

Tarım İşletmelerinde Çevresel, Ekonomik ve Sosyal Sürdürülebilirliğin Ölçülmesi

Uğur BAŞER^{1,*}, Mehmet BOZOĞLU¹, Bakiye KILIÇ TOPUZ¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun,
Türkiye

* ugur.baser@omu.edu.tr

ÖZET

Çevresel riskleri azaltarak daha fazla gıda üretme çabasından dolayı, tarım sektöründe sürdürülebilirliğin önemi gittikçe artmaktadır. Bu nedenle, günümüzde verimli ve sürdürülebilir bir tarım sektörüne sahip olmak tüm ülkelerin temel politika hedefleri arasında yer almaktadır. Sürdürülebilir bir tarım sistemi oluşturmak için öncelikle sürdürülebilirliğin sağlıklı bir şekilde ölçümüne ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, tarım işletmesi düzeyinde ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğin ölçümünde kullanılan göstergeler ve yöntemler ortaya konulmuştur. Araştırma yaklaşımı olarak literatür taramasından yararlanılmıştır. Literatürde sürdürülebilirlik göstergelerinin tipolojisi genellikle ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik olmak üzere üç boyuta ayrılmaktadır. Ekonomik sürdürülebilirlik, kârlılık, verimlilik, esneklik gibi nispeten daha az sayıda göstergesi içermektedir. Sosyal sürdürülebilirlik göstergeleri ise, kırsal alanlardaki yaşam kalitesi ile ilgili temaları kapsamaktadır. Sürdürülebilirliğin çevresel boyutu; sera gazı emisyonları, biyoçeşitlilik, su kalitesi, kaynak verimliliği, toprak koruma vb. gibi pek çok temayı kapsamaktadır. Sürdürülebilirliğin değerlendirilmesinde, mevcut göstergelerin seçimine dikkat edilmeli, sürdürülebilirlik değerlendirmeleri doğrulanabilmeli, güvenilir ve tekrarlanabilir olmalıdır. Ele alınan çalışma, tarım işletmesi düzeyinde yapılacak sürdürülebilirlik çalışmalarına yol gösterici bir rehber niteliğindedir.

Anahtar kelimeler: Tarım İşletmesi, Sürdürülebilirlik Göstergeleri, Sürdürülebilirliğin Ölçülmesi

Measuring Environmental, Economic and Social Sustainability at the Farm Level

ABSTRACT

Sustainability of agricultural sector is becoming increasingly more important as agriculture strives to produce more food while minimizing risk to the environment. Thus, the main policy target for all countries is to have an efficient and sustainable agricultural sector. Building a sustainable farming system is needed to measure sustainability. This paper discusses the concepts, indicators and measurement methods of economic, social and environmental sustainability at the farm level. A systematic literature review method was used to assess the measurement methods of farm level sustainability. The literature shows that the typology of sustainability indicators generally follows the three sustainability pillars such as environmental, economic and social. Economic indicators contain a relatively small number of themes such as profitability, productivity, autonomy and resilience. Social sustainability indicators cover themes related with farm community such as the quality of life in rural areas. The environmental pillar covered very much themes such as greenhouse gas emissions, biodiversity, water quality, resource efficiency, soil conservation etc. Careful attention should be given to the selection of these indicators and sustainability assessments should be

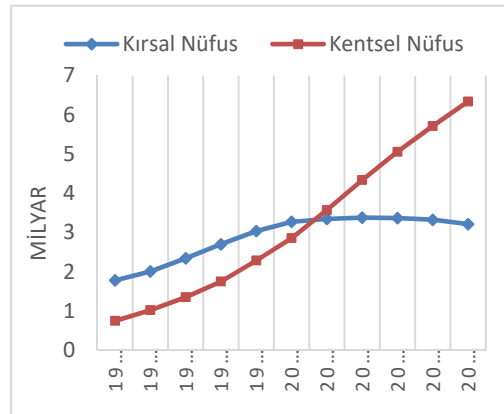
validated, credible and reproducible. This review could provide a guide for conducting farm level sustainability studies.

Key words: Farm, Sustainability Indicators, Measuring Sustainability

GİRİŞ

Tarım içerisinde birçok farklı üretim kolunu barındıran, karmaşık bir sistemdir. Tarımda özellikle yeşil devrimle beraber ürün verimliliğini artırmak amacıyla kullanılan yoğun girdiler, tarım topraklarına aşırı kimyasallar yüklemiş ve çevre kirliliğine yol açmıştır. Bununla beraber dünya nüfusedeki artış hızı başta olmak üzere, tarımla uğraşan kesimin artan ekonomik beklentileri, sanayi sektörünün artan tarımsal girdi talebi ve ülkelerin tarımsal ihracattaki paylarını artırma istekleri, tarım üzerindeki daha fazla üretme baskısını artırmaktadır. Aynı zamanda iklim değişikliğindeki gelişmeler, dünyada meydana gelen finansal bozulmalar ve krizler de tarımsal üretimi etkilemektedir. Bu anlamda tarım üzerindeki artan baskı, başta çevre olmak üzere birçok boyutuyla tarımı olumsuz etkilemektedir. Yaşanan bu gelişmelerin olumsuz etkilerini gidermek için sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilir tarım, ilk defa 1987 yılında Brundtland Komisyonu tarafından kullanılan "sürdürülebilir kalkınma" tanımından türetilmiştir (Frater ve Franks, 2013). Brundtland Komisyonu sürdürülebilirliği; "*gelecek nesillerin ihtiyaç ve isteklerini karşılama yeteneğinden ödün vermeksizin, mevcut nesillerin ihtiyaçlarını karşılayan gelişim*" şeklinde tanımlamıştır.

Sürdürülebilir bir tarım sistemi oluşturmak için, öncelikle sürdürülebilirliğin sağlıklı bir şekilde ölçümüne ihtiyaç vardır. Şekil 2.1 incelendiğinde; 1950'li yıllarda dünyadaki kırsal nüfus kentsel nüfustan fazla iken, 2010 yılından itibaren kentsel nüfusun kırsal nüfusu geçtiği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, kırsal alanlarda tarım ile uğraşan nüfus azalmaktadır. Teknolojideki yeni gelişmeler insan işgücü ihtiyacını en az seviyeye indirirken, hibrit tohumlar ve kimyasal sentetik gübreler, üretimdeki verimliliği artırmaktadır. Ancak, tarım üzerindeki artan nüfus baskısının gelecekte de daha da artarak devam edecek olması ve kontrolsüz gelişen ve uygulanan üretim teknolojisi, tarımın geleceği problemini ortaya çıkarmaktadır. Bu noktada tarımın sürdürülebilir kılınması ihtiyacı ortaya çıkmakta ve tarım işletmelerinin doğayı ve çevreyi koruyarak, ekonomik ve sosyal anlamda sürekliliğinin sağlanması ile beraber üstlenmiş olduğu fonksiyonları yerine getirmesi hayati önem taşımaktadır.



Şekil 1. Dünyadaki Kırsal ve Kentsel Nüfus (FAO, 2017)

Tarımın sürdürülebilirliğini ölçmek, çok karmaşıktır (Wrzaszcz ve Zegar, 2014). Ancak, sürdürülebilir tarımı anlamak, tarımla ilgili çalışmaları daha etkileyici yapacaktır (Hua-jiao ve ark., 2007). Tarımsal sürdürülebilirlik, ulusal, bölgesel ve işletme düzeyinde olmak üzere

farklı ölçeklerde ortaya konulabilmektedir. Bu çalışmada tarımdaki sürdürülebilirliğin işletme düzeyindeki ölçümü esas alınmıştır.

Tarımda sürdürülebilirliğin ölçümü ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birçoğu, sürdürülebilirliğin ölçümünde kullanılan metodolojiyi ortaya koymuştur (Rigby ve ark., 2001; Pezzey ve Toman, 2002; Böhringer ve Jochem, 2007; Qiu ve ark., 2008; Limon ve Riesgo, 2008; Hayati ve ark., 2010; Chatzinikolaou ve Manos, 2012; Pandian ve ark., 2013; Frater ve Franks, 2013; Reyta ve ark., 2014; Sabiha ve ark., 2016). Bazı çalışmalarda ise tarımın ülkesel, bölgesel ve yerel anlamda sürdürülebilirliği ölçülmüştür (Dubey ve Lal., 2009; Wrzaszcz ve Zegar, 2014; Lontakis ve Tzouramani, 2016; Torres ve ark., 2016; Cecchini ve ark., 2016). Bununla birlikte, bazı çalışmalarda ise ele alınan herhangi bir tarımsal ürün için ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik ortaya konulmuştur (Calker ve ark., 1970; Calker ve ark., 2006; Singh ve ark., 2016; Prasad ve ark., 2016).

Bu çalışmanın amacı, tarım işletmelerinde sürdürülebilirliğin boyutları, sürdürülebilirlik göstergeleri ve sürdürülebilirliğin aşamalarına göre nasıl ölçüldüğünün ortaya konulmasıdır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın temel materyalini, konu ile ilgili yayınlanmış makale, kitap, rapor vb. çalışmalar oluşturmaktadır. Ayrıca; FAO, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile Türkiye İstatistik Kurumundan elde edilen verilerden de materyal olarak yararlanılmıştır.

TARIM İŞLETMELERİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN BOYUTU VE GÖSTERGELERİ

Sürdürülebilir tarım kavramı, tarımsal üretimde agronomik, çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları dengelemeyi hedefleyen bir yaklaşım şeklidir. Sürdürülebilir tarımın amaçları; bir yandan tarımda verimliliği korurken diğer yandan da çevreye verilen zararı azaltarak, kısa ve uzun dönemde ekonomiyi canlı tutmak, tarımla uğraşanların yaşam kalitesini yükseltmek ve bu yöndeki uygulamaları geliştirilmiştir (Turhan, 2005). Benzer şekilde Pretty (2008), sürdürülebilir tarım sisteminin çevreye zarar vermeden mal ve hizmetlerden en iyi şekilde yararlanmayı amaçlayan bir sistem olduğunu vurgulamaktadır

Genel olarak sürdürülebilir tarımın ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere 3 boyutu söz konusudur. Ekonomik sürdürülebilirlik; mevcut işgücü ve diğer kaynakları çeşitli stratejilerden yararlanarak optimum düzeyde kullanılmasıyla uzun vadede başarılan bir sorumluluk ve fayda dengesi olarak tanımlanmaktadır (Pandian ve ark., 2013).

Ekonomik sürdürülebilirlik, en önemli sürdürülebilirlik göstergelerden biridir. Gıda güvenliğinin sağlanması, yatırım amacıyla gelir yaratılması, tarım kesimindeki nüfusu tarımda tutacak gelir elde edilmesi ve özellikle insanların çiftçilikte yaşamlarını sürdürmeleri gereksinimleri, ekonomik sürdürülebilirliği en önemli boyut haline getirmektedir (Wrzaszcz ve Zegar, 2014). Ekonomik göstergeler, genellikle ekonomik verilerin bir parçasından oluşur ve araştırmacılar tarafından genellikle makroekonomik ölçekte günümüzde veya gelecekteki yatırım olanaklarının yorumlanmasında veya herhangi bir ekonominin durumunu anlamada kullanılmaktadırlar. Genellikle ekonomik göstergeler, kişi başı milli gelir, tüketici harcamaları, endüstriyel üretim durumu, hükümet harcamaları, dış ticaret, işgücü piyasası, enflasyon ve bazı özel göstergelerden oluşmaktadır (Pandian ve ark., 2013). İşletme düzeyinde seçilen mikro göstergeler ise; genellikle arazi, işgücü ve sermaye verimliliği, teknik, ekonomik ve tahsis etkinliği, brüt ve net kar, fayda-masraf oranı, inovasyon, ürün sigortası ve pazara erişim durumu ile doğrudan ve dolaylı desteklerden oluşmaktadır.

Sosyal sürdürülebilirlik; ise genişleyen sosyal değerler, kimlikler, ilişkiler ve kurumların gelecek yıllarda da devam etmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Black, 2004). Genel olarak sosyal sürdürülebilirlik göstergeleri; sağlık gereksinimlerinin karşılanması, çalışma şartları,

yayım hizmetleri, refah, beslenme, barınak, eğitim gibi bireysel ihtiyaçlardan ibaret olup, bunlara ortalama yaşam süresi, bebek doğum oranı, yetişkin okur-yazar oranı gibi makro göstergeler de dahil edilebilmektedir.

Kimi çalışmalar sosyal sürdürülebilirliği, iç sosyal sürdürülebilirlik ve dış sosyal sürdürülebilirlik olarak ikiye ayırmaktadır. İç sosyal sürdürülebilirlik çalışma şartlarından oluşmaktayken, dış sosyal sürdürülebilirlik hayvan refahı, genetik modifikasyon, gıda güvenliği ve istihdamdan oluşmaktadır (Calder ve ark., 2005).

Çevresel sürdürülebilirlik, uzun vadede çevre kalitesine katkı sağlayan faktörlerin ve uygulamaların sürdürülmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Pandian ve ark., 2013). Presscott-Allen (2001), çevresel sürdürülebilirliği, insan refahı ile ekosistem refahı olarak değerlendirmiş ve iki endeks sistemi oluşturmuştur. İnsan refah endeksinde; sağlık, nüfus, refah, eğitim, iletişim, özgürlük, barış, suç ve eşitlik gibi 36 adet gösterge dahil edilmiştir. Ekosistem refah endeksinde ise; arazi, biyo-çeşitlilik, su arzı ve kalitesi, hava kalitesi, atmosfer ve enerji ile ekosisteme yönelik kaynak kullanım baskısı gibi 51 adet gösterge dahil edilmiştir.

İşletme düzeyinde yapılan çalışmalarda ele alınan sürdürülebilirlik göstergeleri makro düzeyde yapılan çalışmalardan büyük ölçüde farklıdır. Bu anlamda yapılan çalışmalarda göstergelerin seçiminde bazı hususlara dikkat etmek gerekmektedir. Şöyle ki; göstergeler seçilirken kolay uygulanabilir, düşük maliyetli, kapsamlı, gerçekçi, karşılaştırılabilir, sürdürülebilirliğin koşullarını belirleyebilen, ölçen ve tarif eden özellikteki göstergeler olmasına dikkat edilmelidir. Çeşitli çalışmalarda işletme düzeyinde tarımsal sürdürülebilirliğin ölçümünde kullanılan göstergeler Tablo 1’de verilmiştir.

İlgili literatürün incelenmesinden ekonomik sürdürülebilirlik göstergeleri olarak verimlilik, karlılık, gelir, istikrar ve sübvansiyonların yaygın olarak kullanıldıkları, bununla birlikte maliyet, likidite, pazarlama ve ürün çeşitlendirme gibi göstergelerden de yararlandığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, tarımın farklı birçok üretim faaliyetini barındırması nedeniyle; kendine yeterlilik, özerklik, kişi başına düşen tüketim harcamaları, ürün kalitesi, borç durumu, arazi parçalık durumu, katma değer yaratma, mekanizasyon, sermaye geri dönüşüm oranı, saatlik ücret, güven, nakit akışı yeterliliği, hükümet düzenlemeleri, teknolojik gelişmeler, geleneksel tarım durumu, dışa bağımlılık, çiftçinin mesleki eğitimi, kuşaklar arası tarım faaliyetinin devamı, arazi kiracı düzenlemeleri, çiftliğin adaptasyonu, fayda-masraf oranı gibi göstergeler ekonomik sürdürülebilirliğin değerlendirilmesinde kullanılmaktadırlar.

Literatürde sosyal sürdürülebilirlik olarak öne çıkan göstergeler; refah, sağlık, eğitim-öğretim, kaynakların erişilebilirliği, paydaş desteği, bilgi ve bilinç durumu, tatil durumu, yaşam kalitesi, kendi kendine yeterli olma, gıda güvenliği ve güvenilirliği, sosyallik durumu ve çiftçinin emniyet durumudur. Bununla beraber, yerel topluluklardaki çiftçilerin ve tarımın imajı, kadınların katılımı, işgücünün ağırlığı, iş yükünün paylaşılması, yerel toplulukların katılımı, maaş düzeyi, çalışma saatleri, işçilerin katılımı, işgücü varlığı, yaşlılık indeksi, eğitim, cinsiyet kompozisyonu, nüfus, stres, riskler, beslenme, tat, etki, hayvan bakımı, çekicilik, koku, ses, değer sistemi ve etik, gıda talebi, topluluk işlevi, öz sermaye, riskler ve belirsizlikler, gelir ve gıda dağılımında eşitlik, hayvancılık çeşitleri ve organizasyon sayısı da sosyal sürdürülebilirlik göstergesi olarak ele alınmışlardır.

Tablo 1. Araştırmacılar Tarafından Belirlenmiş Sürdürülebilirlik Göstergeleri

Kaynak	Ekonomik	Sosyal	Çevresel
Latruffe ve ark., (2016)	Verimlilik, karlılık, istikrar, likidite, kendine yeterlilik ve özerklik	Refah, fiziksel sağlık, yaşam kalitesi, sosyal çeşitlilik, yerel topluluklardaki çiftçilerin ve tarımın imajı	Zirai mücadele ilaçları, besin maddeleri, yenilenemeyen kaynaklar, arazi yönetimi, sera gazı emisyonları ve asitli maddeler, biyo-çeşitlilik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak kalitesi
Chand ve ark., (2015)	Kişi başına düşen aile işgücü geliri, üretim maliyeti, işgücü verimliliği, sermaye verimliliği, yem verimi, kişi başına düşen tüketim harcaması	Tatil günleri, kadınların katılımı, işgücünün ağırlığı, iş yükünün paylaşılması	Yakıt için kullanılan gübre üretiminin oranı, enterik metan emisyonları ve bilimsel hayvan yetiştirme uygulamalarının benimsenmesi
Waney ve ark., (2014)	Çiftlik geliri, verimlilik, üretim maliyeti, ürün kalitesi, ürün fiyat istikrarı, pazarlama ağı ve üretici-alıcı ilişkisi	Paydaş desteği, kaynakların erişilebilirliği, yerel toplulukların katılımı, destek sisteminin erişilebilirliği ve kaynakların korunması hakkında bilgi	Gübre kullanımı, yabancı ot kontrolü, zararlı ve hastalık kontrolü, besin maddeleri ve toprak verimliliği yönetimi, toprak hazırlığı, erozyon kontrolü, arazi işgalinin yoğunluğu, budama sistemi,
Hřebíček ve ark., (2013)	Karlılık, likidite, çiftlik geliri, borç durumu ve brüt kar marjı	Eğitim ve öğretim, tatiller, iş yerinde emniyet ve sağlık korunumu, maaş, çalışma saatleri, işçilerin katılımı, sosyal olanaklar	N, P ve K oranları, organik madde dengesi, özgül enerji tüketimi, bitki koruma yoğunluğu, toprak erozyonu ve ürün çeşitliliği potansiyeli
Vecchione, (2010)	Çeşitlendirme, işgücü ve arazi verimliliği, parçalık durumu, yaratılan katma değer, mekanizasyon	Eğitim, işgücü, yaşlılık indeksi, cinsiyet kompozisyonu ve nüfus varlığı	Ekilebilir arazi, kalıcı bitkiler, kavak ağacı, diğer ağaçlar, diğer araziler ve biyo-çeşitlilik
Binder ve ark., (2008)	Sübvansiyonlar, üretim miktarı sermaye geri dönüşüm oranı, işgücü verimliliği, saatlik ücret, pazar gücü,	Eğitim düzeyi, sosyal sermaye, sosyal kabul ve insan sermayesi	GHG emisyonları, enerji, B ötrofikasyon, elektrik tasarrufu, işleme ve soğutma,
Sydorovych ve Wossink, (2008)	Kâr, gelir istikrarı, satın alınan girdilere ve sübvansiyonlara güven, nakit akışının yeterliliği ve hükümet düzenlemeleri	Emniyet, bilgi, stres, riskler, beslenme, kalite, tat, etki, hayvan bakımı, çekicilik, koku ve ses	Sera gazı emisyonu, hava, toprak ve su kalitesi, tarımsal ve doğal biyolojik çeşitlilik, doğal kaynak kullanımının etkinliği, katı atık yönetimi,
Saifia ve Drake, (2008)	Çiftlik ekonomisi, teknolojik gelişmeler ve geleneksel tarım	Değer sistemi ve etik, gıda talebi, gıda güvenliği ve sağlık yönü,	Enerji ve biyokütle, ekolojik sistem ve çevresel bozulma, çiftlik ve tarım dışı doğal

Van Cauwenbergh ve ark., (2007)	durumu Doğrudan ve dolaylı sübvansiyonlar, çiftlik geliri, dışa bağımlılık, tarımsal faaliyetler, pazar faaliyetleri, çiftçinin mesleki eğitimi, kuşaklar arası tarım faaliyetinin devamı, arazi-kiracı düzenlemeleri ve çiftliğin adaptasyon kabiliyeti	gıda güvenliği ve dağıtımı Tarım toplumundaki refah durumu, psikolojik refahı, toplumun refahı, gıda güvenliği ve güvenilirliği, topluluk işlevi	kaynaklar Kaliteli havanın arzı, toprak fonksiyonunun arzı, suyun arzı, su akış işlevi, enerji kaynağı biyotik kaynaklar, yaşam alanlarının arzı ve biyotik kaynak akışı
Rasul ve Thapa, (2004)	Arazi verimliliği, karlılık, verim istikrarı	Kendi kendine yeterli olma, gıda güvenliği, öz sermaye, ürünle ilgili riskler ve belirsizlikler	Zararlı ve hastalık yönetimi, budama şekli, toprak gübre durumu, arazi kullanım deseni, toprak verimliliği yönetimi,
Zhen ve Routray, (2003)	Ürün verimi, net gelir, fayda-masraf oranı ve kişi başı tahıl üretimi	Gıdada kendine yeterlilik, kaynak ve destek hizmetlerine erişim, çiftçinin kaynak koruma bilinci ve bilgisi, gelir ve gıda dağılımında eşitlik,	İşlenen arazi başına kullanılan gübre ve ilaç miktarı, işlenen arazi başına sulama suyu kullanım miktarı, toprak besin elementi içeriği, yeraltı suyu derinliği, sulama için yeraltı suyu kalitesi, su kullanım etkinliği, yeraltı suyu ve ürünün nitrat içeriği
Nambiar ve ark., (2001)	Verim, işçi başına gelir ve arazi başına net çıktı	Kültürel düzey, hayvancılık çeşitleri ve organizasyon sayısı	Besin dengesi, gübre ve sulama/su kullanım verimliliği, toprak erozyonu, salin içeriği ve toprak kalitesi
Gowda ve Jayaramaiah, (1998)	Arazi verimliliği, ürün verim güvenliği ve girdi verimliliği	Girdi, bilgi için kendine güven ve gıda yeterliliği	Su ve pestisit yönetimi ile entegre ürün yönetimi

Çalışmalarda ele alınan çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri ise; gübre ve pestisit kullanımı ve yönetimi, toprak bitki besin maddeleri içeriği, enerji, toprak verimliliği, arazi yönetimi, sera gazı emisyonları, toprak, hava ve su kalitesi, sulama ve su arzı yönetimi, biyo-çeşitlilik, erozyon ve budama sistemi olarak ön plana çıkmaktadır. Ayrıca çalışmalarda yer alan diğer çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri; yenilenemeyen kaynaklar, asitli maddeler, enterik metan emisyonları, bilimsel hayvan yetiştirme uygulama-larının benimsenmesi, bitki koruma yoğunluğu, ürün çeşitliliği potansiyeli, ekilebilir arazi, kalıcı bitkiler, ağaçlar, araziler, B ötrofikasyonu, elektrik tasarrufu, işleme ve soğutma, doğal kaynak kullanımının etkinliği, katı atık yönetimi, çevresel bozulma, çiftlik ve tarım dışı doğal kaynaklar, biyokütle, biyotik kaynak akışı, yaşam alanlarının arzı, yeraltı suyu ve ürünün nitrat ve salin içeriği şeklindedir.

TARIMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİNİN HESAPLANMASI

Tarımda gerçekleşen uygulamaların, tarımsal sürdürülebilirliğe etkisini ortaya koymak için sürdürülebilirlik endekslerinin hesaplanması gerekmektedir. Endeks oluşturma aşamalarını 10 adımda göstermek mümkündür (Gomez-Limon ve Riesgo, 2008).

1. Teorik çerçevenin geliştirilmesi: Endeksin oluşturulmasının ilk aşamasını oluşturan teorik çerçeve, endeksi ve alt bileşenlerini, göreceli olarak önemini ve toplam endeksin boyutlarını yansıtan bireysel göstergeleri ve ağırlıkları seçerek açıkça tanımlamalıdır. Bu süreçte önemli olan şey, endekste hangi göstergelerin mevcut olduğu değil, ölçülmek istenen konu odak noktası olmalıdır. Teorik çerçeve belirlenirken dikkat edilmesi gereken üç husus vardır (Nardo ve ark., 2005). Bunlar; konseptin tanımlanması, alt grupların belirlenmesi ve alt göstergeler için seçim kriterlerinin belirlenmesidir. Konseptin tanımlanmasında, oluşturulmak istenen endeks, ölçülmek istenen şeyin tam anlamını vermesi gerekmektedir. Alt grupların oluşturulması sürecinde de çok boyutlu kavramlar birkaç alt gruba ayrılabilir. Örneğin sosyal sürdürülebilir- liğin iç sosyal sürdürülebilirlik ve dış sosyal sürdürülebilirlik gibi ikiye ayrılması örnek olarak gösterilebilir. Alt gösterge- erin seçim kriterlerinin belirlenmesinde ise, bir göstergenin toplam bileşik endekse dahil edilip edilmeyeceğinin belirlenmesidir.

Temel göstergelerin seçimi: Yapılan çalışmalarda birçok farklı değişken kullanılmıştır. Öncelikli olarak dikkat edilmesi gereken şey, seçilmesi gereken göstergenin ülkeye, bölgeye ve çiftliğe özgü olmasıdır (Frater ve Franks, 2013).

Ayrıca göstergeler, analitik olarak sağlam ve ölçülebilir olmalıdır. Oluşturulmak istenen endeks göstergeleri konuyu temsil etmeli ve kapsamlı olmalıdır. Veri sayısı yetersiz olması durumunda, kukla değişkenler kullanılabilir (Nardo ve ark., 2005).

Çok değişkenli analiz: Bu aşamada, göstergelerin genel yapısını araştırmalı, veri setinin uygunluğunu değerlendirmeli ve metodolojik tercihlere karar verilmelidir. Oluşturulan endeksin ve endeks oluşturmak için seçilen göstergelerin, ilgili konuyu temsil etmesi çok önemlidir. Bunun için verilerin niteliğinin endeks oluşturma aşamasından önce analiz edilmesi gerekebilir. Burada amaç, endekslerin doğru, tutarlı ve kapsamlı ölçmesi için ya alt göstergeleri ya da ülke gibi büyük grupları kümelemektir (Nardo ve ark., 2005). Alt göstergelerin gruplanmasında kullanılan başlıca yöntemler temel bileşenler analizi ile faktör analizidir. Ülkeler gibi büyük gruplar içinde sıklıkla kullanılan yöntem ise kümeleme analizidir. Bu sayede alt göstergeler ve gruplar sınıflandırılarak daha doğru ölçümler elde etmek mümkün olabilmektedir.

Eksik verilerin tamamlanması: Veri setindeki eksik veriler, endeks değerlerinde sapmalara yol açabilir. Bunların giderilmesi, tutarlı ve güvenilir endeks için önem arz etmektedir. Ayrıca veri setindeki uç değerlerin yok edilmesi de doğru sonuçlar için önemlidir.

Normalleştirme: Endeks hesaplamak için seçilen göstergeler genellikle farklı ölçüm birimlerine sahiptir. Farklı birimlere sahip göstergelerin ortak birimlere dönüştürülerek, tek bir göstergede toplanması için normalleştirilmesi gerekmektedir. Farklı birçok normalleştirme yöntemi bulunmaktadır (OECD, 2008). Bu yöntemler; “Sıralama (Ranking), Standartlaştırma veya z-skorumları (Standardisation or z-scores), Yeniden sıralama (Re-scaling), belli bir ülkeye uzaklık (Distance to a reference country), Kategorik ölçekleme (Categorical scales), Ortalamanın altında ve üstündeki göstergeler (Indicators above or below the mean), Döngüsel göstergeler (Cyclical indicators (OECD), Görüş dengesi (Balance of opinions (EC), Ardışık yılların üzerindeki yıllık farkların oranı (Percentage of annual differences over consecutive years)” şeklindedir. Tüm normalleştirme yöntemlerinin amacı, farklı birimlerdeki göstergeleri aynı birime toplamaktır. Örneğin, Singh ve arkadaşlarının (2016) yılında yapmış olduğu çalışma ile Prasad ve arkadaşlarının (2015) yılında yapmış olduğu çalışmada yeniden sıralama (Re-scaling) yöntemi kullanılmıştır ve farklı birimdeki göstergeleri standartlaştırdıkları formül:

$$I_{ij} = \frac{X_{ij} - \text{Min}X_{ij}}{\text{Max}X_{ij} - \text{Min}X_{ij}} \quad (1)$$

$$I_{ij} = \frac{\text{Max}X_{ij} - X_{ij}}{\text{Max}X_{ij} - \text{Min}X_{ij}} \quad (2)$$

Formülde i, 1,2,3.....n kadarki gösterge sayılarını, j sürdürülebilirlik göstergelerini, X_{ij} göstergelerin değerlerini ifade etmektedir. Formüllerde eşitlik (1), sürdürülebilirlik üzerine pozitif uygulamaları, eşitlik (2) negatif uygulamaları ifade eder. Sürdürülebilirlik üzerine olumlu veya olumsuz etkisine göre eşitlik 1 veya 2 seçilir. Elde edilen sonuçlarla, farklı ölçekteki göstergeler aynı ölçekte toplanmış olur.

Ağırlıklandırma ve toplanma: Ağırlıklandırma, değişkenin tarımsal sürdürülebilirliğe yaptığı katkıya göre ağırlık verilmesi işlemidir. Bazı araştırmacılar ağırlıkları yalnızca istatistiksel yöntemler temelinde seçerken, bazıları politika önceliklerini veya teorik faktörleri daha iyi yansıtmak için uzman görüşüne bağlı olarak seçer. Seçilen göstergelere eşit ağırlıklar verilmesi de yaygın kullanılan bir uygulamadır. Birçok farklı ağırlıklandırma yöntemi olmasında rağmen, ağırlıklar hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın temelde değer yargılarıdır. Genel olarak kullanılabilir ağırlıklandırma yöntemleri; eşit ağırlıklandırma, temel bileşenler analizi, faktör analizi, bütçe dağılımı, analitik hiyerarşi süreci, konjoint analizi, şüphe ağırlığının faydası (benefit of the doubt weighting) şeklindedir (Nardo ve ark., 2005). Genel olarak toplama yöntemleri; doğrusal, geometrik ve çok değişkenli toplama yöntemleri diye üçe ayırmak mümkündür (Frater ve Franks, 2013). Tüm alt göstergeler aynı ölçüm birimine sahip olduğunda doğrusal toplama yöntemi uygun iken, karşılaştırılabilir olmayan ve farklı oran ölçekleri ile ifade edilen göstergelerde ise geometrik ortalamaların toplanması daha uygundur. Singh ve arkadaşlarının (2016) yılında yapmış olduğu çalışma ile Prasad ve arkadaşlarının (2015) yılında yapmış olduğu çalışmada, her sürdürülebilirlik boyutu için, aynı birimde toplamış oldukları göstergeleri önce doğrusal, yani basit ortalamayla toplamışlardır. Toplama esnasında kullanmış oldukları formül:

$$ESI = \frac{\sum_i^n I_{ij}}{n}$$
$$SSI = \frac{\sum_i^n I_{ij}}{n}$$
$$EnSI = \frac{\sum_i^n I_{ij}}{n}$$

ESI= Ekonomik sürdürülebilirlik endeksi,

SSI= Sosyal sürdürülebilirlik endeksi,

EnSI= Çevresel sürdürülebilirlik endeksi

Iij= Gösterge değerleri

Her bir sürdürülebilirlik boyutunu hesapladıktan sonra toplam sürdürülebilir- liğin hesaplanması gerekmektedir. Singh ve arkadaşları (2016) ile Prasad ve arkadaşlarının (2015) yapmış oldukları çalışmalarda kullandıkları toplam sürdürülebilirlik endeksi formülü ise;

$$CSI = \frac{W_1 * ESI + W_2 * SSI + W_3 * EnSI}{3}$$

CSI= Toplam sürdürülebilirlik endeksi

W= Atanan ağırlıklar

Ele alınan çalışmalarda her bir boyuta atanan ağırlıklara göre toplam sürdürülebilirlik endeksi hesaplanmıştır.

Sağlamlık ve duyarlılık analizi: Yapılan analizler bir endeksin sağlamlığını ölçmenize yardımcı olur. Belirsizlik analizi, girdi faktörlerinin belirsizliğinin bileşik gösterge yapısı boyunca nasıl yayıldığını ve bileşik gösterge değerlerini nasıl etkilediğine odaklanmaktadır. Duyarlılık analizi, belirsizlik kaynaklarının çıktı varyansına katkısını değerlendirir. (Nardo ve ark., 2005).

Bileşik göstergelerin diğer değişkenlerle bağlantısı: Endekste esas alınan göstergenin diğer yayımlanmış göstergelerle ilişkilendirilip, karşılaştırma yapılması elde edilen sonuçların doğrulanmasına yardımcı olur.

Gerçek verilere geri dönüş: Endeksler, ilgili konuların analizin yapılması için iyi bir referans kaynağı oluşturur. Uygulanacak politikalara rehberlik etmek için kullanılabilmesi gibi, alt bileşenlerin ve bireysel göstergelerin katkısının belirlenebileceği şekilde ayrışabilmelidir (Nardo ve ark., 2005). Elde edilen sonuçların hem kendi içinde, hem de ülke gibi büyük gruplara ayrılabilmesi, sonuçların karşılaştırılması açısından önem arz etmektedir.

Sunum ve yayma: Elde edilen endeksin ilgililere ulaştırılması aşamasıdır. Bu aşamada endekslere ait sonuçlar, karar vericilere ve araştırmacılara hızlı ve doğru bir şekilde iletebilmelidir. Bunun için grafikler ve tablolar kullanılabilir.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN HESAPLANMASINDAKİ ZORLUKLAR

Tarım farklı birçok ürünü barındıran bir sektördür. Tarımın çok yönlülüğü ve tarım işletmelerinin çeşitliliği tarımsal sürdürülebilirliğin hesaplanmasını zorlaştıran en önemli etkenlerden biridir. Ayrıca tarımda genellikle ele alınan ekonomik, sosyal ve çevresel boyut göstergeleri başka bölgelerde uygulanabilir değildir. Örneğin; ülkeler sosyal ve kültürel olarak büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Ayrıca; farklı bölgelerdeki insanlar, çevre gibi konularda farklı bilinçlere de sahip olabilmektedir. Dolayısıyla ele alınan göstergelerin konuma özgü olması, önem arz etmektedir.

Bir başka konu da sürdürülebilirliğin bir süreç olması ve tek başına nihai bir ürünle sonuçlanmamasıdır. Bu da izlenmesini veya ölçülmesini daha da zorlaştıran bir başka unsurdur (Norman ve diğ., 1997).

Sürdürülebilirlik, durağan bir yapıdan ziyade, dinamik bir yapıya sahiptir. Yani; sistem veya politika değişimleri aracılığıyla sürdürülebilirliğe olumlu veya olumsuz katkı sağlanabilmektedir. Bunun adaptasyonu için yüksek gözlem ve beceri gereklidir (Hayati ve ark., 2010).

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Sürdürülebilirlik olgusunun önemi, günümüz tarım sektöründe git gide artmaktadır. Bunun için politika yapımcılar ve yetkililer önlemler almakta ve işletmeleri sürdürülebilir kılmak için bir takım çareler aramaktadırlar. Sürdürülebilirliğin öncelikle doğru bir şekilde ölçülmesi, büyük önem arz etmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramı, çevrenin korunması, doğal kaynakların devamı, yenilenebilir kaynaklar gibi kavramlar nedeniyle ilk başta yalnızca çevresel boyut olarak algılsa da, günümüzde ekonomik ve sosyal boyutu da kapsamıştır. Çünkü çevreyi korumanın öneminin kavranması, ekonomik ve sosyal devamının sağlanmasıyla mümkün olabilecektir. Aksi takdirde iyi çevre, kötü ekonomik ve sosyal performans çelişkisi söz konusu olacaktır. Önemli olan bu üç boyutun da dengeli bir şekilde devam edeceği bir sistemin inşasıdır.

Ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik kapsamında birçok gösterge ele alınmıştır ve önemli olan göstergelerin ilgili boyutu tutarlı ve yansız bir şekilde ölçmesidir. Ayrıca sürdürülebilirlik göstergelerinin lokal anlamda yapılması, tutarlı ve doğru ölçmesine büyük katkı sağlayacaktır. Literatürde öne çıkan ekonomik sürdürülebilirlik göstergeleri; verimlilik, karlılık, gelir, istikrar ve sübvansiyonlar iken, sosyal sürdürülebilirlik göstergeleri; refah, sağlık, eğitim öğretim, kaynakların erişilebilirliği, paydaş desteği, bilgi ve bilinç durumu, tatil durumu, yaşam kalitesi, kendi kendine yeterli olma, gıda güvenliği ve güvenilirliği, sosyallik durumu ve çiftçinin emniyet durumu şeklindedir. Çevresel sürdürülebilirlik göstergeleri ise, gübre ve pestisit kullanımı ve yönetimi, toprak bitki besin maddeleri içeriği, enerji, toprak verimliliği, arazi yönetimi, sera gazı emisyonları, toprak, hava ve su kalitesi, sulama ve su arzı yönetimi, biyo-çeşitlilik, erozyon ve budama sistemidir.

Sürdürülebilirlik hesaplanması bir dizi işlemi bir araya getiren bir süreçtir. Bunun için öncelikle teorik çerçeve oturtulduktan sonra, temel göstergeler seçilir. Bu aşamadan sonra bir gruplandırma yapacak isek çok değişkenli analizlere başvururuz. Daha sonra yolumuza eksik verileri tamamlama ile devam ederiz. Bu aşamadan sonra veriler normalleştirme ile tek bir birim haline getirilir ve değişkenlere ağırlık verme işlemi yapacak isek ağırlık verilir ve toplama işlemine geçilir. Elde edilen bulgular sağlamlık ve duyarlılık analiziyle test edildikten sonra, diğer çalışma sonuçlarıyla da karşılaştırılabilir. Sürdürülebilirlik endekslerine ait sonuçların karar vericiler ve araştırmacılara hızlı ve doğru bir şekilde iletilmelidir.

KAYNAKÇA

- Binder, C. R., Steinberger, J., & Schmid, A. (2008). *Sustainability Solution Space for the Swiss milk value added chain: Combing LCA data with socio-economic indicators*. na.
- Black, A. W. (2004). The quest for sustainable, healthy communities. *Australian Journal of Environmental Education*, 20(1), 33-44.
- Böhringer, C., & Jochem, P. E. (2007). Measuring the immeasurable—A survey of sustainability indices. *Ecological economics*, 63(1), 1-8.
- Cecchini, L., Torquati, B., Paffarini, C., Barbanera, M., Foschini, D., & Chiorri, M. (2016). The Milk Supply Chain in Italy's Umbria Region: Environmental and Economic Sustainability. *Sustainability*, 8(8), 728.
- Chand, P., Sirohi, S., & Sirohi, S. K. (2015). Development and application of an integrated sustainability index for small-holder dairy farms in Rajasthan, India. *Ecological Indicators*, 56, 23-30.
- Chatzinikolaou, P., & Manos, B. (2012). Review of existing methodologies and tools for measuring sustainability in rural areas.
- Donatiello, G. (2001). Environmental sustainability indicators in urban areas: An Italian experience. *Joint ECE/Eurostat Work Session on Methodological Issues of Environment Statistics Working Paper*, 16.
- Dubey, A., & Lal, R. (2009). Carbon footprint and sustainability of agricultural production systems in Punjab, India, and Ohio, USA. *Journal of Crop Improvement*, 23(4), 332-350.
- Frater, P., & Franks, J. (2013). Measuring agricultural sustainability at the farm-level: A pragmatic approach. *International Journal of Agricultural Management*, 2(4), 207-225.
- Gomez-Limon, Jose A. and Gabriela Sanchez-Fernandez. 2010. "Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators." *Ecological Economics* 69:1062-1075.
- Gómez-Limón, J. A., & Riesgo, L. (2009). Alternative approaches to the construction of a composite indicator of agricultural sustainability: an application to irrigated agriculture in the Duero basin in Spain. *Journal of Environmental Management*, 90(11), 3345-3362.
- Gomez-Limon, J. A., & Riesgo, L. (2008, February). Alternative approaches on constructing a composite indicator to measure agricultural sustainability. In *107th EAAE Seminar, Sevilla*.
- Gowda, M.C. & Jayaramaiah, K.M. 1998. Comparative evaluation of rice production systems for their sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 69(1): 1–9.
- Hayati, D., Ranjbar, Z., & Karami, E. (2010). Measuring agricultural sustainability. In *biodiversity, biofuels, agroforestry and conservation agriculture*(pp. 73-100). Springer Netherlands.
- Hřebíček, J., Valtinyová, S., Křen, J., Hodinka, M., Trenz, O., & Marada, P. (2013). Sustainability indicators: development and application for the agriculture sector. In *Sustainability appraisal: Quantitative methods and mathematical techniques for environmental performance evaluation* (pp. 63-102). Springer Berlin Heidelberg.
- Latruffe, L., Diazabakana, A., Bockstaller, C., Desjeux, Y., & Finn, J. (2016). Measurement of sustainability in agriculture: a review of indicators. *Studies in Agricultural Economics*, 118(3), 123-130.
- Liontakis, A., & Tzouramani, I. (2016). Economic sustainability of organic Aloe Vera farming in greece under risk and uncertainty. *Sustainability*, 8(4), 338.
- Nambiar, K. K. M., Gupta, A. P., Fu, Q., & Li, S. (2001). Biophysical, chemical and socio-economic indicators for assessing agricultural sustainability in the Chinese coastal zone. *Agriculture, ecosystems & environment*, 87(2), 209-214.

- Norman D, Janke R, Freyenberger S, Schurle B, Kok H (1997) Defining and implementing sustainable agriculture. Kansas Sustainable Agriculture Series, Paper #1. Kansas State University, Manhattan, KS
- Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A., & Giovannini, E. (2005). Handbook on constructing composite indicators.
- Pandian, G. S., Jawahar, N., & Nachiappan, S. P. (2013). Composite performance index for sustainability. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 3(1), 91-102.
- Pezzey, J., & Toman, M. A. (2002). *The economics of sustainability: a review of journal articles*. Washington, DC: Resources for the Future.
- Prasad, K., Sankhala, G., Niketha, L., Kant, K., & Maji, S. (2016). An index to measure sustainability of sugarcane based dairy farming. *Indian J Dairy Sci*, 69, 3.
- Prescott-Allen, R. (2001). *Wellbeing of nations: a country-by-country index of quality of life and the environment*. IDRC, Ottawa, ON, CA
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 363(1491), 447-465.
- Qiu, H. J., Zhu, W. B., Wang, H. B., & Cheng, X. (2007). Analysis and design of agricultural sustainability indicators system. *Agricultural Sciences in China*, 6(4), 475-486.
- Rasul, G., & Thapa, G. B. (2004). Sustainability of ecological and conventional agricultural systems in Bangladesh: an assessment based on environmental, economic and social perspectives. *Agricultural systems*, 79(3), 327-351.
- Reytar, K., Hanson, C. R. A. I. G., & Henninger, N. O. R. B. E. R. T. (2014). Indicators of sustainable agriculture: a scoping analysis. In *Working Paper, Installment 6 of Creating a Sustainable Food Future*. World Resources Institute Washington, DC.
- Rigby, D., Woodhouse, P., Young, T., & Burton, M. (2001). Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Ecological Economics*, 39(3), 463-478.
- Sabiha, N. E., Salim, R., Rahman, S., & Rola-Rubzen, M. F. (2016). Measuring environmental sustainability in agriculture: A composite environmental impact index approach. *Journal of environmental management*, 166, 84-93.
- Saifi, B. & Drake, L. 2008. A coevolutionary model for promoting agricultural sustainability. *Ecological Economics* 65(1): 24–34.
- Singh, P. K., Sankhala, G., Singh, A., & Prasad, K. (2016). Sustainability of Gangatiri cattle rearing. *Indian Journal of Animal Sciences*, 86(8), 936-939.
- Sydorovych, O. & Wossink, A. 2008. The meaning of agricultural sustainability: evidence from a conjoint choice survey. *Agricultural Systems* 98(1): 10–20.
- Turhan, Ş. (2005). Tarimda sürdürülebilirlik ve organik tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1), 13-24.
- Torres, J., Valera, D. L., Belmonte, L. J., & Herrero-Sánchez, C. (2016). Economic and Social Sustainability through Organic Agriculture: Study of the Restructuring of the Citrus Sector in the “Bajo Andarax” District (Spain). *Sustainability*, 8(9), 918.
- Van Calker, K. J., Berentsen, P. B. M., Giesen, G. W. J., & Huirne, R. B. M. (1970). Method for measuring sustainability in dairy farming. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 46.
- Van Calker, K. J., Berentsen, P. B., Giesen, G. W., & Huirne, R. B. (2005). Identifying and ranking attributes that determine sustainability in Dutch dairy farming. *Agriculture and Human Values*, 22(1), 53-63.

Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 2017, 3 (2), 1-13.

Academia Journal of Engineering and Applied Sciences, 2017, 3 (2), 1-13.

Van Calster, K. J., Berentsen, P. B. M., Romero, C., Giesen, G. W. J., & Huirne, R. B. M. (2006). Development and application of a multi-attribute sustainability function for Dutch dairy farming systems. *Ecological Economics*, 57(4), 640-658.

Van Cauwenbergh, N., K. Biala, C. Biellers, V. Brouckaert, L. Franchois, V. Garcia Ciudad, M. Hermy, E. Mathijs, B. Muys, J. Reijnders, X. Sauvenier, J. Valckx, M. Vanclooster, B. Van der Veken, E. Wauters and A. Peeters. 2007. "SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems." *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120(2–4):229-242.

Vecchione, G. 2010. EU Rural Policy: Proposal and Application of an Agricultural Sustainability Index. Available at: <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/27032/>

Waney, N. F. L., Soemarno, Y., Yuliaty, Y. & Polii, b. 2014. Developing indicators of sustainable agriculture at farm level. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7 (2): 42-53.

Wrzaszcz, W. and Zegar J. S, (2014). *Economic sustainability of Farms in Poland. European Journal of Sustainable Development*, 3(3), 165.

Zhen, L., & Routray, J. K. (2003). Operational indicators for measuring agricultural sustainability in developing countries. *Environmental Management*, 32(1), 34-46.