

Çanakkale İli Özbek Ovasındaki İşletmelerde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Optimum Bitki Desenin Belirlenmesi

Seher Akyüz^{1*} 

Murat Yıldırım² 

¹ Çanakkale Tarım ve Orman İl Müdürlüğü

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

*Sorumlu yazar: seher17@gmail.com

Geliş Tarihi: 09.11.2021

Kabul Tarihi: 18.02.2022

Öz

Kurak dönemlerde tarımsal amaçlı kullanılan suyun kıt bir kaynak olması nedeniyle, tarım sektöründe suyun teknik koşullara uygun bir şekilde verilmesi gerekliliği günümüzde büyük bir önem kazanmıştır. Bu çalışmada, suyun yeterli ve kısıtlı olması durumunda doğrusal programlamadan yararlanarak, bir sulama alanında optimum bitki desenini belirlemek ve sonuçta üreticinin karını yükseltmeyi amaçlanmaktadır.

Bölge olarak Çanakkale'nin Özbek ovası ele alınmıştır. Özbek ovasında toplamda 12018 dekar alanı tarımsal üretim gerçekleştirilmektedir. Bu alan içerisinde alanı temsil eden ve yoğunluk en fazla olan iki farklı ölçekteki işletme ele alınmıştır. Farklı iklim koşullarında; kurak, normal ve yağışlı yıllara göre ve bitki su ihtiyacının S₁ (%100), S₂ (%80), S₃ (%50) karşılandığı sulama konularına göre doğrusal programlama modeli (WinQSB) kullanılarak optimum bitki deseni belirlenmiştir. Doğrusal programlama yöntemi kullanılarak İşletme 61 da alan için elde edilen optimum üretim deseni ile işletmenin gelirinde %97.48 artış sağlanmıştır. Programlamaya göre yetiştiriciliği yapılan bitkiler %44.57 buğday, %10 çeltik, %10.42 patlıcan, %15 şeftali, %10 kiraz, %10 elma ve %44.57 ile ikinci ürün silajlık mısır yer almaktadır. II. İşletmede 158 da alan için elde edilen optimum üretim deseni ile işletmenin gelirinde %77.19 artış sağlanmıştır. Programlamaya göre üretim deseninde yer alan bitkiler %45 buğday, %10 çeltik, %10 karpuz, %15 şeftali, %10 kiraz, %10 elma ve %45 ile ikinci ürün silajlık mısır olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sulama, Optimum Bitki Deseni, Kuraklık, Doğrusal Programlama

Determination Of Optimum Crop Pattern Under Adequate And Limited Water Supplies For Ozbek Plain Canakkale

Abstract

In dry season due to the scarcity of water, irrigation water used in agricultural sector has gained great importance. The main aim of this study is to determine the optimum plant pattern in an irrigation area and by doing this, to determine the profit of the producer by using lineer programming in case water is scarce and sufficient conditions. The case study was conducted in Ozbek plain, covering 12018 dekar, in Canakkale. In situ, two different scale enterprises, representing comman area in the plane, are discussed in the study. In both enterprises, optimum plant pattern was detemined according to dry, normal and rainy years, therefore water need of the crops for different climatic conditions was met as the full irrigation (S1) and deficit irrigation treatments were the fraction of the full irrigation.

Linear programming (WinQSB) was used to determine the net income for each enterprise and to do that, some informations such as seasonal crop water need, irrigation area, maximum and minimum cropped area were used in the program. According to the results, the income can be increased up to 97.48% fort he first unit area (61 da) in case that the crop pattern should consist of cereal (44.57%), rice(10%), eggplant(10.42%), peach(15%), cherry(10%), apple(10%) and silage corn as a second crop (44.57%). In the second unit area(158 da), the income can be increased up to 77.19% in case that the crop pattern should consist of cereal (45%), rice(10%), water melon(10%), peach(10%), cherry(10%), apple(10%) and also silage corn as a second crop (45%).

Keywords: Irrigation, Optimum Crop Pattern, Drought, Linear Programming

Giriş

Tarımsal üretimdeki artış sulu tarımın uygulanması, sürekliliği ise tarım alanındaki kaynakların optimum bir şekilde kullanılması ile sağlanabilecektir. Tarımda tüm kültürel uygulamaların bilinçli bir şekilde uygulanması ve suyun bilinçli bir şekilde kullanılması sonucu verimde hem kalite hem de kantite yönünden istenen sonuca ulaşılabilecektir.

Dünyada ve ülkemizde yapılan birçok araştırma sonucunda, suyun tasarruf yapılması gerekli sektörün tarım, çevreyle uyumlu bir şekilde kullanılması gereken sektörün sanayi olduğunu söylemektedir. Bu nedenledir ki ülkesel su kaynaklarının tüm sektörler arasında ihtiyaca göre bir denge içerisinde tutulmalıdır. Özellikle, son yıllarda ülkemizde birçok araştırmacı bitkisel üretimde mevcut su kaynaklarının kullanımındaki randımanı geliştirmenin gerekliliğinin üzerinde önemle durmakta ve yapılan bilimsel çalışmalarda da buna vurgu yapılmaktadır. Bu nedenledir ki, son zamanlarda yüzey sulama sistemlerinden basınçlı sulama sistemlerine dönüş için devlet desteklerinin de olduğunu görmek mümkündür.

Tarım sektöründe sulama yönetimini optimize etmek, gelecek için hayati bir öneme sahiptir. Sulama yönetiminde matematiksel modellerin kullanımı su kaynaklarının daha etkili kullanımında güçlü bir araç olabilmektedir. Alamas ve ark. (2017)'na göre Karla gölü havzasında su kıtlığının yaşanması nedeniyle suyun optimum kullanılmasının bir aciliyet gösterdiğini belirtmişlerdir ve bu havza için optimizasyon tekniği kullanılarak kaynaklardan maksimum oranda faydalanılmaya çalışılmıştır. Hall ve Dracup (1970) tarafından optimizasyon, su kaynaklarındaki randımanı arttırmak için su kaynakları yönetiminde temel bir araç olduğunu ve kırsal ekonomiye fayda sağlamak için yaygın bir şekilde uygulandığını söylemiştir. Safavi ve Falsafioun (2017), Mirajkar ve Patel (2016), Kumari ve Mujumdar (2015), Kodal (1996), Albut ve Güngör (1996)'e göre suyun en randımanlı bir şekilde kullanılmasını sağlamak için optimizasyon yöntemini kullanmışlardır. Birhanu ve ark. (2015)'na göre tarımda suyu yöneten kuruluşlar her sulama sezonu başlangıcında sulama suyunun optimum bir şekilde kullanılması, bitki çeşitliliğinin oluşturularak verimin en yüksek düzeyde olması gibi problemler ile karşı karşıya kaldıklarını belirtmiş ve bu koşulun optimizasyon tekniğini kullanarak, su kaynağı ve bitki deseni arasında bir denge oluşturulabileceğini söylemişlerdir. Qureshi ve ark. (2012)'na göre Pakistan'da, sulama suyu kullanımını optimize etmek için sekonder kanal üzerinde yetiştirilen bitki desenini göz önüne almıştır. Sekonder kanal üzerinde bir yıl içerisinde, kanalın debisi, bitki deseni, bitki yoğunluğu, maliyet, net gelir gibi veriler toplanmış ve bu veriler ışığında yapılan doğrusal programlama tekniği ile bitki yoğunluğunun %65.5 olması koşulunda mevcut uygulanan suyun %76'sının uygulanması koşulunda net gelirin en yüksek olacağı sonucuna varılmıştır.

Doğrusal programlamada belirsizlik, sulama yönetimini etkileyen en önemli bir faktördür, çünkü iklimdeki sürekli veya kısa süreli değişimlerin olması yapılacak planlamayı önemli derecede etkilemektedir (Guo ve ark., 2014). Belirsizliği göz önünde bulundurmadan verilen kararların iki önemli sonucu beklenen net gelirin beklenenden daha düşük olması ve belirlenen taleplerin karşılanamaması veya sistemdeki diğer kısıtlarda oluşabilecek başarısızlıkları ortaya çıkarabilir (Watkins ve Mc Kinney, 1997).

Bu çalışmanın amacı, Çanakkale İl'i için bir örnek olmak üzere Özbek Ovası'nda grup ortalamalarına çok yakın olan I. İşletme 61 da ve II. İşletme 158 da alana sahip işletmeler ele alınarak; yeterli ve kısıtlı sulama suyu koşullarında normal, kurak ve yağışlı yıllar için işletme gelirinin maksimum olacağı optimum bitki desenini belirleyerek işletme gelirlerini maksimize etmektir.

Materyal ve Yöntem

Özbek Ovası'na sulama suyu Atikhisar Barajı'ndan sağlanmaktadır. Atikhisar Barajı'ndan yaklaşık $1.92 \text{ m}^3 \text{ sn}^{-1}$ Özbek Ovası için kullanılmaktadır. Özbek Ovası'na ait 12018 da tarım arazisinin 7797 dekarlık kısmında sulu tarım diğer kısmında kuru tarım yapılmaktadır. Bu ovadaki tarım parselleri küçük ve dağınık halde bulunmaktadır. Modelleme için 2017 yılı ÇKS (Çiftçi Kayıt Sistemi) verilerine göre ortalama işletme büyüklükleri belirlenmiş ve işletmeler arasından proje sahasını temsil edecek işletmeler seçilirken; sağlıklı verilerin elde edilebileceği, kuru ve sulu tarımı aynı anda yapan, tek yıllık ve çok yıllık bitkileri yetiştiren aynı zamanda yem bitkisi ekilişi de olan işletmeler ele alınmıştır.

Optimizasyon için WinQSB 2.0 doğrusal programlama modeli kullanılmıştır (Jain ve ark. 2018, Selenay, 2001). Programlama ile oluşturulan modelde 13 adet sulu (buğday, ayçiçeği,

mısır(dane), çeltik, silajlık mısır, fasulye, Biber salçalık, domates, patlıcan, karpuz, şeftali, kiraz, elma) ve 3 adet kuru (Buğday, ayçiçeği, zeytin) olmak üzere toplam 16 bitkinin değişik iklim ve su koşullarına göre oluşturulan amaç fonksiyonunda işletme gelirinin maksimum olması amaçlanmıştır. Sulu tarımı yapılan bitkilerin mevsimlik su gereksinimleri, sulama alanı büyüklüğü, su kaynağı, bitkilerin ekilebileceği maksimum ve minimum alan büyüklükleri, birim alan için toplam ve brüt kar miktarları göz önüne alınarak, doğrusal programlama yöntemiyle optimum bitki deseni belirlenmeye çalışılmıştır.

Kodal ve ark. (1992), sulama suyu miktarının belirlenmesinde uzun yıllar iklim verilerinden yararlanarak %80 (kurak yıl), %50 (normal yıl), %20 (yağışlı yıl) güvenilir yağış değerlerini hesaplamışlardır. Bu çalışma için Caymaz (2010)'da verilen Çanakkale ili 10 yıllık uzun yıllar yağış verilerinden yararlanarak hesaplanan %80 (kurak yıl), %50 (normal yıl), %20 (yağışlı yıl) güvenilir yağış değerleri ele alınmıştır. Sulama zamanlarının ve verilecek sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde, bitki su tüketimi hesaplamasında Penman-Monteith yöntemini kullanan IRSIS paket programı kullanılarak yeterli ve kısıtlı su koşullarına göre uygun sulama programları hazırlanmıştır. Toplam gerekli olan sulama suyu miktarı IRSIS paket programı (Raes ve ark.,1988) kullanılarak tam sulama suyu (S1=%100) elde edilmiş ve daha sonra uygulanan tam sulama suyu miktarının fraksiyonları olacak şekilde %80 (S2) ve %50 (S3)'si alınarak kısıtlı sulama konuları oluşturulmuştur.

Bitki su ihtiyacının tam karşılanması durumunda ve diğer üretim giderleri de optimum düzeyde tutulduğunda verim maksimum düzeyde (Y_m) olacaktır. Bu durumda birim alan için Brüt Kar değeri Mannoche ve Mecarelli (1994) ve Kodal (1996)'da verilen aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır,

$$BK = (Y_m \times SF) - DM \quad (1)$$

Eşitlikte:

BK = Brüt kar (TL/da),

Y_m = Maksimum verim (kg/da),

SF = Ürün satış fiyatı (TL/kg)

DM = Değişen masraflar (TL/da)

Değerlerini göstermektedir (Nimetoğlu, 2006).

Matematiksel programlar, önerilen amaçları yerine getirmek için kıt kaynakları birleştirerek optimal bir çözüm, yani, k 'ı maksimize etmek veya maliyeti minimize etmek şeklinde mevcut kaynakları birleştirerek analiz yapmaktadır (Frizzone ve ark., 1997). Doğrusal programlama modelinde amaç fonksiyonunda, n kadar karar değişkenindeki (x_j) maliyeti etkileyen c_j katsayılarından etkilenmektedir. Kısıt fonksiyonlarındaki, m kadar kısıt, a_{ij} katsayılarından etkilenen değişkenlerden oluşturulan bir lineer kombinasyon da sağ taraftaki b_i değerinden daha az veya en azından eşit olmalıdır. Ayrıca, tüm karar değişkenleri pozitif olmalıdır

$$(Z) = \sum_{j=1}^n C_j \cdot X_j \quad (\text{maksimum veya minimum}) \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_j \quad (= b_i \text{ veya } \geq b_i) \quad (3)$$

$$x_j \geq 0$$

Eşitlikte;

Z = Amaç fonksiyonu,

x_j = Problemdeki karar değişkenleri,

c_j = Karar değişkenlerinin amaç fonksiyonundaki birim katkı katsayıları,

a_{ij} = Karar değişkenlerinin ilgili kaynağa ilişkin girdi (teknoloji) katsayıları,

b_i = Sınırlı kaynağın miktarı,

n = Karar değişkenleri sayısı,

i = Sınırlı kaynak indisi ($i = 1, 2, \dots, m$)

j = Değişken numarası indisi ($j = 1, 2, \dots, n$)

değerlerini göstermektedir (Esin,1984). Üç farklı sulama konusunda K1-K7 arasında farklı sulama seviyeleri denenmiştir. K1 (%100), Z_{max} 'ın elde edileceği optimum üretim planlamasına göre ihtiyaç duyulan su kaynağına sahip olan işletmeyi ifade etmektedir. Diğer seçenekler ise tam sulama konusunun fraksiyonları olan K2 (%80), K3 (%60), K4 (%50), K5 (%40) ve K6 (%20) su kaynağının kısıtlı olduğu işletmeleri ve K7 (%0) ise kuru tarım yapılan işletmeleri ifade etmektedir.

Bulgular ve Tartışma

Projeli koşulda işletme gelirinde beklenen artış oranının projersiz koşulda işletme net geliri ile karşılaştırmak için 2017 yılında projersiz koşulda yöredeki çiftçiler tarafından uygulanan ekiliş-dikiliş oranları, ortalama verim değerlerine göre hesaplanan brüt kar değerleri, yıllık net gelirleri I. işletme için çizelge 1’de ve ikinci işletme için çizelge 2.’de verilmiştir. Elde edilen verilere göre 61 dekar alana sahip I. işletmede üreticinin o yıl içerisinde elde edebileceği tahmini gelir 34,841 TL iken, 158 dekar alana sahip II. işletme içerisinde aynı yıl ekimi-dikimi gerçekleşen bitki desenine göre elde edilecek tahmini net gelir 90,316 TL elde edilebileceğini göstermektedir.

Table 1. Production pattern and estimated net income for Enterprise No. 1 (61 da) in no project condition.
Çizelge 1. Projersiz koşulda I. İşletme (61 da) için üretim deseni ve tahmini net gelir.

I. İşletme (61 da) Yetiştirilen Bitkiler	Ekim-Dikim Alanı (da)	Brüt Kar (TL/da)	Toplam Net Gelir (TL)
Arpa	8	115.65	952.25
Buğday	32.5	221.34	7,193.55
Yonca	19	322.38	6,125.22
Kiraz	1.5	3,137.08	4,705.65
II. Ürün S. Mısır	32.5	488.14	15,864.55
Toplam	61	-	34,841.19

Table 2. Production pattern and estimated net income for Enterprise No. 2 (158 da) in no project condition.
Çizelge 2. Projersiz koşulda II. İşletme (158 da) için üretim deseni ve tahmini net gelir.

II. İşletme (158 da) Yetiştirilen Bitkiler	Ekim-Dikim Alanı (da)	Brüt Kar (TL/da)	Toplam Net Gelir (TL)
Arpa	26	115.65	3,006.90
Buğday	62	221.34	13,723.08
Ayçiçeği	44	332.29	14,620.76
Nohut	4	448.26	1,793.04
Şeftali	22	1,223.07	26,907.54
II. Ürün S. Mısır	62	488.14	30,264.68
Toplam	158	-	90,316.00

Her iki işletme için oluşturulan amaç ve kısıtların doğrusal programlama modeli ile çözümlenmesi sonucu farklı koşullara göre optimal üretim planı ve toplam brüt kar değerleri belirlenmiştir. Kurak yıl, normal yıl ve yağışlı yıllar ve farklı sulama suyu miktarlarına göre I. işletmede (61 da) farklı koşullarda yetiştirilmesi gerekli bitki desenleri ve bu koşullarda elde edilecek gelir değerleri çizelge 3.’de verilmiştir. Çizelge ’de farklı iklim ve farklı sulama suyu miktarları koşulunda işletmenin ne kadar alanda sulu ne kadar alanda kuru tarım yapması gerektiği ve elde edebileceği gelir değerleri gibi bilgiler verilmiştir. Söz konusu işletme için üretici projersiz koşulda 34,841 TL olan işletme geliri, doğrusal programlama ile yapılan modellemede, sulama suyunun tam karşılandığı K1 konusunda kurak yıl, normal yıl ve yağışlı yıllarda elde edilen net gelir (Z_{max}) sırasıyla 66,328 TL, 68,807 TL, 70,217 TL olarak elde edilebileceği görülmektedir. Farklı yağış koşullarına bağlı olarak değişen sulama suyu miktarı ve sayısı gibi değişken masraflar net gelirin iklim koşullarına göre değişiklik göstermesine neden olmuştur. Birinci işletme için bitkisel üretimde bitkilerin su ihtiyacının farklı oranlarda karşılanması durumunda; %100 (K1), %80 (K2), %60 (K3), %50 (K4), %40 (K5), %20 (K6) ve %0 (K7) optimum bitki desenine göre bitkilerin ne kadar alan içerisinde üretim yapılması gerektiği belirlenmiştir. K1 konusunda kurak yıl olmasına rağmen işletmenin yeterli su kaynağı olduğu ve bitkilerin su ihtiyacının tam karşılanacağı düşünüldüğünde; doğrusal programlama modeli buğday (23.25 da), çeltik (6.1 da), patlıcan (10.29 da), şeftali (9.15 da), kiraz (6.1 da), elma (6.1 da) olmak üzere toplam 61 da alanda sulu tarım yapılmasını önermiş ve bu koşulda işletmenin elde edeceği geliri 66,328 TL olarak hesaplamıştır. Ayrıca bu koşulda bir üretim sezonunda ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı 54,007 m³ olarak belirlenmiştir. Projersiz koşulda yetiştirilen bitki desenine göre gelir yaklaşık iki kat daha fazla elde edilmiştir. İşletmenin yeterli su kaynağı olmadığı

ve bitkisel üretimde %20 su tasarrufu yaptığını düşündüğümüz K2 sulama konusunda kuru koşullarda yetiştirilecek zeytin' in 2.84 dekar ile çözüme girdiği görülmüştür. Bu konuda geliri maksimize etmek için en göze çarpan değişimin su ihtiyacının tam karşılandığı buğday yetiştirme alanını 27.45 da' a çıkardığı aynı sezonda su ihtiyacı fazla olan silajlık mısırın ekim alanını 14.5 da' a düşürdüğü buna karşılık silajlık mısır II. ürün olarak ekim alanını 27.45 da' a çıkarılması gerektiğini ve bu koşulda üreticinin karının 63,133 TL olabileceğini ve çok fazla bir ekonomik kayıp yaşamayacağını belirlemiştir. İşletmede bitki su ihtiyacının %60'nın karşılanması durumunda program 54.9 da alanda sulu, 6.10 da alanda kuru koşullarda zeytin üretimini, %50 koşulunda 48.47 da alanda sulu, 12.53 da alanda kuru tarım yapılmasını ve bu koşulda; ayçiçeği (6.43 da), zeytin (6.1 da) üretiminin çözüme dahil edilmesini önermiştir. Optimizasyon programı %40 koşulunda karı en yüksek ürünlerden vazgeçmemiştir; buğdayın 13.18 da alanda ve çeltikte 6.1 da alanda tam sulaması gerektiğini, şeftali 9.15 da, kiraz 6.1 da, fasulye 3.05 da, silajlık mısır 1.15 da (ikinci ürün olarak) ve bu alanda toplam 37.59 da alanda sulu koşullarda tarımının yapılmasını, kuru koşullarda da ayçiçeği 17.31 da, zeytin 6.1 da alan olmak üzere 23.41 da alanda kuru tarımı önermiş ve bu koşulda bir üretim sezonunda ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı 23,784 m³ olarak belirlenmiştir. Bu senaryoda üreticinin elde edebileceği gelirin 46,341 TL kadar olabileceği belirlenmiştir. Program su miktarındaki azalmaya göre çizelge 3'te görüldüğü gibi kuru koşullarda yetiştirilebilecek bitkisel üretim alanını arttırarak üretici gelirinin üst düzeyde olmasını sağlamıştır. Öyle ki, kurak dönemlerde bitki su ihtiyacının %20'sinin karşılandığı K6 konusunda, işletmenin bir sulama sezonunda 11,353 m³ sulama suyu olması durumunda, işletmenin elde edebileceği gelir 34,997 TL olarak belirlenmiştir. Bu değer projesiz koşulda üreticinin elde ettiği gelirle hemen hemen aynı düzeyde olmuştur.

Normal yıl içerisinde, su kısıtı olmadığı düşünüldüğünde buğdayın ekim alanını 27.19 da' a ve II. ürün olarak da silajlık mısır alanını 27.19 da önermiştir. Bu koşullarda doğrusal programlama üretici gelirini maksimize ederek 68,807 TL ye yükseltmiş ve normal yıl olması nedeniyle işletmenin sezonluk su ihtiyacının 46,583 m³ olması gerektiğini belirlemiştir. Normal yıl içerisinde bitki su ihtiyacının %20'nin karşılandığı konuda önerilen bitki deseni ile projesiz koşulda elde edilen gelirden yüksek olduğu belirlenmiştir. Yağışlı yıl içerisinde, kurak ve normal yıllara göre gelirden belirgin bir artış olduğu elde edilen verilerde görülmektedir. Bu durum yağışlı yıl içerisinde ekonomik değeri yüksek ürünlerin yetiştirilmesine olanak tanınmasından kaynaklanmaktadır.

II. İşletme 158da'lık alanı kaplamakta ve söz konusu işletme için üretici projesiz koşulda 90316 TL gelir elde edebilmektedir. Doğrusal programlama ile yapılan modellemede, ikinci grup işletme için farklı iklim koşullarında, Çizelge 4'te görüldüğü üzere sulama suyunun tam karşılandığı (K1) konusunda kurak yıl, normal yıl ve yağışlı yıllarda elde edilen net gelir sırasıyla 153,133 TL, 160,038 TL, 163,652 TL olarak elde edilebileceği görülmektedir. Farklı iklim koşullarında bitki su ihtiyacının tam karşılanmasında elde edilecek gelirin plansız koşula göre daha yüksek olacağı belirlenmiştir. Söz konusu işletmede planlı üretim yapılması koşulunda brüt marj değeri 90,316 TL'den Normal koşula göre 160,038TL artarak brüt marjda %77 oranında artış olabileceği görülmüştür. Farklı iklim koşullarında bitkilerin su ihtiyacının tam karşılanması durumunda (K1), doğrusal programlama tarafından kuru tarım önerilmemiştir. Kurak koşullarda bitki su ihtiyacının %80'nin ve daha düşük olması durumunda kuru koşullarda yetiştirilecek bitkiler çözüm önerisine girmiştir. Normal ve yağışlı koşullarda su kaynağının yetersiz olması durumunda bitki su ihtiyacının %50'sinin ve daha az miktarda karşılanabileceği konularda kuru tarım çözüm önerisi içerisine girmiştir. Farklı iklim koşulları incelendiğinde, doğrusal programlama üretici gelirini maksimize etmek için tek yıllık bitkilerde buğday, çeltik ve karpuz, çok yıllık bitkilerden de şeftali, elma, kiraz yetiştirilmesi önerisinde bulunmuştur. Normal koşulları ele aldığımızda Buğday sulu koşullarda toplam alanın %45 (71.1 da), çeltik %10 (15.8 da), karpuz %10 (15.8 da), şeftali %15 (23.7 da), kiraz %10 (15.8 da), elma %10 (15.8 da) ve buğdayın yerine II. ürün olarak düşünülen silajlık mısırın %45 (71.1 da) oranında yetiştirilmesi sonucunda üreticinin maksimum faydayı sağlayabileceği önerisinde bulunmuştur.

Table 3. Optimum plant pattern (da) for Enterprise No. 1 (61 da).
Çizelge 3. I. İşletme (61 da) için optimum bitki deseni (da).

	Kurak Yıl							Normal Yıl							Yağışlı Yıl						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Buğday100	23.25	27.45	25.33	21.67	13.18	3.88	-	27.19	27.45	27.21	27.45	25.30	11.68	-	27.20	27.45	24.77	27.45	27.45	14.05	-
Buğday80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.15	-	-	-	-	-	-	-	3.40	-
Buğday50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.45	-	-	-	-	-	-	-	-
Çeltik 100	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	-	6.10	6.10	6.10	5.02	3.54	5.17	-	6.10	6.10	0.01	-	-	0.52	-
Çeltik 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.07	2.56	-	-	-	-	6.08	6.10	5.22	-	-
S. Mısır100	23.25	14.50	-	-	-	-	-	27.19	11.25	4.58	8.46	6.40	-	-	27.20	13.65	-	-	-	-	-
S. Mısır80	-	12.94	13.38	8.16	1.15	-	-	-	16.20	10.12	-	-	-	-	-	13.80	19.46	14.43	10.16	0.43	-
S. Mısır50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fasulye100	-	2.34	3.05	3.05	3.05	1.04	-	-	1.12	-	0.30	0.33	0.56	-	-	2.35	2.67	3.05	3.05	0.71	-
Fasulye80	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K. Biber100	-	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.14	-	-	-	-	-
Patlıcan100	10.29	-	-	-	-	-	-	6.36	-	-	-	-	-	-	6.35	-	-	-	-	-	-
Karpuz100	-	-	-	-	-	-	-	-	4.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Şeftali100	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	6.18	-	9.15	9.15	9.15	9.15	6.87	0.53	-	9.15	9.15	9.15	9.15	9.15	8.95	-
Kiraz100	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	-
Kiraz80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
Elma100	6.10	6.10	5.26	2.39	-	-	-	6.10	6.10	10	3.39	1.58	0.20	-	6.10	6.10	6.10	2.74	-	-	-
Elma80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	0.98	-
Buğday K.	-	-	-	-	-	8.22	27.4	-	-	-	-	-	-	27.45	-	-	-	-	-	-	27.45
Ayçiçeği K.	-	-	-	6.43	17.31	27.45	27.45	-	-	-	40	44	15.04	27.45	-	-	0.30	3.93	10.18	27.45	-
Zeytin K.	-	2.84	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	0.40	10	6.10	6.10	6.10	6.10	-	2.60	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10
Top.S.B.	61.00	58.16	54.90	48.47	37.59	19.23	-	61.00	60.60	54.90	52.50	48.46	39.86	-	61.00	58.40	54.90	54.60	50.97	44.72	-
Top.K.B.	-	2.84	6.10	12.53	23.41	41.77	61.00	-	0.40	10	8.05	12.54	21.14	61	-	60	6.10	6.40	10.03	16.28	61
II.Ürün	23.25	27.45	13.38	8.16	1.55	-	-	27.19	27.45	4.69	8.47	6.40	-	-	27.20	27.45	19.46	14.44	10.16	0.43	-
İşl.Geliri (TL)	66,328	63,133	55,892	51,156	46,341	34,997	7,757	68,807	66,501	59,067	54,242	8,638	37,179	10,078	70,217	8,021	62,908	58,024	2,891	1,295	11,863
Sul.Suyu (m ³)	54,007	48,534	37,989	31,695	23,784	11,353	-	46,583	42,732	32,866	27,570	22,715	12,104	-	43,151	38,341	31,457	26,543	21,432	12,195	-

Table 4. Optimum plant pattern (da) for Enterprise No. 2 (158 da).
Çizelge 4. II. İşletme (158 da) için optimum bitki deseni (da).

	Kurak Yıl							Normal Yıl							Yağışlı Yıl						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Buğday100	71.10	71.10	55.44	37.62	19.78	-	-	71.10	71.10	71.10	71.10	58.88	28.34	-	71.10	67.71	71.10	71.10	71.10	35.72	-
Buğday80	-	-	-	-	1.11	21.70	-	-	-	-	-	-	12.22	-	-	-	-	-	-	35.37	-
Buğday50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.28	-	-	-	-	-	-	-	-
Çeltik 100	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	2.53	-	15.80	15.80	15.80	15.8	15.8	11.76	-	15.8	15.80	15.80	15.80	3.56	3.58	-
Çeltik 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.18	-	-	-	-	-	12.24	-	-
S. Mısır100	71.10	29.27	-	-	-	-	-	71.1	21.10	14.65	16.90	9.41	-	-	71.10	19.45	-	-	-	-	-
S. Mısır80	-	36.11	33.86	22.61	11.35	-	-	-	50.00	12.15	-	-	-	-	-	48.26	38.52	27.43	18.84	-	-
Karpuz100	15.80	-	-	-	-	-	-	15.80	5.76	0.76	1.60	2.00	-	-	9.36	1.99	-	-	-	-	-
Şeftali100	23.70	23.70	18.87	10.84	2.79	6.81	-	23.7	23.70	23.70	19.17	12.05	1.65	-	23.70	23.70	23.70	23.70	23.70	19.64	-
Kiraz100	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	-	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	14.97	-	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	1.47	-
Elma100	15.80	15.80	15.80	15.80	15.80	6.67	-	15.80	15.80	14.79	9.54	6.92	-	-	15.80	15.80	13.78	6.00	-	-	-
Buğday K.	-	-	-	-	-	17.57	71.10	-	-	-	-	-	-	71.10	-	-	-	-	-	-	71.10
Ayçiçeği K.	-	4.30	21.93	46.33	71.10	71.10	71.10	-	-	0.25	9.17	18.53	46.18	71.10	-	-	2.02	9.80	15.80	32.06	71.10
Zeytin K.	-	11.49	14.35	15.80	15.80	15.80	15.80	-	10.74	15.8	15.80	15.80	15.8	15.8	6.43	14.71	15.80	15.80	15.80	15.80	15.8
Top.S.B.	158.00	142.21	121.72	95.87	71.10	53.53	-	158.00	147.26	141.95	133.03	123.67	96.02	-	157.57	143.29	140.18	132.40	126.40	110.14	71.10
Top.K.B.	-	15.79	36.25	62.13	86.90	104.47	158	-	10.74	16.05	24.97	34.33	61.98	158	6.43	14.71	17.82	25.60	31.60	47.86	86.90
II.Ürün	71.10	65.40	33.86	22.61	11.35	-	-	71.10	71.10	26.80	16.90	9.41	-	-	71.10	67.71	38.52	27.43	18.84	-	-
İşl.Geliri (TL)	153,133	142,503	125,341	115,698	105,902	82,227	19,880	160,038	153,333	135,310	124,908	114,347	91,642	6,104	163,652	158,017	142,621	132,238	121,799	95,260	30,727
Sul.Suyu (m ³)	132,476	117,363	89,763	72,823	56,136	30,275	-	115,934	104,445	79,350	67,115	55,157	28,986	-	103,632	94,859	75,001	63,077	51,594	28,600	-

Sonuç ve Öneriler

Doğrusal programlama ve sulama programlaması yapılarak farklı iklim koşullarında kurak, normal ve yağışlı yıl olmak üzere farklı senaryolara göre planlama yapılmıştır. Bu planlamada sulama suyu kaynağına göre ne kadar alanda sulu ne kadar alanda kuru tarım yapılması gerektiği ve bu koşullar altında yetiştirilmesi gerekli bitki deseninin Özbek Ovası koşullarına göre çözüm önerisi getirilmiştir. Bu sonuçlar ışığında suyun giderek kıt bir kaynak olması çok büyük maliyetler ile gerçekleştirilen sulama sistemlerinin performansının yani verimliliğin artırılmasının uygulanacak ürün deseninin ve verilecek sulama suyu miktarının planlanması ile mümkün olabileceğini göstermiştir.

Bu çalışmada küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde kısıtlama yapılırsa dahi planlama ile gerçekleştirilen üretim deseni sayesinde gelir artışının olabileceği belirlenmiştir. Araştırmada ele alınan her iki işletme içinde sulama suyunda kısıtlamaya gidildikçe sulu koşullarda yetiştirilmesi gerekli bitkilerin ekiliş ve dikiliş oranları azalma göstermiştir. Her iki işletme içinde farklı sulama suyu miktarlarına göre K1, K2, K3, K4, K5, K6 ve susuz koşullarda yetiştirilen K7 konusunda maksimum net gelirler hesaplanmış şekil 1. ve şekil 2.' de verilmiştir.

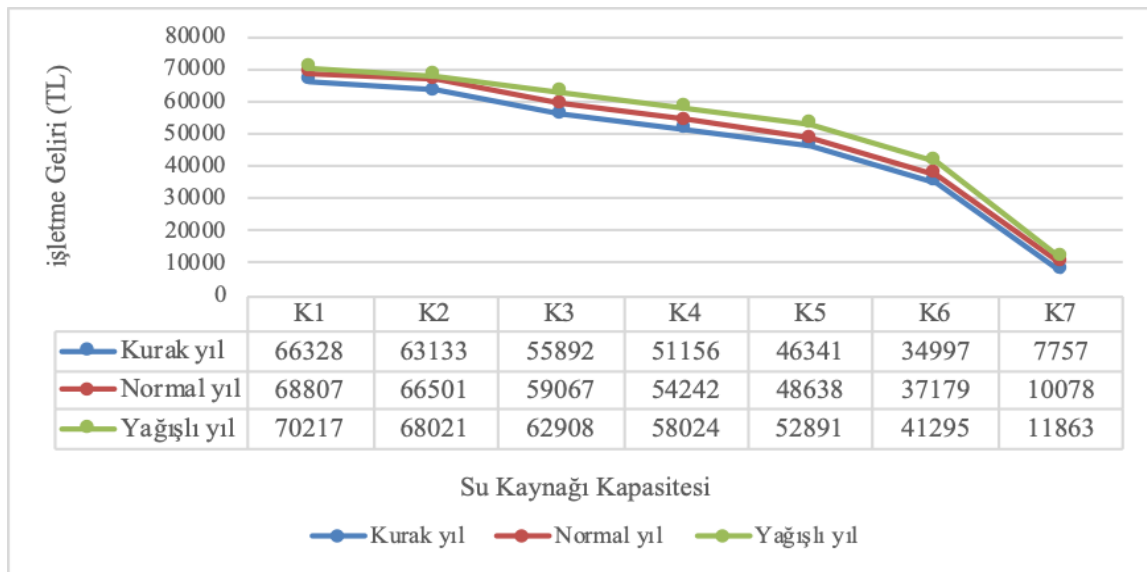


Figure 1. Net income that can be obtained for Enterprise No. 1 (in TL/61)

Şekil 1. I. İşletme için elde edilebilecek net gelir (TL/61 da)

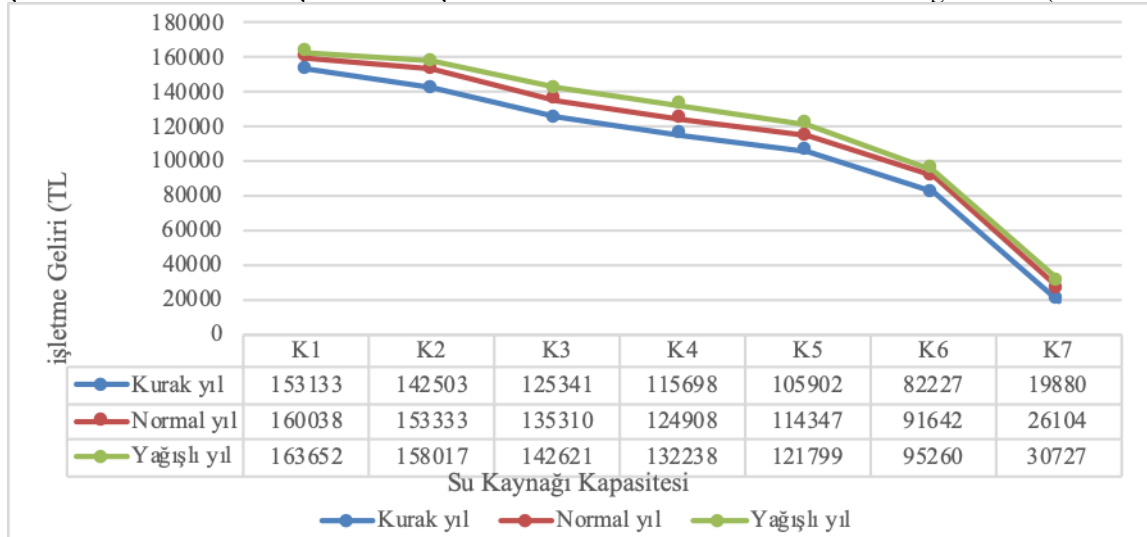


Figure 2. Net income that can be obtained in Enterprise No. 2 (TL/158 da)

Şekil 2. II. İşletmede elde edilebilecek net gelir (TL/158 da)

Şekillerden görüldüğü gibi her iki işletmede de doğrusal programlama modeli kullanılarak toprak ve su kaynaklarından optimum düzeyde yararlanarak kurak koşullarda bile üretici gelirini projersiz koşula göre daha üst düzeyde tutmak mümkün olabilecektir. Bu nedenlerle doğrusal programlama modelinden yararlanarak oluşturulacak üretim deseni hem ülke hem üretici hem de doğal kaynaklar yönünden önemli kazanç sağlayacaktır.

Not: Seher Akyüz'ün Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynaklar

- Alamas, A., Xenarios, S., Mylopoulos, N., Stalnacke, P., 2017. Integrated water resources management in agro economy using linear programming. The case of lake Karla basin, Greece. *European Water* 60:4147.
- Albut, S., Güngör, Y., 1996. İpsala Altinyazı-Karasaz sulama şebekesinde su dağıtım ve kullanım etkinliğinin belirlenmesi. *Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayın No: 248. Tekirdağ Doktora Tezi.*
- Birhanu, K.T., Alamirew, T., Olumuna, M.D., Ayalews, S., Aklog, D., 2015. Optimizing cropping pattern using chance constraint Linear Programing for Koga Irrigation Dam. *Ethiopia, Irrigat. Drainage System Eng.* 4:134.
- Caymaz, U., 2010. Güvenilir Yağış Hesaplaması. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü. Çanakkale Lisans Bitirme Tezi.
- Frizzone, J.A., Coelho., R.D., Dourado-Neto, D., Soliani, R., 1997. Linear programing model to optimize the water resource use in irrigation projects: An application to the senator Nilo Coelho Project. *Sci. Agric. Piracicaba.* 54:136-148.
- Esin, A., 1984. Yöneylem araştırmasında yararlanılan karar yöntemleri. *Gazi Üniversitesi Yayınları No: 41. Fen Edebiyat Fakültesi* 5:371.
- Guo, P., Chen, X., Tong, L., Li, J., Li, M., 2014. An optimization model for a crop deficit irrigation system under uncertainty. *Engineering Optimization* 46:1-14.
- Hall, W. A., Dracup, J. A., 1970. *Water Resources System Engineering.* McGrawHill. New York.
- Jain, R., Malangmeih, L., Raju, S.S., Srivastava, S. K., Immanuelraj, K., Kaur, A. P., 2018. Optimization techniques for crop planning. *A review Indian Journal of Agricultural Sciences.* 88(12): 1826-35.
- Kodal, S., Tokgöz, M.A., Olgun, M., Öztürk, F., Selenay, M. F., Beyribey, M., 1992. Yağış toprak ve bitki desenin sulama suyu miktarı ile sistem kapasitesine etkisi, IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri. 2. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Kodal, S., 1996. Ankara-Beypazarı Ekolojisinde Yeterli ve Kısıtlı Su Koşullarında Sulama Programlaması. İşletme Optimizasyonu ve Optimum Su Dağıtımı. *Ankara Ün. Ziraat Fak. Yayın No: 1465. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler* 807:69.
- Kumari, S., Mujumdar, P.P., 2015. Reservoir Operation with Fuzzy State Variables for Irrigation of Multiple Crops., *Journal of Irrigation and Drainage Engineering.* 141(11): 04015015.
- Mannocchi, F., Mecarelli, P., 1994. Optimizasyon analysis of deficit irrigation systems, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE.* 120:484-503.
- Nimetoğlu, S.T., 2006. Yaylak proje alanındaki işletmelerde yeterli ve kısıtlı su koşullarında sulama zamanı planlaması ve optimum bitki deseni Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Mirajkar, A.B., Patel, P.L. 2016. Multiobjective Two-Phase Fuzzy Optimization Approaches in Management of Water Resources, *Journal of Water Resources Planning and Management.* 142(11): 04016046.
- Raes, D., Lemmens. H., Aelst, P.V., Bulcke, M.V., Smith, M., 1988. *IRSI. Irrigation Scheduling Information System Katholieke Universiteit Leuveni Belgium.*
- Safavi, H.R., Falsafioun, M., 2017. Conjunctive Use of Surface Water and Groundwater Resources under Deficit Irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering.* 143(2):05016012.
- Selenay, F., 2001. GAP-Fırat sulama birliğinde yeterli ve kısıtlı sulama suyu koşullarında sulama programlaması ve optimum bitki deseni. *Tarım Bilimleri Dergisi.* 7(3):149-155.
- Qureshi, A.L., Khero, Z.L., Lashavi. B.K., 2012. Optimization of irrigation water management: a case study of secondry canal. *Sindh. Pakistan* 16. *International Water Technology Conferance. IWTC. Istanbul. Turkey.*
- Watkins, D.W., McKinney, D.C.1997. Finding robust solutions to water resources problems. *Journal of water Resources planning and management* 123:49-58