ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI
ATATURK UNIVERSITY PUBLICATIONS

Araştırma Makalesi *Research Article* DOI: 10.5281/zenodo.19384425

Erzurum İli Pasinler İlçesi Çerezlik Ayçiçeği Yetiştiren Tarım İşletmelerin Etkinliklerinin ve Belirleyicilerinin Bulanık Veri Zarflama Analizi ile Tespiti

Determination of the Efficiency and Determinants of Agricultural Farms Growing Confectionary Sunflower in Pasinler District of Erzurum Province Using Fuzzy Data Envelopment Analysis

Kezban UZUN [1]

Murat KÜLEKÇİ [2]

[1] Directorate of Provincial Agriculture and Forestry, Erzincan, Türkiye
[2] Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economy, Erzurum, Türkiye

ÖZ

Bu çalışma Erzurum İli Pasinler ilçesinde çerezlik ayçiçeği yetiştiren işletmelerin etkinliklerini ve bunu etkileyen faktörlerin belirlenmesini amaçlamaktadır. Bunun için anılan bölgede ayçiçeği yetiştiren işletmelerde Basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre belirlenen 87 işletme ile anket yapılarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen verilere Bulanık Veri Zarflama Analizi (BVZA) uygulanarak etkinlikleri belirlenmiştir. Bulunan etkinlik skorları ile işletmelere ait sosyo demografik faktörler Tobit regresyon analizine tabi tutularak etkinliğe etki eden faktörler belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda işletme genelinin ortalama BVZA etkinlik değeri 0,94, klasik VZA etkinliği ise 0,84 olarak belirlenmiştir. Etkinliğe etki eden faktörler ise yapılan tobit analiz sonucunda ailedeki çalışabilir birey sayısındaki ve ayçiçeği ekim alanındaki artışın etkinliğe olumlu etki ettiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen etkinlik skorları ve buna etki eden faktörler dikkate alınarak ayçiçeği üretiminde etkinliğin artırılabilmesi için işletmelerin yeterli işgücüne sahip olması ve ayçiçeği akim alanlarının artırılabilmesi için çeşitli destekler verilerek çiftçilerin teşvik edilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte ekim alanının artırılabilmesi için kiracılık ve ortakçılıkla işlenecek olan alanlarda sözleşmelerin uygun bir şekilde düzenlenmesi, boş kalan arazilerin de üretime özellikle de çerezlik ayçiçeği üretimine tahsis edilmesi alınacak önlemler arasında yer alabilir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık veri zarflama analizi, Çerezlik ayçiçeği, Teknik etkinlik, Tobit regresyon analizi

ABSTRACT

This study aims to determine the efficiency of farms growing confectionary sunflower in Pasinler district of Erzurum province and the factors affecting it. For this purpose, data was collected by surveying 87 farms selected using simple random sampling in the region. Fuzzy Data Envelopment Analysis (FDEA) was applied to the collected data to determine their efficiency. The efficiency scores and socio-demographic factors of the farms were subjected to Tobit regression analysis to identify the factors affecting efficiency. As a result of the study, the average FDEA efficiency value for all farms was determined to be 0.94, while the classical DEA efficiency was 0.84. The Tobit analysis revealed that an increase in the number of working-age individuals in a family and an increase in the sunflower cultivation area had a positive impact on efficiency. Considering the efficiency scores obtained from the study and the factors affecting them, it is necessary to ensure that farms have sufficient workforce and to incentivize farmers by providing various supports to increase sunflower cultivation areas in order to increase efficiency in sunflower production. Furthermore, to increase the cultivation area, reasonable contract arrangements should be made for areas to be cultivated through tenancy and sharecropping, and unused land should be allocated to production, especially for confectionary sunflower production.

Keywords: Fuzzy data envelopment analysis, Confectionary sunflower, Technical efficiency, Tobit regression analysis

Aynı isimli yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.
This was based on a master's thesis of the same title.

Geliş Tarihi/Received 08.12.2025
Kabul Tarihi/Accepted 09.01.2026
Yayın Tarihi/Publication Date 03.04.2026

Sorumlu Yazar/Corresponding author**:** Murat KÜLEKÇİ
E-mail: mkulekci@atauni.edu.tr

Cite this article: Uzun, K., & Külekçi, M. (2026). Determination of the Efficiency and Determinants of Agricultural Farms Growing Confectionary Sunflower in Pasinler District of Erzurum Province Using Fuzzy Data Envelopment Analysis. *Journal of Animal Science and Economics, 5* (2), 66-73. https://doi.org/10.5281/zenodo.19384425

Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

Giriş

Bir taraftan iklim değişikliği nedeni ile yeryüzünün ekolojik sisteminde meydana gelen değişmeler tarımsal üretimi olumsuz etkilerken, diğer taraftan artan nüfusla birlikte tarım ürünleri talebindeki artış, tarımsal ürün piyasalarındaki dalgalanmalara etki etmektedir. Dünya tarım sektöründeki bu gelişmeler tarım sektörünün arz güvenliği konusunda önemli sorunlara sebep olmaktadır. Gerek iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ile baş edebilmek gerekse artan talebi karşılayabilmek için, toprağın arzının sabit olduğu düşünüldüğünde birim alandan daha fazla verim alarak üretim gerçekleştirilmelidir. Bunun için ise yoğun girdi kullanımı ile verim artışının sağlanması gerekmektedir. Yoğun girdi kullanımı bitkisel üretim için kullanılan kimyasal gübre, tarımsal mücadele ilacı gibi hayvansal üretim için de fabrika yemi, hastalık ve zararlılar için aşı, ilaç gibi girdilerin kullanımı anlamına gelmektedir. Bu girdilerin aşırı kullanımı tarımsal üretim artışının yanında çevre kirliliği ve insan sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir. Aşırı girdi kullanımı aynı zamanda maliyet artışına ve ürün fiyatlarının yükselmesine de neden olmaktadır. "*Yeşil Devrim*" adı verilen yoğun girdi kullanımıyla tarımsal ürün arzını artırmayı amaçlayan bu dönemden sonra insanlar bir yandan ürün artışı sağlarken diğer yandan da çevre ve insan sağlığını bozan bu uygulamanın faydalı olmadığını görmüşlerdir. Aşırı girdi kullanımının çevre ve insan sağlığına olan zararlı etkilerinin önlenmesi, girdi kullanımının optimum düzeyde gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır. Diğer bir deyişle kaynak başına verimliliği artırarak üretim artışının sağlanması gerekmektedir.

Tarım işletmelerinde kullanılan kaynaklardan girdilerin etkin kullanımı ve bu etkinliğin sağlanması için işletmelerde etkinlik analizlerinin yapılarak işletmelerin etkinlik skorları ve buna etkili faktörleri belirlemek önem arz etmektedir. Etkinlik analizlerinde en çok kullanılan yöntemlerden birisi Veri Zarflama Analizi (VZA)'dir. VZA, Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından 1978 yılında geliştirilmiş matematiksel programlama tekniğine dayanan ve non-parametrik bir yaklaşım olan etkinlik analizi yöntemdir. Homojen olan karar verme birimlerinin nispi etkinliğini ölçmede en çok başvurulan yöntemdir (Charnes vd., 1978). VZA, bir çıktı setini üretmek için birkaç girdi kullanan bir karar verme birimi grubu içerisindeki nispi etkinliği ölçmede kullanılan bir metodolojidir. Ancak VZA, girdi ve çıktılar bakımından detaylı veriler gerektirmektedir. Girdi ve çıktıların hemen, taze, sıcağı sıcağına, alındığı varsayımı üzerine dayanmaktadır. Yani tüm gözlemlerin ölçüm hatasının ve gürültünün olmadığı, fizibil olduğu kabul edilmektedir (Henderson ve Zelenyuk, 2007; Simar, 2007). VZA'ni kullanan deneysel analizler, tamamen uygun olmayan hane halkına veya kişilere ait anket cevaplarından elde edilen verileri artan bir şekilde kullanmaktadır (Bound vd., 2001). Mikro verilerde anket kullanımı, bazı değişkenlerin makul düzeyde kesinlik ölçümünü güçleştirdiği için ölçüm hataları hakkındaki endişeler artmıştır. Örneğin, girdi ve çıktı verileri genellikle, geçen tarımsal üretim sezonunun başından görüşme yapılan ana kadar geçen süre içerisinde vuku bulan olayların üretici tarafından hatırlanması istenerek, elde edilmektedir. Bu, anket verilerinde hatırlama hatasını ortaya koyar. Tarımsal üretimde zaten belirsizliğin hakimiyeti üzerine bu durum iyice riski artırmaktadır (Just ve Pope, 2001). İşgücü gibi tarımsal üretimde kullanılan girdilerin hassas bir şekilde ölçümü bazen güçtür. Girdi ölçümleri, muhasebe maliyetinin tespiti fırsat maliyetlerini hariç tutan ekonomik maliyetlerinkinden farklı olduğu halde çoğunlukla muhasebe verilerine dayanır (Kuosmanen vd., 2007). Üretici verileri sadece yüksek verim, düşük verim, emek yoğun, sermaye yoğun gibi sözel biçimde de ifade edebilir (Mugera 2013). Klasik VZA yaklaşımı önemli bir şekilde etkin sınırı değiştirebilen veri kaybına, ekstrem değerlerin sebep olduğu verilerdeki değişmelere ve veri ölçüm hatalarına çok duyarlıdır. Bu duyarlılık probleminin üstesinden gelmek için Bulanıklaştırma metotları VZA'de kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Bulanık VZA metodu kullanılarak Pasinler ilçesi çerezlik ayçiçeği yetiştiren tarım işletmelerinin üretim etkinliklerinin belirlenmesi ve bu etkinliğe etki eden faktörlerin ortaya konması amaçlanmaktadır.

Yöntem

Çalışmanın verileri Erzurum ili Pasinler ilçesinde 2024 üretim yılında ayçiçeği yetiştiren işletmelerle yapılan anketlerden elde edilmiştir. Etik kurul onayı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Birim Etik Kurulu'ndan (Oturum Sayısı: 2024/1; Karar No: 18; Tarih= 09.07.2024) alınmıştır.

Ana popülasyonda yer alan işletmelerden örneğe girecek olanların seçiminde basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak işletmeler seçilmiş ve bu yönteme göre örneğe girecek işletme sayısı %10 hata payı ve %90 güvenilirlik sınırları içerisinde aşağıdaki formül yardımıyla tespit edilmiştir (Çiçek ve Erkan, 1996).

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{(N-1) \times D + \sigma^2} = \frac{1158 \times 253{,}8}{1157 \times 2{,}7 + 253{,}8} = 87$$

n = Anket yapılacak işletme sayısı,

N= Populasyondaki işletme sayısını ifade etmektedir ve değeri 1158'dir.

σ^2 =Populasyonu oluşturan işletmelerin sahip oldukları arazinin büyüklüğüne göre varyans değeri olup değeri 253,8'dir.

D = (d^2/z^2) şeklinde hesaplanmaktadır ve değeri 2,7'dir.

d = Örnek ortalamasından müsaade edilen hata miktarı ($\bar{x}$ *0,10) olup değeri 2,71'dir.

$\bar{x}$= İşletme başına düşen ortalama arazi miktarı olup değeri 27,1 da'dır

z = Hata oranına göre standart normal dağılım tablosundaki z değerini göstermektedir ve değeri 1,65'tir.

Bu çalışmada, karar birimlerinin (Decision Making Units, DMUs) etkinliklerinin belirsizlik içeren ortamlarda değerlendirilmesi amacıyla, possibilistic yaklaşım temelinde geliştirilmiş bulanık Veri Zarflama Analizi (fuzzy DEA) modeli uygulanmıştır. Klasik DEA modelleri kesin (crisp) veriler varsayımına dayanmakta olup, bu durum gerçek hayattaki belirsizlikleri dikkate alma konusunda yetersiz kalabilmektedir. Bu çalışma, bulanık mantık ve olabilirlik teorisini (possibility theory) esas alarak, karar birimlerinin performanslarını daha gerçeğe yakın bir biçimde analiz etmeyi hedeflemektedir.

Simetrik Üçgensel Bulanık Sayılar ve Üyelik Fonksiyonu

Bulanık DEA modelinde girdi ve çıktı verileri, simetrik üçgensel bulanık sayılar (Symmetric Triangular Fuzzy Numbers, STFN) ile ifade edilmektedir. Bu tip bulanık sayılar, tek bir merkez değer ($ķ^m$) etrafında eşit uzaklıkta yer alan alt ($ķ^l$) ve üst ($ķ^u$) sınırlardan oluşmaktadır ve şu şekilde tanımlanır (Zadeh, 1965):

$$\tilde{x} = (x^l, x^m, x^u) = (x^m - d, x^m, x^m + d)$$

Burada

x^m: En olası değer(merkez)

d: Belirsizlik yayılım genliği

Bu yapıya karşılık gelen üçgensel üye fonksiyonu ise aşağıdaki gibidir:

$$\mu_{\tilde{x}}(x) = \begin{cases} 0 & x \le x^m - d \\ \dfrac{x - (x^m - d)}{d} & x^m - d < x \le x^m \\ \dfrac{(x^m + d) - x}{d} & x^m < x \le x^m + d \\ 0 & x > x^m + d \end{cases}$$

Bu fonksiyon, verilerin bulanık doğasını simetrik bir biçimde tanımlamakta ve belirsizliğin karar analizine dahil edilmesine olanak tanımaktadır. Üyelik derecesi 1 olan değer tam olarak merkez (en olası) değer olan x^m'dir. Sol ve sağ uçlar, belirsizlik yayılımı d kadar uzaklıkta olup, üyelik derecesi sıfır olan sınırları tanımlar.

Possibilistic Bulanık DEA Modeli

Bu çalışmada, Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) modeline dayalı girdi yönelimli bir fuzzy DEA yapısı benimsenmiştir. Her bir karar birimi (DMU), m girdi ve s çıktı değeriyle aşağıdaki modelle analiz edilir:

Amaç fonksiyonu: $\boldsymbol{max_{\mu}} \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro}^m}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^m}$

Kısıtlar: $\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}^{\propto}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}^{\propto}} \le \mathbf{1}, \forall \boldsymbol{i} = \mathbf{1}, \mathbf{2}, \dots, \boldsymbol{n}$

$\boldsymbol{u_r, v_i \ge \varepsilon > 0}$

Burada $x_{ij}^{\propto}$ ve $y_{rj}^{\propto}$, ilgili α seviyesinde elde edilen kesit aralıklarından alınan uygun noktalardır. Model, her bir α seviyesi için klasik DEA formuna indirgenmekte ve ayrı ayrı çözülmektedir (Kao ve Liu, 2000).

Bulgular ve Tartışma

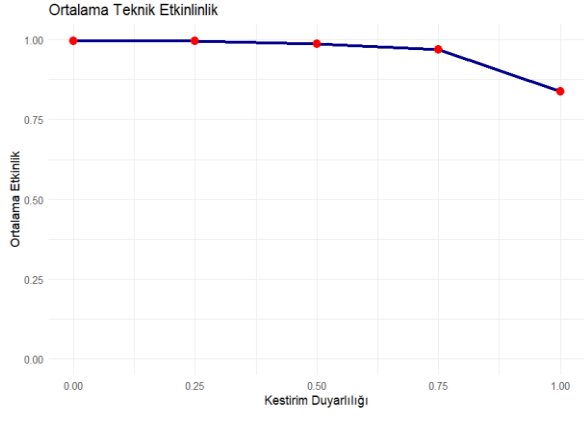
Tablo 1'de ayçiçeği üretiminde kullanılan temel girdi ve çıktı değişkenlerinin ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Çıktı olarak yer alan ayçiçeği veriminin ortalama düzeyi 255,01 kg/da olup işletmeler arasında belirgin farklılıklar bulunduğunu gösteren bir değişkenlik mevcuttur. Girdilere bakıldığında hem tohum, işgücü, makine kullanımı hem de herbisit ve N-P-K gübre miktarlarında geniş bir dağılım görülmektedir. Özellikle işgücü, makine ve potasyum kullanımındaki yüksek standart sapmalar, işletmelerin üretim teknikleri ve girdi kullanım düzeylerinin oldukça heterojen olduğunu göstermektedir. Bu durum işletmeler arasındaki farklı uygulamaların verim üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Şekil 1'de α seviyesinin artmasıyla birlikte belirsizliğin azalmasına paralel olarak ortalama teknik etkinliğin düzenli bir biçimde düştüğünü göstermekte, bu da işletmelerin çoğunun bulanık koşullarda etkin görünmesine karşın klasik DEA değerlendirmesinde daha düşük etkinlik seviyelerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 1.
Girdi ve Çıktı Seçimi

Çıktı	Ortalama	Standart Sapma
Ayçiçeği Verimi (kg/da)	255,01	76,92
Girdi		
Tohum Miktarı (kg/da)	0,77	0,36
İşgücü Miktarı (saat/da)	2,76	7,80
Makine Kullanımı (saat/da)	0,16	1,59
Herbisit Kullanımı (kg/da)	0,16	0,16
Kullanılan Saf N Miktarı (kg/da)	22,00	17,56
Kullanılan Saf P Miktarı (kg/da)	14,34	11,72
Kullanılan Saf K Miktarı (kg/da)	2,01	5,94

Şekil 1
Ortalama teknik etkinliğin farklı seviyelerde değişimi



Tablo 2
İşletmelerin α kesme seviyelerinde etkinlik değerleri

İşletme	0	0,25	0,50	0,75	1	İşletme	0	0,25	0,50	0,75	1
1	1,000	1,000	1,000	0,992	0,603	45	0,997	0,996	0,992	0,978	0,617
2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	46	0,988	0,984	0,976	0,959	0,9164
3	0,988	0,979	0,960	0,866	0,590	47	1,000	1,000	1,000	1,000	0,762
4	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	48	1,000	1,000	1,000	1,000	0,594
5	1,000	1,000	0,754	0,704	0,576	49	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	50	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7	1,000	1,000	1,000	1,000	0,477	51	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8	1,000	1,000	1,000	1,000	0,471	52	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	53	1,000	1,000	1,000	1,000	0,855
10	1,000	1,000	0,990	0,887	0,470	54	1,000	1,000	1,000	1,000	0,927
11	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	55	1,000	1,000	1,000	0,945	0,713
12	1,000	0,942	0,907	0,861	0,748	56	1,000	0,999	0,982	0,912	0,610
13	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	57	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
14	1,000	1,000	1,000	0,941	0,552	58	0,998	0,994	0,988	0,970	0,838
15	1,000	1,000	1,000	1,000	0,643	59	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
16	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	60	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
17	1,000	1,000	1,000	1,000	0,634	61	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
18	1,000	1,000	0,968	0,906	0,666	62	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
19	1,000	1,000	1,000	0,973	0,5084	63	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
20	1,000	1,000	1,000	0,996	0,572	64	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
21	1,000	0,980	0,888	0,780	0,399	65	1,000	1,000	1,000	1,000	0,942
22	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	66	1,000	1,000	1,000	0,929	0,725
23	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	67	1,000	1,000	1,000	1,000	0,569
24	1,000	1,000	1,000	1,000	0,711	68	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
25	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	69	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
26	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	70	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
27	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	71	1,000	1,000	1,000	1,000	0,792
28	1,000	1,000	1,000	0,947	0,627	72	1,000	1,000	1,000	1,000	0,931
29	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	73	1,000	1,000	1,000	1,000	0,815
30	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	74	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
31	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	75	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
32	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	76	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
33	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	77	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
34	1,000	1,000	0,976	0,874	0,643	78	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
32	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	79	1,000	1,000	1,000	1,000	0,759
36	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	80	1,000	1,000	1,000	1,000	0,831
37	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	81	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
38	1,000	1,000	1,000	0,633	0,340	82	1,000	1,000	1,000	1,000	0,695
39	1,000	1,000	1,000	1,000	0,498	83	1,000	1,000	1,000	1,000	0,838
40	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	84	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
41	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	85	1,000	1,000	1,000	1,000	0,947
42	1,000	1,000	0,946	0,848	0,600	86	1,000	1,000	1,000	1,000	0,828
43	0,780	0,735	0,672	0,635	0,504	87	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
44	0,984	0,970	0,932	0,814	0,569	Ortalama	0,997	0,995	0,987	0,969	0,836

Tablo 2'de işletmelerin farklı α kesme seviyelerinde elde ettikleri etkinlik değerleri karşılaştırıldığında, α=0 düzeyinde birçok işletmenin etkin (1) olduğu, ancak α seviyesi arttıkça yani belirsizlik azalıp veriler kesin hâle geldikçe etkinlik değerlerinin önemli ölçüde düştüğü görülmektedir. Bu durum, işletmelerin büyük bölümünün ancak bulanık ortamda etkin olduğunu, veriler netleştikçe gerçek etkinlik düzeylerinin ortaya çıktığını göstermektedir. Bazı işletmeler (2, 4, 6, 9, 13, 23, 25 vb.) tüm α seviyelerinde etkinliğini korurken, bazı işletmelerde özellikle α=0.75 ve α=1 seviyelerinde belirgin düşüşler bulunmaktadır (7, 8, 10, 14, 17, 21, 34, 38). Bu düşüşler, söz konusu işletmelerin girdileri daha hassas değerlendirildiğinde teknik etkinliklerinin zayıfladığını ortaya koymaktadır. Özellikle α=1 düzeyi, girdilerin ve çıktıların tamamen keskin değerlere indirgenmiş hâli olduğundan klasik VZA etkinlik skorlarını temsil etmektedir. Bu seviyede birçok işletmede etkinlik değerlerinin önemli ölçüde düşmesi, işletmelerin bulanık ortamda göreli avantaj sağladığını ancak klasik değerlendirmede gerçek performans farklılıklarının ortaya çıktığını göstermektedir. Genel olarak tablo, belirsizlik ortadan kalktığında işletmeler arasındaki etkinlik yapısının daha net biçimde ayrıştığını ortaya koymaktadır.

Şekil 2'de işletme özelinde teknik etkinlik skorlarının kestirim duyarlılık eğrileri, belirsizlik düzeyi azaldıkça işletmelerin teknik etkinlik değerlerinde belirgin bir ayrışma yaşandığını göstermektedir. α=0 düzeyinde neredeyse tüm işletmeler etkin görünürken, α=1 seviyesinde etkinlik düzeyleri arasında geniş bir dağılım ortaya çıkmaktadır. Bu durum, işletmelerin önemli bir kısmının yalnızca bulanık değerlendirmede etkin olduğu, klasik değerlendirmede ise teknik etkinlikten uzaklaştığına işaret etmektedir.

Tablo 3, işletmeler için hesaplanan C-K indeksi ile klasik VZA etkinlik skorlarını karşılaştırmalı olarak sunmakta ve iki ölçüm arasındaki ilişkiyi değerlendirmektedir. Genel olarak tabloya bakıldığında, her iki yöntemin ortaya koyduğu etkinlik düzeylerinin büyük ölçüde birbirine paralel ilerlediği görülmektedir. C-K indeksi yüksek olan işletmelerin çoğu klasik VZA'da da etkin ya da etkinliğe yakın değerlere sahiptir; benzer şekilde her iki yöntemde etkinliği düşük olan

Tablo 3

İşletmelerin C-K indeksi ve Klasik Veri Zarfalama ile elde edilen etkinlik skorları

İşletme	C-K İndeksi	Klasik VZA	İşletme	C-K İndeksi	Klasik VZA	İşletme	C-K İndeksi	Klasik VZA	İşletme	C-K İndeksi	Klasik VZA
1	0,877	0,603	23	1,000	1,000	45	0,873	0,617	67	0,869	1,000
2	1,000	1,000	24	0,912	0,711	46	0,947	0,9164	68	1,000	1,000
3	0,812	0,590	25	1,000	1,000	47	0,928	0,762	69	1,000	1,000
4	1,000	1,000	26	1,000	1,000	48	0,877	0,594	70	1,000	0,792
5	0,706	0,576	27	1,000	1,000	49	1,000	1,000	71	0,937	0,931
6	1,000	1,000	28	0,870	0,627	50	1,000	1,000	72	0,979	0,815
7	0,841	0,477	29	1,000	1,000	51	1,000	1,000	73	0,943	1,000
8	0,839	0,471	30	1,000	1,000	52	1,000	1,000	74	1,000	1,000
9	1,000	1,000	31	1,000	1,000	53	0,956	0,855	75	1,000	1,000
10	0,802	0,470	32	1,000	1,000	54	0,977	0,927	76	1,000	1,000
11	1,000	1,000	33	1,000	1,000	55	0,896	0,713	77	1,000	1,000
12	0,836	0,748	34	0,846	0,643	56	0,849	0,610	78	1,000	0,759
13	1,000	1,000	32	1,000	1,000	57	1,000	1,000	79	0,927	0,831
14	0,846	0,552	36	1,000	1,000	58	0,936	0,838	80	0,948	1,000
15	0,891	0,643	37	1,000	1,000	59	1,000	1,000	81	1,000	0,695
16	1,000	1,000	38	0,688	0,340	60	1,000	1,000	82	0,907	0,838
17	0,888	0,634	39	0,847	0,498	61	1,000	1,000	83	0,951	1,000
18	0,860	0,666	40	1,000	1,000	62	1,000	1,000	84	1,000	0,947
19	0,842	0,5084	41	1,000	1,000	63	1,000	1,000	85	0,983	0,828
20	0,869	0,572	42	0,816	0,600	64	1,000	1,000	86	0,947	1,000
21	0,711	0,399	43	0,492	0,504	65	0,982	0,942	87	1,000	1,000
22	1,000	1,000	44	0,779	0,569	66	0,895	0,725			

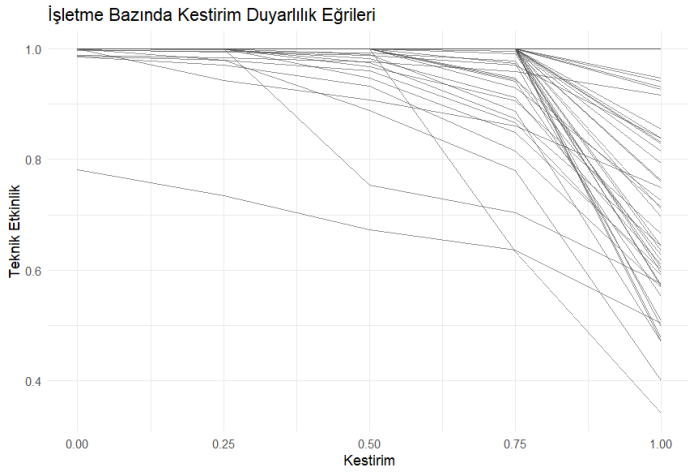
Spearman Rho: 0,9867289, $p<,001$

işletmeler genellikle aynı işletmelerdir. Bu durum, iki yaklaşımın işletmelerin göreli performansını büyük oranda tutarlı şekilde yansıttığını göstermektedir. Spearman Rho katsayısının 0,9867 gibi oldukça yüksek bir değerde ve istatistiksel olarak anlamlı (p<,001) çıkması, C-K indeksi ile klasik VZA etkinlik skorları arasında neredeyse mükemmele yakın pozitif bir sıra korelasyonu bulunduğunu göstermektedir. Dolayısıyla iki yöntemin işletmelerin etkinlik sıralamalarını büyük oranda aynı şekilde belirlediği; C-K indeksinin klasik VZA sonuçlarını destekleyen, güvenilir ve tutarlı bir alternatif ölçüm olduğunu ortaya koymaktadır.

Şekil 3 incelendiğinde İki indeksin genel olarak birbirine paralel bir seyir izlediği görülmekle birlikte, Klasik VZA Etkinlik Skorları bazı işletmelerde çok daha düşük değerlere inerek Chen-Klein İndeksinden ayrışmaktadır.

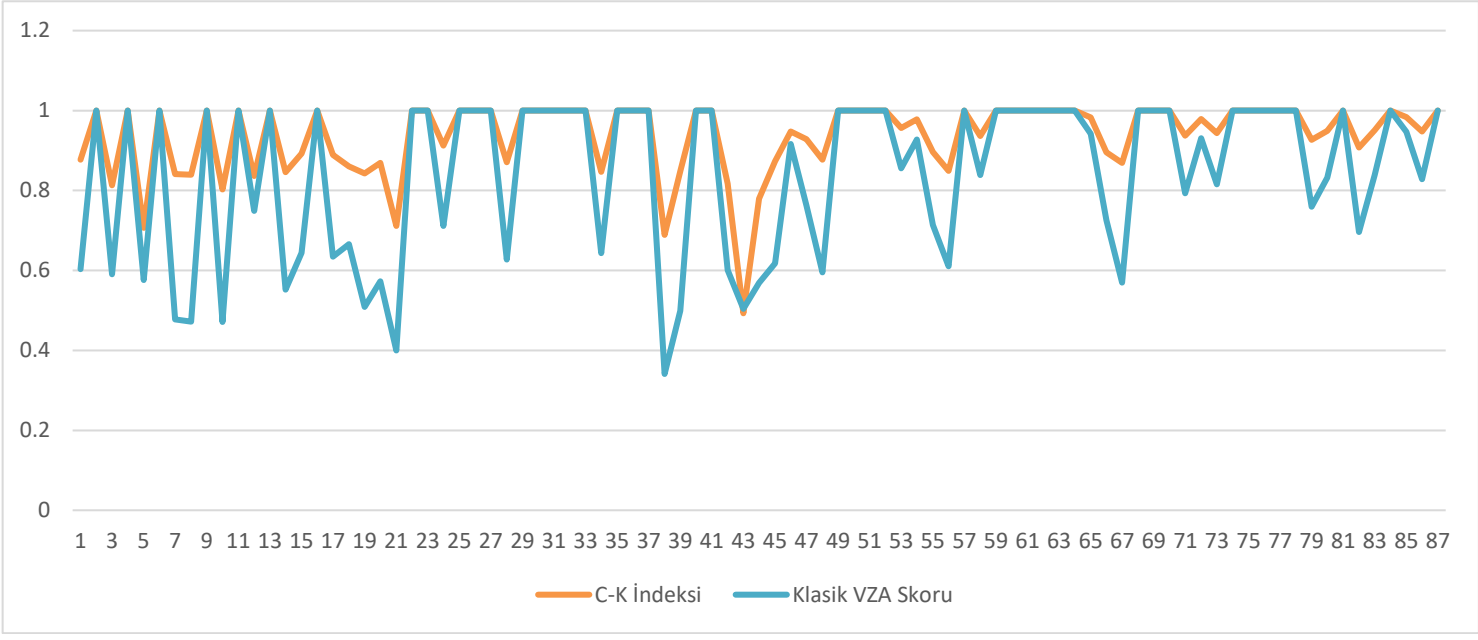
Şekil 2

Ortalama teknik etkinliğin farklı seviyelerde değişimi



Şekil 3.

İşletmelerin Chen-Klein indeksi ile Klasik VZA etkinlik skorları arasındaki değişimi



Tablo 4'te C-K indeksine göre işletmelerin yarısından fazlası (%50,57) 0,91–1 aralığında yer almakta olup yüksek düzeyde etkinlik göstermektedir. Düşük etkinlik düzeyine sahip işletme neredeyse yoktur (%1,15). İşletmelerin büyük bir bölümü (%43,68) 0,71–0,90 aralığında toplanmış olup teknik etkinliğe yakın performans göstermektedir. Diğer 43 işletme ise tam etkin olarak üretimini gerçekleştirmektedir.

Tablo 4

C-K indeksine göre işletmelerin etkinlik aralığı

Etkinlik Aralığı	Frekans	Dağılım (%)
<0,50	1	1,15
0,51-0,70	4	4,60
0,71-0,90	38	43,68
0,91-1,00	44	50,57

C-K indeksine göre ortalama etkinliğin 0,997-0,969 arasında değiştiği belirlenmiştir. Literatürde tarımsal ürünlere BVZA yönteminin uygulandığı bir diğer çalışma Gündüz (2014) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Malatya ilinde kuru kayısı yetiştiren işletmeler için C-K indeksinin 0.899-0.909 arasında değiştiğini belirlenmiştir. Ayrıca klasik VZA yöntemine göre yüksek etkinlik değeri gösterdiği belirtilmiştir. Bu çalışma dışında literatürde tarımsal ürünlerin üretiminde BVZA yönteminin uygulandığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Fakat klasik VZA yönteminin tarımsal ürünlerin üretimine uygulandığı pek çok çalışma literatürde mevcuttur. Bu çalışmalardan; Aktürk ve Kıral (2002) pamuk üretiminde 0,84, Külekçi vd. (2016) kayısı üretiminde etkinliği 0,89, Doğan ve Külekçi (2020) silajlık mısır üretiminde teknik etkinliği 0,42 olarak belirlemişlerdir.

İşletmelerin etkinliğine etki eden faktörlerin analiz edildiği tobit model sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5
Etkinliğe etki eden faktörler

Değişkenler	Katsayı*	Standart hata	*p*- değeri
Sabit	0,913***	0,085	,000
Ailedeki çalışabilir birey sayısı (kişi)	0,014*	0,007	,037
İşletmecinin yaşı (Yıl)	-0,001	0,001	,275
Eğitimi (Yıl)	-0,002	0,013	,879
Tecrübesi (Yıl)	0,000	0,001	,874
Tarım Sigortası Yaptırma (Evet:1, hayır:0)	-0,022	0,023	,346
Ayçiçeği ekim alanı (da)	0,001*	0,001	,045
Tarım dışı geliri olup olmaması (var:1, yok:0)	-0,006	0,025	,804
Yabancı işçi çalıştırma durumu (evet:1, hayır:0)	-0,021	0,025	,397
Ayçiçeği alanının toplan ekilebilir alana oranı	-0,000	0,000	,058
Log(scale)	-2,457***	0,076	,000

* %1, %5 ve %10 önem seviyeleri sırasıyla ***, ** ve * ile gösterilmiştir.
Log likelihood: 89,3

Tobit regresyon analizi sonucuna göre BVZA' dan elde edilen etkinlik skorları İşletmecinin yaşı, eğitimi tecrübesi, ailedeki çalışabilir birey sayısı, tarım sigortası yaptırma durumu, ayçiçeği ekim alanı, ayçiçeği ekim alanının toplam ekilebilir alana oranı, tarım dışı gelirinin olup olmaması, yabancı işçi çalıştırma durumu değişkenlerinden oluşan işletmenin sosyo demografik özellikleriyle analiz edilmiştir. Analiz sonucunda ailedeki çalışabilir birey sayısı ve ayçiçeği ekim alanı değişkenlerinin istatistiksel olarak %10 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Ailedeki çalışabilir birey sayısı arttıkça etkinliğin arttığı görülmektedir. Ailedeki çalışabilir birey sayısının artması ayçiçeği tarımında işlerin zamanında ve gecikme yaşanmadan yapılmasını yapılacak işlerle ilgilenen kişi sayısının artmasını ve işlerin daha itinayla yapılması sonucunda etkinlik artmaktadır. Ayçiçeği ekim alanının artışı ile birlikte etkinliğin %10 önem seviyesinde arttığı belirlenmiştir. Ekim alanı artınca ailenin ayçiçeği üretimine önem verdiğini ve ayçiçeği üretiminin artırılmasının ailenin gelirine olan katkısı göz önünde bulundurularak etkinliğinin daha da arttığı söylenebilir.

Sonuç ve Öneriler

Klasik VZA'nin uygulanması durumunda elde edilecek sonuçların güvenirliğine şüphe duyulması durumunda verilerin bulanıklaştırılarak analizi yapmak işletme etkinliklerini BVZA ile hesaplamak en güvenilir yoldur. Bu analize göre Pasinler ilçesi ayçiçeği yetiştiren tarım işletmelerden elde edilen verilere uygulanan BVZA sonucunda işletmelerin ortalama etkinlikleri 0,99 olarak tespit edilirken klasik VZA analizinde bu skor 0,84 olarak bulunmuştur. Klasik VZA'ya göre yüksek olarak belirlenen etkinlik değerinin işletmelere göre dağılımına baktığımızda işletmelerin %5,75'i 0,70 etkinlik düzeyinin altında %43,68'inin 0,71-0,90 etkinlik seviyesinde bulunduğu ve nihayet %50,57'gibi büyük bir işletme oranının ise 0,91-1,00 etkinlik düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir.

Belirlenen BVZA etkinliğine etki eden faktörlere bakıldığında ailedeki birey sayısı ve çerezlik ayçiçeği ekim alanındaki artışın etkinliği artırdığı belirlenmiştir. Pasinler ilçesi çerezlik ayçiçeği üretiminde etkinliğin belirleyicilerinden yola çıkarak işletmelerin yeterli işgücüne sahip olması ve ayçiçeği ekim alanlarının artırılabilmesi için çeşitli destekler verilerek çiftçilerin teşvik edilmesi gerekmektedir. Bunun yanında kiracılık ve ortakçılıkla işlenecek olan alanlarda sözleşmelerin makul bir şekilde düzenlenmesi, boş kalan araziler için önlemler alınarak üretime özellikle de çerezlik ayçiçeği üretimine tahsis edilmesi önem arz etmektedir.

Etik Komite Onayı: Etik kurul onayı Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Birim Etik Kurulu'ndan (Oturum Sayısı: 2024/1; Karar No: 18; Tarih= 09.07.2024) alınmıştır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Katılımcı Onamı: Tüm katılımcıların onayı alınmıştır.

Yazar Katkıları: Konsept-MK; Tasarım-KU,MK; Denetim-MK; Analiz ve Yorum-KU,MK; Veri Toplama ve/veya İşleme -KU; Literatür Taraması -KU; Yazma-KU, MK; Malzemeler-KU

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Yapay Zekâ Kullanımı: Yazarlar, bu araştırma makalesinde yapay zekâ (AI) veya benzeri programlardan yararlanmadıklarını beyan etmiştir.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval was obtained from the Atatürk University Faculty of Agriculture Unit Ethics Committee (Date: 09/07/2024, Number: 2025/1-18).

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Informed Consent: Consent of all participant has been obtained.

Author Contributions: Concept-MK; Design-KU,MK; Supervision-MK; Interpretation-KU,MK; Data Collection- KU; Literature Search-KU; Writing Manuscript-KU,MK; Materials-KU

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Use of Artificial Intelligence: The authors declare that they did not utilize artificial intelligence (AI) or similar programs in this research article.

Kaynaklar

Aktürk, D., & Kıral, T. (2002). Veri Zarflama Yöntemi ile Tarım işletmelerinde Pamuk Üretim Faaliyetinin Etkinliğinin Ölçülmesi. *Journal of Agricultural Sciences, 8*(3), 197-203. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000736

Bound, J., Brown, C., & Mathiowetz, N. (2001). *Measurement error in survey data*. In Handbook of Econometrics 5: 3705-3843. Elsevier.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E.L. (1978). Measuring the efficiency of decisi on making units. *European Journal of Operational Research 2*(6), 429–444. https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8

Doğan , K., & Külekçi, M., (2020). Iğdır İli Silajlık Mısır Üretiminde Etkinliğin ve Etkinliğe Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10*(2), 1338-1349. https://doi.org/10.21597/jist.658051

Gündüz, O. (2015). Bulanık Veri Zarflama ile Kuru Kayısı Yetiştiren İşletmelerin Etkinlik. *Journal of Agricultural Sciences*, *21*(4), 525-537. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001354

Henderson, D.J. and Zelenyuk, V. (2007). Testing for (efficiency) catching-up. *Southern Economic Journal 73*, 1003–1019. https://doi.org/10.1002/j.2325-8012.2007.tb00815.x

Just, R.E. and Pope, R.D. (2001). *The agricultural producer: theory and statistical measurement*. In: Gardner, B.L. and Rausser, G.C. (eds), Handbook of Agricultural Economics, Vol. 1. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, pp. 629–741. https://doi.org/10.1016/S1574-0072(01)10015-0

Kao, C. & Liu, S. T. (2000). *Fuzzy Efficiency Measures in Data Envelopment Analysis*. In: Fuzzy Sets and Systems, 113(3), 427-437. https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00137-7

Kuosmanen, T., Post, T. & Scholtes, S. (2007). Non-parametric tests of productive efficiency with errors-in-variables. *Journal of Econometrics 136*, 131–162. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.08.003

Külekçi, M., Dönmez, R., & Güler, M., (2016). Elazığ İlinde Kayısı Yetiştiren İşletmelerin Ekonomik Performanslarının Ölçülmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University, 33*(2), 130-136. https://doi.org/10.13002/jafag967

Mugera, A. W. (2013). Measuring technical efficiency of dairy farms with imprecise data: a fuzzy data envelopment analysis approach. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics 57*(4): 501–519. https://doi.org/10.1111/1467-8489.12008

Simar, L. (2007). How to improve the performances of DEA/FDH estimators in the presence of noise? *Journal of Productivity Analysis 28*, 183–201. https://hdl.handle.net/10419/22248

Zadeh, A. L. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control, 8*, 338-353. https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X