

Araştırma Makalesi

Farklı Tuzluluk Düzeyindeki Sulama Sularının Örtü Altında Yetiştirilen Brokoli Bitkisinin Enerji Kullanım Etkinliği Üzerine Etkisi

¹Ulviye KAMBUROĞLU ÇEBİ*, ¹Başak AYDIN, ¹Selçuk ÖZER, ²Süreyya ALTINTAŞ, ¹Ozan ÖZTÜRK

¹ Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 39100 Kırklareli

² Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 59030 Tekirdağ

*Sorumlu yazar: ulviyecebi@yahoo.com

Geliş Tarihi: 06.09.2017

Düzeltilme Geliş Tarihi: 30.11.2017

Kabul Tarihi: 28.12.2017

Özet

Bu çalışma, Kırklareli ilinde Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü arazisine kurulan plastik örtülü, yay çatılı sera tesisinde yürütülmüştür. Çalışmada, örtü altında yetiştirilen ve damla sulama yöntemiyle sulanan brokoli bitkisine uygulanan farklı tuzluluk ve su düzeylerinin enerji kullanım etkinliği üzerine etkisi değerlendirilmiştir ve en uygun sulama uygulaması belirlenmiştir. Araştırmada bitki materyali olarak 'Ksonat F1' brokoli yetiştirilmiştir. Deneme, dört farklı sulama suyu tuzluluğu ana parsellerde ve üç sulama düzeyi alt parsellerde olmak üzere üç tekerrürlü olarak bölünmüş parseller deneme desenine göre toplam 36 adet parselde yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, enerji kullanım etkinliği yönünden en iyi sonuç T1S2 konusundan elde edilmiştir. Enerji çıktı/girdi oranı T1S2 konusunda 1.00, enerji verimliliği 0.54kg/MJ, spesifik enerji 1.86 MJ/kg olarak bulunmuştur. T1 konusunda tuzluluk seviyesi 0.38 ds/m olup, düşük tuzluluk seviyesinde, profildeki mevcut nem düzeyini tarla kapasitesine getirecek düzeyde sulama suyu uygulamasının en uygun yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Brokoli, enerji kullanım etkinliği, örtü altı, sulama suyu, tuzluluk

Effect of Irrigation Waters in Different Salinity Levels on Energy Use Efficiency of Broccoli Plant Grown in Greenhouse

Abstract

This study was carried out in a quonset type plastic covered unheated greenhouse on the lands of Atatürk Soil Water and Agricultural Meteorology Institute in Kırklareli. In the study, the effect of different salinity and water levels which were applied to broccoli plant, irrigated by drip irrigation in greenhouse, on energy use efficiency was evaluated and the optimum irrigation application was determined. In the research, 'Ksonat F1' type broccoli was grown as plant material. The trial was carried out on 36 parcels with three repetitions according to split parcels trial design and four different irrigation water salinity levels were on main parcels and three irrigation levels were on sub parcels. According to the results, the best result was obtained from T1S2 subject in terms of energy use efficiency. Energy output/input ratio, energy productivity and specific energy were found as 1.00, 0.54 kg/MJ and 1.86 MJ/kg from T1S2 subject, respectively. The salinity level was 0.38 ds/m on T1 subject and it was concluded that the optimum method should be on low salinity level and the irrigation water application should be on the level in order to bring the current moisture level to the field capacity.

Key words: Broccoli, energy use efficiency, greenhouse, irrigation water, salinity

Giriş

Bitkilerin normal gelişmeleri için toprakta sürekli olarak, gelişmelerini engellemeyecek düzeyde suyun bulunması gerekmektedir. Kök bölgesinde suyun azalması ile bitkilerin su kullanımlarında da azalma görülmektedir. Tuzluluk toprak ortamında bitkinin suyu kolaylıkla almasını engelleyen durumlardan birisidir. Kök bölgesi çözelti ortamında tuz konsantrasyonunun artması ile bitkinin bu suyu alabilmek için harcamak zorunda kaldığı enerji miktarı artmakta ve sonuçta tuzluluk arttıkça bitkinin su kullanımı azalmaktadır (Yurtseven ve ark., 2001).

İklime bağlı olmadan, ekolojik koşulların kısmen veya tamamen kontrol altına alındığı sistemlere örtü altı sistemleri, bu sistemler içinde yapılan yetiştiriciliğe de örtü altı yetiştiriciliği adı verilmektedir. 2014 yılı itibarıyla Türkiye’de seralarda yaklaşık 6.6 milyon ton ürün yetiştirilmekte ve karşılığında yaklaşık 16 milyar TL bitkisel üretim geliri elde edilmektedir. Türkiye’de seralarda üretilen ürünlerin büyük kısmı iç piyasada tüketilmekte, yaklaşık %15’i ise ihraç edilmektedir. Örtü altı yetiştiriciliği birim alandan daha fazla ürün alınması, üreticinin daha küçük alanlardan geçimini sağlayabilmesi, üretimin tarım için çok zor olduğu kış aylarında yapılması nedeniyle, Türkiye’de son yıllarda hızla gelişmektedir. Türkiye’de 2011 yılında 51 ilde örtü altı tarımı yapılırken 2014 yılı itibarıyla 70 ilde örtü altı üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2015). Trakya Bölgesinde yeni bir tarımsal uğraş alanı olan seracılık İstanbul gibi büyük tüketim merkezinin bulunmasından doğan talebin de baskısı ile hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır. Trakya Bölgesinde toplam 372 da alanda 5626 ton örtü altı yetiştiriciliği yapılmaktadır (TÜİK, 2013).

Brokoli, içerdiği yüksek protein, A ve C vitamini içeriği bakımından küçümsenmeyecek bir besin değerine sahiptir. Ayrıca brokolinin içerdiği besin maddelere incelendiğinde çok iyi bir diyet sebzesi olduğu açıkça görülmektedir (Anonim, 2017a). Türkiye’de ticari olarak brokoli yetiştiriciliği kaynaklara göre 1990’lı yılların başlangıcından itibaren amatör olarak yapılmaya başlanmıştır. Ülkemizde 2004 yılından önceki, brokoli üretimine ait istatistiksel bir veri bulunmamaktadır. Ancak son yıllarda brokoli üretiminde önemli ve belirgin düzeylerde artışlar meydana gelmiştir. Ülkemizde 2005 yılında 5710 da alanda 8500 ton olan brokoli üretimi, 2015 yılında 25481 da alanda 46353 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu verilere göre, ülkemizde brokoli üretim alanları yaklaşık 10 kat ve üretim miktarı ise 6 kat civarında artış göstermiştir (Anonim, 2017b).

Türkiye tarımında, verimliliği artırmak için enerji tüketimi yavaş bir şekilde artmasına karşın, enerji kullanım etkinliği sürekli olarak

düşmektedir. Bunun ötesinde, tarımın sürdürülebilir biçimde yürütülebilmesi, hava kirliliğinin azaltılması, fosil yakıtların kullanımının azaltılması ve ekonomik kazanımları sağlaması açısından, tarımsal üretimde etkin enerji kullanımı gerekmektedir. Bu nedenle, araştırmalar, ekosistemdeki kaynakların planlaması için farklı tarımsal üretim dallarında enerji analizi üzerine yoğunlaşmıştır (Ekinci ve ark. 2005) Enerji çıktı/girdi analizleri ile enerjinin ne kadar etkin kullanılıp kullanılmadığı, böylece tarımın sürdürülebilir hale gelmesi, fosil yakıtların kullanılmasının azaltılması, çevrenin korunması ve ekonomik faydanın sağlanması için tarımsal üretimde etkin enerji kullanımı önemlidir (Bilgili, 2012).

Açıkta ve örtü altı yetiştiriciliğinde sebze üretiminde enerji kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla yapılan bazı çalışmalarda, domates ve salatalık (Taki ve ark. 2012), domates (Mihov ve Tringovska, 2010; Rezvani Moghaddam ve ark. 2011; Jadidi ve ark. 2012; Mirasi ve ark. 2015), salatalık (Monjezi ve ark. 2011; Pahlavan ve ark. 2011; Darijani ve ark. 2012), domates, kırmızıbiber, marul (Kurwardhani ve ark. 2013), domates, salatalık, patlıcan, biber (Ozkan ve ark. 2004), marul (Razavinia ve ark. 2015), soğan, domates, biber (İbrahim, 2011), brokoli (Mihov ve ark. 2013) üretiminde enerji kullanım etkinlikleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada, Trakya Bölgesinde örtü altında yetiştirilen ve damla sulama yöntemiyle sulanan brokoli bitkisine uygulanan farklı tuzluluk ve su düzeylerinin enerji kullanım etkinliği üzerine etkisi değerlendirilmiş ve en uygun sulama uygulaması belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Marmara Bölgesinin kuzey kısmında yer alan Kırklareli İlinin 4 km batısında bulunan Atatürk Toprak, Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü arazisinde kurulu olan 608 m²’lik alana sahip olan (76 m x 8 m), kuzey-güney doğrultusunda konumlandırılan yay çatılı plastik örtülü serada yürütülmüştür.

Araştırmada bitki materyali olarak ‘Ksonat F1’ brokoli yetiştirilmiştir. ‘Ksonat F1’ çeşidi 85-90 günlük erkenci bir çeşittir. Bitki yapısı güçlü ve koltuklu meyve verme özelliğine sahiptir. Kafa yapısı sıkı ve kubbemsidir. Ortalama meyve iriliği 600-700 g’dır. Meyveler hasat olgunluğunda rengini uzun süre korur. Taze ve sanayilik tüketime uygun bir çeşittir. Ayrıca soğuk dayanımı yüksek ve verimli bir çeşittir.

Yöntem

Deneme, bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Deneme, dört farklı sulama suyu tuzluluğu ana parsellerde (0.38, 1.1, 2.5, 5.0 dS/m) ve üç sulama düzeyi (profildeki mevcut nem düzeyinin tarla kapasitesinin %70, %100, %130 düzeyinde sulama suyu uygulaması)

alt parsellerde olmak üzere üç tekerrürlü olarak toplam 36 adet parselde yürütülmüştür. Brokoli bitkisinde sıra arası mesafe 0.4 m, sıra üzeri mesafe ise 0.5 m'dir. Parseller arasında 1 m boşluk bırakılmıştır.

Deneme konuları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme konuları

Ana Konular (<i>Tuz Seviyeleri</i>)	Alt Konular (<i>Su Düzeyleri</i>)		
	S1	S2	S3
T1 = EC _w : 0.38 dS/m	T1S1	T1S2	T1S3
T2 = EC _w : 1.1 dS/m	T2S1	T2S2	T2S3
T3 = EC _w : 2.5 dS/m	T3S1	T3S2	T3S3
T4 = EC _w : 5.0 dS/m	T4S1	T4S2	T4S3

S1: Profildeki mevcut nem düzeyinin tarla kapasitesinin %70 düzeyinde sulama suyu uygulaması,

S2: Profildeki mevcut nem düzeyini tarla kapasitesine getirecek düzeyde sulama suyu uygulaması (%100),

S3: Profildeki mevcut nem düzeyinin tarla kapasitesinin %30 fazlası sulama suyu uygulaması, şeklindedir.

T3 ve T4 konularını oluşturma amaçlı kullanılan tuzlar ve miktarları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. T3 ve T4 konuları oluşturma amaçlı kullanılan tuzlar ve miktarları (g/l)

EC (elektriksel iletkenlik)	SAR(sodyum absorpsiyon oranı)	NaCl	MgSO ₄	CaCl ₂
2500	0.69	0.14	0.22	1.14
5000	0.56	0.16	0.27	2.47

Çalışmada enerji eşdeğerlerinin hesaplanabilmesi için öncelikle brokoli üretiminde kullanılan girdi (işgücü, çeki gücü, yakıt, kimyasal ilaçlar, gübreler, elektrik, su, tohum) ve çıktı (verim) miktarları hektara olarak hesaplanmıştır. Daha sonra bu değerler enerji eşdeğeri katsayısı ile

çarpılmıştır (Çizelge 3). Çıktı ve girdilerin enerji eşdeğerleri megajul (MJ) cinsinden belirlenmiştir. Hesaplamalar, tüm ana ve alt konular için ayrı ayrı yapılmıştır. Örtü altı brokoli üretiminde enerji kullanım etkinliğini belirlemek amacıyla aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Mandal ve ark. 2002).

Çizelge 3. Örtü altı üretimde girdi ve çıktıların enerji eşdeğerleri

	Enerji eşdeğeri katsayısı (MJ birim ⁻¹)	Kaynaklar
Girdiler		
İşgücü (h)	1.96	(De ve ark. 2001; Singh, 2002)
Makine gücü (h)	64.80	(Singh, 2002; Baran ve ark. 2016)
Kimyasallar (kg)		
Insektisit	101.20	(Rafiee ve ark. 2010)
Fungusit	216.00	(Rafiee ve ark. 2010)
Gübreler (kg)		
Azot	60.60	(Singh, 2002)
Fosfor	11.15	(Singh, 2002)
Potasyum	6.70	(Singh, 2002)
Mikro	120.00	(Çanakçı ve Akıncı, 2006)
Çiftlik gübresi (ton)	303.10	(Yaldız ve ark. 1993)
Tohum	2.36	(Mihov ve Antonova, 2009)
Yakıt (l)	56.31	(De ve ark. 2001; Singh 2002)
Elektrik (kWh)	3.60	(Yaldız ve ark. 1993)
Sulama suyu (m ³)	0.63	(Yaldız ve ark. 1993)
Çıktı		
Verim (kg)	1.87	(Mihov ve Antonova, 2009)

$$\text{Enerji çıktı/girdi oranı} = \frac{\text{Enerji çıktısı (MJ ha}^{-1}\text{)}}{\text{Enerji girdisi (MJ ha}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{Enerji verimliliği} = \frac{\text{Brokoli üretim miktarı (kg ha}^{-1}\text{)}}{\text{Enerji girdisi (MJ ha}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{Spesifik enerji} = \frac{\text{Enerji girdisi (MJ ha}^{-1}\text{)}}{\text{Brokoli üretim miktarı (kg/ha}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{Net enerji} = \text{Enerji çıktısı (MJ ha}^{-1}\text{)} - \text{Enerji girdisi (MJ ha}^{-1}\text{)}$$

Bulgular ve Tartışma

Örtü Altı Brokoli Üretiminde Girdi ve Enerji Kullanımı

Örtü altı brokoli üretiminde T1 ve T2 konularında kullanılan girdiler ve enerji eşdeğerleri alt konular itibariyle Çizelge 4'te verilmiştir. T1 ve T2 konularında S1, S2 ve S3 sulama düzeylerinde bir hektar alanda 1950 saat iş gücü, 1.70 saat makine gücü, 3.2 l yakıt, 74.30 kg azot, 71.20 kg fosfor, 81.20 kg potasyum, 9.90 ton çiftlik gübresi, 16.50 kg insektisit, 13.80 kg fungusit, 0.30 kg tohum kullanılmıştır. S1 sulama düzeyinde 877.10 m³ su ve 220.50 kWh elektrik enerjisi, S2 sulama düzeyinde 1253.00 m³ su ve 315.00 kWh elektrik enerjisi, S3 sulama düzeyinde 1628.90 m³ su ve 409.50 kWh elektrik enerjisi kullanılmıştır.

T3 konusunda kullanılan girdiler ve enerji eşdeğerleri alt konular itibariyle Çizelge 5'te verilmiştir. T3 konusunda, S1, S2 ve S3 sulama düzeylerinde bir hektar alanda kullanılan girdi miktarları, T1 ve T2 konularında kullanılan girdi miktarları ile aynı olup, T3 konusunda farklı olarak mikro besin elementleri kullanılmıştır. S1 sulama düzeyinde hektara 1.19 kg, S2 sulama düzeyinde 1.70 kg, S3 sulama düzeyinde 2.22 kg mikro besin elementi uygulaması yapılmıştır.

T4 konusunda kullanılan girdiler ve enerji eşdeğerleri alt konular itibariyle Çizelge 6'da verilmiştir. T4 konusunda S1, S2 ve S3 sulama düzeylerinde bir hektar alanda kullanılan girdi miktarları, T1, T2 ve T3 konularında kullanılan girdi miktarları ile aynı olup, T4 konusunda S1 sulama düzeyinde hektara 2.57 kg, S2 sulama düzeyinde 3.67 kg, S3 sulama düzeyinde 4.77 kg mikro besin elementi uygulaması yapılmıştır.

Tüm konularda kullanılan girdilerin enerji eşdeğerleri hektara 3822.00 MJ işgücü, 110.16 MJ makine gücü, 180.19 MJ yakıt, 3000.69 MJ çiftlik gübresi, 4502.58 MJ azot, 793.88 MJ fosfor, 544.04 MJ potasyum, 1669.80 MJ insektisit, 2980.80 MJ fungusit, 0.71 MJ tohum olarak hesaplanmıştır. Tüm konularda S1 sulama düzeyinde 552.57 MJ su, 793.80 MJ elektrik, S2 sulama düzeyinde 789.39 MJ su, 1134.00 MJ elektrik, S3 sulama düzeyinde 1026.21 MJ su, 1474.20 MJ elektrik enerjisi kullanılmıştır. Mikro besin elementlerinin enerji eşdeğerleri T3 konusunda S1 sulama düzeyinde hektara 142.80 MJ, S2 sulama düzeyinde 204.00 MJ, S3 sulama düzeyinde 266.40 MJ, T4 konusunda S1 sulama düzeyinde hektara 308.40 MJ, S2 sulama düzeyinde 440.40 MJ, S3 sulama düzeyinde 572.40 MJ olarak bulunmuştur (Çizelge 4, 5, 6).

Çizelge 4. Örtü altı brokoli üretiminde T1 ve T2 konularında kullanılan girdiler ve enerji eşdeğerleri

Girdiler	T1S1-T2S1		T1S2-T2S2		T1S3-T2S3	
	Girdi miktarı	Enerji eşdeğeri	Girdi miktarı	Enerji eşdeğeri	Girdi miktarı	Enerji eşdeğeri
İşgücü (saat)	1950.00	3822.00	1950.00	3822.00	1950.00	3822.00
Makine gücü (saat)	1.70	110.16	1.70	110.16	1.70	110.16
Yakıt (l)	3.20	180.19	3.20	180.19	3.20	180.19
Çiftlik gübresi (ton)	9.90	3000.69	9.90	3000.69	9.90	3000.69
Gübreler (kg)						
Azot (kg)	74.30	4502.58	74.30	4502.58	74.30	4502.58
Fosfor (kg)	71.20	793.88	71.20	793.88	71.20	793.88
Potasyum (kg)	81.20	544.04	81.20	544.04	81.20	544.04
Mikro (kg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Kimyasallar (kg)						
Insektisit	16.50	1669.80	16.50	1669.80	16.50	1669.80
Fungusit	13.80	2980.80	13.80	2980.80	13.80	2980.80
Su (m ³)	877.10	552.57	1253.00	789.39	1628.90	1026.21
Elektrik (kWh)	220.50	793.80	315.00	1134.00	409.50	1474.20
Tohum (kg)	0.30	0.71	0.30	0.71	0.30	0.71

Çizelge 5. Örtü altı brokoli üretiminde T3 konusunda kullanılan girdiler ve enerji eşdeğerleri

Girdiler	T3S1		T3S2		T3S3	
	Girdi miktarı	Enerji eşdeğeri	Girdi miktarı	Enerji eşdeğeri	Girdi miktarı	Enerji eşdeğeri
İşgücü (saat)	1950.00	3822.00	1950.00	3822.00	1950.00	3822.00
Makine gücü (saat)	1.70	110.16	1.70	110.16	1.70	110.16
Yakıt (l)	3.20	180.19	3.20	180.19	3.20	180.19
Çiftlik gübresi (ton)	9.90	3000.69	9.90	3000.69	9.90	3000.69
Gübreler (kg)						
Azot (kg)	74.30	4502.58	74.30	4502.58	74.30	4502.58
Fosfor (kg)	71.20	793.88	71.20	793.88	71.20	793.88
Potasyum (kg)	81.20	544.04	81.20	544.04	81.20	544.04
Mikro (kg)	1.19	142.80	1.70	204.00	2.22	266.40
Kimyasallar (kg)						
Insektisit	16.50	1669.80	16.50	1669.80	16.50	1669.80
Fungusit	13.80	2980.80	13.80	2980.80	13.80	2980.80
Su (m ³)	877.10	552.57	1253.00	789.39	1628.90	1026.21
Elektrik (kWh)	220.50	793.80	315.00	1134.00	409.50	1474.20
Tohum (kg)	0.30	0.71	0.30	0.71	0.30	0.71

Çizelge 6. Örtü altı brokoli üretiminde T4 konusunda kullanılan girdiler ve enerji eşdeğerleri

Girdiler	T4S1		T4S2		T4S3	
	Girdi miktarı	Enerji eşdeğeri	Girdi miktarı	Enerji eşdeğeri	Girdi miktarı	Enerji eşdeğeri
İşgücü (saat)	1950.00	3822.00	1950.00	3822.00	1950.00	3822.00
Makine gücü (saat)	1.70	110.16	1.70	110.16	1.70	110.16
Yakıt (l)	3.20	180.19	3.20	180.19	3.20	180.19
Çiftlik gübresi (ton)	9.90	3000.69	9.90	3000.69	9.90	3000.69
Gübreler (kg)						
Azot (kg)	74.30	4502.58	74.30	4502.58	74.30	4502.58
Fosfor (kg)	71.20	793.88	71.20	793.88	71.20	793.88
Potasyum (kg)	81.20	544.04	81.20	544.04	81.20	544.04
Mikro (kg)	2.57	308.40	3.67	440.40	4.77	572.40
Kimyasallar (kg)						
Insektisit	16.50	1669.80	16.50	1669.80	16.50	1669.80
Fungusit	13.80	2980.80	13.80	2980.80	13.80	2980.80
Su (m ³)	877.10	552.57	1253.00	789.39	1628.90	1026.21
Elektrik (kWh)	220.50	793.80	315.00	1134.00	409.50	1474.20
Tohum (kg)	0.30	0.71	0.30	0.71	0.30	0.71

Örtü altı brokoli üretiminde elde edilen çıktı değerleri ve enerji eşdeğerleri ana konular ve alt konular itibarıyla Çizelge 7'de verilmiştir. T1S1 konusunda hektara 8400 kg, T1S2 konusunda 10490 kg, T1S3 konusunda 9770 kg, T2S1

konusunda 8200 kg, T2S2 konusunda 10010 kg, T2S3 konusunda 9350 kg, T3S1 konusunda 7060 kg, T3S2 konusunda 8090 kg, T3S3 konusunda 8560 kg, T4S1 konusunda 6790 kg, T4S2 konusunda 7750 kg, T4S3 konusunda 8040 kg brokoli elde edilmiştir.

Çizelge 7. Örtü altı brokoli üretiminde verim (çıktı) değerleri ve enerji eşdeğerleri

Konular	S1		S2		S3	
	Verim (kg/ha)	Enerji eşdeğeri	Verim (kg/ha)	Enerji eşdeğeri	Verim (kg/ha)	Enerji eşdeğeri
T1	8400.00	15708.00	10490.00	19616.30	9770.00	18269.90
T2	8200.00	15334.00	10010.00	18718.70	9350.00	17484.50
T3	7060.00	13202.20	8090.00	15128.30	8560.00	16007.20
T4	6790.00	12697.30	7750.00	14492.50	8040.00	15034.80

T1 konusunda enerji etkinliği değerleri Çizelge 8’de verilmiştir. S1 sulama düzeyinde toplam enerji girdisi 18951.22 MJ, S2 sulama düzeyinde 19528.24 MJ, S3 sulama düzeyinde 20105.26 MJ, S1 sulama düzeyinde toplam enerji çıktısı 15708.00 MJ, S2 konusunda 19616.30 MJ, S3

konusunda 18269.90 MJ olarak bulunmuştur. Brokoli üretiminden elde edilen enerji eşdeğerinin kullanılan enerji girdilerine oranlanması ile bulunan enerji çıktı/girdi oranı S1 sulama düzeyinde 0.83, S2 sulama düzeyinde 1.00, S3 sulama düzeyinde 0.91 olarak bulunmuştur.

Çizelge 8. Örtü altı brokoli üretiminde T1 konusunda enerji etkinliği değerleri

	S1	S2	S3
Toplam enerji girdisi (MJ)	18951.22	19528.24	20105.26
Toplam enerji çıktısı (MJ)	15708.00	19616.30	18269.90
Enerji çıktı/girdi oranı	0.83	1.00	0.91
Enerji verimliliği (kg/MJ)	0.44	0.54	0.49
Spesifik enerji (MJ/kg)	2.26	1.86	2.06
Net enerji verimi (MJ)	-3243.22	88.06	-1835.36

Enerji kullanımı başına alınan ürün miktarını ifade eden enerji verimliliği S1 sulama düzeyinde 0.44 kg/MJ, S2 sulama düzeyinde 0.54kg/MJ, S3 sulama düzeyinde 0.49 kg/MJ olarak belirlenmiştir. Spesifik enerji ürün başına kullanılan enerji miktarını ifade etmektedir. Bu katsayı S1 sulama düzeyinde 2.26 MJ/kg, S2 sulama düzeyinde 1.86 MJ/kg, S3 sulama düzeyinde 2.06 MJ/kg olarak bulunmuştur.

Kullanılan enerji ile çıkan enerji arasındaki farkın ifade edildiği net enerji S1 sulama düzeyinde -3243.22 MJ, S2 sulama düzeyinde 88.06 MJ, S3

sulama düzeyinde -1835.36 MJ olarak bulunmuştur.

T2 konusunda enerji etkinliği değerleri Çizelge 9’da verilmiştir. S1 sulama düzeyinde toplam enerji girdisi 18951.22 MJ, S2 sulama düzeyinde 19528.24 MJ, S3 sulama düzeyinde 20105.26 MJ, S1 sulama düzeyinde toplam enerji çıktısı 15334.00 MJ, S2 konusunda 18718.70 MJ, S3 konusunda 17484.50 MJ olarak bulunmuştur. Enerji çıktı/girdi oranı S1 sulama düzeyinde 0.81, S2 sulama düzeyinde 0.96, S3 sulama düzeyinde 0.87 olarak bulunmuştur.

Çizelge 9. Örtü altı brokoli üretiminde T2 konusunda enerji etkinliği değerleri

	S1	S2	S3
Toplam enerji girdisi (MJ)	18951.22	19528.24	20105.26
Toplam enerji çıktısı (MJ)	15334.00	18718.70	17484.50
Enerji çıktı/girdi oranı	0.81	0.96	0.87
Enerji verimliliği (kg/MJ)	0.43	0.51	0.47
Spesifik enerji (MJ/kg)	2.31	1.95	2.15
Net enerji verimi (MJ)	-3617.22	-809.54	-2620.76

Çizelge 10. Örtü altı brokoli üretiminde T3 konusunda enerji etkinliği değerleri

	S1	S2	S3
Toplam enerji girdisi (MJ)	19094.02	19732.24	20371.66
Toplam enerji çıktısı (MJ)	13202.20	15128.30	16007.20
Enerji çıktı/girdi oranı	0.69	0.77	0.79
Enerji verimliliği (kg/MJ)	0.37	0.41	0.42
Spesifik enerji (MJ/kg)	2.70	2.44	2.38
Net enerji verimi (MJ)	-5891.82	-4603.94	-4364.46

Enerji verimliliği S1 sulama düzeyinde 0.43 kg/MJ, S2 sulama düzeyinde 0.51 kg/MJ, S3 sulama düzeyinde 0.47 kg/MJ olarak belirlenmiştir. Spesifik enerji, S1 sulama düzeyinde 2.31 MJ/kg, S2 sulama düzeyinde 1.95 MJ/kg, S3 sulama düzeyinde 2.15 MJ/kg olarak bulunmuştur. Net enerji S1 sulama düzeyinde -3617.22 MJ, S2 sulama düzeyinde -809.54 MJ, S3 sulama düzeyinde -2620.76 MJ olarak bulunmuştur.

T3 konusunda enerji etkinliği değerleri Çizelge 10’da verilmiştir. S1 sulama düzeyinde toplam enerji girdisi 19094.02 MJ, S2 sulama düzeyinde 19732.24 MJ, S3 sulama düzeyinde 20371.66 MJ, S1 sulama düzeyinde toplam enerji çıktısı 13202.20 MJ, S2 konusunda 15128.30 MJ, S3 konusunda 16007.20 MJ olarak bulunmuştur. Enerji çıktı/girdi oranı S1 sulama düzeyinde 0.69,

S2 sulama düzeyinde 0.77, S3 sulama düzeyinde 0.79 olarak bulunmuştur.

Enerji verimliliği S1 sulama düzeyinde 0.37 kg/MJ, S2 sulama düzeyinde 0.41 kg/MJ, S3 sulama düzeyinde 0.42 kg/MJ olarak belirlenmiştir. Spesifik enerji, S1 sulama düzeyinde 2.70 MJ/kg, S2 sulama düzeyinde 2.44 MJ/kg, S3 sulama düzeyinde 2.38 MJ/kg olarak bulunmuştur. Net enerji S1 sulama düzeyinde -5891.82 MJ, S2 sulama düzeyinde -4603.94 MJ, S3 sulama düzeyinde -4364.46 MJ olarak bulunmuştur.

T4 konusunda enerji etkinliği değerleri Çizelge 11’de verilmiştir. S1 sulama düzeyinde toplam enerji girdisi 19259.62 MJ, S2 sulama düzeyinde 19968.64 MJ, S3 sulama düzeyinde 20677.66 MJ, S1 sulama düzeyinde toplam enerji çıktısı 12697.30 MJ, S2 konusunda 14492.50 MJ, S3 konusunda 15034.80 MJ olarak bulunmuştur. Enerji çıktı/girdi oranı S1 sulama düzeyinde 0.66, S2 sulama düzeyinde 0.73, S3 sulama düzeyinde 0.73 olarak bulunmuştur.

Çizelge 11. Örtü altı brokoli üretiminde T4 konusunda enerji etkinliği değerleri

	S1	S2	S3
Toplam enerji girdisi (MJ)	19259.62	19968.64	20677.66
Toplam enerji çıktısı (MJ)	12697.30	14492.50	15034.80
Enerji çıktı/girdi oranı	0.66	0.73	0.73
Enerji verimliliği (kg/MJ)	0.35	0.39	0.39
Spesifik enerji (MJ/kg)	2.84	2.58	2.57
Net enerji verimi (MJ)	-6562.32	-5476.14	-5642.86

Enerji verimliliği S1 sulama düzeyinde 0.35 kg/MJ, S2 sulama düzeyinde 0.39 kg/MJ, S3 sulama düzeyinde 0.39 kg/MJ olarak belirlenmiştir. Spesifik enerji, S1 sulama düzeyinde 2.84 MJ/kg, S2 sulama düzeyinde 2.58 MJ/kg, S3 sulama düzeyinde 2.57 MJ/kg olarak bulunmuştur. Net enerji S1 sulama düzeyinde -6562.32 MJ, S2 sulama düzeyinde -5476.14 MJ, S3 sulama düzeyinde -5642.86 MJ olarak bulunmuştur.

Literatürde bazı sebzeler için yapılan çalışmalarda enerji kullanım etkinliği; domates için 0.59 (Jadidi ve ark., 2012), tarlada ve serada domates için sırasıyla 1.42 ve 0.18 (Rezvani Moghaddam ve ark., 2011), tarlada domates, kırmızı biber ve marul için sırasıyla 0.52, 0.175 ve 0.186, serada domates, kırmızı biber ve marul için sırasıyla 0.85, 0.45 ve 0.49 (Kurwardhani ve ark., 2013), serada domates, salatalık, patlıcan ve biber için sırasıyla 1.26, 0.99, 0.76 ve 0.61 (Özkan ve ark., 2004), tarlada domates için 0.95 (Mirasi ve ark., 2015), serada salatalık için 0.38 (Monjezi ve ark., 2011), tarlada soğan, domates ve biber için sırasıyla 0.20, 0.10 ve 0.10 (İbrahim, 2011), serada salatalık için 0.27 (Pahlavan, 2011), serada domates ve salatalık için sırasıyla 0.92 ve 0.56 (Taki ve ark., 2012) olarak bulunmuştur.

Mihov ve Tringovska (2010), serada domates yetiştiriciliğinde farklı organik gübreleme uygulamalarının enerji kullanım etkinliği üzerine etkisini araştırmış ve enerji kullanım etkinliklerini sırasıyla 0.92, 1.19 ve 1.11 olarak belirlemiştir. En iyi uygulamanın 1 l/da organik gübreleme uygulaması olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Mihov ve ark. (2013) örtü altında iki farklı çeşit brokoli üretiminde enerji çıktı/girdi oranını sırasıyla 0.75 ve 0.92, enerji verimliliğini 0.40 kg/MJ ve 0.49 kg/MJ,

spesifik enerjiyi 2.50 MJ/kg ve 2.03 MJ/kg olarak belirlemiştir. Araştırma sonucunda elde edilen değerler, Mihov ve ark. (2013) literatüründe elde edilen değerlere benzerlik göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Araştırma bölgesinde örtü altında yetiştirilen ve damla sulama yöntemiyle sulanan brokoli bitkisinin farklı tuzluluk ve su düzeylerinde enerji kullanım etkinliği hesaplanmış ve en uygun sulama uygulaması belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, enerji kullanım etkinliği yönünden en iyi sonuç T1S2 konusundan elde edilmiştir. T1S2 konusunda enerji çıktı/girdi oranı 1 olarak bulunmuş olup, diğer konulara göre girdilerin etkin bir şekilde kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır. T2S2 konusunda enerji çıktı/girdi oranı 0.96 olarak bulunmuş olup, T1S2 konusundan elde edilen değere çok yakın olarak belirlenmiştir.

Bölgemizdeki su kaynaklarının kısıtlı olması ve gündün güne kirlenmesi sonucu, tarımda marjinal suların kullanımı zaruri hale gelmiştir. Yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlara göre her ne kadar T1 konusu ön plana çıksa da T2 konusunun da enerji çıktı/girdi oranı 0.96 olarak belirlenmiştir. Bu da T2 gibi 1.1 dS/m tuza sahip sulama suyunun 3. sınıfta yer alsada dahi (yüksek tuzlu su), sera ortamında açıkta yapılan yetiştiriciliğe oranla ortamdaki rutubetin de yüksek olması ile tuz zararın etkisi minimum düzeyde olması ile örtü altı yetiştiriciliğine rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir. Zira Bölgemizde yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının önemli bir kısmı tuz kriteri açısından 3. sınıfta yer almaktadır. Tuz oranı daha yüksek olan T3 (2.5 dS/m) ve T4 (5.0 dS/m) konularına baktığımızda ise, T3 konusunun

çok zaruri koşullarda gerekli önlemler alınarak ve her yıl yıkama gereksinimi karşılanarak ve belli oranda verim kaybı göze alınarak kullanılabilirken, T4 konulu sulama suyunun sulamada kullanılması önerilmemektedir. Sulama suyu miktarı açısından bakıldığında ise topraktaki eksik nemin tamamının karşılanması ($S_2=100$) önerilmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2015. TR63 Bölgesi Seracılık (Örtü Altı Bitki Yetiştiriciliği) Sektör Raporu. DOĞAKA. T.C. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı.
- Anonim, 2017a. <https://etarim.net/bilgi-bankasi/bahce-bitkileri-notlari/brokoli-yetistirciligi.html> (erişim tarihi: 15.08.2017).
- Anonim, 2017b. <http://www.turktob.org.tr/dergi/makaleler/dergi20/8-12.pdf> (erişim tarihi: 15.11.2017)
- Baran, M.F., Gökdoğan, O. ve Oğuz, H.İ. 2016. Determining the energy usage efficiency of walnut (*Juglans Regia* L.) cultivation in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 59(1): 77-82, DOI: 10.1007/s10341-016-0301-y.
- Bilgili, E. 2012. Limon üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi: Adana ili örneği. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 8(2): 199-203.
- Çanakçı, M., Akıncı, İ. 2006. Energy use pattern analyses of greenhouse vegetable production. *Energy*, 31: 1243-1256.
- Darijani, F., Veisi, H., Khoshbakht, K., Liaghati, H., Alipour, A. 2012. An input-output energy analysis in intensive agro-ecosystems: a case study of greenhouse cucumber production in Varamin county of Tehran province, Iran. *Environmental Sciences*, 10(1): 79-90.
- De, D., Singh, S., Chandra, H. 2001. Technological impact on energy consumption in rain fed soybean cultivation in Madhya Pradesh. *Applied Energy*, 70: 193-213.
- Ekinci, K., Akbolat, D., Demircan, V., Ekinci, Ç. 2005. Isparta ili elma üretiminde enerji kullanım etkinliğinin belirlenmesi. 3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 19-21 Ekim, Mersin.
- İbrahim, H.Y. 2011. Energy use pattern in vegetable production under fadama in north central Nigeria. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(2011): 1019-1024.
- Jadidi, M.R., Sabuni, M.S., Homayounifar, M., Mohammadi, A. 2012. Assessment of energy use pattern for tomato production in Iran: A case study from the Marand region. *Res. Agr. Eng.*, 58(2): 50-56.
- Kuswardhani, N., Soni, P., Shivakoti, G.P. 2013. Comparative energy input-output and financial analyses of greenhouse and open field vegetables production in West Java, Indonesia. *Energy*, 53(2013): 83-92.
- Mandal, K.G., Saha, K.P., Gosh, P.L., Hati, K.M., Bandyopadhyay, K.K. 2002. Bioenergy and economic analyses of soybean based crop production systems in central India. *Biomass & Bioenergy*, 23: 337-345.
- Mihov, M., Antonova, G. 2009. Energy assessment of monoculture and intercropping growing systems of broccoli. Proceedings of International Conference "Soil tillage and ecology", 1-5 September 2009, Albena, Bulgaria, pp. 190-195.
- Mihov, M., Tringovska, I. 2010. Energy efficiency improvement of greenhouse tomato production by applying new biofertilizers. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(4): 454-458.
- Mihov, M., Antonova, G., Mihov, K. 2013. Energy assessment of new broccoli variety. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(5): 1056-1060.
- Mirasi, A., Samadi, M., Rabiee, A.H. 2015. An analytical method to survey the energy input-output and emissions of greenhouse gases from wheat and tomato farms in Iran. *Biological Forum*, 7(1): 52-58.
- Monjezi, N., Sheikhdavoodi, M.J., Taki, M. 2011. Energy use pattern and optimization of energy consumption for greenhouse cucumber production in Iran using data envelopment analysis (DEA). *Modern Applied Science*, 5(6): 139-151.
- Ozkan, B., Kurklu, A., Akcaoz, H. 2004. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. *Biomass and Bioenergy*, 26(2004): 88-95.
- Pahlavan, R., Omid, M., Akram, A. 2011. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for greenhouse cucumber production. *Journal of Agricultural Technology*, 7(6): 1509-1521.
- Rafiee, S., Seyed, H., Mousavi, A., Ali, M. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran. *Energy*, 35: 3301-3306.
- Razavinia, B., Fallah, H., Niknejad, Y. 2015. Energy efficiency and economic analysis of winter cultivation (lettuce, berseem clover, broad bean) in Mazandaran province of Iran. *Biological Forum*, 7(1): 1452-1460.

- Rezvani Moghaddam, P., Feizi, H., Mondani, F. 2011. Evaluation of tomato production systems in terms of energy use efficiency and economical analysis in Iran. *Nor Sci Biol*, 3(4): 58-65.
- Singh, J.M. 2002. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. International Institute of Management University of Flensburg. Sustainable Energy Systems and Management. Master of Science, Germany.
- Taki, M., Ajabshirchi, Y., Mobtaker, H.G., Abdi, R. 2012. Energy consumption, input-output relationship and cost analysis for greenhouse productions in Esfahan province of Iran. *American Journal of Experimental Agriculture*, 2(3): 485-501.
- TÜİK, 2013. İstatistik Göstergeler. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. www.tuik.gov.tr.
- Yaldız, O., Öztürk, H.H., Zeren, Y., Başçetinçelik, A. 1993. Energy usage in production of field crops in Turkey. 5th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. Kuşadası, 11-14 Ekim, s: 527-536.
- Yurtseven, E., Öztürk, H., Demir, K. ve Kasım, M.U. 2001. Sulama suyu tuzluluğunun tınlı toprakta profil tuzluluğuna etkisi. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3): 1-8.