



Araştırma Makalesi

Tarlada Sanayi Domatesi Yetiştiriciliğinin Çevresel Etkilerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemi ile Belirlenmesi

İlker Kılıç

Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bursa

Geliş tarihi (Received): 18.04.2020

Kabul tarihi (Accepted): 04.06.2020

Anahtar kelimeler:

Domates, tarla, çevresel etki, yaşam döngüsü değerlendirilmesi

Özet. Ülkemizde domates üretimi her bölgede yapılabilirken, ticari anlamda sanayi tipi domates yetiştiriciliği Marmara ve Ege bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Domates üretimi geleneksel yetiştiricilikte sera ve tarla olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır. Gelişen teknoloji ile yeni yetiştiricilik şekli olan topraksız tarımda hidroponik domates yetiştiriciliği de üretim şekilleri arasına eklenmiştir. Üretim sistemlerinin farklılaşması ile üretim sistemlerinin girdilerinin farklılaşmasına ve dolayısıyla da çevresel etkilerinin farklılaşmasına neden olmaktadır. Bu çalışma kapsamında ülkemizde, sürdürülebilir domates üretimi ve domates sanayi için, tarla domatesi üretiminin çevresel etkilerinin yaşam döngüsü değerlendirilmesi yöntemi kullanılarak ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada Bursa bölgesinde tarlada sanayi domatesi üreten bir işletme ele alınmıştır. İşletme ile yapılan görüşmeler sonucunda yaşam döngüsü analizinde kullanılacak olan su tüketimi, üretimin tüm aşamalarındaki enerji tüketimi, kullanılan organik ve kimyasal gübre miktarı, araç kullanımı, araçların yakıt tüketimleri vb. bilgiler toplanmıştır. Girdiler kullanılarak yapılan üretim sonucunda ortaya çıkan son ürünler, domates, emisyonlar, atıklar ve kimyasal gübreden kaynaklanan kimyasallar olarak alınmıştır. Çalışmada üretimin neden olabileceği olası çevresel etki kategorileri seçilerek analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmada küresel ısınma, asidifikasyon, ötrofikasyon, ozon incelmesi, iklim değişimi, ekosistem-arazi kullanımı, ekosistem-toplam, insan zehirlenmesi ve doğal kaynak tüketimi etki kategorileri seçilmiştir. Çalışma sonucunda seçilen etki kategorilerinden ötrofikasyon, alan kullanımı ve toplam ekosistem etkisi kategorilerinde diğerlerine oranla yüksek etki değerleri elde edilmiştir. Tarlada domates yetiştiriciliğinde uygulanan kimyasal ve organik gübre miktarlarının yüksek olması çevresel etkileri ötrofikasyona kaydırmaktadır. Sonuç olarak yetiştiricilerin arazilerine uygulayacakları kimyasal ve organik gübre miktarlarına son derece dikkat etmeleri ve toprağın ve bitkinin gereksinimini ile uygulama döneminde meteorolojik şartları da gözetenek uygun miktarları arazilerine uygulamalıdır.

*Sorumlu yazar

ikilic@uludag.edu.tr

Estimation of Environmental Effects of Industrial Tomato Cultivation in Field by the Life Cycle Assessment Method

Keywords:

Tomato, environmental impact, field, life cycle assessment

Abstract. Tomato production is one of the most important agricultural activities for export and to meet the domestic market requirements. While tomato production can be done in every region, commercially industrial tomato production is concentrated in Marmara and Aegean regions. Tomato production is carried out in two different ways: greenhouse and traditional field cultivation. With the developing technology, hydroponic tomato cultivation in soilless agriculture, which is a new form of farming, has also been added to the production forms. The differentiation of the production systems causes the inputs of the production systems to differ, and thus their environmental effects differ. It is aimed to reveal the environmental impacts of field tomato production using the life cycle assessment method for sustainable tomato production and the tomato industry in Turkey. In the study, an enterprise that produces industrial tomatoes in the field in the Bursa region is evaluated. Information related to water consumption to be used in life cycle analysis, energy consumption at all stages of production, amount of organic and chemical fertilizers used, vehicle usage, the fuel consumption of vehicles, etc. was collected. The final products resulting from production using inputs were taken as tomatoes, emissions, wastes, and chemicals from chemical fertilizers. In the study, the analysis was carried out by selecting the possible environmental impact categories that the product may cause. In the study, global warming, acidification, eutrophication, ozone depletion, climate change, ecosystem-land use, ecosystem-total, human poisoning, and natural resource consumption impact categories were selected. As a result of the study, the eutrophication, land use, and total ecosystem effect categories, which are among the chosen impact categories, were higher than others. The high amount of chemical and organic fertilizers applied in tomato cultivation in the field shifts environmental effects to eutrophication. As a result, the growers should pay attention to the amount of chemical and organic fertilizers they will apply to their lands and apply the appropriate amounts to their lands by considering the needs of the soil and the plant and the meteorological conditions during the application period.

GİRİŞ

Gıda sanayi; ülkemizde gerek ihracat payı gerek yarattığı istihdam gücü ve gerekse katma değerli ürünleri ile önde gelen ana sektörlerden biridir. Türkiye’de ortalama 40 milyon ton yaş meyve sebze üretilmektedir. Domates üretimi tek başına yaş meyve sebze üretiminin yaklaşık $\frac{1}{4}$ ’ünü oluşturmaktadır (Karbuş ve ark., 2008). Sebze üretim alanlarımızın yaklaşık %31’ini 270 bin hektarlık payla domates üretim alanları oluşturmaktadır (Çay ve Aykas, 2012). Dünya domates üretiminde 2016 yılı verilerine göre Çin yaklaşık 54,6 milyon ton üretim ile lider durumdadır. Çin’i 19.4 milyon ton üretim ile Hindistan, 13,03 milyon ton ile Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve 12.6 milyon ton üretim ile Türkiye takip etmektedir (Anonim, 2018). Domates, birçok gıda sanayi dalına (domates suyu, salça, ketçap, sos, çorba, turşu, reçel, konserve vs.) hammadde sağlamasının yanı sıra, zengin besin içeriği ve çok yüksek miktarlarda taze/işlenmiş olarak tüketimi ile önem arz etmektedir (Keskin, 2010). Domates üretimi Türkiye’nin tümünde mümkün olmakla birlikte, sanayi tipi domates üretimi daha çok Marmara ve Ege Bölgelerinde özellikle de Bursa, Manisa ve İzmir illerinde yoğunlaşmıştır (Keskin, 2010). Bursa ilinde 2012 yılında yaklaşık 200 bin dekar (da) ekim alanında 1 milyon 350 bin ton domates üretimi, Karacabey ilçesinde ise 100 bin da ekim alanında 600 bin ton domates üretimi gerçekleşmiştir. Bu verilere göre Türkiye domates üretiminin yaklaşık %6’sı Karacabey’de gerçekleşmektedir (Aksoy, 2014).

Ülkemizde TUIK 2019 verilerine göre yaklaşık 12,8 ton yıl⁻¹ domates üretimi yapılmakta bu miktarın 4 tonu salçalık, 8.8 tonu sofralık olarak yetiştirilmektedir (Anonim, 2019). Özetle üretilen domatesin yaklaşık %20-30’u gıda sanayinde işlenmekte, kalan miktar taze tüketime gitmektedir. İşlenen toplam miktarın %80’i salça, %15’i konserve domates üretimi için kalan kısım ise ketçap, domates suyu vb. domates ürünlerinin imalatı için kullanılmaktadır. Ülkemizde salça üretiminde Türk Standartları Enstitüsü TS 1466 domates salçası standardına uygun “*Lycopersicum esculentum* P.Mill” türüne ait tek yıllık bitkilerin meyveleri kullanılmaktadır. Domates ürün rekoltesi, iklime bağlı olarak iki yılda bir azalan ve artan bir eğilim göstererek 4 yıllık dönemler itibarıyla dalgalanmaktadır (Bilgin, 2001).

Çiftçilerin tarlada üretim dönemlerinde yaptıkları yanlış tarımsal uygulamalar çeşitli çevre sorunlarına neden olmaktadır. Tarım üreticilerinin yanlış ve bilinçsiz yetiştiricilik yapmaları sonucu; pestisit, kimyasal gübre ve ahır gübresi kaynaklı çevre sorunları, fazla su kullanımı ile doğal kaynakların boşa sarf edilmesi, uygunsuz toprak kullanımı sonucu toprak kaybı (erozyon), ürün atıklarının yakarak bertarafından doğan CO₂ emisyonu kaynaklı çevre sorunları oluşmaktadır. Domates üretimi sera ve açık tarla üretimi olmak üzere 2 şekilde yapılmaktadır. Tüm sebzelerin üretiminde tarla ve sera uygulamaların çevresel etkileri karşılaştırıldığında açık tarla uygulamalarının çevre dostu (eco-friendly) olarak benimsendiği görülmektedir (Munoz ve ark., 2008).

Bursa bölgesinde domates yetiştiriciliği sera yetiştiriciliğinden daha çok tarlada yapılmaktadır. Sera da domates yetiştiriciliği kış mevsimindeki meteorolojik koşullara bağlı olarak yüksek maliyetler ortaya çıkarabilir. Bu nedenle çalışma kapsamında Bursa bölgesi sürdürülebilir domates üretimi ve domates sanayi için, tarla domatesi üretiminin çevresel etkilerinin yaşam döngüsü değerlendirmesi yöntemi kullanılarak ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırmada Bursa İli Karacabey ilçesinde bulunan sanayi tarla domatesi üretimi yapılan bir işletme çalışmada materyali oluşturmaktadır. Karacabey ovasında bulunan örnek alanda domatesi fideciliği ile açık tarla domates yetiştiriciliği yapılmaktadır. Örnek alanın içinde bulunduğu Marmara Bölgesinde açıkta domates yetiştiriciliği Nisan ayında başlarken, 80-140 gün arasında sezon devam etmektedir. Araştırma alanı ve üretim sistemi ile ilgili bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanı ve üretim özellikleri.

Table 1. Study area and production features.

Çalışma Alanı	Karacabey, Bursa
Üretim Sistemi	Tarla Domatesi Yetiştiriciliği
Ürün (product)	Domates (Sanayi Tipi)
Alan m ²	15000
Dizin Özellikleri	Kütle
Birim	kg
Hedef Miktar	1

Araştırmada örnek tarla domatesi üretim işletmesinin çevresel etki değerlendirmesi "Yaşam Döngüsü Değerlendirme" (YDD) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntem, tarlada gerçekleştirilen sanayi domatesi üretimi faaliyetinin tarla kapısına kadar tüm aşamalarında ortaya çıkabilecek çevresel etkilerin bir çerçevesini oluşturmaktadır.

Çalışmada uygulanan YDD yöntemi, dikime hazır fideler, dikime hazırlanan toprak, yetiştirme ve hasat evrelerini içermektedir. Öncelikle Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi yapılacak işletmelerde yöntem sistemin sınırları belirlenmiştir. Sistem sınırları olarak tarlada fide ekiminden başlayıp, tarla kapısına kadar olan bölüm sınır olarak kabul etmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Yaşam döngüsü değerlendirmesine ait sistem sınırı.

Figure 1. System boundary for life cycle assessment.

Çalışmada yaşam döngüsü değerlendirme yapılması için açık kaynak kullanımı olan OpenLCA 1.4.(Greendelta GmbH, Almanya) adlı bilgisayar yazılımı kullanılmıştır. Veri tabanı olarak ise Agriblayse 1-2 çalışmaya uygun tarım ürünlerine ait listelere sahip veriler ile ilgili geniş bir listeye sahip olduğu için seçilmiştir. Bu listelerde 1 kg fonksiyonel birim başına, sistemin girdilerinde çıktılarında kadar kullanılan hammadde, tüketilen su, enerji, kullanılan gübre, traktörün gücü, traktör ve diğer ekipmanlar tarafından kullanılan yakıtlar, elde edilen toplam ürün miktarları, sayıları ve büyüklükleri ile ilgili gibi veriler bulunmaktadır.

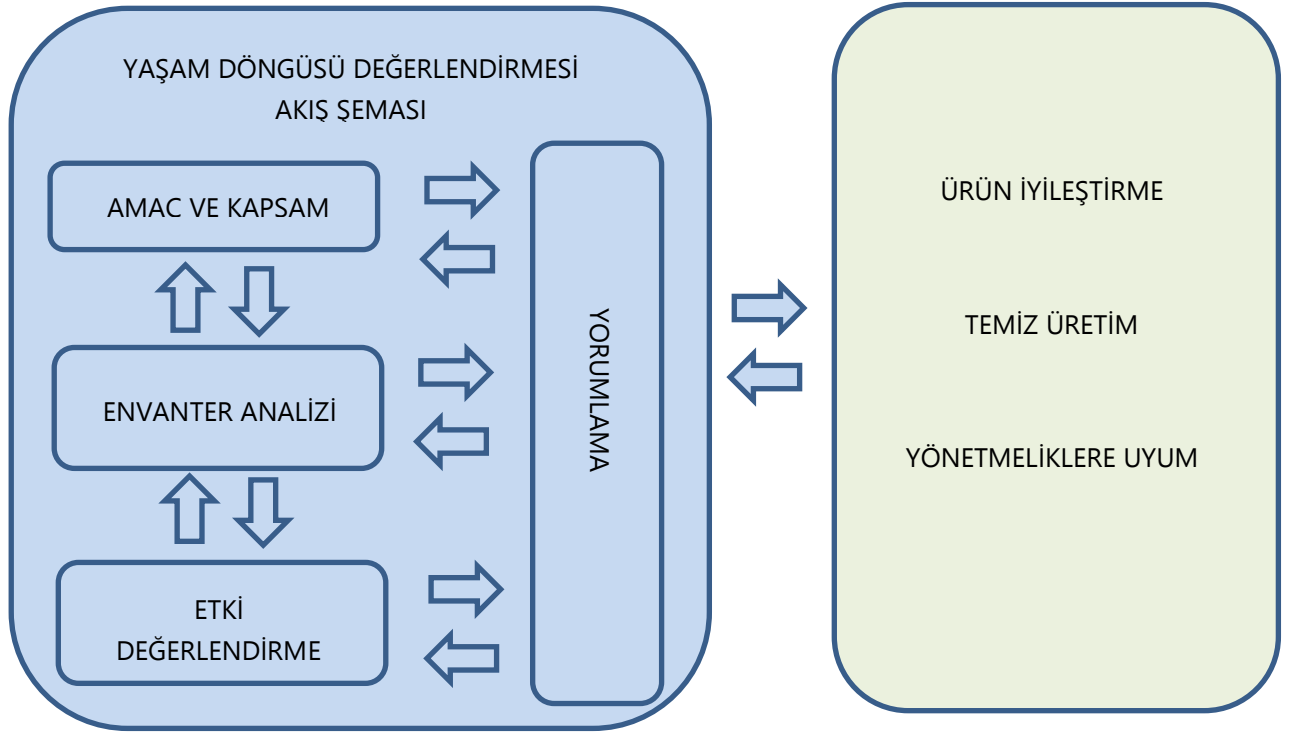
Tarla domatesi yetiştiriciliği yaşam döngüsü değerlendirmesinde fonksiyonel birim tarlada üretilen 1 kg domates olarak belirlenmiştir. Yaşam döngüsü değerlendirmedeki bir sonraki aşama envanter aşamasıdır. Çalışma ile ilgili toplanması gereken bilgiler, gerek saha çalışanlarından alınan bilgiler ve gerekse literatür çalışmaları sonucunda elde edilen veriler ile girdi ve çıktı verileri oluşturulmuştur. Ayrıca her iki yöntemle toplanamayan bilgiler ise yazılım ile birlikte gelen ve tüm dünyaca kabul görmüş veri tabanlarından alınmıştır.

Çalışmada belirlenen sistem sınırları kapsamında sistem girdileri ve çıktıları OpenLCA programının veri girişi yöntemine göre girdiler ve çıktılar bölümüne girilmiştir. Tüm girdiler ve çıktılar çalışmada seçilen fonksiyonel birim olan 1 kg domates başına düşen miktarlar şeklinde girilmiştir.

Yaşam döngüsü değerlendirme analizinde envanter aşamasından sonra etki kategorilerinin seçilmesi aşamasına gelinir. Burada üretiminin neden olacağı muhtemel çevresel etkiler belirlenir. Yaşam döngüsü analizi yazılımlarında çok fazla sayıda etki kategorisi mevcut olmasından dolayı bir seçim yapmak hem domates yetiştiriciliğinin neden olmayacağı çevresel etki kategorisini analizden çıkaracak hem de analiz için harcanan zaman ve emekten tasarruf sağlayacaktır (Consoli ve ark., 1993; Eren, 2011).

Bir sonraki aşama ise seçilen etki kategorilerinde çevresel etkilerin hesaplanmasıdır. Bu aşamada çevresel etkilerin hesaplanması için yazılımda üretime en uygun hesaplama ve değerlendirme yöntemi seçilir. Çalışma da yazılımın yardımcı kılavuzuna göre tarla domates yetiştiriciliği için etki dağıtım yöntemi olarak fiziksel dağıtım seçilmiş, etki değerlendirme yöntemi olarak ILCD 2011 ile endpoint ve hesaplama türü olarak da Monte Carlo Simülasyonu seçilmiştir.

Çalışmada son aşama etki kategorilerinin değerlendirilmesidir. Çalışmada girilen girdiler, çıktılar, yazılımda seçilen etki kategorileri ve değerlendirme kategorilerine göre yazılımın hesapladığı çevresel etki değerleri sonuçları tablo ve grafikler şeklinde yazılımdan alınır (Şekil 2).



Şekil 2. Yaşam döngüsü değerlendirmesi akış diyagramı.
Figure 2. Flowchart for life cycle assessment.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada, bir sanayi firmasına sözleşmeli yetiştiricilikle açık tarlada sanayi domatesi üreten bir yetiştiriciye ait işletme incelenmiştir. Yaşam döngüsü analizi uygulanan çalışmada fonksiyonel birim olarak 1 kg sanayi domatesi dikkate alınmış ve bu değer üzerinden açık tarlada sanayi domates üretiminin aşamalarında toprağa, suya ve diğer çevrelere olan etkileri sayısal veriler ile ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Sanayi domatesin üretimi aşamalarında su tüketimi, hastalıklarla ve zararlılarla mücadele amaçlı pestisit kullanımı, üretim veriminin artırılması için doğal veya kimyasal gübre kullanımı söz konusudur.

Yaşam Döngüsü Envanteri

Çalışmada fonksiyonel birim başına düşen girdi ve çıktılar Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir. Tarla domatesi üretiminde kullanılan tüm girdiler ve çıktılar üretilen domates miktarına bölünerek fonksiyonel birim başına yani bir kg domates başına hesaplanmıştır. Tarlada yetiştirilen domates üretimde en büyük girdiyi su oluşturmaktadır. Bu durum çevresel etkiler kategorisinde, su kaynakları üzerine olan etkilerin yüksek düzeylerde olmasına neden olmuştur. En küçük girdi ise kimyasal gübrelere aittir.

Çizelge 2. Fonksiyonel birim başına domates üretimi için girdiler.

Table 2. Inputs of tomato production per functional unit.

Girdi	Birimi	Miktarı
Su	Kg	90
Fide	Adet	1
Organik gübre	Kg	0.01
Taşıma (kamyon)	t*km	0.248
Ekilebilir Arazi	m ²	0.0099
Tarla hazırlama ve Hasat Makinesi Yakıt	Kg	1
Taşıma (İşçi)	P*km	1
Enerji Kullanımı	MJ	0.5
Arazi Hazırlama	S	1
Monoamonyum Fosfat	Kg	0.002
Amonyum sülfat	Kg	0.004
Diamonyum fosfat	Kg	0.005
Potasyum Nitrat	Kg	0.006
Pestisit	Kg	1.6

*P = Passenger

Tarlada domates üretiminin fonksiyonel birim başına çıktılarının başında fosfat ve emisyonlar gelmektedir. Emisyonlar ve fosfat üretim esnasındaki işlerden dolayı kaynaklanır. Üretim esnasında toprağa uygulanan gübrenin toprak içerisindeki mikroorganizmalar tarafından parçalanması ve topraktaki dönüşümü sonucu başta amonyak olmak üzere birçok kirlenici gaz halinde topraktan atmosfere doğru yayılır. Gaz haline dönüşmeyen kirleniciler ise derine sızarak yeraltı su kaynaklarına oradan da deniz ve okyanuslara kadar ulaşmaktadır.

Çizelge 3. Fonksiyonel birim başına domates üretiminin çıktıları.

Table 3. Outputs of tomato production per functional unit.

Çıktı	Birimi	Miktarı
Domates	Kg	1
Emisyonlar	Kg	3×10^{-4}
Atıklar	Kg	0.001
Amonyum iyonları	Kg	7×10^{-5}
Fosfat	Kg	4×10^{-4}
Amonyak	Kg	6×10^{-5}

Çevresel Etki Değerlendirmesi

Toprak bir ürün girdisi (product flow) olarak değil temel (elementary flow) dizin olarak değerlendirilmektedir. Bu durum toprağın bir üretim sonucu oluşmadığını ve özellikle tarımdaki önemini bir kez daha bize ifade etmektedir. Toprak, tarımda verimli kısmı (bitkinin gelişimi için mineral ve nem bakımından oldukça zengin) ile yer almaktadır. Toprağın dikime hazır hale getirilmesi, gelişim ve hasat evrelerinde seçilen yöntemler verimli toprağın ömrünü ve miktarını belirlemektedir. Çalışma alanında bulunan toprak; ağır bünyeli, organik madde içeriği %53 (yetersiz), tuzluluk oranı %0.7 (tuzlu toprak), fosfor (P) oranı %12.2 (zayıf) ve potasyum (K) oranı yüksek toprağın zenginliği yetiştiricilikte ilave edilecek gübre, kimyasal ilaç ve su miktarını doğrudan belirlemektedir. Bu durumda domates üretiminin çevresel etkileri ile yakından ilişkilidir ve hangi etki kategorilerinin önemli düzeyde olduğu konusunda belirleyici olacaktır.

Ayrıca kullanılan fide dikim ve hasat teknikleri de verimli toprak miktarını etkilemektedir. Günümüzde elle fide dikimi ve hasadın zaman kaybına ve işçi maliyetlerini arttırmasına neden olduğundan dolayı son yıllarda makineli fide dikimi ve hasat işlemine başlanmıştır. Makineli hasat ile ürün, sap, gövde ve bir kısım verimli toprak bir arada toplanmaktadır. Örnek alandan gönderilen ürünlerin kullanıldığı bir konserve sanayinde yapılan çalışmalarda sezonda yaklaşık 140 ton verimli toprağın tarladan sanayiye taşındığı belirlenmiştir. Bu kayıp (erozyon) toprakların verimsizleşmesine, taşındıkları sanayinin üretim proseslerinin zarar görmesine hem de taşınma sonucu ulaştıkları akarsu ve barajların toprak ile dolmasına neden olmaktadır. Tarla domatesi üretimi esnasındaki mekanizasyon kullanımı çevresel etkiler üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır.

Çalışmada Bursa bölgesinde tarlada sanayi domatesi üretiminin yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi kullanılarak çevresel etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Yaşam döngüsü analizinin çevresel etki kategorileri aşamasında elde edilen sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir. Çalışma sonucunda hesaplama bölümünde tarla domatesi yetiştiriciliğinin çevreye en çok etkilediği kategorilerin; Ekosistem-toplam, Ekosistem-Arazi Kullanımı ve Ötrofikasyon olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. Tarlada sanayi domates üretiminin çevresel etkileri.

Table 4. Environmental impacts of industrial tomato production in the field.

Etki Kategorileri	Etki Değeri
Küresel Isınma	0,023E-13 kgCO ₂
Asidifikasyon	0,68E-12kgSO ₂ eq
Ötrofikasyon	5.80E-12
Ozon incelmesi	0,0001E-16
İklim değişimi	0,94 MJ.eq
Ekosistem-Arazi kullanımı	1.83E-10
Ekosistem-Toplam	1.88E-10
İnsan Zehirlenmesi	0,0002E-17
Doğal Kaynak Tüketimi	0,0003E-15

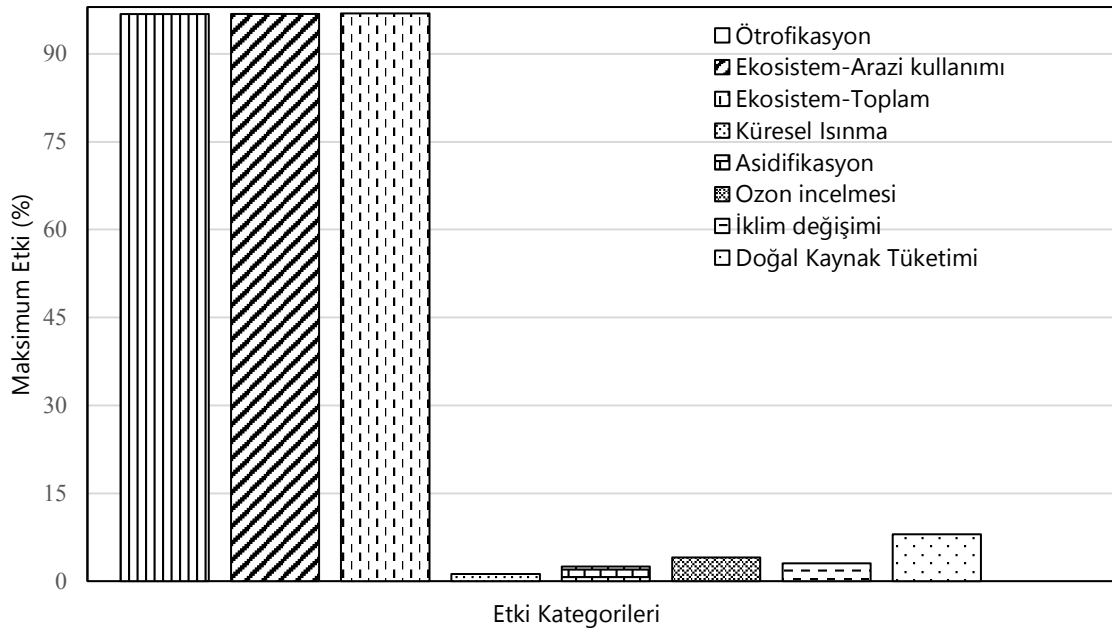
Tarla domates üretiminde toprak işleme esnasında traktör kullanımı, kimyasal gübrenin toprakta parçalanması ve domates bitkisinin yaptığı fotosentez sonucu ortama karbondioksit yayması sonucu küresel ısınma etkisinin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Tarımda özellikle bitki yetiştiriciliğinde pestisit kullanımı ülkemizde oldukça yaygındır. Örneğin toprağa bir defalığına verilen DDT formülasyonundaki ilaçlar ve insektisitler toprakta uzun yıllar bozunmadan kalabilmektedir (Arias Estevez ve ark., 2008, Curutiu ve ark., 2017). Suda çözünmeyen pestisit türlerinin de kolay yayılabildiği ve taşındığı bu nedenle deniz ve göl sularındaki canlı yaşamını etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle tarla domatesi üretiminin insan zehirlenmesi etki kategorisinin pestisitlerin kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kimyasal ve organik gübre (kompost gübre) kullanımı sonucunda yüzey akışıyla birlikte yer altı ve yerüstü sularına N ve P un karıştığı bilinmektedir. Kimyasal gübreler ürün kalitesini ve verimini arttırmak için kullanılsa da bilinçsizce kullanımı toprak kirlenmesine neden olmaktadır. Yüksek düzeyde azotlu gübre kullanılması sonucu topraktan yıkanmalarla, içme suları ve akarsulara karışan nitrat miktarı artmaktadır. Yine fosforlu gübrelerin yüzey akışlarıyla taşınması sonucu içme suları ve diğer akarsularda bulunan fosfat miktarı yükselmekte ve ötrofikasyona neden olmaktadır.

Su, tarımsal üretimin her alanında (bitkisel ve hayvansal üretim) yüksek miktarda kullanılmaktadır. Yüksek debilerde su kullanımı yer altı su seviyelerinde düşmelere, tüketim sonucu kirlenmiş (N ve P yönünden oldukça zengin) su ise süzüntü veya alıcı ortam sonucu canlı yaşamını etkilemektedir. Özellikle alıcı ortamlara ve su kaynaklarına çok çeşitli kirleticilerin verilmesi kaynak tahribatına neden olmaktadır. Tarla domatesi üretiminin doğal kaynak tüketimi etkisi, sulama mevsiminde bu tür tarlalarda aşırı su kullanımından kaynaklanmaktadır.

Çalışmada ayrıca her bir çevresel etki kategorisinin maksimum etkisinin %100 olarak kabul edildiği ve etkilerin bu göreceli ya da bağıl göstergelere göre değerlendirildiği göreceli gösterge analizi yapılmıştır. Bu analiz ile tüm etki kategorilerinin göreceli olarak birbiriyle karşılaştırılması sağlanmıştır. Göreceli gösterge analizi sonuçları Şekil 3'de verilmiştir. Bu analiz sonucunda ötrofikasyon, arazi kullanımı ve toplam ekosistem etkisi sırasıyla %96.8, %96.83 ve %96.88 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler toplam etki içerisindeki katkıları değil her bir etkinin tek başına olsaydı tüm domates üretimine olan etkisinin ne olacağı sorusunu yanıtlamaktadır.



Şekil 3. Tarla domatesi üretiminin göreceli gösterge analizi sonuçları.

Figure 3. Relative indicator analysis results of field tomato production.

Tarım sektöründe yaşam döngüsü değerlendirmesi kullanarak oluşturulan örnek çalışmalara bakıldığında, genellikle tarladaki üretimin, organik, entegre ve geleneksel bitkileri içeren farklı üretim tekniklerinin karşılaştırılması görülmektedir (Wegener Sleeswijk ve ark., 1996; Cowell, 1998; Mattsson, 1999; Milà, 2003;) (Munoz ve ark., 2008). Doğrudan domates yetiştiriciliğinin yaşam döngüsü değerlendirmesi çalışmalarının daha çok seralarda üretilen domatesler üzerine yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Munoz ve ark. (2008)'nin yaptığı çalışmada, İspanya'da, sera ve açık tarla domates yetiştiriciliğinin çevresel etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışma yaşam döngüsü değerlendirme yöntemi ile yapılmış ve etki kategorileri CML 2001'den ve veritabanı ise Ecoinvent Proses V.1.2. den sağlanmıştır. Çalışma sonunda; 1 kg domates başına su, gübre ve pestisit kullanımı kaynaklı çevresel etkilerin açık tarla yetiştiriciliğine göre sera tipi üretimde daha fazla olduğu belirlenmiştir. Çizelge 5'de çevre kategorilerine ait sonuçlar verilmiştir.

Anton ve ark. (2005), çalışmalarında domates üretim tipi olarak toprakta, açık ve kapalı hidroponik sistem olmak üzere 3 üretim tipi üstünde çalışarak çevresel etkileri araştırılmıştır. Çalışmada bilgisayar yazılımı olarak

TEAM kullanılmış ve 1 kg domates üretimi fonksiyonel birim olarak alınmıştır. Çalışma sonunda sera tipi üretimde oluşan atık biyokütle ve plastiklerin en büyük çevresel etkiye neden olduğu belirlenmiştir. Oluşan atıklardan çözünebilirlerin kompostta dönüştürülebileceği önerilmiştir (Anton ve ark., 2005).

Çizelge 5. Sera ve açık tarla tipi domates yetiştiriciliği çevresel etkileri (Munoz ve ark., 2008).

Table 5. Environmental impacts of greenhouse versus open-field tomato production

Etki Kategorileri	Sera Tipi Üretim	Açık Tarla Tipi Üretim
Küresel Isınma	7,44E-02 kgCO ₂	5,01E-02 kgCO ₂
Asidifikasyon	4,84E-04kgSO ₂ eq	6,38 E04kgSO ₂ eq
Ötrofikasyon	1,23E-04	1,52E-04
Su tüketimi	24,24 L	42,84 L
Enerji Tüketimi	0,94 MJ.eq	1,19 MJ.eq

Marthez-Blanco ve ark. (2011) yaptığı çalışmada ise bahçe domatesi üretiminde kompost ve mineral gübrenin tarla ve sera üretim aşamalarında kullanılması ile oluşacak çevresel etkileri yaşam döngüsü analizi ve değerlendirme yöntemi ile ortaya konulmuştur. Çalışma 4 farklı yetiştirme çeşidi (kompost gübre açık tarla yetiştiriciliği, kompost gübre sera yetiştiriciliği, kompost+mineral gübre açık alan yetiştiriciliği, kompost+mineral gübre sera yetiştiriciliği) çalışma alanında denenmiştir. Çalışma sonunda üretilen ürünün boyutları ve verim dikkate alınmadığı takdirde en çevreci üretim şeklinin kompost+mineral gübre açık alan yetiştiriciliği olduğu belirlenmiştir. Sera üretiminde ise sera koruma malzemeleri çevreye olumsuz etkileri artırırken %50 daha fazla hasat, daha az su tüketimi ve pestisit kullanımı gibi avantajların olduğu belirtilmiştir. Tüm çalışmalarda kompost üretim ve sera aşamalarının en fazla çevreye olumsuz etki eden aşamalar olduğu, mineral ve açık tarla yetiştiriciliğinin en düşük etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Davis ve ark. (2011) çalışmalarında tarla ürünlerinin (sebze, meyve ve çiçekler) hangi aşamalarda sera gazlarının oluştuğu ve hangi aşamanın daha çok sera etkisine sahip olduğunu ortaya koymaya çalışmışlardır. Çalışma kapsamında 17 tarla ürünü (domates, salatalık, karnabahar, brokoli, havuç, yabani havuç, marul, soğan, pırasa, sarı şalgam, kereviz, beyaz lahanası, elma, çilek gibi sebze ve meyvelerin yanı sıra kalanşa ve Atatürk çiçekleri) üstünde çalışılmıştır. Fonksiyonel birim 1 kg ürün (demette 10 adet sap) ve sistem sınırı olarak "tohum evresinden perakende satış evresi" ne kadar olan üretim alanı alınmıştır. Domates, salatalık, kalansa ve Atatürk çiçeği sera içinde diğer ürünleri açık tarla üretimi şeklinde yetiştiricilik yapılmıştır. Seralarda yetişen ürünlerin seranın ısıtılması sırasında harcanan enerji ve CO₂ emisyonu nedeniyle küresel ısınma etkisinin açık tarla yetiştiriciliğine göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Açık tarla yetiştiriciliğinde ise emisyon kaynaklarının daha çok azotlu gübre kullanımından ve tarlada kullanılan dikim ve hasat makinelerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Açık tarla yetiştiriciliğinde emisyon kaynağının büyük çoğunluğunun paketlenme malzemeleri (plastik paketlenme malzemeleri) ve transfer aşamalarında oluştuğu gözlemlenmiştir.

SONUÇ

Gıda sanayi üretiminde ana ham madde olarak tarım ürünlerini kullanmaktadır. Sanayicinin tarımsal hammaddelerini sürdürülebilir kaynaklardan sağlanması gerekmektedir. Bu noktada tarım ürünlerinin üretim süreçlerinin çevre performansı önemli bir konu haline gelmektedir. Ürünün çevre performansının değerlendirilmesi için geliştirilen önemli tekniklerden biri de Yaşam Döngüsü Değerlendirmesidir.

Yaşam döngüsü değerlendirmesi bir sistemin çevresel yönlerini araştırmak, ölçmek ve anlamak için kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Yaşam döngüsü analizi ve yaşam döngüsü değerlendirmesi, bir eylemin tüm çevresel boyutlarını; hammaddenin doğadan eldesinden, tüm atıklar tekrar doğaya dönene kadar değerlendiren bir sistemdir (Gülşen ve ark., 2014).

Bu çalışmada tarla domatesi üretimi yapan bir işletmede tarlada domates yetiştiriciliğinin çevresel etkileri, yaşam döngüsü değerlendirme analizi yöntemi yardımıyla belirlenmiştir. Yaşam döngüsü değerlendirme analizi OpenLCA bilgisayar yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

Çalışmada tarla domates yetiştiriciliğinin küresel ısınma, asidifikasyon, ötrofikasyon, ozon incelmeleri, iklim değişimi, ekosistem-arazi kullanımı, ekosistem-toplam, insan zehirlenmesi ve doğal kaynak tüketimi etki kategorilerinde etkileri olabileceği düşünülerek bu kategoriler etki kategorisi olarak seçilmiştir. Yapılan analiz sonucunda en fazla etki miktarının arazi kullanımı, ötrofikasyon ve toplam ekosistem üzerine olduğu belirlenmiştir. Etki miktarlarının belirlenmesinin yanısıra göreceli gösterge analizi de uygulanmış ve bu analizin sonuçları da etkilerin belirlenmesi aşamasındaki sonuçları doğrulamıştır.

Tarlada domates yetiştiriciliğinde serada domates yetiştiriciliğine göre sistemin girdilerinin farklı olması üretim sonucunda ortaya çıkan etkileri de farklılaştırmaktadır. Serada daha çok küresel ısınma ile ilgili sistem girdi miktarlarının fazla olması nedeniyle bu etki kategorisi yüksek seyretmektedir. Buna karşın tarlada domates yetiştiriciliğinde uygulanan kimyasal ve organik gübre miktarlarının yüksek olması en yüksek miktardaki çevresel etkileri ötrofikasyona ve ekosisteme kaydırmaktadır. Ayrıca üretimde tarla üzerinde gerçekleşmesinden dolayı alan kullanımı etkisinin de yüksek seyretmesine neden olmaktadır.

Sonuç olarak, tarlada domates üreten yetiştiricilerin arazilerine uygulayacakları kimyasal ve organik gübre miktarlarına son derece dikkat etmeleri ve toprağın ve bitkinin gereksinimini gözeterek uygun miktarları arazilerine uygulamalıdır. Bunun yanısıra gübre uygulama döneminde meteorolojik şartları da göz önünde bulundurarak gübre içerisindeki besin elementlerinin yeraltı su kaynaklarına yıkanmasını ve su yer üstü su kaynaklarına ulaşarak ötrofikasyon tehlikesini azaltabilirler.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

YAZAR KATKISI

Yazar olarak makalenin planlanması, yürütülmesi ve yazımı tarafımda yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, E. (2014). *Bursa ili karacabey ilçesinde domates yaprak galeri güvesi [tuta absoluta (meyrick) (lepidoptera: gelechiidae)]'nin açıkta domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda yayılışı, popülasyon değişimi ve kitlesel tuzaklama ile mücadelesi*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Anonim. (2016). FAOStat domates verileri. www.fao.org Erişim tarihi: 01 Aralık 2016.
- Anonim (2019). TÜİK Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> Erişim tarihi: 15 Mart 2020.
- Antón, A., Montero, J. I., Muñoz, P., & Castells, F. (2005). LCA and tomato production in mediterranean greenhouses. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 4(2), 102-112.
- Arias-Estévez M., Lopez-Periago E., Martinez-Carballo, E., Simal-Gandara J., Mejuto J. C., Garcia-Rio L. (2008). The Mobility and Degradation of Pesticides in Soils and the Pollution of Groundwater Resources. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123(4), 247-260.
- Bilgin, M. (2001). *Domates Ürünleri*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, 2789, İstanbul, Türkiye.
- Consoli, F., Allen, D., Boustead, I., de Oude, N., Fava, J., Franklin, W., Quay, B., Parrish, R., Perriman, R., Postlethwaite, D., Seguin, J., & Vigon, B. (1993). *Guidelines for life-cycle assessment: a 'code of practice'*. 1 st edition From the SETAC workshop held at Sesimbra, Pensacola, USA.
- Cowell, S. J. (1998). *Environmental life cycle assessment of agricultural systems: Integration into decision-making*. Ph. D. Thesis, University of Surrey, Guildford.
- Curutiu C, Lazar V, Chifiriuc M. C. (2017). *Pesticides and Antimicrobial Resistance: from Environmental Compartments to Animal and Human Infections*. New Pesticides and Soil Sensors, Academic Press.
- Çay, A., & Aykas, E., (2012). Sanayi tipi domates üretiminde farklı toprak işleme ve dikim tekniklerinin ekonomik karşılaştırılması. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(4), 401-409.
- Davis, F., Wallöan, M., Sund, V., Emanuelsson, A., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). *Emissions of greenhouse gases from production of horticultural products*. Swedish Institute for Food and Biotechnology, The Swedish Institute for Food and Biotechnology, Sweden.
- Eren, Ö. (2011). *Çukurova bölgesinde tatlı sorgum (Sorghum bicolor (L.) moench) üretiminde yaşam döngüsü enerji ve çevresel etki analizi*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Gülşen H., Türkay G., & Arıkan E. (2014). *Yaşam döngüsü değerlendirmesi ve uygulamalarının çevre kalitesi yönetimine etkileri*. 2nd International Symposium Environment and Morality, Adıyaman University, Adıyaman.
- Karbuç, F., Öztürk, İ., & Savaş D. O. (2008). *Türkiye'de Üretilen Tarım Ürünleri ve Ekonomideki Yeri*. İstanbul Ticaret Odası Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Şubesi. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, 9129, İstanbul, Türkiye.
- Keskin, G. (2010). Türkiye'de domates salça sanayi ve iç piyasada fiyat değişimleri. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(3), 214-221.

- Keskin, G. (2013). *Domates ve domates salçası durum – tahmin*. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Tepge Yayın No: 219, ISBN: 978-605-4672-44-8.
- Kirkin, F. (2013). *Ticari olarak üretilen bazı domates salçalarının özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Martínez-Blanco, J., Muñoz, P., Antón, A., & Rieradevall, J. (2011). Assessment of tomato Mediterranean production in open-field and Standard multi-tunnel greenhouse, with compost or mineral fertilizers, from an agricultural and environmental standpoint. *Journal of Cleaner Production*, 19, 985-997.
- Mattsson, B. (1999). *Life Cycle Assessment (LCA) of Carrot Pure: Case Studies of Organic and Integrated Production*. Project Report. The Swedish Institute of Food and Biotechnology.
- Milà, L. (2003). *Contributions to life cycle Analysis for agricultural systems. Site1594 dependency and soil degradation impact assessment*. Tesis doctoral, Universitat Autònoma, Bellaterra.
- Munoz, P., Anton, A., Nunez, M., Paranjpe, A., Arino, J., Castells, X., Montero, J. L., & Rieradevall, J. (2008). Comparing the environmental impacts of greenhouse versus open-field tomato production in the mediterranean region. *Acta Horticulturae*, 801, 1591-1596.
- Wegener Sleswijk, A., Kleijn, R., van Zeitjs, H., Reus, J. A. W. A., Meusen van Onna, H., Leneman, H. and Sengers, H. H. W. J. M. (1996). *Application of LCA to Agricultural Products*. Centre of Environmental Science Leiden University (CML). Leiden University Press, CML report 130, Leiden, Netherland.