



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ**

BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ

**DOMATES ÜRETİMİNDE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ:
VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YAKLAŞIMI**

Proje No: FHD-2017-6068

Hızlı Destek Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:

Doç. Dr. Murat Külekçi
Ziraat Fakültesi/Tarım Ekonomisi Bölümü

Mehmet Muhammed Sarı
Ziraat Fakültesi/Tarım Ekonomisi Bölümü

Kasım 2018

ERZURUM

ÖNSÖZ

Tarımsal üretim faaliyeti her geçen yıl önemini, hissettirir bir derecede artırmaktadır. Sürdürülebilir bir tarımın, çevre ve ekosistemle barışık olması ile birlikte ekonominin kurallarına uygun olarak ta yapılması gerekmektedir. İşletmelerin ana amaçları kar maksimizasyonu olduğuna göre eldeki kaynakları en etkin şekilde kullanmaları gerekecektir. Bunun için girdilerini en etkin şekilde kullanarak üretilebilecek maksimum ürünü üretmek diğer bir deyişle teknik etkinliği gerçekleştirmek önem kazanmaktadır. Elbette kullanılan girdiler için harcanan enerjiyle, elde edilen ürünle kazanılan enerjiyi de bu bağlamda düşünürsek enerji etkinliğinin de sağlanması önemlidir.

Domates üreticilerinin girdi ve çıktı enerjilerini belirleyerek etkinliklerini ve bu etkinliğin iyileştirilmesini amaçladığımız bu çalışmamız Atatürk Üniversitesi BAP Birimi tarafından FHD-2017-6068 nolu proje olarak desteklenmiştir. Çalışmadan elde edilen bilgi ve bulguların memleketim ve çiftçilerimize yararlı olmasını diliyorum.

ATATÜRK
ÜNİVERSİTESİ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	1
ABSTRACT	1
1. GİRİŞ	1
2.MATERYAL VE METOD	2
2.1. Örnekleme Aşamasında Uygulanan Yöntem	2
2.2. 1.2. Girdi ve Çıktıların Enerji Denge Analizi	2
2.3. Veri Zarflama Analizi Tekniği	3
3. ARAŞTIRMA BULGULARI	6
3.1. İşletmelerin Etkinliklerinin Ölçümü	7
3.2 Etkin ve Etkin Olmayan İşletmelerin Girdi Kullanım Düzeylerinin Karşılaştırılması	8
3.3. Etkin Olmayan İşletmeler İçin Optimum Girdi Seviyelerinin Belirlenmesi	9
3.4. Enerji Göstergelerinin İyileştirilmesi	11
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	12
5 KAYNAKLAR	12

TABLO VE ŞEKİL LİSTELERİ

Çizelge 1. Tarımsal üretimde girdi ve çıktıların enerji eş değerleri

Çizelge 2. İşletmelerin girdi ve çıktıların enerji eşdeğerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

Çizelge 3. Tokat ili'nde domates üretimi için girdi çıktı miktarları, enerji eşitlikleri ve enerji göstergeleri

Çizelge 4. Domates üreticilerinin ortalama etkinlikleri

Çizelge 5. Etkin ve etkin olmayan işletmelerin girdi ve çıktı enerjilerinin (MJ/ha) karşılaştırılması

Çizelge 6. Domates üretimi için optimum enerji ihtiyaçları ve enerji tasarrufları

Çizelge 7. Domates üretiminde enerji göstergelerinin iyileşmesi

Şekil 1. Domates üreticilerinin etkinlik skorları dağılımı (%)

Şekil 2. Domates üretiminde farklı girdilerden elde edilen enerji tasarrufunun dağılımı (%)

ÖZET

Sürdürülebilir tarımsal üretim için gerekli şartlardan birisi tarımdaki enerjinin etkin kullanımıdır. Bu çalışmada Tokat ili'ndeki açıkta domates yetiştiren işletmelerin enerji kullanımına göre ölçek etkinliklerini ve teknik etkinliklerini veri zarflama analizini kullanarak belirlemek ve iyileştirilmesi için gerekli önerilerin sunulması amaçlanmaktadır. Bu amaçla incelenecek olan işletmelerin belirlenmesinde basit tesadüfi örnekleme yöntemiyle belirlenen ve Tokat ili Pazar ilçesinde açıkta domates yetiştiren 113 işletme ele alınmıştır. Yapılan analiz sonunda işletmelerin girdi enerjilerinin ortalama olarak teknik, saf teknik ve ölçek etkinlikleri sırasıyla 0,71, 0,91 ve 0,78 olarak hesaplanmıştır. İşletmelerin üretim miktarını değiştirmeksizin girdi enerjilerinde 4232,93 MJ/ha'lık bir tasarrufla (%11,9) etkinliğin sağlanabileceği belirlenmiştir. Buna göre bu tasarruf miktarı içerisinde en yüksek paya %53,61 ile dizel yakıt, %29,86 ile kimyasal gübre ve %8,72 ile makine girdi enerjileri sahiptir. Bunun için çiftçilere gerek üretim ve gerekse makine kullanım teknikleri konusunda tarımsal yayım ve eğitim hizmetlerinin verilmesi önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, enerji etkinliği, domates, girdi enerjisi.

ABSTRACT

Efficient energy use is a staple condition for sustainable agricultural production. In this study, we aimed at determining scale and technical efficiencies for energy use of tomato farms operating in Tokat province through data envelopment analysis and present recommendations to enhance farms. In accordance with the purpose, simple random sampling method was used to select 113 farmers growing tomatoes in field in Pazar district of Tokat province. As a result of the analysis in the study, average technical, pure technical and scale efficiencies of input energy were found as 0,71, 0,91, 0,78, respectively. Moreover, it was concluded that farms could save 4232,93 MJ/ha which is equal to %11,9 of input energy and become efficient. In the energy savings of farms, diesel oil takes the first place with share of %53,61 and followed by chemical fertilizer (%29,86) and machinery input energy (%8,72). Hence, it is emphasized that farmers should be trained and get extension services about production and machine use techniques.

Keywords: Data Envelopment Analysis, energy efficiency, tomato, input energy.

1. GİRİŞ

Başarılı ve kârlı işletmelerin oluşturulması ve bu konuda sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için işletmelerin, kaynaklarını optimum seviyede kullanarak etkin bir şekilde faaliyetlerini sürdürmesi gerekmektedir. Son yıllardaki sürdürülebilir tarım ilkeleri doğrultusunda bir tarımsal üretim projesinin değerlendirilmesinde ekonomi, enerji ve çevre üçlüsü birlikte incelenmektedir. Herhangi bir tarımsal üretim kolunda birim alandaki ürünün enerji eşdeğeri ile üretim için harcanan enerji eşdeğeri arasındaki oran, başarılı ve kârlı bir üretim için bir gösterge ve bir kıyas değeri olarak kullanılabileceği gibi, çevresel duyarlılığın hızla arttığı günümüzde enerjinin etkin kullanımı açısından da önemli bir göstergedir. Tarım sektöründe enerji kullanımını azaltmanın en etkin yöntemlerinden birisi de, enerji kullanma etkinliğini artırmaktır.

Türkiye’de bu konuda yapılan çalışmaların hemen hepsi girdi-çıktı enerji analizi üzerinde durmaktadır. Bu çalışmada ise girdi çıktı enerji analizi yanında etkin ve etkin olmayan işletmeler girdi kullanım deseni açısından mukayese edilmiştir. İşletmelerin teknik etkinlikleri, saf teknik etkinlikleri ve ölçek etkinlikleri hesaplanmıştır. Domates yetiştiren işletmelerin enerji etkinliklerinin sağlanabilmesi için kullanmış oldukları girdi enerjilerinde ne kadarlık bir tasarruf yapabilecekleri ortaya konmuştur.

Yapılan bu çalışma, mevcut üretim kaynaklarından etkin bir şekilde faydalanarak karlı üretim gerçekleştirebilmesi için domates yetiştiren işletmelere, gerek girdi kullanımı, gerekse işletme cesametinin belirlenmesi bakımından yol gösterecektir. Diğer yandan domates yetiştiren tarım işletmelerinin yüksek gelir ve refah düzeyine sahip olabilmesi için yeni kurulacak veya kurulu olan işletmelerin teşvik edilmesi bakımından gerekli olan politikaları uygulamada politika yapıcılara fikir vereceği düşünülmektedir. .

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Örneklem aşamasında kullanılan yöntem

Bu çalışmada kullanılan veriler Tokat ili Pazar ilçesinde yer alan açıkta domates yetiştiriciliği yapan işletmelerden yüz yüze yapılan görüşmeler sonucunda doldurulan anket formlarından elde edilmiştir. Yapılan anket sayısı, basit tesadüfi örneklem yöntemiye göre belirlenmiş olup bu yöntemle göre anket yapılan işletme sayısı,

$$n = \frac{N \cdot S^2}{(N-1)S_x^2 + S^2}$$

eşitliği ile belirlenmiştir. Bu formülde yer alan

n= Gerekli örnek büyüklüğü

N= Popülasyonda yer alan işletme sayısı

S=Standart sapma

S_x= Örnek ortalamasının standart sapması (d/z)

d=örnek büyüklüğünde müsaade edilen hata

z= z tablo değerini göstermektedir.

Bu eşitliğe göre, %95 güven aralığında ve %5 hata payı ile anket yapılacak işletme sayısı 113 bulunmuştur.

2.2. Girdi ve Çıktıların Enerji Denge Analizi

Domates yetiştirmede kullanılan girdi ve çıktıların enerji eş değerleri Çizelge 1’de gösterilmiştir. Bu eş değerlere ait veriler çeşitli kaynaklardan elde edilmiştir. Seçilecek işletmelerde kullanılan mekanik enerji, farklı işlemlerde kullanılan traktörler için toplam yakıt (mazot) tüketimi hesaplanarak Çizelge 1’deki dönüşüm faktörü (1 mazot =56,3 MJ/ha) kullanılarak hesaplanmış ve MJ / ha olarak ifade edilmiştir.

Enerji oranı (enerji kullanım etkinliği) ve enerji verimliliği, girdi ve çıktıların enerji eş değerleri hesabına dayalı olarak aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Singh et al., 1997; Maddal et al., 2002).

Enerji Çıktı-Girdi oranı= Enerji Çıktısı (MJ/ha) / Enerji Girdisi (MJ / ha)

Enerji verimliliği = Domates Çıktısı (kg/ha) / Enerji Girdisi (MJ / ha)

Net Enerji = çıktı enerjisi (MJ/ha)- girdi enerjisi (MJ/ha)

İşgücü verimliliği = Çıktı enerjisi (MJ/ha)/ İşgücü kullanımı (saat /ha)

Çizelge 1. Tarımsal üretimde girdi ve çıktıların enerji eş değerleri

Girdiler	Birim	Enerji eşdeğeri (MJ birim)	Kaynaklar
İnsan işgücü	saat	2,3	(Singh et al.,2002; Yıldız et al., 1993; Önal and Tozan, 1986)
Makine	saat	62,7	(Singh et al.,2002; Singh, 2002)
Kimyasal gübreler	kg		
Azot		66,14	(Singh, 2002; Shrestha, 1998)
Fosfor (PO)		12,44	(Shrestha, 1998)
Potasyum (KO)		11,15	(Shrestha, 1998)
Çiftlik gübresi	ton	303,1	(Yıldız et al., 1993)
Kimyasal ilaçlar	kg		
Pestisitler		199,0	(Özkan et al., 2004a)
Fungusitler		92,0	(Özkan et al., 2004a)
Herbisitler		238,0	(Özkan et al., 2004a)
Tohum	kg	1,0	(Özkan et al., 2004b; Singh, 2002)
Yakıt (dizel)	lt	56,31	(Özkan et al., 2004b; Singh, 2002)
Sulama suyu	m ³	0,63	(Yıldız et al., 1993)
Çıktı (Domates)	kg	0,80	(Özkan et al., 2004b)

2.3. Veri Zarflama Analizi Tekniği

Bu çalışmada aynı ürünü (domates) yetiştiren aynı girdileri kullanan ve nispeten homojen (topoğrafya, toprak tipi, iklim şartları gibi) bir bölgede faaliyet gösteren bir tarım işletmesinin teknik, saf teknik ve ölçek etkinliklerini belirleyebilmek için parametrik olmayan bir yöntem olan VZA metodu kullanılacaktır. Domates verimi tek çıktı değişkeni olarak yer alırken girdi değişkenleri olarak işgücü, makine, dizel yakıt, tarımsal ilaçlar, kimyasal gübreler, çiftlik gübresi, sulama suyu, elektrik ve tohum girdilerinden elde edilen enerji tüketimi yer alacaktır. VZA'de etkin olmayan karar birimleri simetrik olarak, hem aynı çıktı seviyesini (girdiye yönelik) minimum girdi ile gerçekleştirerek hem de girdiler sabit tutulmak şartıyla (çıktıya yönelik) çıktı seviyeleri maksimize edilerek etkin yapılabilir. Domates üretimi yetersiz ve kıt kaynaklarla üretilmektedir. Bu nedenle girdiye yönelik VZA metodunun uygulanması üretim işleminde kullanılan girdilerin azaltılması daha uygun görülmektedir.

Etkin ve etkin olmayan işletmeleri tanımlayabilmek için domatesin enerji girdileri (MJ/ha) ve verim değerleri (kg/ha) işletmelerin teknik, saf teknik ve ölçek etkinliklerini hesaplamak için kullanılacaktır.

Teknik Etkinlik (TE), karar biriminin mevcut teknoloji ve verilen bir girdi setinden maksimum ürün üretme kabiliyeti olarak tanımlanabilir. Çoklu girdi ve çıktı faktörlerinin olması durumunda TE skoru (θ) aşağıdaki gibi bulunur(Cooper et al., 2004):

$$\theta = \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + u_3 y_{3j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + v_3 x_{3j} + \dots + v_m x_{mj}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad (1)$$

Formülde m mukayese edilen karar birimleri sayısı, s çıktıların sayısı, m girdilerin sayısı, u_r ($r=1,2,3,\dots,s$) mukayese yapılan çıktının ağırlıklandırılması, v_i ($i=1,2,3,\dots,m$) girdinin ağırlıklandırılması ve y_{rj} ve x_{ij} karar birimleri için sırasıyla girdi ve çıktıların değerini temsil etmektedir.

n adet karar birimi serisine dayalı bir karar biriminin nispi etkinliğini ölçmek için model, aşağıdaki gibi küçük bir programlama problemi olarak yapılandırılır (Cooper et al., 2006).

$$\text{Max: } \theta = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (2)$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j=1,2,\dots,n$$

$$u_i \geq 0, v_i \geq 0$$

Eşitlik 2 aşağıdaki gibi doğrusal bir programlama problemi olarak yazılabilir (Cooper et al., 2006).

$$\text{Max: } \theta = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \quad (3)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$u_r \geq 0, v_i \geq 0$$

Gerçekte çift yönlü doğrusal programlama probleminin çözülmesi daha az sınırlandırmalara sahip olan eşitlik 8'i çözmekten daha barittir. Matematiksel olarak çift yönlü doğrusal programlama problemi aşağıdaki gibi yazılır (Cooper et al., 2006).

$$\text{Min}=\theta \quad (4)$$

$$Y\lambda \geq y_0$$

$$X\lambda - \theta x_0 \leq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

y_0 , üretilmiş orijinal ürün değerinin $s \times 1$ vektörünü, x_0 o incı karar birimi tarafından kullanılan orijinal girdi değerinin $m \times 1$ vektörünü, Y çıktıların $s \times n$ matriksini, X örnekte yer alan n adet karar biriminin girdilerinin $m \times n$ matriksini, λ ağırlıkların $n \times 1$ vektörünü ve θ herbir karar biriminin teknik etkinlik skorlarını tanımlayan 1 ve 0 sınırlarına sahip bir ölçektir model 4 girdi temelli CCR. VZA modeli olarak bilinir. Girdilerde verilen bir artışın çıktıda aynı oranda bir artışa yol açacağı anlamına gelen ölçeğe sabit getiri varsayımına sahiptir.

Saf teknik etkinlik (STE), teknik etkinlik hem teknik hem de ölçek etkinliğini içeren CCR modelinden elde edilir. Bu yüzden Banker ve arkadaşları karar birimlerinin saf teknik etkinliğini Banker-Charnes-Cooper (BCC) modeli olarak isimlendirdikleri bir VZA modelini geliştirdiler (Banker et al., 1984). BCC modeli model 4'te λ ($\lambda=1$) üzerinde bir sınırlandırma ilave edilerek sağlanır. Bu model girdilerdeki bir birimlik değişime karşılık üründe farklı oranda bir değişimi ifade eden ölçeğe değişken getiriyi varsayar.

Ölçek etkinliği (ÖE) ortalama verimliliği maksimize etme duyarlılığıyla hareket eden işletmelerin en etkin ölçekleriyle ilişkilidir. Aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\text{ÖE} = \text{TE}/\text{STE} \quad (5)$$

ÖE ölçek karakteristikleri üzerindeki miktara ait bilgileri verir. Bir karar biriminin optimum ölçeğe ulaşmasından kaynaklanarak kazanılan potansiyel verimliliklerdir. Ancak ölçek etkinsizliği ya ölçeğe artan getiri (IRS) yada ölçeğe azalan getirinin (DRS) mevcudiyetinden dolayıdır. IRS ve DRS BCC modelleri tarafından elde edilen etkinlik skorlarını mukayese ederek tespit edilebilir. Böylece eğer iki etkinlik skoru eşitse o zaman DRS uygulanır aksi halde IRS üstün gelir (Chauhan et al., 2006).bir çiftçinin IRS, CRS ve DRS durumlarından hangisinde olduğu bilgisi çiftçiler arasında kaynakların yeniden potansiyel dağılımını göstermesi açısından önemlidir ve böylece onların daha fazla ürün üretmelerini sağlar.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Domates üretimine ait girdi ve çıktı miktarları ve enerji eşdeğerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. İşletmelerin girdi ve çıktıların enerji eşdeğerlerinin tanımlayıcı istatistikleri

		Ortalama	Std sapma	min.	max.
Domates alanı (ha)		1,11	0,10	0,20	6,00
Domates verimi (kg/ha)		54588,80	16365,15	12000,00	96000,00
İşgücü (saat/ha)		1071,64	627,68	265,27	4600,00
Makine (saat/ha)	Traktör	1399,89	858,59	376,20	5016,00
	Pülverizatör	504,48	466,24	62,70	2893,85
	Mibzer	242,35	180,73	62,70	1003,20
	Diğer	915,10	701,16	156,75	3762,00
	Toplam	2632,25	1632,63	752,40	9187,64
Dizel yakıt (lt)		10983,47	7414,95	2928,12	46174,20
Kimyasal ilaçlar (lt/ha)	Herbisit	733,01	1658,48	238,00	16660,00
	Fungusit	383,08	271,99	92,00	1380,00
	İnsektisit	660,54	633,45	199,00	3980,00
	Toplam	1255,83	1781,57	230,00	16660,00
Kimyasal gübreler (kg/ha)	Azot	13676,77	7189,76	3571,56	42329,60
	Fosfor	3175,10	1812,70	559,80	10574,00
	Potasyum	883,37	769,33	167,25	2787,50
	Toplam	17735,24	8485,31	5288,28	48052,00
Sulama suyu (m ³)		1699,55	239,33	1197,00	2205,00

Domates üretiminde girdi ve çıktı miktar ve enerji karşılıkları Çizelge 3’te yer almaktadır. Enerji denge analizi, domates üretimi boyunca toplam enerji tüketiminin 35377,98 MJ/ha olduğunu göstermektedir. Bazı benzer çalışmalarda toplam enerji girdisinin serada yetiştirilen domates için 106716,2 MJ/ha (Hatırlı ve ark.,2006), açıkta yetiştirilen domates için 96957, 36 MJ/ha (Esengün ve ark., 2006), ayçiçeği üretimi için 9468,5 MJ/ha (Avval et al, 2011), pamuk üretimi için 14348,9 MJ/ha (Çanakçı ve ark., 2005) mısır üretimi için 11366,2 MJ/ha (Çanakçı ve ark., 2005) ve çeltik üretimi için 9436,8 MJ/ha (Chauhan et al, 2006) olarak bildirilmiştir. Diğer taraftan domatesin verim değeri 68236 kg/ha, dolayısıyla toplam enerji çıktısı 54588,80 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Girdilerle birlikte enerjinin yüzde dağılımı Çizelge 3’te verilmiştir. Görülüyor ki toplam enerji girdisinin en büyük payı (%52,66) kimyasal gübreler tarafından tüketilmiştir. Kimyasal gübrelerin enerji girdileri %77,12 azot, %17,9 fosfor ve %4,98 potasyum olarak dağılmıştır. Kimyasal gübreleri ikinci sırada dizel yakıt tarafından tüketilen enerji girdisi, %32,61 ile takip etmektedir. Yapılan benzer çalışmalar da kimyasal gübre ve dizel yakıtın tüketilen en yoğun enerji girdileri olduğunu göstermiştir (Erdal ve ark, 2007; Mobtaker et al, 2010). Esengün ve arkadaşları (2006) domates üretiminde ana enerji tüketim girdisinin dizel yakıt (%42,04) ve azot gübresi 19,76 olduğunu bildirmiştir.

Benzer bir diğer çalışmada Hatırlı ve arkadaşları (2006) domates üretiminde benzer sonuçları rapor etmiştir.

Çizelge 3. Tokat ili'nde domates üretimi için girdi çıktı miktarları, enerji eşitlikleri ve enerji göstergeleri

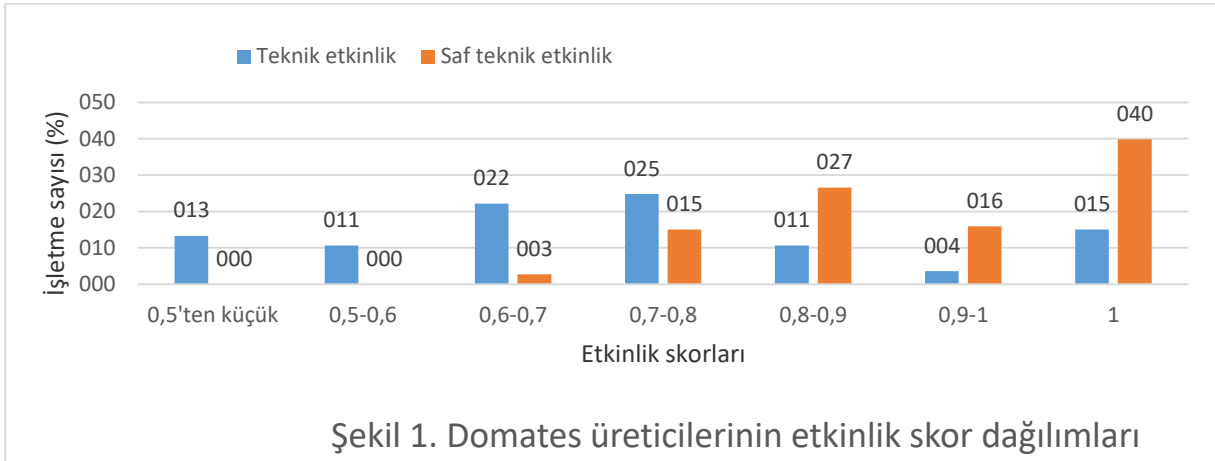
Girdi /çıktı (birim)	Miktar (birim/ha)	Enerji eşdeğeri (MJ/ha)	%
A. Girdiler			
1. İşgücü (saat)	465,93	1071,64	3,03
2. Makine (saat)	41,98	2632,25	7,44
3. Dizel yakıt (L)	195,05	10983,47	31,05
4. Kimyasal gübreler (kg)	554,64	17735,24	50,13
5. Tarımsal ilaç (lt)	7,05	1255,83	3,55
6. Sulama suyu (m ³)	2697,70	1699,55	4,80
Toplam enerji girdisi		35377,98	100,00
B. Çıktı			
1. Domates (kg)	68236,00	54588,80	
Toplam enerji çıktısı		54588,80	
Enerji oranı		1,54	
Enerji verimliliği (kg/MJ)		1,93	
Spesifik enerji (MJ/kg)		0,52	
Net enerji (MJ/ha)		19210,82	

Enerji göstergeleri, verilen formüllere göre hesaplanarak Çizelge 3'te sunulmuştur. Domates üretimi için enerji oranı 1,54 olarak hesaplanmıştır. Bu oran Esengün ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 0,8; Hatırlı ve arkadaşlarının serada yetiştirilen domates için yaptıkları çalışmada 1,2 olarak bulunmuştur. Diğer bazı ürünler için enerji kullanım etkinliği, pamuk için 4,8 (Çanakçı ve ark, 2005) kanola için 4,68 (Unakıtan ve ark., 2010), biber için 0,64 (Omid et al, 2011) ve ayçiçeği için (Mousavi Avval et al., 2011) 4,52 olarak bulunmuştur. Domates üretiminde ortalama enerji verimliliği ve net enerji sırasıyla 1,93 kg/MJ ve 19210,82 MJ/ha olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan enerji verimlilik oranı, domateste yapılan başka bir çalışmada 1,0 (Esengün ve ark, 2006), biber için 0,51 (Omid et al, 2011) olarak hesaplanmıştır.

3.1. İşletmelerin Etkinliklerinin Ölçümü

Girdi odaklı CCR ve BCC VZA modelleri uygulamasıyla elde edilen işletmelerin etkinlik tahmin sonuçları Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi incelenen işletmelerin %15,04 (17 işletme) ve %39,82'sinin (45 işletme) sırasıyla ölçeğe sabit ve değişken getiri varsayımı altında etkin işletme oldukları belirlenmiştir. Sonuçlar gösteriyor ki BCC modeli uygulandığında 0,6 dan daha az etkinliğe sahip işletme bulunmamakta CCR

uygulandığında ise işletmelerin yaklaşık %24'ü 0,6 etkinlik skorunun altında yer almaktadır.



Ölçeğe getiri sonuçlarının tahmini, incelenen işletmelerin %15,04'ünün optimum ölçeği ifade eden ölçeğe sabit getiriye, %82,30'unun ölçeğe artan getiriye ve %2,65'inin ise ölçeğe azalan getiriye sahip olduğunu ifade etmektedir. Bu göstergeler, bölgedeki domates üreticilerinin çoğunluğunun optimum ölçeğin altında olduğunu, bu yüzden tüm girdilerde yapılacak oransal bir artışın üretim miktarında daha fazla oransal bir artışa neden olacağını ve verimde iyileşme için girdi kullanımı ve yetiştirme teknikleri bakımından destek verilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

İşletmelerin teknik, saf teknik ve ölçek etkinlikleri Çizelge 4'te verilmiştir. Ortalama teknik ve saf teknik etkinlik skorları sırasıyla 0,71 ve 0,91 olup, bölgede domates üretiminde teknik etkinliği iyileştirerek enerji tasarrufu sağlamak için büyük bir potansiyelin olduğunu göstermektedir. İşletmeler arasında teknik etkinlik 0,18 ile 1 arasında değişmektedir. Teknik etkinlikteki bu açıklığın fazla oluşu işletmelerin doğru üretim tekniklerini uygulama yada kullanma bakımından yetersiz olduklarını göstermektedir. Literatürde teknik etkinlik skorları ayçiçeği için 0,87 (Mousavi Avval et al, 2011a), soya fasulyesi için 0,85 (Mousavi Avval et al, 2011b), sivri biber için 0,87 (Başaran ve Engindeniz, 2015).

Çizelge 4. Domates üreticilerinin ortalama etkinlikleri

Etkinlik tipi	Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum
Teknik etkinlik	0,712	0,19	0,18	1
Saf teknik etkinlik	0,906	0,10	0,62	1
Ölçek etkinliği	0,784	0,18	0,18	1

3.2 Etkin ve Etkin Olmayan İşletmelerin Girdi Kullanım Düzeylerinin Karşılaştırılması

Etkin ve etkin olmaya işletmelerin farklı girdi ve çıktı enerji eşitlikleri Çizelge 5'te karşılaştırılmıştır. Sonuçlar etkin olmayan işletmelerin bütün enerji girdilerini (dizel

yakıt ve tarımsal ilaç hariç) etkin işletmelerden daha fazla kullanmakta olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yüzden etkin olmayan işletmelerin domates verimi, etkin işletmelere göre % 32,68 daha düşük olmasına rağmen yapılan toplam enerji tüketimi %6,36 daha fazladır. Etkin olmayan işletmelerin büyük bir çoğunluğunun (%82,30) optimum ölçeğin altında ve ölçeğe artan getiriye sahip oldukları düşünülürse enerji etkinsizliğinin nedeni girdi kullanım miktarının yetersizliği değil girdi kombinasyonu arasındaki dengesizlikten kaynaklandığını göstermektedir.

Çizelge 5. Etkin ve etkin olmayan işletmelerin girdi ve çıktı enerjilerinin (MJ/ha) karşılaştırılması

Girdi /çıkıtı (birim)	Etkin işletmeler (A)	Etkin olmayan işletmeler (B)	Fark (%) (B-A)/A)x100
A. Girdiler			
1. İşgücü	814,44	1117,19	37,17
2. Makine	2467,52	2661,42	7,86
3. Dizel yakıt	11149,12	10954,14	-1,75
4. Kimyasal gübreler	15894,85	18061,14	13,63
5. Tarımsal ilaç	1562,06	1201,60	-23,08
6. Sulama suyu	1676,17	1703,69	1,64
Toplam enerji girdisi	33564,16	35699,18	6,36
B. Çıkıtı			
1. Domates	94465,51	63591,19	-32,68
Toplam enerji çıktısı	75572,41	50872,95	-32,68

3.3. Etkin Olmayan İşletmeler İçin Optimum Girdi Seviyelerinin Belirlenmesi

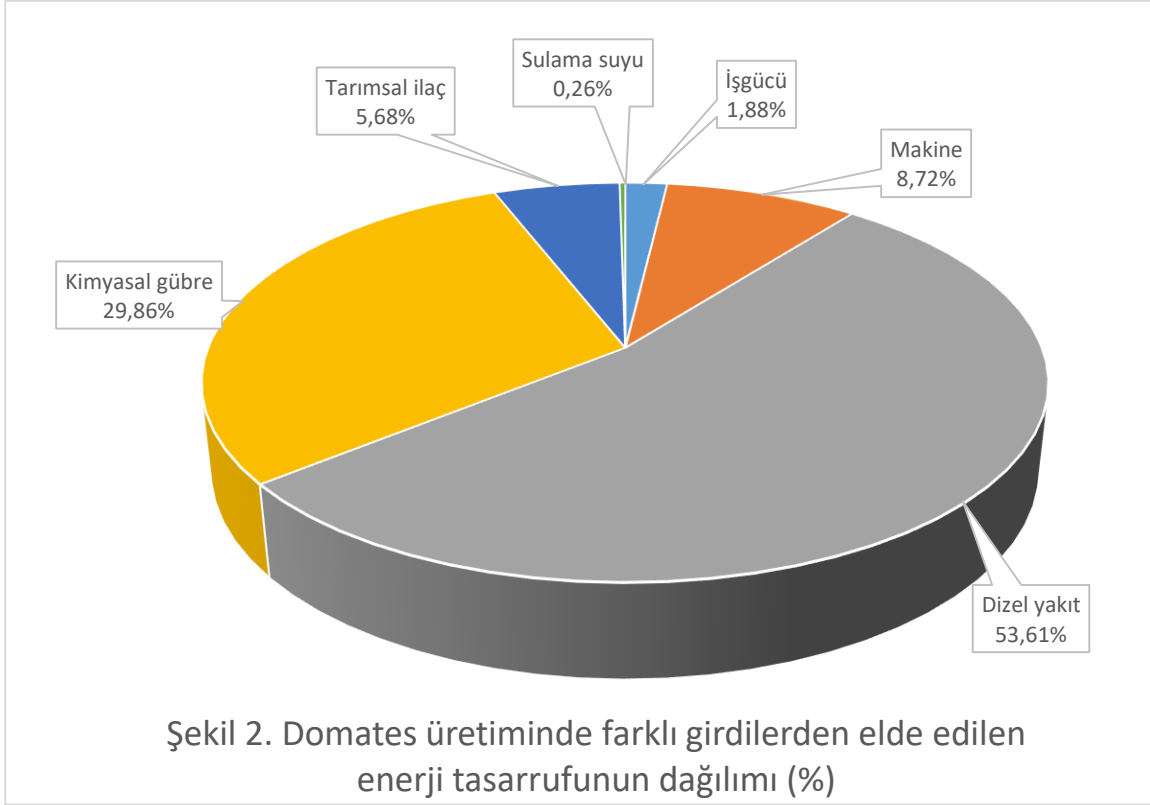
Bir işletme için saf teknik etkinlik skorunun 1'den düşük olması, mevcut şartlarda o işletmenin gerektiğinden daha yüksek değerde enerji tükettiğini göstermektedir. Bu yüzden enerji ısrafını önlemek için etkin olmayan işletmelerin kullanması gereken uygun girdi enerjisi miktarları Çizelge 6'da sunulmuştur. Çizelge 6 farklı enerji kaynakları için optimum şartlarda ortalama enerji ihtiyacı, mümkün enerji tasarrufu miktar ve yüzde değerlerini vermektedir. Bu rakamlar, diğer sınırlandırıcı faktörleri yok sayarak mevcut üretim seviyesini, toplam girdi enerjisini 27281,23 MJ/ha' a kadar azaltarak üretmenin mümkün olduğunu göstermektedir. Kimyasal gübre, dizel yakıt, makine enerji ihtiyaçları sırasıyla 14544,03, 7510,71 ve 1967,95 MJ/ha olarak bulunmuştur. Bununla birlikte İşgücü, tarımsal ilaç ve sulama suyu enerji ihtiyaçları sırasıyla 871,34, 868,40 ve 1518,79 MJ/ha olarak tespit edilmiştir. Üretim miktarı aynı kalmak koşuluyla enerji tasarruf sonuçları, bütün işletmelerin etkin olarak faaliyet gösterebilmesi için dizel yakıt, tarımsal ilaç ve makine enerjisinin sırasıyla %20,66, %19,14 ve %14,02 oranlarında azaltılabileceğini göstermektedir. Bu enerji girdileri işletmeler arasında en yüksek etkinsizliğe sahip girdilerdir. Diğer taraftan işgücü ve kimyasal gübre enerjisi tasarruf oranı sırasıyla %7,44 ve %7,13 olarak bulunmuştur. Sulama suyu girdi enerjisi tasarruf

oranı %0,64 olup genel olarak etkin bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Bunun dışında toplam enerji girdileri için tasarruf oranı %11,96 olarak bulunmuştur. Bunun anlamı basitçe, üretimde herhangi bir değişim olmaksızın domates üretiminde toplam enerji girdilerinde, teknik etkinliği iyileştirerek ortalama %11,96 oranında tasarruf sağlanabileceğini ifade etmektedir. Tüm işletmelerin etkin bir şekilde faaliyet göstermesi durumunda Singh et al (2004), buğday üretiminde toplam enerji girdisinin %9,8, Mousavi Avval et al. (2011) ayçiçeğinde %10,8 ve Chauhan et al. (2005) çeltikte %11,6 oranında azaltılabileceğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 6. Domates üretimi için optimum enerji ihtiyaçları ve enerji tasarrufları

Girdiler	Hedeflenen kullanım (MJ/ha)	Enerji tasarrufu (MJ/ha)	Tasarruf oranı (%)
İşgücü	871,34	79,75	7,44
Makine	1967,95	368,95	14,02
Dizel yakıt	7510,71	2269,07	20,66
Kimyasal gübre	14544,03	1263,83	7,13
Tarımsal ilaç	868,40	240,40	19,14
Sulama suyu	1518,79	10,93	0,64
Toplam enerji	27281,23	4232,93	11,96

Domates üretiminde farklı girdilerden elde edilecek enerji tasarrufu dağılımı Şekil 2’de gösterilmektedir. Toplam enerji tasarrufuna maksimum katkı %53,61 ile dizel yakıttan sağlanmaktadır. Bunu %29,86 ile kimyasal gübre ve üçüncü sırada %8,72 ile makine kullanımı izlemektedir. Bu sonuç önceki çalışmaların sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir. Chauhan et al (2006) çeltik üretiminde enerji verimliliğinin iyileştirilmesinde kimyasal gübre, çiftlik gübresi ve dizel yakıt enerjilerinin önemli bir potansiyeli bulunduğunu bildirmişlerdir. Mousavi Avval et al (2011a), ayçiçeği üretiminde toplam enerji tasarrufu içerisinde kimyasal gübre %39,7, ahır gübresi %16,0 ve dizel yakıt %14,6 oranında pay aldığı bildirilmiştir.



3.4. Enerji Göstergelerinin İyileştirilmesi

Domates üretiminde enerji göstergeleri Çizelge 7’de sunulmuştur. Çizelge gösteriyor ki enerji tüketiminin optimizasyonu ile enerji oranı %37,58 enerji verimliliği ise %29,60 oranında iyileştirilebilir. Bunun yanında enerji girdilerinin optimizasyonu ile net enerji %58,87 oranında artarak 30519,33 MJ/ha’a ulaşabileceği belirlenmiştir.

Çizelge 7. Domates üretiminde enerji göstergelerinin iyileşmesi

	Birim	Optimum kullanım miktarı	İyileşme (%)
Enerji oranı	-	2,12	37,58
Enerji verimliliği	Kg/MJ	2,50	29,60
Spesifik enerji	MJ/kg	0,40	-23,11
Net enerji	MJ/ha	30519,33	58,87
Toplam girdi enerjisi	MJ/ha	27281,23	-22,89

Bölgede domates üretiminin enerji etkinliğini iyileştirmek için büyük bir potansiyel olduğu görülmektedir. Bunun için çiftçilere domates yetiştiriciliği ve özellikle özelliğide iyi yayım hizmetleri ve girdi kullanımı konusunda eğitim ve yayım çalışmaları gibi çeşitli stratejiler uygulanabilir. Üretim teknolojileri yanında makine kullanımı, kimyasal gübre, tarımsal ilaç gibi girdilerin optimum kullanımı konusunda eğitim çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmanın proje önerisinde yer alan hedef ve amaçların tümüne ulaşılmıştır. Herhangi bir aksaklık ve ya problem söz konusu olmayıp öneride belirtilen tüm analiz ve hesaplamalar yapılmıştır.

Bu çalışmada girdi odaklı BCC ve CCR VZA modelleri, çiftçilerin teknik ve ölçek etkinlik değerlerini araştırmak için basit tesadüfi örnekleme metoduna göre seçilen 113 domates yetiştiren işletmenin verilerine uygulanmıştır. Bu çalışmada sunulan metodoloji çiftçilerin kendi performanslarını değerlendirmek için uygulanan yönetim araçlarından nasıl fayda sağlayabileceklerini göstermektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, mevcutta azımsanmayacak bir üretim etkinsizliği olduğunu fakat toplam enerji girdileri kullanımında yaklaşık %11,96 oranında yapılacak potansiyel azalmanın (bu ayarlama üzerinde diğer sınırlandırıcı faktörlerin olmadığı varsayımı altında) bütün işletmelerin etkin olarak faaliyette bulunmalarını sağlayabileceğini göstermektedir.

Yapılan analizler, dizel yakıt, kimyasal gübre ve makine enerjilerinin enerji tasarrufu için en yüksek potansiyele sahip olduklarını göstermiştir. Optimum dozda girdi kullanımı önem arz etmektedir. Aşırı derecede kullanılan girdiler enerji israfı yanında çevre kirliliğine de neden olmaktadır. Eksik dozda kullanım ise kaynakların etkin kullanılmayarak verim kaybının yaşanmasına yol açmaktadır. Kaynak ve dolayısıyla enerji israfını önleyebilmek için; daha iyi makine yönetim tekniklerinin uygulanması, başta kimyasal gübre ve ilaç olmak üzere girdilerin optimum dozda kullanımlarının sağlanması gerekmektedir. Bunun için çiftçilere gerek üretim ve gerekse makine kullanım teknikleri konusunda tarımsal yayım ve eğitim hizmetlerinin verilmesi önem taşımaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Başaran, C., Engindeniz, S., Sivribiber üretiminde girdi kullanım etkinliğinin analizi: İzmir örneği, Tarım Ekonomisi Dergisi, 21(2): 77-84, (2015).
- Banker, R., Charnes, A., Cooper, W., Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, Manag Sci. 30:1078-1092, (1984).
- Bnaeian, N., Omid, M., Ahmadi, H., Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. Energy Conversion & Management 52; 1020-1025, (2011).
- Chauhan, NS., Mohapatra, PKJ., Pandey, KP., Improving energy productivity in paddy production through benchmarking-an application of data envelopment analysis, Energy Conversion & Management, 47:1063-1085, (2006).
- Cooper, WW., Seiford, LM., Tone, K., data envelopment analysis, a comprehensive text with models, applications, references and dea solver software, Kluwer Academic, Norwell, MA, (2004).
- Cooper, WW., Seiford, LM., Tone, K., Introduction to data envelopment analysis and its uses, Springer, New York, (2006).
- Çanakçı, M., Topakçı, M., Akıncı, İ., Özmerzi, A., Energy use pattern of some field crops and vegetable production: case study for Antalya Region, Turkey, Energy Conversion and Management, 46:655-666(2005).

- Esengün, K., Erdal, G., Gündüz, O., Erdal, E., An economics analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat Province of Turkey, *Renewable Energy* 32 ;1873–1881, (2007).
- Hatirli, SA., Ozkan, B., Fert C., Energy inputs and rop yield relationship in greenhouse tomato production, *Renewable Energy* 31 ; 427-438, (2006).
- Maddal, KG., Saha, KP., Ghosh, PK., Hati, KM., Bandyopadhyay, KK., Bioenergy and economic analysis of soybean-based crop production systems in central India. *Biomass Bioenergy* 23:337–45, (2002).
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Mohtasebi, SS., Avval, SHM., Rafiee, H., Energy efficiency improvement and input cost saving in kiwifruit production using DEA approach, *Renewable Energy* 36 ;2573-2579, (2011).
- Mousavi, Avval, SH., Rafiee, S., Jafari, A., Mohammadi, A., Improving energy productivity of sunflower production using data envelopment analysis (DEA) approach, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 91(10), pp. 1885–1892 (2011a).
- Mousavi Avval, SH., Rafiee, S., Jafari, A., Mohammadi, A., Improving energy use efficiency of canola production using data envelopment analysis approach, *Energy* 36; 2765-2772,(2011b).
- Mousavi Avval, SH., Rafiee, S., Jafari, A., Mohammadi, A., Optimization of energy consumption for soybean production using Data Envelopment nalysis (DEA) approach, *Applied Energy* 88 ; 3765–3772, (2011c).
- Omid, M., Ghojabeige, F., Delshad, M., Ahmadi, H., Energy use pattern and benchmarking of selected greenhouses in Iran using data envelopment analysis, *Energy Conversion and Management* 52 ;153-162, (2011).
- Onal, I., Tozan, M., Energy budget and work requirements of the alternative production systems in Turkey. *Energy Convers Manage* 45:1821–30, (2004).
- Ozkan, B., Akcaoz, H., Karadeniz, F., Energy requirement and economic analysis of citrus production in the processing tomato productions. In: 10th national agricultural mechanization congress, Adana, Turkey, May 5–7, p. 216–218, (1986).
- Ozkan, B., Kurklu, A., Akcaoz, H., An input–output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. *Biomass Bioenergy*, 26:189–95, (2004).
- Safa, M., Samarasinghe, S., Mohssen, M., A field study of energy consumption in wheat production in Canterbury, New Zealand. *Energy Conversion & Management* 52: 2526–2532, (2011).
- Shrestha, DS., Energy use efficiency indicator for agriculture, 1998 /<http://www.usaskca/agriculture/caedac/PDF/mcrae.PDFS>, 10/10/2002.
- Singh, MK., Pal, SK., Thakur, R., Verma, UN., Energy input–output relationship of cropping systems. *Indian J Agric Sci*, 67(6):262–6, (2011).
- Singh H, Mishra D, Nahar NM. Energy use pattern in production agriculture of a typical village in Arid Zone India—Part I. *Energy Convers Manage* (2002).

Singh JM. On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. Master of Science, Sustainable Energy Systems and Management, International Institute of Management, University of Flensburg, Germany, (2002).

Singh, G, Singh, S, Singh, j, Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab, Energy Conversation and Management, 45:453-465, (2004).

Yaldiz O, Ozturk HH, Zeren Y, Bascetincelik A. Energy usage in production of field crops in Turkey. In: 5th international congress on agricultural machinery and energy, Kusadası, Turkey, October 11–14, (1993).

Heidari, MD. and Omid, M., Energy use patterns and econometric models of major greenhouse vegetable productions in Iran, Energy 36,220-225, (2011).



ATATÜRK
ÜNİVERSİTESİ