

Atf İçin: Yıldız, O. ve Sel, Ç. (2023). Türkiye’de Bakliyat Üretimi Üzerine Tarımsal Planlama İçin Bir Matematiksel Model Önerisi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), 1155-1164.

To Cite: Yıldız, O. & Sel, Ç. (2023). A mathematical Model Proposal for Agricultural Planning on Pulses Production in Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(2), 1155-1164.

Türkiye’de Bakliyat Üretimi Üzerine Tarımsal Planlama İçin Bir Matematiksel Model Önerisi

Osman YILDIZ¹, Çağrı SEL^{2*}

Öne Çıkanlar:

- Türkiye’de bakliyat üretimi üzerine bir tarımsal planlama yapmak
- Doğrusal programlama modeli ile verimlilik ve iktisadilik analizi yapmak
- Bakliyat üretimi için ayrılan tarım alanlarının artırılması ile ihtiyacı karşılamak

ÖZET:

Üretim planlaması, üretim kaynaklarının ekonomik kullanımı ile verimliliği artırır. Tarımsal ürünlerin üretim miktarları ekim alanlarına göre belirlenmekte ve tarımsal planlama ile üretim verimliliği öngörülebilmektedir. Buradaki problem ekonomik olarak karlı ve ülke ihtiyacını en yüksek düzeyde karşılayan yıllık tarımsal üretim planını rasyonel olarak yapmaktır. Bu çalışmada, Türkiye’de bakliyat üretimi üzerine bir tarımsal planlama yapmak amacıyla doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Model ile Kuru fasulye, Nohut, Mercimek ürünlerinin 2019 yılına ait üretim ve maliyet verileri kullanılarak ulusal ölçekte verimlilik ve iktisadilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler neticesinde, bakliyat üretimi için ayrılan tarım alanlarının %6.14 artırılarak ile 1.24 oranında bir iktisadilik ile ülke ihtiyaçlarının %100 yeterlilik düzeyinde karşılanacağı sonucuna varılmıştır. Önümüzdeki yıllarda gerçekleştirilecek tarımsal faaliyetlerin ve bu faaliyetleri düzenleyen ulusal politikaların planlanmasında ortaya koyulan bu karar destek modelinden istifade edilebilecektir.

Anahtar Kelimeler:

- Tarımsal üretim planlama
- Doğrusal programlama
- Verimlilik ve iktisadilik

A Mathematical Model Proposal for Agricultural Planning on Pulses Production in Turkey

Highlights:

- To make an agricultural plan on pulses production in Turkey.
- To analyze efficiency and economy using a linear programming model
- To meet the need by increasing the agricultural areas allocated for pulses production

ABSTRACT:

Production planning increases productivity with the economical use of production resources. Production quantities of agricultural products are subject to the plantation area, and agricultural planning can foresee production efficiency. Our problem is rationally making the annual agricultural production plan that is economically profitable and meets the national need at the highest level. Our study introduces a linear programming model for agricultural planning on pulses production in Turkey. Productivity and economic analysis are carried out nationally by the production and cost data for 2019 of Dry Beans, Chickpeas, and Lentils. The agricultural lands allocated for pulses production should increase by 6.14% to meet the country's needs at a 100% adequacy level with an economy rate of 1.24. Our decision support model is useful in planning agricultural activities and national policies regulating the activities for the coming years.

Keywords:

- Agricultural production planning
- Linear programming
- Productivity and economics

¹ Osman YILDIZ (Orcid ID: 0000-0002-8933-7990), T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 06800, Ankara, Türkiye

² Çağrı SEL (Orcid ID: 0000-0002-8657-2303), Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Müh. Bölümü, 78050, Karabük, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Çağrı SEL, e-mail: cagrisel@karabuk.edu.tr.

GİRİŞ

Tarım temel olarak bitkisel ve hayvansal üretim faaliyetleri olarak özetlenebilmektedir. Bitkisel üretim faaliyetlerini yerine getirmek için tohum ve gübre birer girdi olarak kullanılırken toprak, su ve güneş gibi doğal kaynaklardan da istifade edilmektedir. 2019 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2019) verilerine göre ülkemiz yüz ölçümünün yalnızca %48’i tarım alanı olarak kullanılmakta ve bunun da %61’i işlenen tarım alanı ve uzun ömürlü bitkiler, %39’u ise çayır ve mera alanıdır (bkz. Tarım ve Orman Alanları). İşlenen tarım alanının ise sadece %3.9’u kuru fasulye, nohut ve mercimek alanıdır. Kuru fasulye üretim miktarımız 225 bin ton, nohut üretim miktarımız 630 bin ton ve mercimek üretim miktarımız ise 354 bin tondur (bkz. Bitkisel Üretim İstatistikleri). Yeterlilik derecemiz 2018-2019 pazarlama yılına göre nohut %114, kuru fasulye %72, kırmızı mercimek %75 ve yeşil mercimek ise %87’dir (bkz. Ürün Denge Tabloları). Yüzde yüz yeterli olmadığımız için kuru fasulye ve mercimek ithal eden bir ülkeyiz. Bu açıdan tarımsal araziler ülke ekonomisi ve üretim faktörleri açısından bir kıt kaynaktır. Bunun yanı sıra, büyük ölçekli endüstriyel faaliyetler neticesinde zararlı sera gazlarının doğaya salınımı, aşırı ve gereksiz tarım ilacı ve gübre kullanımı, küresel ısınma sebebiyle dünya çapında bir iklim değişikliği meydana gelmektedir. Küresel ısınma, tarımsal faaliyetlerde kullanılacak su kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır. Zamansız, aşırı yağışlar ürün miktarını ve verimini olumsuz etkilemektedir. Güneşlenme süreleri gibi iklim şartlarına bağlı parametreler üzerinde belirsizlik oluşturmaktadır. Dolayısıyla ülke ekonomisi ve gıda arz güvenliğinin sağlanması, tarımsal üretim ve kalkınmanın sürdürülebilmesi için üretim faaliyetleri, ihtiyacı maksimum seviyede karşılayacak şekilde verimlilik esasına göre planlanabilir.

Verimlilik en genel anlamıyla mevcut girdiler ve kullanılan doğal kaynaklarla ideal üretimin gerçekleştirilmesi olarak tarif edilebilir. Üretim sürecinde kullanılan girdiler ile bu sürecin sonucunda elde edilen çıktılar arasındaki ilişkiyi ifade edecek şekilde çıktı ve girdi oranı ile temsil edilmektedir. Verimlilik hesabı ile kg makine-1, kg işçi-1, kg/da vb. miktara bağlı bir çıkarım yapmak mümkün olacaktır. Ancak, bir değer olarak para ile ifade edilen iktisadilik ölçülecekse üretim satış tutarı ve üretim maliyet tutarı oranından hareketle bir değerlendirme yapılabilir. Her bir ürüne ait birim fiyatın ve maliyetin hızlı bir şekilde değişkenlik gösterdiği günümüz ekonomisinde, birçok tarımsal ürünün bir arada değerlendirileceği ulusal ölçekte bir planlama yapılırken üretim miktarını ve getiriye enbüyükleyecek matematiksel bir yöntem kullanılabilir.

Doğrusal programlama yöntemi bu matematiksel optimizasyon tekniklerindedir. Gereksinimlerin doğrusal ilişkilerle temsil edildiği bir matematiksel modelde maksimum kar, maksimum üretim miktarı veya minimum maliyet şeklinde formüle edilecek bir amaç fonksiyonunun en iyi sonucunu elde etmek için kullanılan bir yöntemdir. Doğrusal programlama modelleri ile büyük ve karmaşık işlem gerektiren problemlerin optimal çözümü garanti etmektedir. Bu açıdan çalışmada, doğrusal programlama yöntemi kullanılarak ulusal ölçekte tarımsal planlamanın yapılabileceği bir karar destek modeli geliştirilmiştir. 2019 yılına ait üretim ve maliyet verileri kullanılarak Türkiye’de bakliyat (Kuru fasulye, Nohut, Mercimek) üretimi üzerine verimlilik ve iktisadilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma, önümüzdeki yıllarda gerçekleştirilecek tarımsal faaliyetlerin planlanabilmesi ve tarımsal faaliyetleri düzenleyen ulusal politikalara yön vermesi açısından sektöre ve literatüre katkı sağlayacaktır.

Giriş bölümünün devamında ulusal ve uluslararası literatürde yer alan güncel araştırmaların incelendiği literatür taraması alt bölümü yer almaktadır.

Literatür Araştırması

Bu bölümde, çalışmanın literatüre katkısını açıklığa kavuşturmak için 2010 yılı ile 2022 yılları arasında yapılan; (i) ulusal araştırma makaleleri “Dergipark Akademik” platformu aracılığıyla “tarım” ve “doğrusal programlama” anahtar kelimeleri ile, (ii) SCI ve SCI-Expanded bilimsel alıntı indekslerinde yer alan uluslararası araştırma makaleleri ise “Web of Science” platformu aracılığıyla “tarımsal üretim planlama (agricultural production planning)” anahtar kelimesi ile taranmıştır. Elde edilen ulusal ve uluslararası güncel makaleler incelenmiştir.

Tarımsal üretim planlama alandaki öncü araştırmalar peşpeşe ekilebilecek ürünlerin planlanması ve ürün ardıllığı konuları üzerine gerçekleştirilmiştir. 2000’li yılların başında, Haneveld ve Stegemen (2005) bu konuda genel kapsamlı bir doğrusal programlama modeli önermiştir ve Janová (2014) ise yeni ardıllık kısıtları ortaya koymuştur. Ardından, literatürde fiyat avantajı sağlamak (Özer ve Özçelik, 2010), işlenmiş ürün açısından üretim miktarını ve karlılığı artırmak (Oruç ve Gülşık, 2013), arazi kullanım planlaması (Mishra ve ark., 2014; Zhang ve ark., 2019; Rajakal ve ark., 2021), kullanılacak uygun makine ekipmanlarını (Çiçek ve Sümer, 2016), hayvan türlerini ve yaşlarını belirlemek (Kara ve Eroğlu, 2018), ekonomik faktörlerin yanı sıra çevresel faktörleri dikkate almak (Aydın Eryılmaz ve Kılıç, 2018; Bournaris ve ark., 2015; Ermoliev ve ark., 2022; Torğul ve ark., 2021) gibi çeşitli planlama konuları da ele alınmıştır.

Ancak, alandaki çalışmalar yaygın olarak belirli coğrafi bölgelerde üretilebilecek ürünlerin ideal üretim desenini belirlemek üzerine gerçekleştirilmiştir (Cardín-Petrosa ve Alvarez-López, 2012; Cid-Garcia ve ark. (2014), Güngör, 2018; Kara ve Kızıloğlu, 2014; Türker 2021; Uysal ve Cinemre, 2013). Bu çalışmalarda öncelikle bölgesel kalkınmanın sağlanması ve işletme karlarının en büyüklenmesi amaç edinilmektedir.

Uysal ve Cinemre (2013) Samsun ilinin belirli bir bölgesindeki işletmelerinin tarımsal faaliyetlerini planlamak ve ideal üretim desenini tespit etmek için bir doğrusal programlama modeli geliştirmiştir. Modelin çözümü neticesinde buğday, yulaf, soya ve fındık gibi ürünlerin yetiştirilmesi planlanan ideal miktarı, bu miktara ilişkin arazi ihtiyacı ve gelir gider dengesi belirlenmiştir. Çalışmamızda, bu araştırma ulusal ölçekte bakliyat üretimini ele alacak şekilde genişletilmiştir. Farklı olarak, girdilerinin çıktıya dönüşüm oranı olarak ifade edebileceğimiz verimlilik ölçütünü de dikkate alan matematiksel denklemler önerilmiştir. Bu matematiksel denklemler ülke ihtiyaçlarını karşılamak üzere çeşitli asgari yeterlilik düzeylerinde analizler gerçekleştirmeyi ve farklı düzeylerde üretim yapmanın iktisadilik açısından incelenmesini mümkün kılmaktadır.

Ulusal literatürde yalnızca Adana, Edirne, Erzurum ve Samsun gibi belirli bölgelere ilişkin sonuçların değerlendirilmesi bir eksikliktir. Henüz kuru fasulye, nohut ve bakliyat gibi ülke ekonomisi açısından kıymetli bakliyat ürünleri ülke genelinde ele alınmamıştır. Çalışmamızda, bakliyat ürünlerine odaklanarak ulusal ölçekte bir üretim planı yapılmaktadır. Başabaş analizi, faiz ve net bugünkü değer hesabı, yatırım analizleri, iç verim ya da karlılık oranı gibi mühendislik ekonomisi teknikleri kullanılarak karın veya faydanın enbüyüklenmesi diğer alanlarda olduğu gibi (örneğin, Ballı ve Sel, 2022; Imasiku ve Thomas, 2020) tarımsal faaliyet kapsamında da kullanılmaktadır (Ghazali ve Suhaimi, 2023). Çalışmamız, verimlilik katsayılarını dikkate alan, ekim alanı ve asgari yeterlilik düzeyi kısıtlarını karşılayan, net gelir hesabı ile iktisadilik çıkarımları yapmaya imkân tanıyan bir matematiksel model önerisi ile iktisadiliğin bu geleneksel tekniklerle değerlendirilmesinin ötesinde bir optimizasyon problemi olarak da ele alınabileceğini göstermektedir.

Çalışmanın devamında; ikinci bölümde doğrusal programlama modeline ilişkin matematiksel denklemler sunulmuştur. Üçüncü bölümde 2019 yılına ait üretim verileri üzerinden gerçekleştirilen

sayısal analizler sunulmuştur. Dördüncü ve son bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılmıştır ve gelecek çalışmalardan bahsedilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Kuru fasulye, nohut, kırmızı mercimek ve yeşil mercimek olmak üzere ele alınan $i \in I = \{0,1, \dots, |I|\}$ bakliyat ürünlerinin her biri için toplam üretim değerini oluşturan P_i birim fiyatı, B_i yan ürün geliri, C_i üretim maliyetleri bilinmektedir.

Çizelge 2. Matematiksel Modelde Kullanılan Semboller ve Kısaltmalar

İndisler ve parametreler	
i	Ürünler, $i \in I = \{1,2, \dots, I \}$
P_i	i ürününün fiyatı (₺ /kg)
B_i	i ürününden elde edilen yan ürün geliri (₺ /da)
C_i	i ürününe ilişkin üretim maliyetleri (₺ /da)
μ_i	i ürününün verimi (kg/da)
ϑ	Mevcut bakliyat ekili alan (da)
s_i	i ürününün yeterlilik derecesi (%)
S_i	i ürününün s_i 'ye karşılık yeterlilik seviyesi (kg)
Karar değişkenleri	
x_i	i ürününün üretim miktarı (kg)
y_i	i ürününün üretimi için ekilen alan (da)
Z	Net gelir (₺)
Z'	Toplam üretim miktarı (kg)

i bakliyat ürününden dönüm başına μ_i kadar mahsul alınmaktadır. Türkiye genelinde bakliyat ürünlerini ekimi için mevcut alan ϑ dekadardır. Ülke ekonomisi ve toplumsal ihtiyaçlar açısından s_i yeterlilik derecesine ulaşmak için hasat edilmesi gereken i ürününün miktarı S_i ile temsil edilmektedir. Amaç, elde edilecek net gelir Z fonksiyonunu enbüyükleyecek x_i üretim miktarının ve y_i ekilecek alanın tayin edilmesidir. Matematiksel modelde kullanılan semboller ve kısaltmalar Çizelge 2’de özetlenmektedir.

$$\text{Enbüyükle } Z = (\text{Toplam üretim değeri} - \text{Toplam üretim maliyetleri}) \quad (1)$$

$$\text{Toplam üretim değeri} = \sum_i (x_i P_i + y_i B_i) \quad (2)$$

$$\text{Toplam üretim maliyetleri} = \sum_i y_i C_i \quad (3)$$

Kısıtlar;

$$x_i = \mu_i y_i \quad \forall i \in I \quad (4)$$

$$\sum_i y_i \leq \vartheta \quad (5)$$

$$x_i \geq S_i \quad \forall i \in I \quad (6)$$

$$x_i \geq 0, y_i \geq 0 \quad \forall i \in I \quad (7)$$

Eşitlik 1. elde edilecek net geliri ifade eden amaç fonksiyonudur. Burada toplam üretim değeri, üretim miktarı ile satış fiyatının çarpımından elde edilen toplam satış gelirine ekilen alan ile dönüm başına yan ürün gelirinin çarpımından elde edilen toplam yan ürün geliri eklenerek hesaplanmaktadır (Eşitlik 2.). Toplam üretim maliyetleri ise dönüm başına üretim maliyetlerinin ekilen alanla çarpımından elde edilmektedir (Eşitlik 3.). Eşitlik 4. üretim miktarının ekilen alan ve verim ile orantılı olmasını sağlamaktadır. Eşitlik 5. bakliyat üretimi için ekim alanını sınırlandırmaktadır. Eşitlik 6. her ürünün asgari yeterlilik seviyesini karşılama garantisini garanti etmektedir. Eşitlik 7. ise karar değişkenlerine ilişkin tanımlama kısıtlarıdır ve değişkenlerin sıfırdan büyük olma durumlarını ifade etmektedir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı’nın bilgi merkezi ve Türkiye İstatistik Kurumu vasıtasıyla özet olarak yayımlanan 2019 yılına ait bitkisel üretim ve maliyet verileri Çizelge 3-6’da sunulmuştur. Çizelgelerde sunulan ham veriler ile birim ekili alana karşılık gelen üretim değeri, üretim maliyetleri

ve net gelir göstergeleri üzerine hesaplamalar gerçekleştirilmiştir.

Bu hesaplamalarda kuru fasulyenin yüksek değişken maliyetlerine karşın birim fiyatı sebebiyle yüksek gelir getiren ürünlerden biri olduğu gözlenmektedir. Diğer bakliyat kalemleri ise yakın üretim değerlerine sahiptir (bkz. Çizelge 3). Ele alınan bakliyat ürünlerine ilişkin değişken ve sabit maliyetler Çizelge 4’te sunulmuştur. Çizelge 5’te üretim değeri ve toplam üretim maliyetleri farkından net gelir hesaplanmıştır. En fazla gelir getiren bakliyat ürünleri sırasıyla kuru fasulye, yeşil mercimek, kırmızı mercimek ve nohut şeklindedir.

Çizelge 3. Bakliyat Ürünlerinin Birim Fiyatları ve Dönüm Başına Üretim Değerleri

Veri	Kuru Fasulye	Nohut	Kırmızı Mercimek	Yeşil Mercimek
Verim (kg/da) (μ_i)	252.98	121.02	127.69	110.00
Fiyat (₺ /kg) (P_i)	6.42	3.41	2.35	3.44
Yan ürün geliri (₺ /da) (B_i)	68.91	16.70	108.14	34.07
Üretim değeri (₺ /da) *	1 693.04	429.38	408.21	412.47

* Bakliyat ürünlerinin 1 da ekili alana karşılık gelen üretim değeri

“Üretim değeri = Verim * Fiyat + Yan ürün geliri” formülü ile elde edilmiştir.

Çizelge 4. Bakliyat Ürünlerinin Dönüm Başına Üretim Maliyetleri

Veri	Kuru Fasulye	Nohut	Kırmızı Mercimek	Yeşil Mercimek
Sabit maliyetler (₺ /da)	192.48	72.76	110.14	75.14
Değişken maliyetler (₺ /da)	1 006.94	313.27	222.46	244.97
Üretim maliyetleri (₺ /da) (C_i) *	1 199.42	386.03	332.60	320.11

* Bakliyat ürünlerinin 1 da ekili alana karşılık gelen üretim maliyetleri

“Üretim maliyetleri = Sabit maliyetler + Değişken maliyetler” formülü ile elde edilmiştir.

Çizelge 5. Bakliyat Ürünlerinden Dönüm Başına Elde Edilen Net Gelir

Veri	Kuru Fasulye	Nohut	Kırmızı Mercimek	Yeşil Mercimek
Üretim değeri (₺ /da)	1 693.04	429.38	408.21	412.47
Üretim maliyetleri (₺ /da)	1 199.42	386.03	332.6	320.11
Net gelir (₺) (Z) *	493.62	43.35	75.61	92.36

* Bakliyat ürünlerinden 1 da ekili alana karşılık elde edilen net gelir

“Net gelir = Üretim değeri – Üretim maliyetleri” formülü ile elde edilmiştir.

Çizelge 6, 2018-2019 sezonunda toplam 8 919 213 (da) ekili alandan elde edilen üretimin ülke ihtiyaçlarını karşılamadaki yüzdesini göstermektedir. Buradan asgari %72.1, %74.9, %86.8 yeterlilik dereceleri ile çeşitli bakliyat ürünlerine ilişkin ülke ihtiyaçlarının yüksek oranda karşılandığı gözlenmektedir. Nohut üretiminde %114 gibi yüksek bir oranla ülke ihtiyaçlarının tamamının karşılandığı ve ekonomik fayda üretildiği tespit edilmiştir. Burada, önerilen karar destek modeli yardımıyla dengeli oranlarda yeterlilik derecesine erişmek için ekili alanların etkin dağıtım ve maksimum ekonomik faydayı üreten ürünlerin atanması üzerine bir plan ortaya koyulacaktır.

Çizelge 6. Bakliyat Ürünleri İçin Ekim Alanı ve Yeterlilik Derecesi

Veri	Kuru Fasulye	Nohut	Kırmızı Mercimek	Yeşil Mercimek
Mevcut bakliyat ekili alan (da)	Bakliyat ürünlerinin tamamı için toplam 8 919 213			
Yeterlilik derecesi (%) ve karşılık gelen üretim miktarı (ton) *	%72.1	%114	%74.9	%86.8
	220 000	630 000	310 000	43 000

* Bakliyat ürünlerinin yeterlilik dereceleri için en son yayımlanan 2018-2019 yılı verileri baz alınmıştır.

Problemin çözümünde “IBM ILOG CPLEX Optimization Studio V12.10.0” varsayılan ayarlar ile kullanılmıştır. Tüm analizler Intel(R) Core(TM) i7-5600U CPU @ 2.60 GHz 8,GB RAM bir bilgisayar vasıtasıyla 5 dk’dan kısa bir süre içerisinde gerçekleştirilmiştir. Çizelge 7-8’de bakliyat üretim miktarının ülke ihtiyaçlarını karşılama oranını temsil eden farklı yeterlilik düzeyleri üzerine gerçekleştirilen sayısal analizler sunulmuştur.

Bu analizlerde her bir bakliyat ürününden asgari %75, %90 ve %100 olmak üzere ihtiyacın eşit ve dengeli oranlarda karşılaştırıldığı üç farklı durum ele alınmıştır. Mevcut ekili alan kısıdı altında Asgari %75 ve %90 yeterlilik düzeylerinde dengeli planlar ortaya koymak mümkündür. Asgari %90 yeterlilik düzeyine sahip planda mevcut durumda ülke ihtiyaçlarının yerli ve milli üretim ile %90 karşılanabildiği tespit edilmiştir. Asgari %75 yeterlilik düzeyine sahip planın iktisadilik oranının yüksek olduğu ve bu plan çerçevesinde ekonomik bir fayda sağlamak mümkündür.

Çizelge 7. Farklı Yeterlilik Derecelerine Karşılık Gelen Model Sonuçları (Miktara Göre)

Asgari Yeterlilik Derecesi	Sonuçlar	Kuru Fasulye	Nohut	Kırmızı Mercimek	Yeşil Mercimek
%75	Üretim miktarı (ton)	689 121	414 474	310 414	37 370
	Ekilen alan(da)	2 723 972	3 424 968	2 431 002	339 270
%90	Üretim miktarı (ton)	375 662	497 368	372 497	44 843
	Ekilen alan(da)	1 484 924	4 109 961	2 917 203	407 125
%100	Üretim miktarı (ton)	-*	-	-	-
	Ekilen alan(da)	-	-	-	-
Mevcut durum**	Üretim miktarı (ton)	225 000	630 000	310 000	43 631
	Ekilen alan(da)	889 385	5 205 951	2 427 761	396 116

* Olurlu çözüm yoktur.

** 2019 yılı üretim verileri

Çizelge 8. Farklı Yeterlilik Derecelerine Karşılık Gelen Model Sonuçları (Finansal) Ve İktisadilik

Asgari Yeterlilik Derecesi	Toplam Değeri (milyon ₺)	Üretim Maliyetleri (milyon ₺)	Net Gelir (milyon ₺)	İktisadilik
%75	7 214.89	5 506.48	1 708.41	1.31
%90	5 637.70	4 468.20	1 169.50	1.26
%100	-*	-	-	-
Mevcut durum**	4 895.65	4 010.67	884.98	1.22

* Olurlu çözüm yoktur

** 2019 yılı üretim verilerine karşılık gelen çözüm

Not: Toplam Üretim Değeri (TÜD), Maliyetleri (TÜM), Net Gelir = TÜD-TÜM, İktisadilik = TÜD/TÜM

Bu planda, diğer bakliyat ürünlerinden asgari %75 yeterliliği sağlarken arta kalan ekim alanlarını yüksek gelire sahip kuru fasulye üretimine tahsis ederek net geliri artırdığı gözlenmektedir.

Analiz sonuçlarında olurlu bir çözümün mevcut olmadığı sonuçlardan anlaşılmaktadır ki bakliyat üretiminde kullanılan toplam alan her bir bakliyat ürününde %100 yeterlilik derecesine aynı anda erişmek için yeterli değildir. Bu sebeple tarımsal faaliyet alanlarında yaşanacak en az %6.14 artışın etkilerinin anlaşılması için ekim alanının 9 466 852 da olduğu senaryolara ilişkin model sonuçları Çizelge 9-10’da sunulmuştur. Bu artış ülke ihtiyaçlarını %100 yeterlilik düzeyinde karşılamayı mümkün kılmaktadır. Asgari %75 ve %90 yeterlilik düzeyinin sağlandığı planlarda ise artan ekim alanının kuru fasulye gibi yüksek gelire sahip üretim kalemine atanması sebebiyle ekonomik katkı sağladığı gözlenmiştir.

Çizelge 9. Tarımsal Faaliyet Alanlarındaki %6.14 Artışın Üretim Miktarına Etkisini Gösteren Model Sonuçları

Asgari Yeterlilik Derecesi	Sonuçlar	Kuru Fasulye	Nohut	Kırmızı Mercimek	Yeşil Mercimek
%75	Üretim miktarı (ton)	827 665	414 474	310 414	37 370
	Ekilen alan(da)	3 271 612	3 424 968	2 431 002	339 270
%90	Üretim miktarı (ton)	514 206	497 368	372 497	44 844
	Ekilen alan(da)	2 032 564	4 109 961	2 917 203	407 125
%100	Üretim miktarı (ton)	305 233	552 632	413 885	49 826
	Ekilen alan(da)	1 206 532	4 566 624	3 241 336	452 361
Yeni durum*	Üretim miktarı (ton)	364 993	630 000	310 000	43 000
	Ekilen alan(da)	1 442 753	5 205 951	2 427 761	390 387

* Bakliyat ürünlerinin asgari olarak 2018-2019 yılı yeterlilik derecelerini karşılaması için artan ekim alanına karşılık gelen yeni durum

Çizelge 10. Tarımsal Faaliyet Alanlarındaki %6.14 Artışın Finansal Etkisini Gösteren Model Sonuçları

Asgari Yeterlilik Derecesi	Toplam (milyon ₺)	Üretim	Değeri	Toplam (milyon ₺)	Üretim	Maliyetleri	Net Gelir (milyon ₺)	İktisadilik
%75	8 142.08			6 163.33			1 978.75	1.32
%90	6 564.89			5 125.05			1 439.84	1.28
%100	5 513.44			4 432.87			1 080.57	1.24
Yeni durum*	5 830.17			4 672.56			1 157.61	1.25

* Bakliyat ürünlerinin asgari olarak 2018-2019 yılı yeterlilik derecelerini karşılama için artan ekim alanına karşılık gelen yeni durum

Not: Toplam Üretim Değeri (TÜD), Maliyetleri (TÜM), Net Gelir = TÜD-TÜM, İktisadilik = TÜD/TÜM

Mevcut bakliyat ekili alanın artırılmasının etkisinin görülmesini sağlayacak bir duyarlılık analizi yapılması Türkiye tarım emtia planlaması için önemli bir veri olacaktır. Ekili alanlardaki %6.14’den daha ileri düzeyde bir artışın etkilerinin anlaşılması için %7 ile %10 arasındaki her bir birim artış için model sonuçları Çizelge 11-12’de sunulmuştur. Bu artış düzeylerinde ülke ihtiyaçlarının tam anlamıyla karşılanması mümkündür ve değerlendirme %100 asgari yeterlilik seviyesi üzerinden gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kuru fasulyenin 6.42 ₺ /kg birim fiyatının ve 252.98 kg da veriminin diğer bakliyat ürünlerine kıyasla yüksek olması sebebiyle ve hatta 68.91 ₺ /da yan ürün geliri ile örneğin kırmızı mercimeğin 108.14 ₺ /da yan ürün gelirin göre hayli düşük olmasına rağmen (bakliyat ürünlerinin birim fiyatları ve dönüm başına üretim değerleri için bkz. Çizelge 3) artan ekili alanların tamamının kuru fasulye üretimine tahsis edilmesinin karlılığını gözler önüne sermektedir.

Çizelge 11. Tarımsal Faaliyet Alanlarındaki Daha İleri Bir Artışın Üretim Miktarına Etkisini Gösteren Model Sonuçları

Ekili Alanlardaki Artış (%)	Sonuçlar	Kuru Fasulye	Nohut	Kırmızı Mercimek	Yeşil Mercimek
%7	Üretim miktarı (ton)	324 638*	552 631	413 885	49 826
	Ekilen alan(da)	1 283 237	4 566 624	3 241 336	452 361
%8	Üretim miktarı (ton)	347 202	552 632	413 885	49 826
	Ekilen alan(da)	1 372 429	4 566 624	3 241 336	452 361
%9	Üretim miktarı (ton)	369 766	552 632	413 885	49 826
	Ekilen alan(da)	1 461 621	4 566 624	3 241 336	452 361
%10	Üretim miktarı (ton)	392 331	552 632	413 885	49 826
	Ekilen alan(da)	1 550 813	4 566 624	3 241 336	452 361

* Tabloda, artış gösteren üretim verileri kalın olarak belirtilmiştir.

Çizelge 12. Tarımsal Faaliyet Alanlarındaki Daha İleri Bir Artışın Finansal Etkisini Gösteren Model Sonuçları

Ekili Alanlardaki Artış (%)	Toplam (milyon ₺)	Üretim	Değeri	Toplam (milyon ₺)	Üretim	Maliyetleri	Net Gelir (milyon ₺)	İktisadilik
%7	5 643.30			4 524.87			1 118.44	1.25
%8	5 794.31			4 631.85			1 162.46	1.25
%9	5 945.32			4 738.82			1 206.49	1.25
%10	6 096.33			4 845.80			1 250.52	1.26

Not: Toplam Üretim Değeri (TÜD), Maliyetleri (TÜM), Net Gelir = TÜD-TÜM, İktisadilik = TÜD/TÜM

Duyarlılık analizine ek olarak, bakliyat ürünlerinin %10’luk bir ekili alan artışında üretime hangi öncelik sıralaması ile atanabileceği incelenmiştir. Çizelge 13’te, ekili alan kısıtları sütunu altında ifade edilen bakliyat ürününe halihazırda %6.14 alan artışı ile tahsis edilmiş üretim alanları, matematiksel modele sırasıyla birer kısıt olarak eklenmiştir. Öncelik sıralamasının bakliyat ürünlerinden dönüm başına elde edilen net gelirin (bkz. Çizelge 5) azalan sıralaması ile eşdeğer olması beklenir. Elde edilen sonuçlardan, kuru fasulyeye alternatif olarak sırasıyla yeşil mercimek, kırmızı mercimek ve nohut şeklinde bir öncelik sıralaması ile üretim atamasının yapılabileceği ortaya çıkmaktadır. Üretime atamadaki öncelik sıralamasının finansal etkilerini gösteren model sonuçları Çizelge 14’te verilmiştir. Pazar ve ihracat kısıtları gibi olası güçlükler sebebiyle öncelik sıralamasında alternatif bakliyat ürünlerine kaydıka karlılığın görece azaldığı gözlenmiştir.

Çizelge 13. Tarımsal Faaliyet Alanlarındaki %10’luk Bir Artışın Üretime Tahsis Edileceği Öncelik Sıralaması

Sıra	Ekili Alan Kısıtları	Sonuçlar	Kuru Fasulye	Nohut	Kırmızı Mercimek	Yeşil Mercimek
1	Kısıt yok	Üretim miktarı (ton) Ekilen alan(da)	392 331* 1 550 813	552 632 4 566 624	413 885 3 241 336	49 826 452 361
2	Kuru fasulye için $y_1 \leq 1\ 206\ 502$ ve	Üretim miktarı (ton) Ekilen alan(da)	305 233 1 206 532	552 632 4 566 624	413 885 3 241 336	87 748 796 642
3	Yeşil mercimek için $y_4 \leq 452\ 361$ ve	Üretim miktarı (ton) Ekilen alan(da)	305 233 1 206 532	552 632 4 566 624	457 846 3 585 618	49 826 452 361
4	Kırmızı mercimek için $y_3 \leq 3\ 241\ 336$	Üretim miktarı (ton) Ekilen alan(da)	305 233 1 206 532	594 295 4 910 905	413 885 3 241 336	49 826 452 361

* Tabloda, artış gösteren üretim verileri kalın olarak belirtilmiştir.

Çizelge 14. Öncelik Sıralamasına İlişkin Ortaya Çıkan Finansal Sonuçlar

Sıra	Öncelik Sıralaması	Toplam Değeri (milyon ₺)	Üretim Toplam Maliyetleri (milyon ₺)	Üretim Net Gelir (milyon ₺)	İktisadilik
1	Kuru Fasulye	6 096.33	4 845.80	1 250.52	1.26
2	Yeşil Mercimek	5 655.62	4 543.07	1 112.54	1.24
3	Kırmızı Mercimek	5 653.97	4 547.37	1 106.60	1.24
4	Nohut	5 661.26	4 565.77	1 095.49	1.24

Not: Toplam Üretim Değeri (TÜD), Maliyetleri (TÜM), Net Gelir = TÜD-TÜM, İktisadilik = TÜD/TÜM

SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye’de bakliyat üretimi üzerine bir tarımsal planlama gerçekleştirmek amacıyla bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Matematiksel modelleme ve doğrusal programlama yöntemleri kullanılmıştır. Üretim verimliliğini ve ekili alan kısıtlarını dikkate almak suretiyle net geliri enbüyüklemek amaçlanmaktadır. Model aracılığıyla bakliyat üretim miktarlarının ülke ihtiyaçlarını karşılama seviyesini temsil eden farklı yeterlilik dereceleri ile 2019 yılı için yayımlanan üretim verileri üzerinden net gelir ve iktisadilik oranı hesaplanmıştır.

Sayısal analizlerde kuru fasulyenin tarımsal faaliyetler açısından verimli ve ülke ekonomisi açısından diğer bakliyat ürünlerine kıyasla daha karlı olduğu tespit edilmiştir. Bakliyat ürünlerinin ve üretim alanlarının birbirini ikame edebilir olması varsayımından hareketle, nohut ve mercimek üretiminden artakalan tarım arazilerinin kuru fasulye üretimine tahsis edilmesi 1.38 gibi yüksek bir iktisadilik oranıyla net geliri 2 240.475 milyon ₺ seviyesine çıkarmaktadır. Ülke ihtiyaçları açısından mevcut durumda %90 yeterlilik derecesinde faaliyet göstermek mümkünken, %100 yeterlilik düzeyine ulaşmak için bakliyat üretimi için ayrılan tarım alanlarının %6.14 artırılması gerekmektedir. Bu artış neticesinde bakliyat ürünlerinin asgari olarak 2018-2019 yılı yeterlilik derecelerini karşılama için öngörülen duruma eşdeğer 1.24 oranında bir iktisadilikle ülke ihtiyaçlarını maksimum düzeyde karşılamak mümkündür.

Çalışmada sunulan model tek periyotlu ve basittir. Bu nedenle modelimiz, her üretim döneminin sonundaki stok seviyelerini ve stok dengesini ihmal etmektedir. Burada, sulama, gübreleme ve tohum çeşidi gibi değişen üretim parametrelerinin üretim miktarı üzerindeki etkilerini göz ardı ediyoruz. Bunun ötesinde, işlenmiş gıdalar için ürün arzı ve talebi ele alınan probleme dahil edilmemiştir.”

Çok dönemli bir üretim parti büyüklüğü belirleme ve planlama modeli, envanter kararlarını dikkate almamızı sağlar. Bütünleşik üretim planlama modeli, tarım ürünlerinin belirli özelliklerini, makine/işgücü gerekliliklerini, hasat planlamasını ve hasat sonrası faaliyetleri (örneğin, endüstriyel akışı) dikkate almaya imkân tanır. Bu nedenle, gelişmiş modelleme ve çözüm yaklaşımları, çalışmanın dezavantajlarının üstesinden gelmek için çalışılabilecek potansiyel araştırma yönleridir.

Bunun yanı sıra, gelecek çalışmalarda, doğa ve iklim koşulları vb. unsurlardaki değişkenliğin verimlilik üzerine etkilerini temsil edebilecek, talep ve arz belirsizliklerini dikkate alan, bulanık veya stokastik modeller vasıtasıyla belirsizliği tartışan araştırmalar gerçekleştirilecektir. Araştırmalar, güncel ihtiyaçlara yönelik buğday, mısır, ay çekirdeği gibi Türkiye için stratejik olan farklı tahılların ve bitkisel ürünlerin üretim planlaması için genişletilebilir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Aydın Eryılmaz G, Kılıç O, 2018. İyi tarım uygulamalarına geçen işletmelerin gelirlerindeki değişimin ve iyi tarım desteğinin yeterlilik düzeyinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*. 31(2): 123–127.
- Ballı MF, Sel Ç, 2023. Sustainability analysis of the use of natural gas in the iron and steel industry. *Environmental Science and Pollution Research*. 30(2): 4531–4554.
- Bourmaris T, Papathanasiou J, Manos B, Kazakis N, Voudouris K, 2015. Support of irrigation water use and eco-friendly decision process in agricultural production planning. *Operational Research*. 15(2): 289–306.
- Cardín-Pedrosa M, Alvarez-López CJ, 2012. Reprint of: Model for decision-making in agricultural production planning. *Computers and Electronics in Agriculture*. 86: 131–139.
- Cid-Garcia, NM, Bravo-Lozano AG, Rios-Solis YA, 2014. A crop planning and real-time irrigation method based on site-specific management zones and linear programming. *Computers and Electronics in Agriculture*. 107: 20–28.
- Çiçek G, Sümer SK, 2016. Çeltik üretiminde alana bağlı olarak makine sayısındaki değişimin doğrusal denklemler yardımı ile incelenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 31: 233–233.
- Ermoliev Y, Zagorodny AG, Bogdanov VL, Ermolieva T, Havlik P, Rovenskaya E, Komendantova N, Obersteiner M, 2022. Linking Distributed Optimization Models for Food, Water, and Energy Security Nexus Management. *Sustainability*. 14(3): 1255.
- Ghazali AF, Suhaimi A, 2023. An Analysis of Clustering the Decision Support Systems in Logistics for Supply Chain Management. *International Journal of Advanced Science and Computer Applications*. 2(1): 31-40.
- Güngör C, 2018. İmamoğlu-Kırmit (Çukurova) Ovası Sulama Projesi Alanına Giren Tarım İşletmelerinde Optimum Ürün Bileşiminin Doğrusal Programlama Yöntemiyle Planlanması. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 33(1): 103-110.
- Haneveld WKK, Stegeman AW, 2005. Crop succession requirements in agricultural production planning. *European Journal of Operational Research*. 166(2): 406–429.
- Imasiku K, Thomas VM, 2020. The mining and technology industries as catalysts for sustainable energy development. *Sustainability*. 12(24):10410.
- Janová J, 2014. Crop plan optimization under risk on a farm level in the Czech Republic. *Agricultural Economics (Czech Republic)*. 60(3): 123–132.
- Kara A, Kızıloğlu S, 2014. Meraya dayalı hayvancılık yapan işletmelerde optimum ürün bileşiminin belirlenmesi: Erzurum ili örneği. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 44(1): 63-73.
- Kara H, Eroğlu A, 2018. Tam sayılı doğrusal programlama metodu ile entansif hayvancılık işletmesinin kapasite planlaması: Konya (Ereğli) örneği. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 33(2): 31-46.
- Mishra B, Nishad AK, Singh SR, 2014. Fuzzy multi-fractional programming for land use planning in agricultural production system. *Fuzzy Information and Engineering*. 6(2): 245-262.

- Oruç KO, Gülüşik MN, 2013. Bulanık doğrusal programlama yaklaşımı ile üretim planlaması. The Journal of Operation Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems. 1(1): 33-45.
- Özer OO, Özçelik A, 2010. Pamuk ürününün en uygun satış zamanının oyun teorisi yöntemiyle saptanması. Tarım Bilimleri Dergisi. 16: 262-270.
- Rajakal JP, Tan RR, Andiappan V, Wan YK, 2021. A Hybrid Optimisation Model for Land Allocation and Storage Sizing in Agro-Food System. Process Integration and Optimization for Sustainability. 5(4):729-743.
- Torğul B, Demiralay E, Paksoy T, 2021. Tarım-Gıda Tedarik Zincirinde Ağ Tasarımı ve Optimizasyonu: Bir Meyve Suyu İşletmesi Örneği. Journal of Transportation and Logistics. 6(1): 49-70.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veri Portalı. <https://data.tuik.gov.tr/>
- Türker M, 2021. Ulurmak Sulama Havzasında Sulanan Alanların Genişletilmesi İmkanları ve Suyu Göre Üretim Planlaması Üzerine Bir Çalışma. Toprak Su Dergisi, 10(2): 17-25.
- Uysal O, Cinemre HA, 2013. A research on determination of the optimal production plans in the district of Dikbiyik in Samsun Province. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi. 28(1): 1-9.
- Zhang F, Engel BA, Zhang C, Guo S, Guo P, Wang S, 2019. Agricultural production planning approach based on interval fuzzy credibility-constrained bi-level programming and Nerlove supply response theory. Journal of Cleaner Production. 233: 1158–1169.