



Determination of environmental problems caused by agricultural wastes in greenhouse enterprises and solution suggestions

Sera işletmelerinde ortaya çıkan tarımsal atıkların neden olacağı çevre sorunlarının belirlenmesi ve çözüm önerileri

Sedat BOYACI¹ , Sinan KARTAL² 

¹Kırşehir Ahi Evran University, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture Kırşehir, TURKEY.

²Alanya Alaaddin Keykubat University, Plant and Animal Production Department, Gazipaşa Mustafa Rahmi Büyükballi Vocational School, Antalya, TURKEY.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

Geliş tarihi / Received: 25.11.2019

Kabul tarihi / Accepted: 16.12.2019

Keywords:

Greenhouse, agricultural waste management, plastic, environmental impact, sustainability.

✉ Corresponding author: Sedat BOYACI

✉ sedat.boyaci@ahievran.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: In this study was to determine the environmental effects of pollutant factors (plastic cover materials, chemical fertilizer and medicine boxes, post-harvest waste and drip irrigation laterals) in the greenhouse enterprises in Kumluca district of Antalya.

Methods and Results: For this purpose, surveys were conducted in 122 greenhouse enterprises. With the help of the obtained information, it was determined that 97.5% of greenhouse plants used polyethylene plastic as cover material on side wall and roof. It was determined that the cover material was burned at the end of its service life at a rate of 4.92% or disposed of in waste bins. It was determined that wood and coal were used as fuel type in the heating greenhouses and 61.02% of the wastes from these fuels were disposed in trash cans and 38.98% were disposed in open areas outside the greenhouse. It was determined that 47.45% of the fertilizer bags used in the enterprises and 82.79% of the medicine boxes were disposed or incinerated. It was determined that 95.90% of the vegetable wastes from the pruning and 88.52% of the wastes from the harvest were disposed in a way that would harm the nature and the atmosphere. It has been determined that 6.56% of the drip irrigation laterals whose life has expired, it have been incinerated and disposed in waste bins.

Conclusions: As a result of this study, recycling of plastics, composting of plant wastes and formation of agricultural waste collection centers in the region will contribute to minimizing the negative environmental impacts of wastes in enterprises in order to prevent environmental pollution caused by plastic and plant wastes.

Significance and Impact of the Study: Supporting scientific research for the production of biodegradable plastic materials in greenhouse enterprises is very important in terms of reducing environmental pollution and sustainable greenhouse cultivation.

Atıf / Citation: Boyacı S, Kartal S (2019) Determination of environmental problems caused by agricultural wastes in greenhouse enterprises and solution suggestions. *MKU. Tar. Bil. Derg. 24 (Özel Sayı) : 51-60*

GİRİŞ

Sürdürülebilir seracılık sistemlerinin amacı; kaynakları koruyan, sosyal destekli, ticari, rekabetçi, çevreci,

güvenilir üretim teknolojisine sahip, enerji, su ve kimyasal ilaç ihtiyacını azaltan ve mümkün olduğu kadar atık üretmeyen bir sistem olmalıdır (Giuliano ve ark., 2010). Serada yapılan yetiştiricilikte açık alanlarda

yapılan yetiştiriciliğe göre daha fazla miktarda enerji, su, gübre ve tarımsal ilaca gereksinim göstermesi yanında fazla miktarda atık ve karbon emisyonunda üretmektedir (Baytorun ve Gügercin, 2015). Tarımda özellikle son yıllarda artan plastik kullanımı ve bu plastiklerin doğru bir şekilde bertaraf edilmemesi nedeniyle çevresel etkileri her geçen daha fazla artmakta ve emisyon kaynağı olmaya devam etmektedir. Birçok farklı tarımsal uygulamada plastik malzemelerin kullanılması (alçak tünel yüksek tünel ve sera örtü malzemeleri, malçlar, sulama boruları) plastik atığın artmasına neden olmaktadır (Scarascia-Mugnozza, 1995). Tarımda plastik malzemelerin kullanımının günümüzde yoğunlaşması, üretkenliği önemli ölçüde artırmaya karşın, aynı zamanda tarım ekosisteminin çevre üzerinde artan olumsuz etkiler yaratmaktadır. Tarım, enerji ve su girdileri, kimyasal gübre ve zirai ilaçların yanı sıra plastik malzemelerin büyük bir bölümünün kullanımından sorumludur. Plastik üretimi sırasında oluşan kirliliğin yanı sıra sera, yüksek tünel, alçak tünel için örtü malzemesi malçlama, sulama ve drenaj boruları için kullanılan plastik malzemeler ömrünün bitiminde açık alanlara bırakılarak veya yakıldığında kirlenme kaynağı haline gelebilir. Bunun yerine, tarımsal plastik atıkları (APW) doğru toplanırsa, yeni bir ikincil hammadde veya bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Yeterli bir APW yönetimi, ekonomik kayıpları ve çevresel zararları önleyebilir (Vox ve ark., 2016).

Sürdürülebilir atık yönetimini sağlayabilmek için sistem içerisinde yer alan her bir elemanın çevresel ve ekonomik yüklerini incelemek ve bu mekanizmayı sürekli olarak işletmek gereklidir. En ekonomik ve işletme maliyeti en düşük atık yönetim sistemi en az atığın üretildiği sistemdir. Atık miktarını azaltmak için en az atık üretecek yöntemlerin uygulanması, atıkların enerji ve/veya materyal olarak geri dönüşümlerinin sağlanması gerekmektedir (Yaman, 2012). Fosil ham maddelerle üretilen tarımsal plastikler, güneş radyasyonu, rüzgar, yağmur, dolu, hava sıcaklığı ve nem gibi atmosferik maddelere, ekim döneminde kullanılan zirai mücadele ilaçlarına, kurulum ve kullanım koşullarına maruz kalmaları nedeniyle bozunmaya maruz kalmaktadırlar. Plastik bozunması, plastik söküldüğünde büyük ve artan miktarlarda plastik atık üretir (Scarascia-Mugnozza, 1995; Picuno, 2014). Plastik filmlerin bozunması esas olarak ultraviyole güneş radyasyonunun etkisi altında polimerik zincirlerin yokedilmesi nedeniyle oluşur. Tarımsal plastikten üretilen atıkların büyük bir kısmı seralar, alçak tüneller, malçlama ve kaplama ve silaj filmlerinden gelir (Mugnozza ve ark., 2011; Briassoulis ve ark., 2012). İtalya'da tahmini tarımsal plastik atık miktarı (APW), yaklaşık 200,000 ton/yıl olup, bunların %55'i sera

örtüleri, düşük tüneller, toprak malçları, net filimlerden gelmektedir (Picuno ve ark., 2012). Türkiye'nin 2019 yılının ilk 6 ayı itibarıyla 4.48 milyon tonluk toplam plastik mamul üretimi içinde tarım amaçlı üretilen plastiklerin yaklaşık 269.000 ton/yıl olup sektörel bazda %6'lık bir oran oluşturmaktadır (Anonim, 2019).

Tarımsal plastik atıklar, çevresel ve ekonomik bir sorundur. Ancak iyi bir tarımsal plastik atık (APW) yönetimi, ekonomik kayıpları ve çevresel zararı önleyebilir (Vox ve ark., 2016). Çünkü atık yönetimi düzgün bir şekilde yapılmazsa ve bu atıklar göllere, kırsal alanlara atılır ve kontrolsüz bir şekilde yakılır ise peyzaj, çevre, tarım toprağı, hava ve sığ ve derin sulara ciddi ve yaygın hasarlara neden olabilirler. Yanma sırasındaki ortaya çıkan CO₂, CO, H₂S, SO₂, NH₃ ve dioksin gibi zararlı maddeler havayı kirletir. Açıkta yanmanın verimsizliği nedeniyle, Kontrolsüz yanma kontrollü yanmaya göre daha fazla emisyon ve partikül madde yayar. Ayrıca, plastiğin yanması büyük miktarlarda CO₂ emisyonları üretir (kg Polietilen başına 3.0 kg CO₂) eğer bu yanma kontrol edilmezse, ortaya çıkan CO₂ ve ısı üretimi doğrudan atmosfere iletilir ve bilinen olumsuz sonuçlara neden olur (Mugnozza ve ark., 2011).

Sera tarımı, tarımın en önemli gelir getirici kollarından biridir (Saltuk, 2019). Ancak sera atıklarının bertaraf edilmesi üreticiler için ciddi bir problem oluşturmaktadır. Sera atıkları işletmeler tarafından yakılarak veya bahçe kenarlarına gelişigüzel atılarak bertaraf edilmeye çalışılmakta bu durum ise çevre kirliliğine yol açmaktadır. Ancak sera koşullarında yoğun biyokütle birikimi, sera içerisinde hastalık ve zararlı yayılımı gibi problemlere neden olabilmektedir. Atıkları yakarak yok etmenin çevresel zararı ve potansiyel faydalarından yararlanılmaması nedeniyle alternatif bir bertaraf yöntemi olan kompostlama ile tarımda değerlendirilmesi son yıllarda önem kazanmakta ve bir çok bilimsel araştırmaya konu olmaktadır (Çerçioğlu, 2019).

Bu çalışmada ülkemiz ve Antalya ili için önemli seracılık merkezi olan Kumluca ilçesinde sera işletmelerinden kaynaklı ve çevre üzerinde etkili olan kirlenme faktörlerinin (plastik malzeme, kimyasal gübre ve ilaç kutuları, hasat sonrası atıklar ve damla sulama lateralleri vs.) kullanım ömrü sonunda değerlendirilme durumları ortaya konulmuştur. Aynı zamanda bu atıkların çevreye ve doğaya vereceği zararın azaltılması yönünde alınması gerekli tedbirler değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak Antalya ili Kumluca ilçesinde bulunan sera işletmeleri seçilmiştir Şekil 1. Ülkemizin güneyinde yer alan Antalya ili Kumluca ilçesi 36.3646

enlem ve 30.2978 boylamları arasında yer alır ve deniz seviyesinden yüksekliği 60 m'dir. Ülkemizde niteliklerine göre örtü altı tarım alanlarına bakıldığında toplam 772091 dekar alanın 283283 dekarı Antalya ilinde bulunmaktadır. Örtüaltı tarımının yoğun olarak yapıldığı Kumluca ilçesinde toplam örtüaltı varlığı 42500 dekar'dır. Örtüaltı faaliyetleri bakımından ülkemiz ve Antalya ili açısından önemli bir payı bulunan Kumluca ilçesi Türkiye'deki toplam örtüaltı tarım alanının %5.5'ini, Antalya ilinin ise %15'ini oluşturmaktadır. İlçede üretimi yapılan ürünler içerisinde toplam 42500 dekar örtüaltı alanının 29850 dekarında (%70.24) domates üretimi yapılmaktadır.



Şekil 1. Antalya ili haritası

Kumluca ilçesinde anket yapılan sera işletmelerinde üretim dönemlerinde ortaya çıkan bitkisel ve plastik atıklar, bu atıkların değerlendirilme, depolanma ve çevreye olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Çizelge 1. İncelenen sera işletmelerinin genel özellikleri

Sera işletmelerinin genel özellikleri	Cevap Sınıfı	Üretici sayısı	%
Seracılık yaptığı süre	0-10	38	31.15
	11-20	44	36.07
	>21	40	32.79
	Toplam	122	100
Seraların yerleşim şekli	Tek sera	9	7.38
	Blok sera	113	92.62
	Toplam	122	100
Seraların uzun eksen yönü	Kuzey-Güney	69	56.56
	Doğu-Batı	53	43.44
	Toplam	122	100
Seraların konstrüksiyon şekli nedir	Yay çatılı	118	96.72
	Beşik çatılı	2	1.64
	Venlo	2	1.64
	Toplam	122	100

Çalışma alanında işletmelere ait bilgilere bakıldığında işletmelerin seracılık yaptığı süre bakımından 1 ile 45 yıl

Araştırmanın arazi çalışmaları 2019 Mayıs-Temmuz aylarında gerçekleştirilmiştir. Araştırma materyali olarak belirlenen sera işletmeleriyle ilgili gerek duyulan veriler yapılan anket ve gözlem çalışmaları ile elde edilmiştir. Çalışmada anket uygulanacak sera işletme sayısının belirlenmesinde basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Buna göre örnek işletme sayısı Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır (Çiçek ve Erkan 1996).

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{(N-1) \times D^2 + \sigma^2} \quad (1)$$

Eşitlikte, n=Örnek hacmini, N: Populasyondaki işletme sayısını, σ^2 : Populasyon varyansını, D^2 : $(d/t)^2$ burada, d: ortalamadan belirli bir orandaki (%5) sapmayı, t: %95 güven sınırına karşılık gelen t tablo değeridir.

Çalışmada, anket yapılacak işletme sayısı %95 güvenilirlik sınırı ve %5 hata payı ile 122 işletme olarak belirlenmiş ve işletmelerin seçimi, tesadüfi olarak yapılmıştır. Ankete tabi tutulan 122 adet sera işletmesi hakkında üreticilerin eğitim durumu, çiftçilik ve seracılık yaptığı süre, kullanılan örtü malzemesi, gübre ve kimyasal ilaç kutuları, bitkisel atıkların değerlendirilmesi, ısıtma sonucu ortaya çıkan fosil atıkların bertarafı ile ilgili bilgiler, hazırlanan anketler kullanılarak belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

İncelenen sera işletmelerinin genel özellikleri

Antalya ili Kumluca ilçesinde yapılan çalışmada, incelenen sera işletmelerinin genel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

arasında ortalama olarak yaklaşık 17 yıllık üretim tecrübesine sahip oldukları belirlenmiştir. Gale ve ark.

(2014) Antalya ilinde yapmış oldukları çalışmalarında üreticilerin seracılık yaptıkları sürenin eski olduğunu ve üreticilerin % 88.90'ının 15 yıldan daha fazla süredir seracılık yaptığı ve bu işi geleneksel olarak sürdürdükleri belirlenmiştir. Yapılan çalışmada benzer olarak çalışma alanında seracılık tecrübesinin eskiye dayandığı belirlenmiştir. Seraların yerleşim şekli olarak %92.62 oranında blok olarak kurulan seraların uzun eksen yönünün kuzey-güney doğrultusunda olduğu belirlenmiştir. Emekli ve ark. (2007) Antalya'nın Kumluca ilçesinde yürütmüş oldukları çalışmalarında, araştırma yapılan seralarda yörenin ekolojik koşulları, seraların bireysel ve blok şeklinde inşa edilmeleri düşünüldüğünde sera kurulum yönünün blok seralarda kuzey-güney yönünde kurulmasının gerektiğini, ancak bireysel seraların özellikle kış aylarında güneş ışınımdan daha fazla yararlanmak amacıyla kurulması düşünülen yeni seraların doğu-batı yönünde yönlendirmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada kış aylarında güneş ışınımdan daha fazla yararlanmak ve kış aylarında kullanılan yakıt miktarını azaltmak için seraların kuruluş yönlerine dikkat edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Yakıt miktarını azaltmak ısıtmanın üretim maliyetleri içerisindeki payını azaltmanın yanında, fosil

enerjikaynaklarının atmosfere saldıği gazlarında azaltılması bakımından oldukça önemlidir. İncelenen seralar yararlanma şekillerine göre değerlendirildiğinde tamamının yetiştirme serası ve topraklı tarım yapıldığı belirlenmiştir. Yetiştirme seralarında işletmelerin son iki yılda yetiştirdiği ürünler arasında % 49.29 ile domates ilk sırada yer almakta ve bunu sırası ile biber (%23.57), kavun (%10.71), hıyar (%6.43), patlıcan (%4.29), kabak (%5.0), patlıcan (%4.29) ve bağ (%0.71) izlemektedir. Emekli ve ark. (2007) yetiştirme seralarında yetiştirilen ürünler arasında domates %42.8 ile ilk sırada yer alırken bunu sırası ile (%28.6 ile biber, %19.0 ile patlıcan, %3.2 ile kabak, %3.2 kavun ve %3.2 hıyarın izlediğini belirtmiştir. Yapılan çalışmada yörede domates yetiştiriciliğinin ilk sırada olduğunu bunu diğer sera sebze ürünlerinin izlediği belirlenmiştir.

Sera işletmelerinde plastik kullanımı ve değerlendirme şekilleri

Çalışmada, sera işletmelerinde plastik kullanımı ve değerlendirme şekillerine ait bilgiler Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 2. Üreticilere ait işletme ve yapı bilgileri

İşletme bilgileri	Cevap Sınıfı	Üretici sayısı	%
İşletmedeki sera tipi	Cam Sera	3	2.5
	Plastik Sera	119	97.5
	Toplam	122	100
Yan duvarlarda kullanılan örtü malzemesi	Polietilen (normal)	4	3.3
	Polietilen UV	1	0.8
	Polietilen UV+IR	114	93.4
	Cam	3	2.5
	Toplam	122	100
Çatıda kullanılan örtü malzemesi	Polietilen (normal)	4	3.3
	Polietilen UV	1	0.8
	Polietilen UV+IR	114	93.4
	Polikarbon	3	2.5
	Toplam	122	100
Örtü malzemesini kullandıktan sonra ne yapıyorsunuz	Çöp kutularına atıyorum	1	0.82
	Yakıyorum	5	4.10
	Tarımsal amaçlar için kullanılıyor	12	9.84
	Hurdacıya bırakıyorum	104	85.25
	Toplam	122	100

Sera işletmelerde örtü malzemesi olarak cam ve plastik örtü malzemesinin kullanıldığı belirlenmiştir. İşletmelerde cam seraların toplam yüzey alanı 7132 m² iken plastik seraların toplam örtü yüzey alanı 436753 m² olarak belirlenmiştir. Seralarda kullanılan yan duvar ve çatıda kullanılan örtü malzemesi olarak en fazla (%93.40)

UV+IR katkılı örtü malzemesinin kullanıldığı belirlenmiştir. Sera işletmelerinde örtü malzemesi kullanıldıktan sonra genelde %85.25 inin tarımsal amaçlar ve hurdacılara ücreti karşılığında satıldığı belirlenmiştir. Bunun yanında plastik örtü malzemesini yakan ve çöp kutularına atan işletmelerinde (% 4.92)

olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin kullanım ömrü sonunda plastiklerin 6300 m² sini çöp kutularına ve 23206 m² sini yakarak olmak üzere toplam 29506 m² plastiği uygun olmayan şekilde bertaraf edildiği belirlenmiştir. Alkan (1977) sera örtü malzemeleri içinde, plastik malzemenin daha yaygın bir şekilde kullanılmasının nedenlerini, kullanılmasının kolay ve ilk maliyetinin ucuz oluşu, geçici amaçla kullanılmaya daha uygun oluşu ve ışık geçirgenliğinin bitki gelişimine uygun bulunması gibi özellikleri olduğunu bildirmiştir. Türkay ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmalarında işletmelerin örtü malzemesi olarak %98 oranında PE plastik kullanıldığını ve bunların %70 oranında katkılı plastik malzeme kullanıldığını bildirmiştir. Saltuk (2005) ise işletmelerde örtü malzemesi olarak %81.7 oranında katkılı plastik malzeme kullanıldığını bildirmiştir. Tarımsal uygulamalarda kullanılan plastik malzemeler özellikle plastik filmler, kalınlıkları, güneş ışınlarına ve böcek ilacına maruz kalmaları, sıcaklık ve bağıl nemdeki değişiklikler, rüzgar ve yağış eylemleri nedeniyle mekanik özelliklerinin giderek bozulmasından etkilenerek bozunurlar (Picuno, 2014). Bunların sık değiştirilerek yerine yeni plastiklerin kullanılması, düzgün yönetilmesi gereken büyük miktarda tüketici sonrası malzeme üretmektedir (Briassoulis ve ark., 2012). Kullanım ömrünün sonunda plastik atıklar genellikle açık alanda yakılır, tarlalarda veya su yollarında bırakılır, toprağa gömülür, düzenli depolama alanları içine konur tarımsal plastik atıkların uygunsuz şekilde atılması toprak ve su kirliliğine, zararlı maddelerin ve hava kirlenmelerinin

serbest bırakılmasına, gıda kontaminasyonu, toprak kalitesinin bozulmasına ve aynı zamanda estetik kirlilik ve peyzajın ve tarımsal-ekosistemim bozulmasına neden olur (Briassoulis ark., 2013). Atılğan ve ark. (2014) örtü malzemelerinin %61'inin uygun bir şekilde bertaraf edildiğini %39' luk kısmının (%27.3 tarlaya bırakma, %1.3'ünün nehir veya dereye, %3.3'ünün yaktığını ve %6.8 diğer) çevre ve insan sağlığı için tehlike oluşturacak şekilde yok edilmeye çalışıldığını bildirmiştir. Güzey (2015) tarafından yapılan çalışmada plastik örtü malzemelerinin kullanıldıktan sonra değerlendirme düzeylerine baktığı çalışmada değiştirilen örtü malzemelerinin %64 ünün uygun bir şekilde bertaraf edildiğini %36'lık kısmının (%21 tarlaya bırakma ve %15 yakma) çevre ve insan sağlığı için tehlike oluşturacak şekilde bertaraf edildiğini bildirmiştir. Boyacı (2018) yapmış olduğu çalışmada sera işletmelerinin %20'sinin örtü malzemesini yaktığını, %50'sinde çöp kutularına attığını belirlenmiştir.Yapılan çalışmada da, diğer çalışmalarda olduğu gibi sera üreticilerinin %4.92'sinin, plastiği uygun bir şekilde bertaraf etmediği benzer olarak yakarak veya çöp kutularına atılarak çevreye ve insan sağlığını tehlikeye atacak şekilde bertaraf edildiğini belirlenmiştir.

Seralarda fosil yakıt kullanımı ve değerlendirme şekilleri

İşletmelerden çıkan fosil yakıtların değerlendirilme şekli Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. İşletmelerden çıkan fosil yakıtların değerlendirilme şekli

Isıtma sistemi ve atıkların değerlendirme şekli	Cevap Sınıfı	Üretici sayısı	%
Seralarınızda ısıtma yapılıyor mu	Evet	118	96.72
	Hayır	4	3.28
	Toplam	122	100
Isı korunumu amacıyla önlem alıyormusunuz?	Evet	69	56.56
	Hayır	53	43.44
	Toplam	122	100
Isı korunumu amacıyla kullanılan malzemeler	Isı perdesi	44	52.38
	Çift kat örtü malzemesi	18	21.43
	Yağmurlama	22	26.19
	Toplam	84	100
Isıtmada kullanılan yakıt türü	Kömür	27	22.88
	Odun	91	77.12
	Toplam	118	100
Fosil yakıt atıklarını nasıl değerlendiriyorsunuz	Çöp kutularına atıyorum	72	61.02
	Seradan uzak bir yere atıyorum	46	38.98
	Toplam	118	100

İncelenen işletmelerin %96.72'sinin ısıtma yaptığı belirlenmiştir. Ancak ısıtma yapan 118 adet işletmede ısıtmanın dondan koruma amaçlı ısıtma yaptığı belirlenmiştir. Isıtmada kullanılan yakıt kaynaklarına göre kömür kullanılan işletmelerde 400-8000 kg arasında kömür, odun kullanan işletmelerde ise kullanılan yakıt miktarının 700-8000 kg arasında değiştiği görülmüştür. Emekli ve ark. (2007) Kumluca ilçesinde incelenen sera işletmelerinde kullanılan ısıtma sistemlerinin dağılımı incelendiğinde yörede üreticilerin % 82.9'u bitkileri sadece don tehlikesinden korumaya yönelik ısıtma yaptıklarını bildirmiştir. Çalışmada, incelenen 122 işletmeden 84 ünün (%69) ısı korunumu amacıyla önlem aldığı belirlenmiştir. Emekli ve ark. (2007) Kumluca yöresinde ısı perdesi kullanan üreticilerin ısı perdelerini sadece yan duvarlar üzerine elle yerleştirdiklerini ve ısı perdelerinin uygun bir açma kapama mekanizmasına sahip olmaması nedeniyle ısı perdelerinden beklenen faydanın sağlanamayacağını bildirmiştir. Araştırma alanında, ısıtma yapılan işletmelerde fosil yakıtların kullanıldıktan sonra çöpe atıldığı (%61.02) ve %38.98'inin seradan uzak bir yere atıldığı belirlenmiştir. Güzey ve Atılğan (2015) yapmış olduğu çalışmada yakıt

olarak fosil yakıtların kullanıldığını ve bu yakıtların çöp kutularına ve açık tarla alanlarına atıldığını belirtmiştir. Yapılan çalışmada araştırmacının yapmış olduğu çalışmaya benzer olarak enerji maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle ısıtmanın dondan koruma amacıyla yapıldığı belirlenmiştir. Ayrıca ısı korunumu amacıyla önlem alınsa bile ısı perdelerinin uygun bir açma kapama mekanizmasına sahip olmaması ve sızdırmazlık problemleri nedeniyle uygun işletilmediği belirlenmiştir. Bu durum kullanılan enerji kaynağının artmasına neden olacaktır. Aynı zamanda atmosfere salınan karbondioksit miktarını arttıracığından yalnızca üretim içerisindeki ısıtmanın payını arttırmanın yanında çevresel etkileride oldukça önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca fosil yakıtların atıklarının sera dışına açık alanlara gelişi güzel atılması sonucu yağışlar ve rüzgar ile taşınım yoluyla toprak ve su kaynaklarına etki edeceği belirlenmiştir.

Sera işletmelerinde kullanılan gübre ve ilaç kutularına ait bilgiler

Üretimde kullanılan gübre ve ilaç kutularına ait bilgiler Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Üretimde kullanılan gübre, ilaç ve budamaya ait bilgiler

Gübre ve ilaç kutularına ait bilgiler		Cevap Sınıfı	Üretici sayısı	%
Seranızda ne tür gübre kullanıyorsunuz	Kimyasal		21	17.21
	Organik+Kimyasal		100	81.97
	Biyolojik mücadele		1	0.82
	Toplam		122	100
Kullanılan kimyasal gübre poşetlerini nasıl değerlendiriyorsunuz	Çöp kutularına atıyorum		42	34.34
	Yakıyorum		16	13.11
	Hurdacıya satıyorum		35	28.69
	Çeşitli işlerde kullanıyorum		29	23.77
Toplam		122	100	
İlaç kutularını nasıl imha ediyorsunuz	Çöp kutularına atıyorum		60	49.18
	Yakıyorum		41	33.61
	Hurdacıya satıyorum		19	15.57
	İlaç kullanılmıyor		2	1.64
Toplam		122	100	

Sera işletmelerinin neredeyse tamamının kimyasal gübre kullandığı belirlenmiştir. Biyolojik olarak mücadele eden 1 adet işletmenin bulunduğu belirlenmiştir. İncelenen işletmelere bakıldığında kimyasal gübre poşetlerinin %47.45'inin, ilaç kutularının ise %82.79'unun çöp kutularına gelişi güzel atıldığı veya yakılarak doğaya ve atmosfere zarar verdiği belirlenmiştir. Isıtılmayan seralarda fazla miktarda ilaç kullanımı, tüketici sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Seralarda düşük sıcaklık ve yüksek nem problemini çözmek için

alınabilecek tedbirlerden biri de seraların ısıtılmasıdır. Düşük sıcaklık ve yüksek nem bir taraftan fiziksel, kimyasal ve aromatik kalite noksanlığı oluştururken, diğer taraftan yoğun tarımsal savaş ilacı ve hormon kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Seralarda nitelikli ve nicelikli verimin elde edilebilmesi için günlük ortalama dış sıcaklık değerinin 12°C'nin altına düştüğü zamanlarda ısıtma zorunluluğu ortaya çıkar (von Zabeltitz, 1994). Atılğan ve ark. (2014) tarımsal üretim için kullanılan gübre atıklarının %50'sinin (%26 yakma, %22 tarlaya

birakma ve %2 nehir veya dere) doğaya kontrolsüz olarak bırakıldığını işletmelerin bu konuda yeterince dikkatli olmadığını, kullanılan tarımsal ilaç atıklarını %52 oranında uygun olmayan şekilde bertaraf ettiği (%25.3 yaktığını, %24 tarlaya bırakıldığını, %2.7 dere veya nehirlere bırakıldığını) ve doğaya zarar verdiğini belirlemişlerdir. Güzey (2015) yapmış olduğu çalışmada, işletmelerinin %24'ünün kullandığı gübre atıklarını yaktıklarını, tarım ilacı atıklarını bertaraf işlemi olarak en fazla (%42) yakmayı tercih ettiklerini bildirmiştir. İncelenen sera işletmelerinin %33'ünde ilaç kutularını kullandıktan sonra çöp kutularına attıkları, işletmelerin %3'ünün geri dönüşüm noktalarına bıraktığı, %13'ünün ise sera dışına gelişigüzel attığı ve %3'ünün de nehire attığını belirlemiştir. İncelenen işletmelerde mekanizasyon düzeyinin düşük olması, ısıtmanın dondan korunma amacıyla yapılması gibi sebeplerden dolayı

verim düşüklüğünün yanında hastalıktan dolayı ilaç kullanımı artmakta ve budurumda kullanılan ilaç kutularının doğru bir şekilde doğaya zarar vermeden bertarafı önem kazanmaktadır. Araştırmacıların yapmış olduğu çalışmalara benzer olarak işletmelerde gübre ve ilaç kutularının artıklarının uygun olmayan şekilde doğaya kontrolsüz olarak bırakıldığı belirlenmiştir. Ayrıca gübre ve ilaç kutularının atıklarının sera dışına açık alanlara kontrolsüz olarak bırakılması sonucu yağışlar ve rüzgar ile taşınım yoluyla toprak ve su kaynaklarına etki edeceği ve sera işletmelerinin yoğun olduğu bölgelerde ekolojik dengeye etki edeceği belirlenmiştir.

Sera işletmelerinde ortaya çıkan budama ve hasat sonu artıklara ait bilgiler

Sera işletmelerinde ortaya çıkan budama ve hasat sonu artıklara ait bilgiler Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Üretimde kullanılan gübre, ilaç ve budamaya ait bilgiler

Budama ve hasat sonu artıklara ait bilgiler	Cevap Sınıfı	Üretici sayısı	%
Budamadan çıkan bitkisel atıkları nasıl değerlendiriyorsunuz	Kompost yapıyorum	5	4.10
	Yakıyorum	3	2.46
	Seranın dışına bırakıyorum	46	37.70
	Seranın içine bırakıyorum	68	55.74
	Toplam	122	100
Hasattan sonra geriye kalan bitkisel atıkları nasıl değerlendiriyorsunuz	Kompost yapıyorum	14	11.48
	Yakıyorum	40	32.79
	Çöp kutusuna atıyorum	13	10.66
	Seranın dışına bırakıyorum	50	40.98
	Nehir yada dereye atıyorum	5	4.10
	Toplam	122	100

Budamadan çıkan bitkisel atıklar ve hasattan sonra geriye kalan bitkisel atıklara bakıldığında budamadan çıkan atıkların %95.90'ının, hasattan çıkan atıkların ise %88.52'sinin doğaya ve atmosfere zarar verecek şekilde bertaraf edildiği belirlenmiştir. Atılman ve ark. (2014) bitkisel atıkların ise %8.7 oranında kompost için kullanılırken %91.3 oranında (%63.3 tarlaya bırakma, %8.7 nehir veya dereye atma ve %19.3 kendini yok etmesini bekleyerek) doğaya zarar verecek şekilde bertaraf ettiği belirlenmiştir. Güzey ve Atılman (2015) yapmış olduğu çalışmada işletmelerinin %12'sinde budamadan çıkan bitkisel atıklarını sera içine attıkları ve %15'inde ise seranın dışında tarlaya gelişigüzel bıraktıkları, %37'sinin yakarak ve %22'sinde çöp kutularına atarak bertaraf ettiklerini belirtmişlerdir. Karaca ve ark. (2016) tarımsal üretim sonucunda arta kalan bitkisel atıkların değerlendirilmeyip yok edilmesinin (yakılarak ya da çöp alanlarına atılarak imha) ciddi anlamda çevre kirliliğini beraberinde getirdiğini ve

ekonomik kayıp oluşturduğunu bildirmişlerdir. Ortaya çıkan tarımsal atıkların değerlendirilip, ülke ekonomisine kazandırılması öncelikli konulardandır. Aydın ilinde seracılığın çoğunlukta olduğu Sultanhisar, Nazilli ve Söke ilçelerinde yer alan sera atıkları miktarı 686 ton olup, enerji potansiyeli 10938 GJ değerine karşılık gelmektedir. Atıkların çevreye zarar verilmeden biyokütle enerjisi olarak kullanılması durumunda çevre kirliliğini azaltması yanında enerji kaynağı olarak ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır. Sera bitki atıklarının kompostlaştırılarak değerlendirilmesi ile topraklara önemli miktarda bitki besin maddesi kazandırılacak, kullanılan kimyasal gübre miktarının azaltılması ve yakılması sonucunda ortaya çıkan çevre kirliliğinin önlenmesi sağlanacaktır (Çıtak ve ark., 2006). Sönmez ve ark. (2002) Antalya ili Kumluca ilçesinde yapmış oldukları çalışmalarında, sera bitki atıklarının önemli bir çevre sorunu yarattığını bildirmişlerdir. Bitkilerin söküldüğü aylarda (Ocak-Şubat ve Mayıs-

Haziran) ortaya çıkan yüzlerce ton bitkisel atığın bir müddet sonra yakıldığını, bunun hem görüntü hemde çevre kirliliğine neden olduğunu belirtmiştir. Önemli miktarda sera bitki atığının organik madde olarak toprağa geri dönüşümünün sağlanmasıyla birlikte çevresel problemlerin önlenebileceğini bildirmişlerdir. Kumluca yöresinde yaklaşık 14275 da alanda domates yetiştiriciliği yapılan seralardan bitkisel atıklar ile yılda ortalama 132.47 ton N, 8.39 ton P, 88.49 ton K, 81.23 ton Ca, 30.40 ton Mg, 319.2 kg Fe, 344.88 kg Mn, 124.06 kg Zn ve 140.33 kg Cu topraktan alınmaktadır. Antalya ilinde domates yetiştirilen sera alanları (ortalama 82142 da) dikkate alındığında ise sökülen domates bitkileriyle yılda ortalama 762.28 ton N, 48.22 ton P, 572.53 ton K, 467.39 ton Ca, 174.96 ton Mg, 1.84 ton Fe, 1.98 ton Mn, 0.71 ton Zn ve 0.81 ton Cu hiçbir amaçla kullanılmadan yok olmaktadır. Bu bitki atıkları ile yaklaşık olarak Kumluca ilçesinde 680 ton, Antalya ilinde ise 3910 ton kimyasal gübredekine eşdeğer N, P₂O₅ ve K₂O yok olmaktadır. Bu bitkisel atıklarının kompostlaştırılarak organik gübre olarak kullanılması durumunda bölgede mevcut

seralarda karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi olan yetersiz toprak organik maddesinde bu yolla iyileştirilmesi mümkündür. Bu nedenle yöresel olarak üreticilerin veya üretici birliklerinin basit kompost tesisleri kurmaları öncelikle desteklenmelidir (Sönmez ve ark., 2002). Araştırmacıların yapmış olduğu çalışmalara benzer olarak işletmelerden çıkan atıkların uygun olmayan şekilde (yakma, tarlaya gelişigüzel bırakma,) doğaya kontrolsüz olarak bırakıldığı belirlenmiştir. Araştırma alanında az sayıda işletmenin bitkisel atıkları kompost yapması çok önemli görülmüş ve bunun yaygınlaştırılması için üreticilerin teşvik edilmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu durumda kullanılan kimyasal gübre miktarında azalma eğilimine gireceği ve çevresel etkilerinin azaltılacağı belirlenmiştir.

İşletmelerin sulama sistemleri ve sistem ekipmanlarının değerlendirme şekli

İşletmelerin sulama sistemleri ve sistem ekipmanlarının değerlendirme şekli ait bilgiler Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. İşletmelerin sulama sistemleri ve sistem ekipmanlarının değerlendirme şekli

Sulama sistemleri ve değerlendirme şekli		Cevap Sınıfı	Üretici sayısı	%
Hangi sulama sistemini kullanıyorsunuz	Damla		121	99.81
	Karık		1	0.82
	Toplam		122	100
Damla sulama laterallerini nasıl imha ediyorsunuz	Çöp kutularına atıyorum		4	3.28
	Hurdacıya satıyorum		110	90.16
	Yakıyorum		2	1.64
	Henüz satış yok		6	4.92
	Toplam		122	100

Sera üreticilerinin %99.81'i damla sulama yöntemini tercih ederken 1adet işletmede karık sulama ile sulama yapıldığı belirlenmiştir. Kullanılan damla sulama laterallerinin atık olarak değerlendirme şekli olarak büyük oranda hurdacıya ücreti karşılığında verilsede bu lateralleri yakan (%1.64) ve çöp kutularına atan üretici oranında (%3.28) olarak bulunmuştur. Damla sulama lateralleri günümüzde polietilen malzeme kullanılarak üretilmektedir. Petrolden elde edilen sentetik polimerlerden olan PE, plastik atık olarak doğaya terk edildiklerinde, toprakta uzun süre parçalanmadığından çevre kirliliğine ve toksik madde birikimine neden olmaktadır. Yakılarak imha edildikleri zaman ise çevreye ve havaya toksik maddelerin salınımına yol açmaktadırlar. Ayrıca tarımsal arazilerde kullanıldıkları için çevreye verdikleri zararın boyutu daha da artmaktadır (Alkan, 2013). Boyacı (2018) yapmış olduğu

çalışmasında sera işletmelerinin %70'inin sulama yöntemi olarak damla sulama yöntemini tercih ettiğini ve kullanım ömrü sona eren damla sulama borularının %50'sinin çöp kutularına atıldığını ve işletmelerin %12.5'inin ise bu lateralleri yaktığını belirtmiştir. Araştırma alanında damla sulama yöntemi kullanan işletme sayısının yüksek olması sulamada verimlilik açısından olumlu olsada bu laterallerin çöp kutularına atılması ve yakılması olumsuz çevresel etkileri bakımından uygun görülmemektedir. Bu atıkların uygun şekilde ikincil bir hammadde kaynağı olarak kullanılması çevresel etkilerinin azaltılması bakımından son derece önemlidir.

Sera işletmelerinde kullanılan örtü malzemeleri, budama atıkları gübre kutuları ve damla sulama laterallerinin kullanım ömrü tamamlandıktan sonra değerlendirilme şeklinin ortaya konulduğu çalışmada, çevresel koşullar

etkisi ile bozulan plastik örtü malzemelerinin kullanım ömrü sonunda tarlalara bırakıldığı ve yakıldığı belirlenmiştir. Çevresel sorun olan bu plastik atıklar uygun koşullarda toplandığı takdirde yeni bir ikincil hammadde veya enerji kaynağı olarak ekonomiye kazandırılması mümkündür. Bunun yanında kompost olma özelliği gösteren budama ve hasat atıklarının yakıldığı tarlalara bırakıldığı ve çevre kirliliğine neden olduğu belirlenmiştir. Oysaki bu materyalin kompost hale getirilmesi ile topraklara önemli miktarda bitki besin maddesi sağlaması nedeniyle biryandan kullanılan kimyasal gübre miktarının azaltılması sağlanmış olacak diğer yandan da yakılması sonucunda ortaya çıkan çevre kirliliğinin önlenmesi sağlanacaktır.

Çalışma sonucunda tarımda sera işletmelerinden kaynaklı plastik ve bitkisel atıkların olumsuz çevresel etkilerini azaltmak amacıyla alınacak tedbirlerden bazıları; 1) Plastik malzemelerin içerisine ilave edilen katkı maddelerinin arttırılarak plastik malzemelerin kullanım ömrünün uzatılması, 2) Kullanım ömrü tamamlanan plastik örtü malzemeleri, damla sulama lateralleri vb. tarımsal plastik atıkları için tarımsal bölgelerde uygun toplama alanlarının oluşturularak bu plastiklerin geri dönüştürülmesi için gerekli tedbirlerin yetkililerce alınması, 3) Biyolojik olarak parçalanabilir plastik malzemelerin yapımı için bilimsel araştırma çalışmalarının desteklenmesi, 4) Bitki artıkları için toplama merkezi oluşturularak kimyasal gübrenin giderek yaygınlaştığı günümüzde bitkisel atıkların kompost hale getirilerek toprak için yararlı hale getirilmesi, 5) Bitkisel atıkların biyokütle enerjisi olarak ekonomiye kazandırılması amacıyla kurulacak tesisler için üreticilerin devlet teşvikleri ile desteklenmelidir. Alınacak bu ve benzeri tedbirler artan sera işletmeleri için sürdürülebilir seracılık ve çevre dostu bir üretim için çözüm oluşturacaktır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, Antalya ili Kumluca ilçesinde bulunan sera işletmelerinde ortaya çıkan ve çevre üzerinde etkili olan kirlenici faktörlerin (plastik örtü malzemeleri, kimyasal gübre ve ilaç kutuları, hasat sonrası atıklar ve damla sulama lateralleri) kullanım ömrü sonunda değerlendirilme şekli ve çevresel etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Yöntemler ve Bulgular: Bu amaçla 122 adet sera işletmesinde anketler yapılmıştır. Elde edilen bilgiler yardımıyla sera işletmelerinin %97.5'inin yan duvar ve çatıda örtü malzemesi olarak polietilen plastik kullanıldığı belirlenmiştir. Örtü malzemesinin kullanım ömrü sonunda %4.92 oranında yakıldığı veya çöp

kutularına atıldığı belirlenmiştir. Isıtma yapılan seralarda yakıt türü olarak odun ve kömür kullanıldığı, bu yakıtlardan çıkan atıkların ise %61.02'sinin çöp kutularına, %38.98'inin ise sera dışında açık alanlara atıldığı belirlenmiştir. İşletmelerde kullanılan gübre poşetlerinin %47.45, ilaç kutularının ise %82.79 oranında çöp kutularına atıldığı veya yakıldığı belirlenmiştir. Budamadan çıkan bitkisel atıkların %95.90'ının ve hasattan çıkan atıkların ise %88.52'sinin doğaya ve atmosfere zarar verecek şekilde bertaraf edildiği belirlenmiştir. İşletmelerde kullanım ömrü sona eren damla sulama laterallerinin %6.56'sının yakıldığı ve çöp kutularına atıldığı belirlenmiştir.

Genel Yorum: Çalışma sonucunda, plastik ve bitkisel atıkların oluşturacağı çevresel kirliliğinin önüne geçilmesi amacıyla plastiklerin geri dönüştürülmesi, bitkisel atıkların kompostlaştırılması ve bölgede tarımsal atık toplama merkezlerinin oluşturulması işletmelerde atıkların neden olacağı olumsuz çevresel etkilerin en aza indirilmesine katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Sera işletmelerinde biyolojik olarak parçalanabilir plastik malzemelerin yapımı için bilimsel araştırma çalışmalarının desteklenmesi çevre kirliliğinin azaltılması ve sürdürülebilir bir seracılık bakımından oldukça önemlidir.

Anahtar kelimeler: Sera, tarımsal atık yönetimi, plastik, çevresel etki, sürdürülebilirlik

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Alkan M (2013) Biyoplastik malzeme kullanılarak yassı damla sulama borusunun geliştirilmesi. Doktora Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarım Makinaları ABD, 77 s.
- Alkan Z (1977) Sera planlama ve inşaa tekniği. Ege Üniversitesi. Müh. Bil. Fak. Denizli Ön Lisans Yüksek Okulu, Denizli, 205s.
- Anonim (2019) Türkiye Plastik Sektör İzleme Raporu. Retrieved September 10, 2019, from <https://www.pagev.org/upload/files/PAGEV-PLASTI%CC%87KTR%202019-6-%20son.pdf>
- Atilgan A, Oz H, Yilmaz HI, Uzer H (2014) Determination of current status in the resulting of waste materials from production of greenhouse and its environmental interaction. 13th International Scientific Conference Engineering

- For Rural Development, May 29-30, Jelgava, Latvia. Pp 120-125.
- Baytorun AN, Gügercin Ö (2015) Seralarda enerji verimliliğinin artırılması. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 30(2): 125-135.
- Boyacı S (2018) Environmental problems caused by agricultural wastes resulting from greenhouse and high tunnel cultivation and solution suggestions. Fresenius Environmental Bulletin 27(4):2510-2517.
- Briassoulis D, Babou E, Hiskakis M, Scarascia G, Picuno P, Guarde D, Dejean C (2013) Review, mapping and analysis of the agricultural plastic waste generation and consolidation in Europe. Waste Management & Research 31(12): 1262-1278.
- Briassoulis D, Hiskakis M, Babou E, Antiohos SK, Papadi C (2012) Experimental investigation of the quality characteristics of agricultural plastic wastes regarding their recycling and energy recovery potential. Waste Management 32(6): 1075-1090.
- Çerçioğlu M (2019) Sürdürülebilir atık yönetiminde sera atıklarının kompost olarak değerlendirilmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 33(1): 167-177.
- Çiçek, A. ve Erkan, O. 1996. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Yöntemleri. T.C. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12, Ders Notları Serisi No: 6, Tokat, 118ss.
- Çıtak S, Sönmez S, Öktüren F (2006) The usage possibility of plant origin wastes in agriculture. Derim 23: 40-53.
- Emekli NY, Baştuğ R, Büyüktaş K (2007) Antalya ili Kumluca ilçesindeki seraların mevcut durumu, sorunları ve uygun çözüm önerilerinin geliştirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(2):273-288.
- Gale U, Tüzel Y, Öztekin GB (2014) Properties of conventional greenhouse production in Kepez Township of Antalya. Turk J Agric Res 1: 68-77.
- Giuliano V, Teitel M, Pardossi A, Minuto A, Tinivella F, Schettini E (2010) Sustainable Greenhouse Systems. Sustainable Agriculture. ISBN: 978-1-60876-269-9. Nova Science Publishers, Inc.
- Güzey S (2015) Sera yetiştiriciliğinde kirlenici faktörlerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD, 68 s.
- Güzey S, Atılğan A (2015) Sera yetiştiriciliğinde kirlenici faktörlerin belirlenmesi: Denizli ili örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10(2): 22-33.
- Karaca C, Öztürk HH, Ekinci K (2016) Aydın İlinde Bitkisel Kökenli Tarımsal Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi Amacıyla Değerlendirilmesi. 2. Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu, Eylül 27-30, Samsun, Türkiye. pp. 47-56.
- Mugnozza GS, Sica C, Russo G (2011) Plastic materials in european agriculture: actual use and perspectives. J of Ag Eng 42(3): 15-28.
- Picuno P (2014) Innovative material and improved technical design for a sustainable exploitation of agricultural plastic film polymer. Plastics Technology and Engineering 53(10): 1000-1011.
- Picuno P, Sica C, Laviano R, Dimitrijevic A, Scarascia-Mugnozza G (2012) Experimental tests and technical characteristics of regenerated films from agricultural plastics. Polymer Degradation and Stability 97(9): 1654-1661.
- Saltuk B (2005) Mersin ili ve ilçelerinde bulunan plastik seraların yapısal yönden incelenmesi ve geliştirilme olanakları üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarımsal Yapılar ve Sulama ABD, 79 s.
- Saltuk B (2019) Energy efficiency of greenhouse tomato production in turkey: a case of siirt province. Fresenius Environmental Bulletin 28(8): 6352-6357.
- Scarascia-Mugnozza G (1995) Sustainable greenhouse production in Mediterranean climate: a case study in Italy. Medit 6(4): 48-53.
- Sönmez S, Kaplan M, Orman Ş, Sönmez İ (2002) Antalya-Kumluca yöresinde domates seralarında hasat sonrası bitkisel atıklarla kaldırılan besin maddeleri miktarları ve bu atıkların değerlendirilmesi ile ilgili öneriler. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 15(1):19-25.
- Türkay C, Öztürk HH, Pınar H, Hocagil MM (2006) Anamur yöresindeki muz seralarının yapısal ve işlevsel özellikleri. Alatarım 5(2): 17-22.
- von Zabeltitz C (1994) Effective use of renewable energies for greenhouse heating. Renewable Energy, 5(1-4): 479-485.
- Vox G, Loisi RV, Blanco I, Mugnozza GS, Schettini E (2016) Mapping of agriculture plastic waste. Agriculture and Agricultural Science Procedia 8: 583-591.
- Yaman K (2012) Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 12(2): 339-348.