; Demirkol and Aslan, 2021; Güleç, 2022; Yiğitkaya, 2019). However, these studies do not reveal students' conceptual understanding of this subject, which is related to exploring how well students know about the ecological footprint, their level of understanding of the subject, and their misconceptions if they have. The reason for this situation is that any diagnostic test related to ecological footprint has not existed in the national literature.

In the international literature, there are studies related to improvement of students' environmentally friendly behaviors through ecological footprint-oriented environmental education (Gottlieb et al., 2013), the calculation and evaluation of the ecological footprint of teacher candidates (O'Gorman and Davis, 2013), and exploring the impact of consumption habits on the environment by calculating ecological footprint of students (Collins, Galli, Patrizi, and Pulselli, 2018). However, there are very few studies that has explored the conceptual understanding of students or teacher candidates

on the ecological footprint subject. Therefore, Liampa et al. (2019) developed a three-tier diagnostic test on ecological footprint concept. Based on the findings the researchers obtained during the test development phase, they stated that the students had difficulty in the questions about the reasoning tier of the test, they answered the questions about the content knowledge more easily, and they were less confident about answers they gave about the components of the ecological footprint. This three-tier diagnostic test can be used to evaluate the education programs developed for ecological footprint and to explore how well the ecological footprint topic is understood (Liampa et al., 2019). In this regard, three-tier ecological footprint diagnostic test developed by Liampa et al. (2019) has filled an important gap in the literature. Two or three-tier diagnostic tests are also used in various topics of Science Education.

Two or three-tier diagnostic tests have been used for a long time in science education to determine the misconceptions of teachers or students on certain subjects (Arslan, Çiğdemoğlu, and Moseley, 2012). In the two-tier diagnostic tests, the first tier consists of content information, while the second tier is about the reason for the response given in the first tier (Peşman and Yılmaz, 2010). In the three-tier diagnostic tests, on the other hand, in the third tier, students are asked how much they are confident about their answers, in this way more accurate evaluation about their understanding can be made (Hasan, Bagayoko, and Kelly, 1999; Özden and Yenice, 2017). Three-tier diagnostic tests are used in science education to identify misconceptions in various learning areas. For example, electricity in physics (Peşman and Eryılmaz, 2010), environmental issues, such as global warming, the greenhouse effect, and the atmosphere (Arslan et al., 2012, Çiğdemoğlu and Arslan, 2017), states of matter in chemistry (Kırbulut and Geban, 2014) and identify misconceptions about biological diversity (Yen, Yao, and Mintzes, 2007) and genetics (Kılıç and Sağlam, 2009). However, to our knowledge, there is not any study related to misconceptions about ecological footprint in the national literature.

The Significance of this Study

While children learn scientific knowledge in schools, they create synthetic models, alternative concepts or misconceptions in their minds (Vosniadou, 2012 as cited in Liampa et al., 2019). Although the concept of the ecological footprint was introduced in the 1990s, it is a new concept for children. Liampa et al. (2019) stated that the concept of ecological footprint is a new concept in education. More research studies should be conducted on misconceptions or alternative concepts in this regard. The concept of ecological footprint has taken attention in science, environmental education and biology curriculums, especially in Turkey, in recent years. Ecological footprint enables individuals and societies to better understand their individual effects on nature and to help them develop positive attitudes toward environment and environmentally friendly behaviors; hence, it is an important educational tool (Keleş et al., 2008). In addition, the concept of ecological footprint helps students learn about environmental sustainability and take action for the environment (Gottlieb et al., 2013).

The ecological footprint conceptual test can be used to evaluate how much students have learned the concepts before and after the training on ecological footprint (Liampa et al., 2019). Three-tier diagnostic tests are effective evaluation tools to measure the effectiveness of training (Arslan et al., 2012). As seen in the literature, studies on ecological footprint in Turkey are mostly about calculating ecological footprint scores (e.g., Keleş, 2011) or determining awareness of ecological footprint (e.g., Çikrik and Yel, 2019). However, these scales do not reveal students' or teachers' conceptual understanding and misconceptions about ecological footprint. In other words, a diagnostic test about the ecological footprint has not yet been developed. Thus, it is seen that a good concept diagnostic test is needed to evaluate the effectiveness of the training given in the research studies related to ecological footprint in Turkey. Based on this, this study aimed to adapt the three-tier ecological footprint diagnostic test developed by Liampa et al. (2019) into Turkish. Although Liampa et al. (2019) developed this diagnostic test for pre-service teachers, the scale is also suitable for the use of high school students since ecological footprint is included in the high school curriculum. The correspondences made with the researchers who developed the scale, also supported that the instrument is convenient for high school students. Gottlieb et al. (2012) state that the issue of ecological footprint will help high school students think critically about the environmental impact of their behavior and choices. In this respect, it is crucial to adapt the scale that reveals the concepts and misconceptions of high school students about the ecological footprint in Turkish. Hence, it was decided to translate the three-tier ecological diagnostic test of Liampa et al. (2019) into Turkish. Thus, this three-tier diagnostic test can be used to evaluate ecological footprint-oriented environmental education programs. The research questions of this study are as follows:

- Is the three-tier ecological footprint test adapted to Turkish a valid and reliable test to determine the conceptual understanding of high school students about ecological footprint?
- What are the high school students' conceptual understandings of ecological footprint according to the three-tier ecological footprint test adapted to Turkish?

Method

Study Group and Procedure

This research consisted of a pilot study and the main study. A pilot study is recommended to make the necessary revisions to the adapted tests (International Test Commission, 2017). Both studies were conducted in two Anatolian high schools located in the city center of Ağrı in Turkey. Since the ecological footprint concept is included in the 10th-grade biology curriculum, high school students were chosen as the sample group in the pilot and main study. In addition, the schools where this study was conducted were the schools where researchers could reach easily. Thus, homogeneous sampling is a convenient and purposeful sampling technique used in this study (Etikan, Musa, and

Alkassim, 2016; Fraenkel, Wallen, and Hyun, 2012). The universe of the present study consisted of 9th and 10th grade Anatolian High School students studying in Ağrı.

In the pilot study, 127 (65 female and 62 male) students participated. There were 10th-grade high school students and their major area at school was Mathematics and Science. The sample of the main study consisted of 397 students who were in the 9th and 10th grade level (230 female, 151 male, 16 participants did not specify gender) and studying at two Anatolian high schools in Ağrı. These students' major was also Mathematics and Science.

Adaptation Procedure

After the necessary permissions were obtained from the authors (Liampa, et al., 2019) who developed the ecological footprint three-tier diagnostic test, the schools where the present study would be conducted were determined. All the items in the English version of the test were translated into Turkish by the researchers. Thereafter, the translated diagnostic test was sent to an expert team. This expert team included an environmental engineer, a mechanical engineer, a biologist and a linguist. The research area of the experts was related to sustainability issues. For example, the researcher who was an expert in mechanical engineering had academic research studies on the effects of renewable energy on the environment, society and economy. Another researcher, who was an expert in the field of biology, also has research studies in sustainability and ecology. This expert team translated the whole diagnostic test, and then the researchers came together and compared the translations, and the final version of the diagnostic test was constituted after having a negotiation with the experts on the different translations. For example, two translations emerged in the translation of the original sentence, which was "The amount of biologically productive land and water area required to produce all the resources humans consume and to absorb the waste they generate." The first Turkish translation was "İnsanların tükettikleri bütün kaynakları üretebilmek ve ortaya çıkardıkları atıkları bertaraf edebilmek için gerekli olan biyolojik olarak verimli arazi ve su alanı miktarıdır." The second translation was "İnsanların tükettikleri bütün kaynakları üretebilmek ve ortaya çıkan atıkların absorbe edilebilmesi için gerekli olan biyolojik olarak verimli arazi ve su alanı miktarıdır." As the environmental engineer expert stated that the term "atıkların bertaraf edilmesi (waste disposal)" was frequently used in the waste management system in Turkish, it was decided to use the first translation in the pilot study. Translations for each item and choices were compared, and differences between translations were discussed. Given the field terminology and the structure of the Turkish language, the items were finalized. Later, the Turkish translations were translated into English by a language expert and this version was compared with the original one. In the end, the Turkish translation of the three-tier diagnostic test was finalized for the pilot study based on the opinions of the language expert about the clarity, terminology, and cultural relevance of the items.

Liampa et al. (2019) stated that as the ecological footprint is a new concept for students, education about the concept should be given and then the ecological footprint diagnosis test should be applied. Thus, before the ecological footprint diagnosis test was applied in the pilot and the main study, four hours of ecological footprint education was given to the students. This education included two hours of theoretical part and two hours of practical part. This education was given to students in accordance with the course requirements and time allocated in the biology curriculum. Content knowledge part of the education included subjects related to the meaning of ecological footprint, the relationship between ecological footprint and biocapacity, comparison of countries' ecological footprint, and human activities (food, shelter, transportation, energy and waste) that decrease or increase ecological footprint. These subjects were explained through lecturing and discussion strategies. After the theoretical part of the lesson, an outdoor activity which is explaining the relationship between ecological footprint, population growth and biocapacity was applied (Karaarslan-Semiz and Çakır-Yıldırım, 2018). In this activity, students who were placed in different group sizes (the size of the groups represents the population) discussed the situations which increase or decrease ecological footprint based on the example activities presented to them (e.g., planting grass instead of planting trees) (Karaarslan-Semiz and Çakır-Yıldırım, 2018). As suggested by Liampa et al. (2019), the diagnostic test was administered to the participants three weeks after the training. The students were informed about the purpose of the present study and their response to the test would not have an effect on their course grades. It took approximately one class hour for the students to answer the whole diagnostic test.

Ecological Footprint Diagnostic Test Adapted to Turkish

Ecological footprint diagnosis test developed by Liampa et al. (2019) consists of 13 questions in total and includes one, two and three-tier format questions. The first three questions in the diagnostic test include two tiers. In these three questions, the first tier measures content knowledge (content tier) and the second tier measures how confident students (confidence tier) are in their responses. Nine of the questions in this diagnostic test (questions 5, 6, 7, 8 and 9) include three tiers. The first tier measures content knowledge, the second tier measures the reason for the responses given in the first tier, and the third tier measures how confident students are in their responses given in the first two tiers. Another question (question 4) includes one-tier. This question consists of nine sub-questions and measures only content knowledge. The total number of items in this diagnostic test is 42 (see Appendix-1 for Turkish adaptation of the test).

The ecological footprint diagnostic test was comprised of three categories which are (1) the conceptual definition of the ecological footprint, (2) the daily activities that affect the ecological footprint, and (3) the components of the ecological footprint. The questions related to these categories are displayed in Table 3. These questions describe the scientific definition of ecological footprint, its unit, purpose of use and ecological destruction. In the category of daily activities that affect the

ecological footprint, there are several questions related to human activities that increase or decrease the ecological footprint (e.g., consuming organic food, greening parks with grass instead of trees), and the impact of different lifestyles on the ecological footprint. In the components of the ecological footprint category, there are questions related to the impact of meat consumption, road and building construction, paper consumption, landfills, heating and cooling systems, and seafood/fishing-related activities on the ecological footprint (Liampa et al., 2019).

Data Analysis

To reveal how the items in the ecological footprint diagnostic test were processed, item analysis was performed. The data were analyzed using the Test Analysis Program (TAP) program developed by Brooks and Johanson (2003), which performs item analysis based on classical test theory. In this analysis, item difficulty value, item discrimination value and KR-21 values were examined. Item difficulty value expresses the percentage of those who answered the question correctly (Crocker and Algina, 1986). Crocker and Algina (1986) suggest that this value should be close to 0.50. If the item difficulty value moves away (uzaklaşırsa) from 0.50, it indicates that the problem is easy, and if it falls below this value, then it indicates that the problem is difficult. According to Henryssen (1971), if the point-biserial correlation value of the item is between 0.30 and 0.40, then the item difficulty index might be between 0.40-0.60. Henryssen (1971) recommends 0.30 and above as a reference value for biserial correlation. If the biserial correlation value of the item is above 0.60, a wider item difficulty value can be accepted (Henryssen, 1971 as cited in Crocker and Algina, 1986). Chase (1999) and Erkuş (2006) suggest that items having an item difficulty value of lower than 0.20 and higher than 0.85 should not be included in the test. Tekin (1996), on the other hand, states that the average difficulty value of the achievement test should be close to 0.50.

To calculate item discrimination value, a group of 27% with the highest score in the diagnostic test and a group of 27% with the lowest score are determined. After that, the item discrimination value is calculated by considering the scores of these groups. This value indicates how well the test discriminates between successful and unsuccessful individuals. Items with a discrimination index of 0.30 and above are considered discriminating items and are recommended to be included in the test (Ebel and Frisbe, 1991; Erkuş, 2006).

To provide the reliability of the ecological footprint test, the KR-20 value was examined. Given that this value is 0.70 and above indicates that the test meets the reliability criterion (Salkind, 2010). Some calculations about the confidence level of the students were made by considering the indexes explained below:

a) General mean confidence (CF): It is the general mean confidence of students for giving correct or incorrect responses.

b) Mean confidence for the correct responses (CFC): The mean confidence of students who answered the questions correctly.

c) Mean confidence for the incorrect responses (CFW): The mean confidence of students who answered the questions incorrectly.

d) Mean confidence accuracy [$CAQ=(CFC-CFW)/\text{standard deviation (SD)}$ of students' mean confidence about the question]. The CAQ value gives the standardized value of confidence discrimination, which shows whether students can distinguish between what they know and what they do not know (Lundeberg, Fox, Brown, and Elbedour, 2000).

e) Confidence bias value [$CB=(CF-1)/5$ -percentage of students who gave correct responses to both tiers]. In this index, the degree of confidence level in the response takes a value between 0 and 1 (Liampa et al., 2019). When the CB is positive, it indicates that students are very confident about their responses. When the value is negative, it means that students are less confident, and when CB equals zero, it means that they have perfect calibration (Stankov and Crawford, 1997).

Ethical Permission

This study was prepared based on the ethical rules of "Higher Education Institutions Scientific Research and Publication Ethics Instructions." None of the situations stated under the title of "Actions against Scientific Research and Publication Ethics," which is the second part of the instructions, have been realized. The data were collected in the spring semester of the 2017-2018 academic year after taking the necessary permissions from the Directorate of National Education of Ağrı Province (Ağrı İl Milli Eğitim Müdürlüğü). The researchers informed the students about the purpose of the present research and collected the data in the classroom based on the students' voluntary participation.

Results

Pilot Study

Three-tier ecological footprint diagnostic test, including 30 items in total, consists of the content information about the ecological footprint (1st tier) and justification part (2nd tier). The KR-20 value for these items was .66. The Cronbach α reliability coefficient of 12 items (3rd tier) measuring how confident the students were about their answers was calculated as .81. The mean item difficulty index of the test was 0.52, and the mean discriminant index was 0.29. It is seen that these values are within the recommended ranges in the literature (Tekin, 1996).

In Table 1, item difficulty and discrimination indices were evaluated. The questions in the 1st and 2nd tiers have seven items with a difficulty value of less than 0.20 and greater than 0.85, which were 1i, 3i, 4c, 6i, 7ii, 9ii and 13i. When the item difficulty index of both tiers was examined, the item difficulty index of five items was below the reference value, which were questions 5, 7 and 9. Item discrimination of 14 items' value is less than 0.30, which were 1i, 2i, 3i, 4c, 4e, 5i, 6i, 6ii, 7ii, 9ii, 10ii, 11ii, 13i, 13ii. When

the discrimination index of both tiers was examined, five items were below the reference value. These items were 5, 7, 9, 11 and 13. These items were revised and modified for the main study. The items were revised again by consulting expert opinions. For example, the sentence structure in the correct answer to question 1i (Definition of ecological footprint) was changed. In the pilot study, this response was used as “the amount of biologically productive land and water area required to produce all the resources humans and to absorb of the waste they create.” Since the word “absorb” used in this sentence may not be understood by the students, the sentence was changed to a simpler form for the main study as follows: “indicating the amount of biologically productive land and water area which is required for meeting the needs of people and to dispose of the wastes.” Experts were consulted about the revised items. For example, experts expressed their opinion about the change in this item that this sentence confirms the definition of ecological footprint scientifically. After the revisions were made related to the above-mentioned items, which have difficulty index and discrimination index below the reference values, expert opinions were retaken for these revisions, and then the test was finalized for the main study.

Students seemed confident with their answers (mean of CF=4.03). The results showed they were confident when they gave the correct answer (mean of CFC=4.19). However, they were confident (mean of CFW=3.94) even when they gave wrong answers. It was observed that students who gave correct answers were overconfident in their answers in 9 out of 12 questions (>4), and students who gave wrong answers were overconfident in 5 out of 12 questions. The average confidence accuracy quotient (CAQ) value was 0.18. This value shows that students cannot distinguish between what they know and what they do not know. The mean confidence bias value was also calculated for each item. The average of certainty bias (CB) was also 0.04. Given that this value is different from zero and is positive indicates that the students are generally sure of their answers. When the CB value was examined for each item, there were both positive and negative values. The CB value of seven items in the test was negative. It can be concluded that students feel unconfident about these items. There were five items with positive CB values. Regarding these items, it can be concluded that the students felt very confident about these items. Table 1 presents the item statistics obtained from the pilot study.

Table 1. Item analysis of the pilot study

	Item difficulty index			Item discrimination index			Biserial correlation		Confidence				
	1 st tier	2 nd tier	Both tiers	1 st tier	2 nd tier	Both tiers	1 st tier	2 nd tier	CF	CFC	CFW	CAQ	CB
1	0.06	-	-	0.11	-	-	0.33	-	4.19	4.50	4.17	0.29	0.58
2	0.80	-	-	0.27	-	-	0.37	-	4.36	4.49	3.79	0.50	-0.13
3	0.16	-	-	0.04	-	-	0.13	-	4.02	4.15	3.99	0.12	0.44
4a	0.61	-	-	0.45	-	-	0.49	-	-	-	-	-	-
4b	0.84	-	-	0.30	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-
4c	0.87	-	-	0.21	-	-	0.58	-	-	-	-	-	-
4d	0.83	-	-	0.40	-	-	0.78	-	-	-	-	-	-
4e	0.40	-	-	0.17	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-
4f	0.80	-	-	0.39	-	-	0.57	-	-	-	-	-	-
4g	0.47	-	-	0.39	-	-	0.38	-	-	-	-	-	-
4h	0.83	-	-	0.33	-	-	0.71	-	-	-	-	-	-
4i	0.69	-	-	0.54	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-
5	0.29	0.28	0.09	0.16	0.32	0.15	0.12	0.32	3.42	3.83	3.38	0.33	0.19
6	0.87	0.57	0.53	0.21	0.20	0.29	0.54	0.26	4.53	4.71	4.33	0.28	-0.16
7	0.54	0.14	0.08	0.53	0.05	0.12	0.53	0.06	3.87	4.50	3.82	0.48	0.03
8	0.80	0.25	0.24	0.38	0.37	0.38	0.65	0.48	4.20	4.39	4.14	0.17	-0.16
9	0.72	0.03	0.02	0.30	0.02	0.05	0.51	0.36	4.43	4.33	4.44	-0.08	-0,03
10	0.69	0.30	0.23	0.40	0.24	0.38	0.46	0.26	3.69	3.97	3.61	0.26	-0.15
11	0.39	0.11	0.09	0.47	0.08	0.10	0.47	0.23	3.95	3.73	3.97	-0.15	0.20
12	0.55	0.41	0.33	0.55	0.43	0.38	0.52	0.43	3.06	3.19	3.00	0.12	-0.14
13	0.94	0.20	0.19	0.12	0.19	0.21	0.72	0.17	4.65	4.54	4.68	-0.11	-0.21
Mean	0.63	0.25	0.20	0.32	0.21	0.23	0.50	0.29	4.03	4.19	3.94	0.18	0.04
SD	0.25	0.16	0.16	0.15	0.14	0.13	0.18	0.13	0.47	0.44	0.47	0.22	0.26

Note. CF: general confidence for the question. CFC: mean confidence of students who gave correct responses to the question. CFW: mean confidence of students who gave incorrect responses to the question. CAQ: confidence accuracy quotient. [CAQ=(CFC-CFW)/SD of all confidence ratings for the question]. CB: Confidence bias [CB=(CF-1)/5- proportion of STs who gave correct responses for both tiers].

Main Study

According to the results obtained in the pilot study, the main study was conducted by making the necessary revisions. After the analysis of the data obtained from the pilot study, no items were removed from the test. According to the result of the item analysis in the main study, the KR-20 value of 30 questions in the content and reasoning tiers was 0.77. It was observed that the reliability coefficient obtained from the pilot study increased in the main study. According to the data obtained from the TAP analysis, the mean of item difficulty index was 0.58, and the mean discrimination value was 0.38. As shown in Table 2, the mean of item discriminant values of the 1st tier, 2nd tier and both tiers were 0.65, 0.40 and 0.34, respectively. The mean discrimination values were 0.36, 0.40 and 0.44 for these tiers, respectively. The Cronbach α value was 0.85 for the items measuring how confident the students were about their answers. Since all these values were within the recommended value ranges, it was decided to keep all items in the test. The item analysis results obtained from the main study were also analyzed

for each item and the results are shown in Table 2. While creating this table, those who gave correct answers to the questions in the first tier were coded as one, and those who gave wrong answers were coded as zero. Those who gave correct answers to the questions in the second tier were coded as one, and those who gave wrong answers were coded as zero. Finally, those who answered correctly to both tiers (1st tier and 2nd tier) were coded as one, while the others were coded as zero. Item analysis statistics were made for the 1st tier, the 2nd tier and both tiers and the results are presented in Table 2.

Table 2. *Item analysis of the main study*

	Item difficulty index			Item discrimination index			Biserial correlation		Confidence				
	1 st tier	2 nd tier	Both tiers	1 st tier	2 nd tier	Both tiers	1 st tier	2 nd tier	CF	CFC	CFW	CAQ	CB
1	0.18	-	-	0.02	-	-	0.03	-	3.99	3.53	3.99	-0.34	0.40
2	0.83	-	-	0.34	-	-	0.41	-	4.35	4.63	2.94	1.12	-0.16
3	0.53	-	-	0.30	-	-	0.24	-	3.97	4.20	3.69	0.39	0.06
4a	0.63	-	-	0.30	-	-	0.31	-	-	-	-	-	-
4b	0.85	-	-	0.36	-	-	0.49	-	-	-	-	-	-
4c	0.77	-	-	0.44	-	-	0.49	-	-	-	-	-	-
4d	0.84	-	-	0.41	-	-	0.58	-	-	-	-	-	-
4e	0.39	-	-	0.23	-	-	0.19	-	-	-	-	-	-
4f	0.73	-	-	0.37	-	-	0.39	-	-	-	-	-	-
4g	0.55	-	-	0.32	-	-	0.29	-	-	-	-	-	-
4h	0.78	-	-	0.38	-	-	0.48	-	-	-	-	-	-
4i	0.66	-	-	0.40	-	-	0.41	-	-	-	-	-	-
5	0.53	0.36	0.25	0.19	0.30	0.28	0.12	0.23	3.90	4.63	3.65	0.65	0.05
6	0.77	0.62	0.57	0.40	0.53	0.56	0.43	0.44	4.17	4.64	3.53	0.72	-0.14
7	0.53	0.36	0.28	0.58	0.41	0.43	0.48	0.34	3.78	4.56	3.46	0.67	0.03
8	0.78	0.50	0.47	0.48	0.60	0.66	0.55	0.44	4.13	4.60	3.71	0.59	-0.15
9	0.75	0.11	0.09	0.40	0.08	0.11	0.44	0.12	4.28	4.44	4.26	0.12	-0.09
10	0.63	0.34	0.27	0.53	0.38	0.49	0.46	0.31	3.76	4.21	3.59	0.40	-0.08
11	0.47	0.42	0.36	0.50	0.49	0.38	0.39	0.36	3.79	4.09	3.62	0.30	0.09
12	0.54	0.42	0.34	0.57	0.44	0.50	0.47	0.35	3.28	3.72	3.03	0.44	-0.08
13	0.91	0.47	0.43	0.15	0.41	0.55	0.33	0.33	4.32	4.63	4.09	0.36	-0.25
Mean	0.65	0.40	0.34	0.36	0.40	0.44	0.38	0.32	3.98	4.32	3.63	0.45	-0.03
SD	0.18	0.14	0.14	0.14	0.15	0.17	0.14	0.10	0.30	0.38	0.38	0.36	0.17

Note. CF: general confidence for the question. CFC: mean confidence of students who gave correct responses to the question. CFW: mean confidence of students who gave incorrect responses to the question. CAQ: confidence accuracy quotient. [CAQ=(CFC-CFW)/SD of all confidence ratings for the question]. CB: Confidence bias [CB=(CF-1)/5- proportion of STs who gave correct responses for both tiers].

Item statistical results in the main study revealed that there were two items with an item difficulty index less than 0.20 for the first and second tiers. These items were 1i (conceptual definition of ecological footprint) and 9ii (justification of the effect of paper consumption on ecological footprint). Although the item difficulty indexes of both items increased compared to the pilot study, they were still below 0.20. In addition, the discrimination indexes of these items were low. Since the item difficulty index of item 1i was very close to 0.20 and the reliability of the whole test was good, it was decided to

keep these items in the test. In the original version of the test, the item difficulty index of item 9ii was also below the reference value. However, to maintain the construct validity of the test, Liampa et al. (2019) decided to keep this item in the test. Since a similar result was obtained in this study, given the decision taken in the original form of the test, it was decided to include this item in the Turkish version. There was one item with an item difficulty index less than 0.20 for both tiers, which was item 9 (effect of paper consumption on ecological footprint). Although 75% of the students answered the content knowledge of this item correctly, only 11% answered the reasoning question correctly and 9% answered both tiers correctly. There was one item with an item difficulty index greater than 0.85 (item 13). This item was about the effects of growing vegetables in the garden of the house on the ecological footprint. Although 91% of the students answered this question correctly, only 47% of the students answered the reason for this question (13ii) correctly.

Items with item discrimination below the reference value (0.30) were items of 1i, 4e, 5i, 9ii, and 13i. The discrimination index of items 1i, 9ii and 13i was below 0.30 in the original test as well. Item difficulty indexes of items 4e and 5i were within reference values. Since the reliability of the test was above 0.70, the mean item difficulty index and mean discrimination were included in the reference values, and the results we obtained were similar to the values obtained in the original test, it was decided to keep these items in the test. In addition, it is emphasized in the literature that the difficulty indexes and distinctiveness of the three-tier diagnostic tests were quite low compared to the single-tier diagnostic tests, which was due to the nature of the three-tier diagnostic tests (Çiğdemoğlu and Arslan, 2017; Peşman and Eryılmaz, 2010).

As shown in Table 2, the students seemed quite sure of their answers (mean CF=3.98). It was revealed that students who answered the questions correctly were very confident (average CFC = 4.32). Those who gave the wrong answers to the questions were less sure of themselves (mean CFW= 3.63). It was observed that the students who answered the questions correctly were overconfident in their answers in 10 out of 12 questions (>4), and the students that gave the wrong answer were overconfident in two of the 12 questions (questions 9 and 13). The mean confidence accuracy quotient (CAQ) value was 0.45. This value shows that students can distinguish between what they know and what they do not know throughout the test. When this value was analyzed on a question basis, it was observed that all items had a high CAQ value (greater than 0.30), except for three questions (questions 1, 9 and 11). Although the students could not distinguish between what they knew and what they did not know in questions 1, 9 and 11, it was observed that they could make this distinction in the remaining questions. The negative CAQ value in Question 1 shows that the students who answered the question incorrectly were more confident about their answers than those who answered correctly. The mean confidence bias (CB) was negative (-0.03, SD: 0.17). This shows that students are generally unconfident about their answers to the questions. When analyzed on an item basis, it shows that students trust their answers in five questions (questions 1, 3, 5, 7, and 11) and they feel unconfident about their answers in seven

questions (questions 2, 6, 8, 9, 10, 12, and 13). No substance with a CB value of 0 was observed. As a result, although the students distinguished between what they knew and what they did not know in the overall ecological footprint test, it was revealed that they felt unconfident about their answers.

Students' Conceptual Understanding of Ecological Footprint

The percentages of correct answers for each question in the ecological footprint diagnostic test are shown in Table 3.

Table 3. Percentages of correct answers for each question (main study, n=397)

Categories	Questions	Percentage of the correct answer
Conceptual Definition of EF	1i	18
	1ii	75
	2i	83
	2ii	76
	3i.	53
	3ii.	73
	5i.	53
	5ii.	36
	5iii.	69
	Everyday activities affecting EF	4a
4b.		84
4c.		77
4d.		84
4e.		38
4f.		73
4g.		54
4h.		78
4i.		67
13.i		91
13ii.		47
iii.		81
6i.		77
6ii.	62	
6iii.	76	
EF components	7.i.	53
	7ii.	35
	7iii.	65
	8.i.	79
	8ii.	50
	8iii.	77
	9i.	75
	9ii.	11
	9iii.	79
	10.i	63
	10ii	34
	10iii.	63
	11.i.	48
11ii.	42	
11iii.	66	
12i.	54	
12ii.	42	
12iii.	48	

As shown in Table 3, the mean percentage of correct answers to the content information (1st tier) was 65% (SD=17.5, min: 18%, max: 91%), and the mean percentage of correct answers to the reasoning (2nd tier) was 40%. (SD=13.9, min: 11%, max: 62%). The mean confidence tier in this area was 71% (SD= 9.18, min: 48%, max: 81%). The mean percentage of correct answers to questions about the conceptual definition of ecological footprint (1st tier and 2nd tier) was 49% (SD= 24.07, min: 17%, max: 83%), and the rate of confidence in the answers to these questions were 73% (SD= 3.10, min: 69%, max: 76%). The mean percentage of correct answers about the effects of daily activities (e.g., consuming organic food, exchanging clothes among friends) on the ecological footprint was 69% (SD= 15.6, min: 38%, max: 91%), and the confidence about these questions was 79% (SD: 3.6, min: 76, max: 81). Finally, the mean percentage of correct answers to the area of ecological footprint components (e.g., meat consumption, paper consumption, landfills) was 49% (SD= 18.5, min: 11%, max: 79%). The confidence rate in this area was 66% (SD= 11.2, min: 48, max: 79). According to these findings, while the students answered the majority of content knowledge correctly (65%), they had difficulty giving the correct answer to reasoning tier (40%). In addition, while the students answered the questions about the effects of daily activities on the ecological footprint more easily, they had difficulties in the questions about the conceptual definition and components of the ecological footprint. At the same time, students were most confident in their answers (79%) about the effects of daily activities on the ecological footprint.

The percentages of correct answers of the students according to the tiers are given in Figure 1.

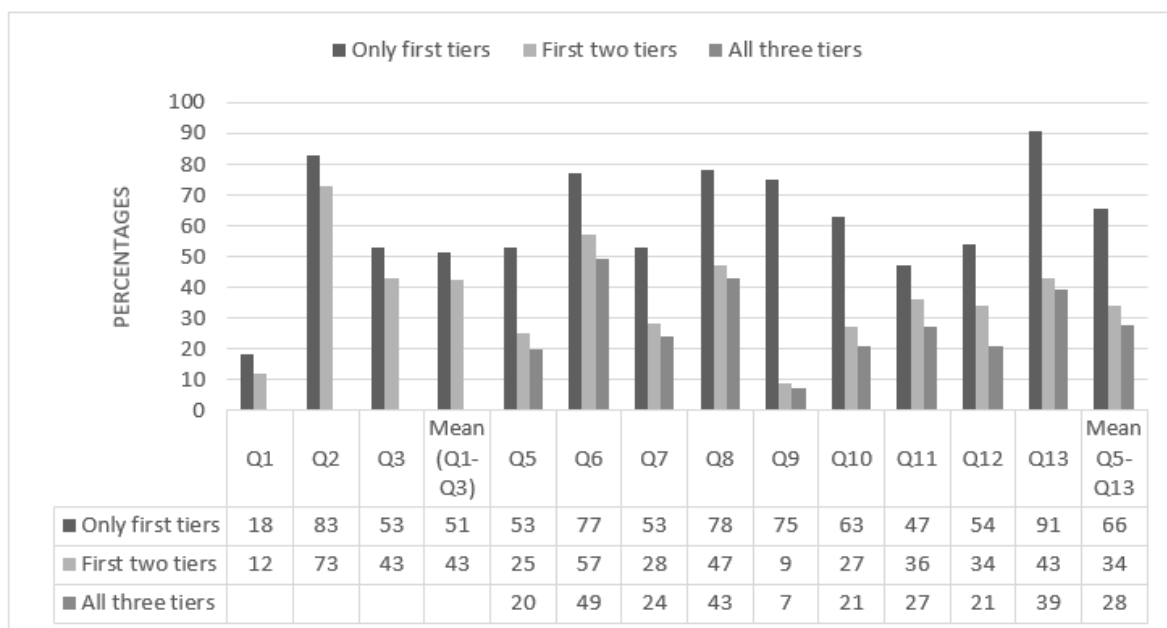


Figure 1. The percentages of correct answers of the students according to the tiers (main study, n=397).

The questions from the first question to the third question were two tiers, and the questions from the fifth question to the 13th question are three-tiers. Since the second and third tiers were not included in the fourth question, it was not included in the graph. Figure 1 shows the average rates of

students' answers to three tiers. In the first tiers, the correct answers were coded as "1" and the wrong answers coded as "0". In the first two tiers, the correct answers to both the content tier and the reasoning tier were coded as "1", while the others were coded as "0". In all three tiers, those who answered both tiers correctly and were sure, very sure and absolutely sure of their answers were coded as "1", and the others were coded as "0". Accordingly, the correct answer rates of the students were calculated and the graph in Figure 1 was created. As can be seen in Figure 1, as the number of tiers increased, the rate of correct response decreased. Since the first three questions were about content knowledge and the degree of confidence in the answer, there were two tiers. While calculating the first two tiers in these three questions, those who answered the first question correctly and were sure, very sure and absolutely sure of the answer were coded as "1", and the other alternatives were coded as "0". While the average of only the first tier was 51% in these first three questions, this rate decreased to 43% in the first two tiers. In the two-tier questions, the most correct answer in the first two tiers was the second question (unit of ecological footprint), while the least correct answer was question 1 (definition of ecological footprint). The questions in questions 5-13 are three tiers. For these questions, while the average of only the first tier was 66%, the rate of those who answered both the content information and reasoning questions correctly decreased to 34%, which decreased to 28% for all three tiers. Among the three-tier questions, the question with the highest rate of correct answers in all three tiers was the 6th question (which settlement has the largest ecological footprint?), while the least correct answer was the 9th question (effect of paper consumption on the ecological footprint) with 7%. As a result, as the number of tiers increased, the rate of correct answers to the questions decreased.

Discussion, Conclusion and Suggestions

This study is about adapting the three-tier ecological footprint diagnostic test into Turkish, which can be used to measure high school students' conceptual understanding of ecological footprint.

The original test was developed by Liampa et al. (2019). The content of the test adapted into Turkish is the same as the original one. Since only the fifth question in the test is about the ecological footprint and biocapacity of Greece, this question has been revised based on Turkey's ecological footprint and biocapacity values. As the ecological footprint of both Greece and Turkey is greater than their biocapacity, only the numerical values differ in the content of the problem. The content of the remaining questions is the same as being in the original one.

The KR-20 value was calculated to provide the reliability of the test and this value was 0.77 in the main study. The Cronbach α value was 0.85 for the items measuring how confident the students were about their responses. In the original form of the test, the KR-20 value was 0.79, and the Cronbach α value was 0.86, regarding how confident the participants were in their responses. In this respect, the reliability of this test adapted to Turkish is similar to the original one. These results show that the test

is valid and reliable. Tests that show a KR-20 value of 0.70 and above are considered reliable (Salkind, 2010).

Some of the studies related to the ecological footprint in Turkish literature are related to calculating the ecological footprint scores of the participants (e.g., Keleş, 2011), while some of them are linked to revealing the ecological footprint awareness and views of the students (e.g., Artvinli, Aydın, and Terzi, 2019; Cycling and Wind, 2019; Demirkol and Aslan, 2021). However, to our knowledge, no test is available in the national literature that reveals students' conceptual understanding of ecological footprint. Although the calculating students' ecological footprint scores gives important clues about their environmentally friendly behaviors, they do not provide information about students' conceptual understanding of ecological footprint. In recent years, the subject of ecological footprint has been included in middle school science and high school biology curricula in Turkey and it is a new concept for students. Thus, adapting this diagnostic test to Turkish can contribute to science education literature. Conceptual understanding of the students about the subject can be determined. In this respect, through this three-tier diagnostic test adapted into Turkish, the content knowledge of the students about the ecological footprint, their reasons and how confident they are in their responses can be measured and their misconceptions can be revealed. Moreover, this test can be used for evaluation purposes. The effects of ecological footprint-oriented environmental education programs on students' conceptual understanding of ecological footprint can be measured.

According to the results obtained from this study, students' average score of being confident about the responses to the questions was quite high. However, the rate of correct responses to the first two tiers (43%) and all three tiers (28%) is quite low. This result shows that students may have misconceptions about the ecological footprint. Similarly, in the study conducted by Liampa et al. (2019), while the general mean and rate of confidence in the ecological footprint diagnosis test were high, the rate of those who answered correctly in the first two tiers (for the first three questions) and all three tiers was quite low. According to Liampa et al. (2019), the concept of ecological footprint is a fairly new concept and students have misconceptions even if they have training about this subject.

Although students' content knowledge about the conceptual definition of the ecological footprint is insufficient in this study, their content knowledge about the daily activities that affect the ecological footprint is adequate. Liampa et al. (2019), on the other hand, found that participants' content knowledge scores on the conceptual definition of ecological footprint were higher than the content knowledge on daily activities affecting the ecological footprint and the components of the ecological footprint. In this study, it can be concluded that the students responded more easily to the question about the daily activities (question 4) that affect the ecological footprint since a practical activity related to daily activities that increase or decrease the ecological footprint was conducted outside the classroom. At the same time, according to the results obtained from this study, it was determined that while the

students answered the content knowledge questions easier in the ecological footprint test, they had more difficulty in the second tier, that is asking the reasons of their responses. Liampa et al. (2019) reached a similar conclusion, and the authors stated that the participants slightly improved their conceptual understanding of the ecological footprint.

As a result, it was determined that the mean percentage of the students' correct responses decreased as the tiers of the test increased. The mean percentage of those who answered only the first tier correctly is higher than those who answered the first two tiers correctly. The percentage of those who answered all three tiers correctly is at the lowest level. Arslan et al. (2012) reached similar results in their study on pre-service teachers' conceptual understanding of global warming. Liampa et al. (2019) also obtained similar results in the ecological footprint diagnostic test that they developed.

In conclusion, it has been revealed that the three-tier ecological footprint diagnosis test, which has made a contribution to the national literature through this study, is a valid and reliable test. This test can be used to determine the students' conceptual understanding of ecological footprint by measuring their ecological footprint knowledge. Peşman and Eryılmaz (2010) emphasized that three-tier diagnostic tests are more valid and reliable tests in identifying misconceptions as they measure the concept more precisely. These tests can be used as an effective measurement tool in monitoring the change in students' content knowledge, reasonable knowledge and conceptual understandings in science education (Caleon and Subramaniam, 2010). For example, it can be determined how students' ecological footprint knowledge changes by designing an ecological footprint-oriented environmental education program.

In this study, ecological footprint education was given to the students in line with the suggestion of the test developers, and after this training, the test was applied. Although the purpose of the present study was not to measure the impact of this training, this study provided us with some findings. According to these findings, while this education develops the students' content knowledge, it was not very effective in improving their knowledge about the justification. In further studies, the development of students' content knowledge and justification can be investigated by expanding the duration and scope of ecological footprint education and increasing the number of activities in this education. In addition, students' misconceptions of ecological footprint concept can be identified and studies can be conducted to remediate these misconceptions.

The concept of ecological footprint is one of the important themes of education for sustainability. Developing individuals' conceptual understanding of the ecological footprint concept plays an important role in developing their sustainability awareness and increasing their environmentally friendly behaviors. Thus, this concept can be incorporated more into science education programs and this test can be used as a measurement and evaluation tool. Although this study was implemented with high school students, in further studies, the validity and reliability of the test can be

tested by applying it to pre-service and in-service teachers, and their conceptual understanding can be identified. Finally, the ecological footprint understanding of students in Turkey and other countries can be compared by conducting cross-cultural studies.

One of the limitations of the present study, which was also described by Liampa et al. (2019), is that the participants scored how confident they were in their responses, both for content knowledge and reasoning. In further studies, a four-tier diagnostic test can be developed and applied and students' conceptual understandings can be investigated. Another limitation of this study is that the sample was selected only from the province of Ağrı. In the future, by conducting further studies in different geographical regions of Turkey, the validity and reliability of the test can be supported and students' conceptual understanding can be explored.

Kaynakça

- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680618>
- Artvinli, A.; Aydın, R., & Terzi, İ. (2019). Pre-service teacher education at ecological footprint awareness: Level of classroom teacher candidates. *Osmangazi Journal of Educational Research*, 6(1), 1-24.
- Barrett, J., Birch, R., Cherrett, N., & Simmons, C. (2004). *An analysis of the policy and educational applications of the ecological footprint*. York: Stockholm Environment Institute
- Brody, S. D., & Ryu, H. (2006). Measuring the educational impacts of a graduate course on sustainable development. *Environmental Education Research*, 12(2), 179-199. <https://doi.org/10.1080/13504620600688955>
- Brooks, G. P., & Johanson, G. A. (2003). Test analysis program. *Applied Psychological Measurement*, 27(4), 303-304. <https://doi.org/10.1177/0146621603027004007>
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961. <https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Chase, C.I. (1999). *Contemporary assessment for educators*. Longman
- Collins, A., Galli, A., Patrizi, N., & Pulselli, F. M. (2018). Learning and teaching sustainability: The contribution of Ecological Footprint calculators. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1000-1010. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.024>
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. CBS College Publishing
- Çetin-Dindar, A., & Geban, Ö. (2011). Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 600-604. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.147>
- Çetin, F. A., Güven Yıldırım, E., & Aydoğdu, M. (2017). The effect of ecological footprint education for sustainable life on attitudes towards environmental problems and behavior levels. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 10(1), 31-48. <http://dx.doi.org/10.5578/keg.20985>
- Çıkrık, S., & Yel., M. (2019). Biyoloji öğretmen adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin belirlenmesi. *Turkish Studies-Social Sciences*, 14 (6), 2999-3008. <http://dx.doi.org/10.29228/TurkishStudies.39703>
- Çiğdemoğlu, C., & Arslan, H. Ö. (2017). Atmosfer ile ilgili çevre problemleri konularında kavram yanlışlarını tespit eden üç aşamalı tanı testinin Türkçeye uyarlanması. *Yüzyüncü yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 671-699. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyyu.2017.26>

- Demirkol, M., & Aslan, İ. (2021). Ecological footprint awareness levels of classroom teachers. *Journal of Computer and Education Research*, 9 (18), 904-928. <https://doi.org/10.18009/jcer.901915>
- Demirtaş, F., & Çinici, A. (2019). Sekizinci sınıf öğrencilerinin ekolojik ayak izleri ile sürdürülebilir çevre tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38, 46-65. <https://doi.org/10.33418/ataunikkefd.549459>
- Ebel, R. L., & Frisbie, D. A. (1986). *Essentials of educational measurement* (4th ed.). Prentice-Hall
- Erkuş, A. (2006). *Sınıf öğretmenleri için ölçme ve değerlendirme: Kavramlar ve uygulamalar*. Ekinoks Yayınları.
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American journal of theoretical and applied statistics*, 5(1), 1-4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.
- Gottlieb, D., Vigoda-Gadot, E., Haim, A., & Kissinger, M. (2012). The ecological footprint as an educational tool for sustainability: A case study analysis in an Israeli public high school. *International Journal of Educational Development*, 32(1), 193-200. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2011.03.007>
- Gottlieb, D., Kissinger, M., Vigoda-Gadot, E., & Haim, A. (2012). Analyzing the ecological footprint at the institutional scale – The case of an Israeli high-school. *Ecological Indicators*, 18, 91-97. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.10.010>
- Gottlieb, D., Vigoda-Gadot, E., & Haim, A. (2013). Encouraging ecological behaviors among students by using the ecological footprint as an educational tool: a quasi-experimental design in a public high school in the city of Haifa. *Environmental Education Research*, 19 (6), 844-863, <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.768602>
- Güleç, S. (2022). *5E öğrenme modeli uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, ekolojik ayak izi farkındalıklarına, ve sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
- Hasan, S., Bagayoko, D., & Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, 34(5), 294-299.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). *Climate change 2014 synthesis report*. http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf.
- International Test Commission. (2017). *The ITC guidelines for translating and adapting tests*(Second edition). www.InTestCom.org

- Karaarslan Semiz, G., & Çakır Yıldırım, B. (2018). Is my footprint too big? Exploring the ecological footprint concept with high school students. *Science Activities*, 55(3-4), 104-114.
- Karakaş, H. (2021). Start for sustainable development: ecological footprint. E. Jeronen (Ed.), *Transition to Quality Education*, (pp. 90-162), MDPI.
- Keleş, Ö., Uzun, N., & Özsoy, s. (2008). Öğretmen Adaylarının Ekolojik Ayak İzlerinin Hesaplanması ve Değerlendirilmesi. *Ege Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 1-14
- Keleş, Ö. (2011). Öğrenme halkası modelinin öğrencilerin ekolojik ayak izlerini azaltmasına etkisi. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(3), 1143 -1160.
- Kılıç, D., & Sağlam, N. (2009). Development of a two-tier diagnostic test concerning genetics concepts: The study of validity and reliability. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 2685-2686. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.474>
- Kırbulut, Z. D., & Geban, Ö. (2014). Using three-tier diagnostic test to assess students' misconceptions of states of matter. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 509-521. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1128a>
- Liampa, V. L., Malandrakis, G. N., Papadopoulou, P., & Pnevmatikos, D. (2019). Development and evaluation of a three-tier diagnostic test to assess undergraduate primary teachers' understanding of ecological footprint. *Research in Science Education*, 49(3), 711-716. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9643-1>
- Lundeberg, M. A., Fox, P. W., Brown, A. C., & Elbedour, S. (2000). Cultural influences on confidence: country and gender. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 152-159. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.1.152>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Fen bilimleri dersi dersi öğretim program (İlk okul ve ortaokul)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=361>
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2022). *Çevre eğitimi ve iklim değişikliği dersi öğretim programı (Ortaokullar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=1143>
- O'Gorman, L., & Davis, J. (2013) Ecological footprinting: its potential as a tool for change in preservice teacher education. *Environmental Education Research*, 19(6), 779-791, <https://doi.org/10.1080/13504622.2012.749979>
- Özden, B., & Yenice, N. (2017). Developing three-tier conceptual understanding test towards "force and energy" Unit. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 432-463.

- Pesman, H., & Eryilmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222. <https://doi.org/10.1080/00220670903383002>
- Rockström, J. W. (2015). Bounding the planetary future: Why we need a great transition. Great Transition Initiative. https://www.tellus.org/pub/RockstromBounding_the_Planetary_Future.pdf. Accessed 12 September 2021.
- Stankov, L., & Crawford, J. D. (1997). Self-confidence and performance on tests of cognitive abilities. *Intelligence*, 25(2), 93–109. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(97\)90047-7](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(97)90047-7)
- Tekin, H. (1996). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Yargı Yayınları
- Wackernagel, M. (1994). *Ecological footprint and appropriated carrying capacity: a tool for planning toward sustainability*. Unpubslied doctocal dissertation. The University of British Columbia.
- Wackernagel, M. & Rees, W. (1995). *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth*. New Society Publishers.
- Wolff, L. A. (2020). Sustainability education in risks and crises: Lessons from Covid-19. *Sustainability*, 12, 5205. <https://doi.org/10.3390/su12125205>
- World Commission on Environment and Development (1987). *Report of the world commission on environment and development: Our common future*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>.
- World Wide Fund for Nature [WWF] (2012). *Türkiye'nin ekolojik ayak izi raporu*. World Wildlife Fund for Nature. https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/turkiyenin_ekolojik_ayak_izi_raporu.pdf?1412/turkiyeninekolojikayakizibilancosu
- World Wide Fund for Nature [WWF] (2020). *The loss of nature and the rise of pandemics: Protecting human and planetary health*. https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/the_loss_of_nature_and_rise_of_pandemics_protecting_human_and_planetary_health.pdf
- Vosniadou, S. (2012). Reframing the classical approach to conceptual change: preconceptions, misconceptions and synthetic models. In B. J. Fraser, K. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.) *Second international handbook of science education* (pp. 119–130). Springer. Netherlands.
- Yen, C., Yao, T., & Mintzes, J. J. (2007). Taiwanese students' alternative conceptions of animal biodiversity. *International Journal of Science Education*, 29(4), 535–553. <https://doi.org/10.1080/09500690601073418>
- Yiğitkaya, B. (2019). *Öğretmen adaylarının ekolojik ayak izi farkındalık düzeylerinin belirlenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Kastamonu Üniversitesi.

Ek 1: Üç Aşamalı Ekolojik Ayak İzi Tanı Testi

1i. Ekolojik Ayak izi nedir?

- İnsanların gereksinimlerini karşılamak ve ortaya çıkardıkları atıkların yok edilmesi için biyolojik açıdan verimli olan karasal ve sulak alanların miktarını gösterir.
- Tükettiğimiz çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılan doğal kaynakların aşırı tüketilmesinden kaynaklanan çevresel sonuçlardır.
- Bir ürün veya hizmetin üretiminde doğrudan veya dolaylı olarak salınan karbondioksit ve diğer sera gazlarının toplam miktarıdır.
- Bir bölgenin taşıma kapasitesidir.
- İnsanların gıda ve doğal kaynak ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan alandır.
- Bir ülkenin her bir vatandaşının bir gün, bir ay veya bir yılda tükettiği doğal kaynakların ortalama miktarıdır.

1ii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- Sadece tahmin ediyorum.
- Hiç emin değilim
- Emin değilim
- Eminim
- Çok eminim
- Kesinlikle eminim

2.i. Ekolojik Ayak izi nasıl ölçülür?

- Saatte bir joule
- Kişi başına düşen kilokalori
- Kişi başına düşen küresel hektar
- Kilowatt saat
- Kişi başına düşen dönüm
- Ton yada Kilogram

2.ii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- Sadece tahmin ediyorum.
- Hiç emin değilim
- Emin değilim
- Eminim
- Çok eminim
- Kesinlikle eminim

3.i. Ekolojik ayak izi bize aşağıdakilerden hangisi ile ilgili bilgi verir?

- Bir bölgenin zaman içerisinde kirlilikten arınma maaliyetini gösterir ve böylece farklı bölgeler ve nüfus grupları arasında karşılaştırma yapmaya olanak sağlar
- Tükettiğimiz doğal kaynakları göz önünde bulundurarak dünya üzerindeki baskımızı değerlendirmemizi sağlar.
- Farklı sosyal grupların enerji kullanımını gösterir ve böylece karşılaştırma yapılmasını ve maliyetin adil dağılımı için harekete geçilmesine imkan verir.
- Doğayı tahrip eden insan faaliyetlerini tanımlar ve çevrenin korunması için önerilerde bulunur.
- Doğal kaynakların tüketimini azaltmaya ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yönelik çözümler sunar.
- Küresel ısınmaya neden olan insan faaliyetlerini gösterir.

3.ii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- Sadece tahmin ediyorum.
- Hiç emin değilim
- Emin değilim

- d. Eminim
- e. Çok eminim
- f. Kesinlikle eminim

4. Aşağıdaki ifadelerden her birinin ekolojik ayak izine etkisini işaretleyiniz.

	Ekolojik ayak izini artırır.	Ekolojik ayak izini azaltır.	Duruma göre değişir.	Ekolojik ayak izi üzerinde bir etkisi yoktur
4a. Her yemekte et, süt ve bunlardan yapılan ürünlerin tüketilmesi				
4b. Ticari olanlar yerine köylülerin bahçesinde ürettiği sebzelerin tüketilmesi				
4c. Organik gıdaların tüketilmesi				
4d. Giysilerin elektrikli kurutucu ile kurutulması				
4e. Parkların ağaçlar yerine çimlerle yeşillendirilmesi				
4f. Giysilerin aile bireyleri ve arkadaşlarla değiş tokuş edilmesi				
4g. Alışverişleri yakın çevrede bulunan yerlerden yapılması				
4h. Yeniden şarj edilebilir pillerin kullanılması				
4i. Çeşitli otomobiller ve vasıtalarla ulaşımın sağlanması				

5. Biyokapasite, yeryüzünün insanın doğa üzerindeki baskısını taşıyabilme sınırlılığı anlamına gelmektedir. Bir yerdeki ekolojik ayak izinin biyokapasiteyi aşması oradaki doğal kaynakların azalmaya başladığını gösterir. Örneğin, 2012 yılında Türkiye'nin ekolojik ayak izi 2.70 küresel hektar ve kişi başına düşen biyokapasite oranı 1.30 küresel hektardır. Norveç'in ise ekolojik ayak izi 4.92 küresel hektar ve kişi başına düşen biyokapasite oranı 5.40 küresel hektardır

5.i. Yukarıda verilen bilgiye göre hangi ülke ekolojik tahribat yaşamıştır?

- a. Türkiye
- b. Norveç
- c. Her ikisi
- d. Hiçbiri

5.ii. Yukarıda Türkiye ve Norveç ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

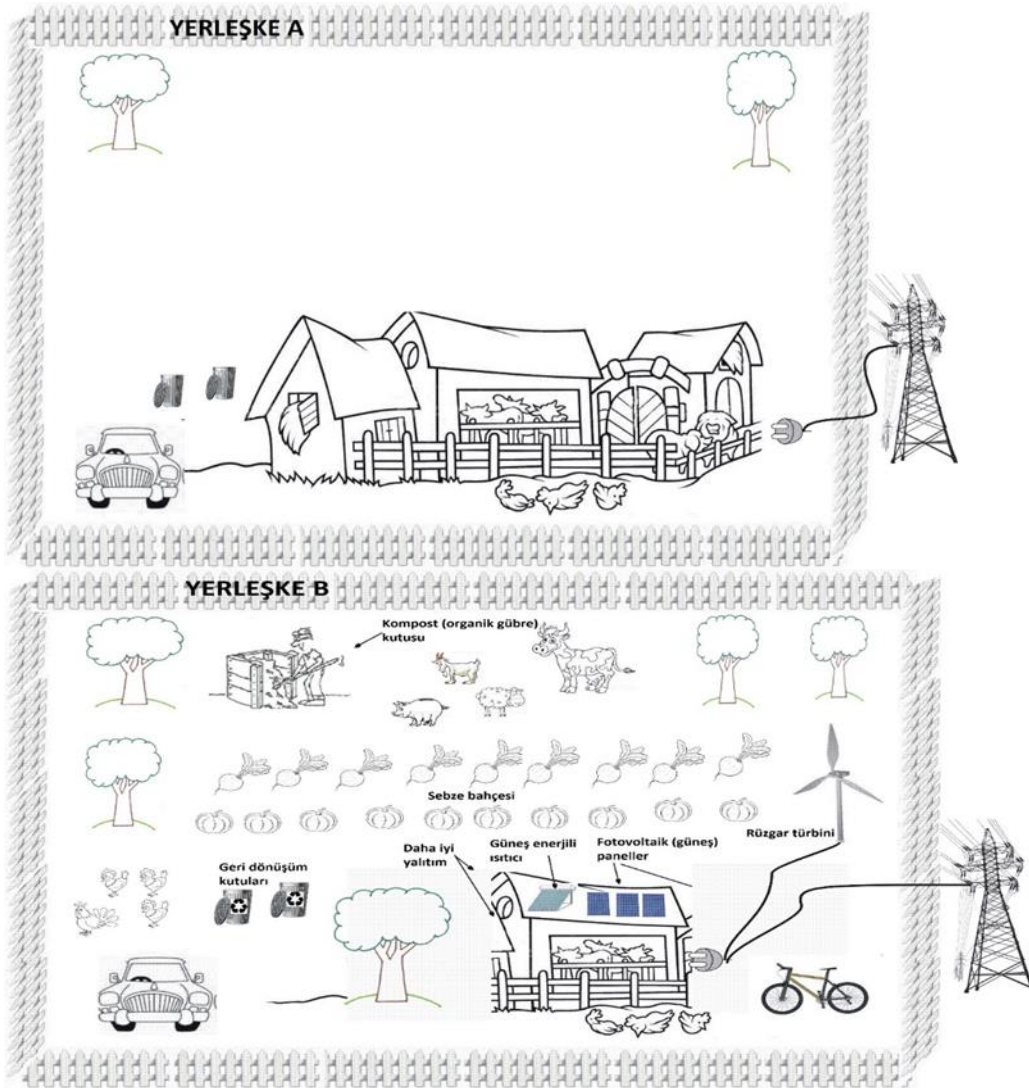
- a. Ekolojik tahribat belli bir yılda ve belli bir bölgede biyokapasitenin ekolojik ayak izini aşma miktarını gösterir.
- b. Her iki ülke de kişi başına 1 küresel hektardan daha fazla biyokapasiteye sahiptir.
- c. Ekolojik tahribat bir nüfusun ekolojik ayak izinin o nüfusa ait biyolojik kapasiteyi aşma miktarını temsil eder.
- d. Ekolojik tahribat, bir nüfusun bir yıllık ekolojik ayak izi ve biyokapasitesine bağlıdır. Bu sebeple hem Türkiye hem de Norveç'in ekolojik tahribatı yüksektir.
- e. Diğer.

5.iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a. Sadece tahmin ediyorum.

- b. Hiç emin değilim
- c. Emin değilim
- d. Eminim
- e. Çok eminim
- f. Kesinlikle eminim

6. A ve B yerleşim yerlerinin her birinde dört kişilik bir aile yaşamaktadır. Bu iki ailenin de benzer günlük ihtiyaçları ve faaliyetleri olduğu düşünülmektedir. Bu durumda, verilen iki resmi temel olarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.



6i. Hangi yerleşim yerinin ekolojik ayak izi daha büyüktür?

- a. Yerleşke A
- b. Yerleşke B
- c. Her ikisi de aynıdır

6 ii. Yukarıdaki yerleşim yerleriyle ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

- a. B yerleşkesindeki aile, ihtiyaçlarının bir kısmını evde ürettikleri ürünlerle karşılamakta ve atıklarının bir kısmını geri dönüştürmektedir.
- b. A yerleşkesindeki aile organik ürünler yetiştirmektedir.
- c. B yerleşkesindeki ailenin ekolojik ayak izi daha büyüktür çünkü her iki ailenin benzer ihtiyaçları olduğu düşünülse de, A konutunda yaşayan aile, ihtiyacından daha fazla enerji ve gıda tüketmektedir.
- d. B yerleşkesinin ekolojik ayak izi daha büyüktür çünkü A yerleşkesi büyük oranda dünyanın doğal kaynaklarını tüketmektedir.
- e. A yerleşkesi alternatif enerji kaynaklarını kullandığı için doğa üzerinde baskı kurmamaktadır.
- f. Diğer

6.iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a. Sadece tahmin ediyorum.
- b. Hiç emin değilim
- c. Emin değilim
- d. Eminim
- e. Çok eminim
- f. Kesinlikle eminim

7.i. Et tüketimi ekolojik ayak izini nasıl etkiler?

- a. Ekolojik ayak izini arttırır
- b. Ekolojik ayak izini azaltır
- c. Duruma göre değişir
- d. Ekolojik ayak izi üzerinde etkisi yoktur.

7.ii. Yukarıda et tüketimi ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

- a. Yem hayvanlar tarafından tüketilir ve verimli araziler bu hayvanların yetiştirilmesi için kullanılır.
- b. Hayvanların beslenmesi, etin taşınması, tüketimi ve ortaya çıkan hayvansal atıkların yok edilmesi için büyük miktarda yem, su ve enerji kullanılır.
- c. Et üretimi için daha fazla sayıda hayvanın kesilmesi popülasyonlarını azaltır ve besin zincirini bozar.
- d. Et üretimi küresel ısınma ile ilgilidir. Ekolojik ayak izi ile bir ilgisi yoktur.
- e. Et tüketimi, sadece tüketim amacıyla yetiştirilen hayvanlardan sağlandığı için ekolojik ayak izine hiçbir etkisi yoktur ve dolayısıyla vahşi hayvanların sayısı azalmamaktadır.
- f. Diğer

7.iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a. Sadece tahmin ediyorum.
- b. Hiç emin değilim
- c. Emin değilim
- d. Eminim
- e. Çok eminim
- f. Kesinlikle eminim.

8.i. Yol ve bina yapımı ekolojik ayak izini nasıl etkiler?

- a. Ekolojik ayak izini arttırır.
- b. Ekolojik ayak izini azaltır.
- c. Duruma göre değişir.
- d. Ekolojik ayak izi üzerinde etkisi yoktur.

8.ii. Yukarıda yol ve bina yapımı ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni ne olabilir?

- a. Yol ve bina yapımı için doğal kaynaklar kullanılmaktadır.
- b. Biyolojik açıdan verimli olan topraklar yol ve bina yapımı için işgal edilir ve bu inşaat işleri için enerji kullanılır.

- c. Yol ve bina yapımı yaşamın devamlılığı için gerekli olan ormanlık alanları azaltır.
- d. Bina ve altyapı çalışmalarında fosil yakıtlardan elde edilen enerji kullanılır. Eğer bu çalışmalarda yenilenebilir enerji kaynakları kullanılsaydı ekolojik ayak izi daha büyük olurdu.
- e. Yol ve bina inşaatı insan yapımıdır ve doğal çevre ile bir ilişkisi yoktur
- f. Diğer

8.iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a. Sadece tahmin ediyorum.
- b. Hiç emin değilim
- c. Emin değilim
- d. Eminim
- e. Çok eminim
- f. Kesinlikle eminim

9i. Kağıt tüketimi ekolojik ayak izini nasıl etkiler?

- a. Ekolojik Ayak İzini Artırır
- b. Ekolojik ayak izini Azaltır
- c. Duruma göre değişir.
- d. Ekolojik ayak izi üzerinde etkisi yoktur

9ii. Yukarıda kağıt tüketimi ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

- a. Kağıt tüketimi ekolojik ayak izinin hesaplanmasına dahil edilir.
- b. Ormanlık alanların azalmasıyla atmosferdeki karbondioksit miktarı artar.
- c. Ağaçların kesilmesi ile ormansızlaşma artar ve biyokapasite azalır.
- d. Kağıt üretimi için, karbondioksiti özümseyen ağaçlar kesilir ve enerji tüketilir. Bu durum ekolojik ayak izini etkiler.
- e. Kağıt tüketiminin ekolojik ayak izini etkileyip etkilememesi kağıdın geri dönüşümüne bağlıdır. Bu durumda kağıt yeniden kullanılacağından ağaç kesmeye gerek kalmaz.
- f. Diğer

9.iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a. Sadece tahmin ediyorum.
- b. Hiç emin değilim
- c. Emin değilim
- d. Eminim
- e. Çok eminim
- f. Kesinlikle eminim

10.i. Çöp sahaları (katı atık sahaları) ekolojik ayak izini nasıl etkiler?

- a. Ekolojik ayak izini artırır.
- b. Ekolojik ayak izini azaltır.
- c. Duruma göre değişir.
- d. Ekolojik ayak izi üzerinde etkisi yoktur.

10.ii. Yukarıda çöp sahaları ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

- a. Çöp sahaları bulaşıcı hastalıklara yol açar ve insanlarda sağlık problemlerine neden olur.
- b. Çöp sahalarındaki atıkların yakılmasından dolayı atmosferdeki karbondioksit miktarı artar.
- c. Çöp sahalarında atıkların bir kısmı geri dönüştürülür ve yeniden kullanılır.
- d. Çöp sahalarında, yeniden kullanılacak doğal kaynaklar kaybedilir, atık yönetimi için enerji harcanır ve karbondioksit salınımı gerçekleşir.

e. Çöp sahaları yaşam döngüsünü tamamlamış ürünleri depoladıkları için ekolojik ayak izine herhangi bir etkileri yoktur.

f. Diğer

10.iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a. Sadece tahmin ediyorum.
- b. Hiç emin değilim
- c. Emin değilim
- d. Eminim
- e. Çok eminim
- f. Kesinlikle eminim

11.i. Binaların ısıtılması ve soğutulması ekolojik ayak izini nasıl etkiler?

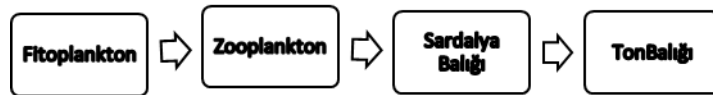
- a. Ekolojik ayak izini artırır.
- b. Ekolojik ayak izini azaltır.
- c. Duruma göre değişir.
- d. Ekolojik ayak izi üzerinde etkisi yoktur

11.ii. Binaların ısıtılması ve soğutulması hangi nedenle ekolojik ayak izini etkiler?

- a. Isıtma/soğutma ve bu işlemler için gerekli araç gereçlerin üretiminde genellikle fosil yakıtlardan üretilen enerji kullanılır. Bu da, atmosferde karbondioksit salınımını artırır.
- b. Isıtma/soğutmanın ekolojik ayak izini etkileyip etkilememesi, alternatif ısıtma/soğutma yöntemlerinin kullanılıp kullanılmamasına bağlıdır, çünkü ikinci durumda ekolojik ayak izi artmaz.
- c. Isıtma/ soğutma sırasında atıklar ortaya çıkar ve bunlar çevre kirliliğine neden olur.
- e. Isıtma/soğutmanın etkileri ekolojik ayak izi ile değil enerji ayak izi ile ilgilidir.
- f. Diğer...

11.iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a. Sadece tahmin ediyorum.
- b. Hiç emin değilim
- c. Emin değilim
- d. Eminim
- e. Çok eminim
- f. Kesinlikle eminim



12. Yukarıdaki besin zincirine göre aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

12i. 1kg Sardalya balığı ile 1 kg Ton balığının tüketimi ilişkilendirildiğinde, Ton balığı tüketiminin ekolojik ayak izine etkisi nedir?

- a. Ekolojik ayak izini artırır.
- b. Ekolojik ayak izini azaltır.
- c. Duruma göre değişir.
- d. Ekolojik ayak izi üzerinde etkisi yoktur.

12.ii. Yukarıda ton balığı tüketimi ile ilgili soruya verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

- a. Balık tüketimi ekolojik ayak izini etkilemez.
- b. Sardalya balıkları ton balıklarından daha küçüktür, bu nedenle onları avlamak için daha az kaynak gereklidir.
- c. Bu durum, bu iki balık türünün avlandığı bölgeye göre değişir.

d. Sardalyalar besin zincirinde ton balığından daha düşük bir seviyede olduğundan, 1 kg Sardalya üretimi için daha az enerji gereklidir.

e. Ton balığı Sardalya balığına kıyasla besin zincirinde daha yüksek bir seviyede olduğundan, 1 kg Ton balığı üretimi için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulur.

12.iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a. Sadece tahmin ediyorum.
- b. Hiç emin değilim
- c. Emin değilim
- d. Eminim
- e. Çok eminim
- f. Kesinlikle eminim

13. Evin bahçesinde sebze yetiştirmenin ekolojik ayak izini azaltmada etkisi var mıdır?

- a. Evet b. Hayır

13.ii. Yukarıda verdiğiniz cevabın nedeni nedir?

- a. Evin bahçesinde sebze yetiştirmek, tarıma elverişli araziler ve birçok doğal kaynağın kullanılmasını gerektirir.
- b. Evin bahçesinde sebze yetiştirmek sebzelerin işlenmesi ve taşınması için gereken enerjiyi büyük ölçüde azaltır.
- c. İnsanlar tükettikleri gıdaları çevre dostu bir şekilde üretirler.
- d. İnsanlar evin bahçesinde sebze yetiştirerek kimyasal gübre kullanmadan organik ürünler tüketebilirler.
- e. Diğer

13.iii. Verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a. Sadece tahmin ediyorum.
- b. Hiç emin değilim
- c. Emin değilim
- d. Eminim
- e. Çok eminim
- f. Kesinlikle eminim