

Çukurova Bölgesinde Farklı Damla Sulama Yöntemleriyle Yetiştirilen Kinoa Bitkisinin Sulama ve Ekonomik Açından Değerlendirilmesi

Yeşim BOZKURT ÇOLAK^{1,*} Attila YAZAR² Engin GÖNEN¹

¹Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Bölümü

²Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): yesimcolak@gmail.com

Geliş tarihi (Received) : 17.07.2020

Kabul tarihi (Accepted): 20.10.2020

DOI:10.21657/topraksu.770874

Öz

Bu araştırma Akdeniz iklim koşullarında yüzey ve toprakaltı sulama yöntemlerinde farklı sulama konularının Kinoa verimine etkisi ve ekonomik analizini belirlemek amacıyla 2016 ve 2017 yıllarında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Araştırma alanında yürütülmüştür.

Araştırmada iki farklı sulama yöntemi (Yüzey damla (YD), Toprakaltı damla (TD)) ve altı farklı sulama konusu (Tam sulama (FI); geleneksel kısıntılı sulama (DI-75 ve DI-50); kısmi kök kuruluğu (PRD-50); planlanmış kısıntılı sulama (RDI) ve sulanmayan konu (RF)) oluşturulmuştur. Araştırma tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme deseninde dört yinelemeli olarak incelenmiştir. Kinoa bitkisinin yüzey damla veya toprakaltı damla sulama yöntemi ile sulanmasının verimde istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmadığı, buna karşılık sulama konularına göre verimin 0.01 önem düzeyinde farklı olduğu belirlenmiştir. FI, DI-75, PRD ve RDI konularında benzer ve yüksek verim değerleri elde edilirken, bunları DI-50 ve RF konuları izlemiştir. En yüksek verim her iki deneme yılında FI konusunda (2.906-2468 kg ha⁻¹) alınırken, en düşük verimler ise her iki yılda da RF konusunda (2204-1855 kg ha⁻¹) kaydedilmiştir. Net gelirler sulama konularına göre 2016 yılında 4954-8493 \$ ha⁻¹ arasında, 2017 yılında ise 3270-5906 \$ ha⁻¹ arasında değişmiştir. Ekonomik anlamda ise birim alanda en yüksek net gelir YD sulama yöntemi FI konusundan elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kinoa, Yüzey Damla, Toprakaltı Damla, Ekonomik Analiz

Irrigation and Economic Evaluation of Quinoa Plant Grown by Different Drip Irrigation Methods in Çukurova Region

Abstract

This study was carried out to determine the effect of different irrigation treatments and economic analysis on surface and subsurface methods in quinoa under the Mediterranean climate conditions at the experimental fields of the Çukurova University during 2016 and 2017 growing seasons in Turkey. In the study, surface drip and subsurface drip methods and four irrigation strategies (Full irrigation, FI; conventional deficit irrigation, DI-50 and DI-75; and Partial Root-Zone Drying, PRD-50 of full irrigation treatments) also a rain-fed treatment (RF) were considered. The experimental design was split plots with four replications. There was no significant differences in yields between surface and subsurface drip irrigation methods for quinoa however, different irrigation treatments resulted significantly ($P<0.01$) for yields. FI, RDI, DI-75, and PRD-50 treatments resulted significantly ($P<0.01$) greater quinoa grain yields

than DI-50 and RF. Maximum yield was obtained from the FI treatment as 2906 and 2468 kg ha⁻¹; and the lowest yield was obtained from the rainfed treatment (RF) as 2204 and 1855 kg ha⁻¹, in the experimental years, respectively. Net profit ranged between 4954 to 8493 \$ ha⁻¹ in 2016 and 3270 to 5906 \$ ha⁻¹ in 2017 according to the irrigation treatments. Full irrigation treatment (FI) under surface drip irrigation method generated the highest net profit.

Keywords: Quinoa, Surface Drip, Subsurface Drip, Net Return

GİRİŞ

Ülke nüfusunun sürekli ve hızlı artış göstermesi; insanların beslenmesi, giyinmesi ve yaşamı için gerekli diğer ihtiyaçların artmasına yol açmaktadır. İnsanların ihtiyaçları bir yandan nüfus büyümesi ile sayısal olarak artmakta, diğer yandan teknolojik gelişmenin yükselttiği yaşam standardının getirdiği ilavelerle daha da çoğalmaktadır. Artan nüfusun gıda gereksiniminin karşılanması ve tarımsal sürdürülebilirlik için; a) mevcut su kaynaklarının etkin yönetimi ve su kullanım randımanının artırılması, b) sulama için ek su kaynaklarının geliştirilmesi, c) stres koşullarına toleranslı ve daha az su ile daha fazla verim sağlayabilen yeni ürünlerin geliştirilmesi alınabilecek önlemler arasındadır (Oweis vd., 2003; Yazar vd., 2015). Bu amaçla özellikle çeşitli ekolojik koşullarda kolaylıkla yetişebilecek bitki tür ve çeşitleri ile birim alandan daha fazla besin maddesi üretimi (vitamin, mineral, protein vb.) önem arz etmeye başlamıştır. Günümüzde iklim ve toprak şartları açısından geniş bir adaptasyon kabiliyetine sahip olması sebebiyle birbirinden farklı coğrafi koşullarda yetişebilen kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) bitkisi ilgi odağı olmuştur (Vega-Galvez vd., 2010; Yazar ve İnce Kaya, 2014; Kır ve Temel, 2017).

Ana gen merkezinin Peru ve Bolivya sınırlarındaki And Dağları olan kinoa, bugün dünya üzerinde 50'den fazla ülkede yetiştirilmektedir. Fakat ekim alanlarının ve üretiminin büyük bir kısmı hala Güney Amerika ülkelerindedir. FAO'nun 2017 yılı verilerine göre en fazla üretim yapan ülkeler sırasıyla Bolivya, Peru ve Ekvator'dur. Bu 3 ülkenin toplam ekim alanları ve üretimleri sırasıyla 185-350 ha ve 148-720 ton'dur. Üretilen ürünün büyük çoğunluğu ABD ile Avrupa Birliği ülkelerine satılmaktadır. Bunların dışında da çok sayıda ülke kinoa yetiştiriciliği yapmaktadır (FAO, 2017).

Sulamanın en önemli amaçlarından birisi de kurak dönemlerde yetiştirilen ürünü korumaktır. Bölgemizde kışlık olarak yetiştirilen ürünlerde genelde susuzluk belirtisi görülmemekle birlikte, erken verim veya zamanla oluşan kuraklıklar su

açısından kaynaklanan önemli verim düşmelerine neden olabilmektedir. Böyle durumlarda yeni nesil sulama teknolojilerinin kullanılması yanında sulama zamanı ve verilecek sulama suyu miktarının belirlenmesi işlemini kapsayan sulama programlamasının kullanılması, sınırlı su kaynaklarının optimum kullanımına olanak tanımaktadır (Yazar vd., 2015). İyi planlanmış bir kısıntılı sulamanın; tam sulamada ihtiyaç duyulan suyun yarısı kadar sulama suyu ile 1.2 ve 2.0 t ha⁻¹ arasında bir kinoa verimi sağlayabileceği belirtilmiştir (Geerts vd., 2008).

Kinoa yarı-kurak bölgelerde mevcut yağış koşulları altında rahatlıkla yetiştirilebilmekte (Jensen vd., 2000; Geerts vd., 2008) ve yaşanan küçük kuraklıklar verimde azalmalara neden olmamaktadır (Garcia vd., 2003). Hatta yıllık 200 mm'den daha az yağış alan kumlu topraklarda dahi yetişebildiği rapor edilmiştir (Aguilar ve Jacobsen, 2003). Ancak yağışların çok sınırlı olduğu özellikle de kuraklık stresine duyarlı olduğu gelişme dönemlerinde sulama yapılarak ekonomik karlılık sağlanabilmektedir (Martinez vd., 2009).

Tarımsal ürün maliyetleri ile ilgili araştırmaların sonuçları, hükümetlerin fiyat politikalarını saptamalarında başvurabilecekleri bir araç olmaktadır. Tarımsal ürün maliyetleri işletmelerde özellikle fiziki üretim girdilerinin kullanım düzeylerinin belirlenmesi, işgücü planlaması, finansman programlarının yapılması ve ürün bütçelerinin hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Candemir vd., 2017).

Bu çalışmada, Çukurova bölgesinde farklı sulama yöntemleri ve farklı sulama konularının yol açtığı verim farklılıklarının parasal değerleri maliyetlerle karşılaştırılarak yaratacağı ek gelir kinoa bitkisi için somut olarak ortaya konulmuştur.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, 2016 ve 2017 yetiştirme dönemlerinde, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Deneme Alanı'nda yürütülmüştür. Deneme

alanının denizden ortalama yüksekliği 20 m olup 36° 59' N, 35° 18' E enlem ve boylamlarında yer almaktadır. Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü iklim verilerine göre, yörenin uzun yıllık (1950-2015) yağış ortalaması 670.8 mm'dir. Bölgede uzun yıllık sıcaklık ortalaması 19.1°C'dir. Uzun yıllar ölçümlerinde yıllık buharlaşma ise 1536 mm'dir. 2016 yılı bitki büyüme mevsimi boyunca 182 mm yağış, 2016 yılı için toplam 100.7 mm yağış gerçekleşmiştir. Genel olarak 2016 ve 2017 kinoa yetiştirme dönemindeki sıcaklıklar ve nem değerleri uzun yıllık ortalama değerlere benzer seyretmiş, ancak 2016 yılı yağış değerleri Nisan ayında (2.2 mm) ortalama değerlerin çok altında; 2017 yılında ise ortalama değerlerin üzerinde (97.2 mm) gerçekleşmiştir. Mayıs ve Haziran aylarında ise ortalamanın üzerinde yağış olmuştur.

Deneme alanı topraklarının 60 cm profil boyunca killi bünyeye sahip toprağın katmanlara göre pH'sı, 7.61-7.87; tuz içeriği 0.12-0.19 dS m⁻¹; hacim ağırlığı 1.14-1.30 gcm⁻³; hacim esasına göre tarla kapasitesi su içeriği %37-41, solma noktası ise %24-26 arasında değişmektedir. Toprak profilinin 60 cm'lik derinliğindeki toplam kullanılabilir su miktarı 110 mm'dir.

Araştırma tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre dört yinelemeli olarak yürütülmüştür. Araştırmada iki farklı sulama yöntemi (Yüzey damla (YD) ve Toprakaltı damla (TD)) ve altı farklı sulama konusu ele alınmıştır. Sulama Konuları: Tam sulama (FI), 60 cm'lik etkili kök derinliğindeki kullanılabilir suyun %25'i tüketilince eksik toprak neminin tarla kapasitesine getirildiği konu; Geleneksel kısıntılı sulamalar (DI-50) ve (DI-75), FI konusuna uygulanacak suyun yarısının ve %75'inin verildiği konular; Kısmi kök kuruluğu (PRD-50), her bir sulamada FI konusuna verilecek suyun yarısının dönüşümlü olarak bir lateralden uygulandığı konu; Bir sulamada bir lateralden, izleyen sulamada diğer lateralden su uygulanmıştır. Planlanmış kısıntılı sulama (RDI), vejetatif büyüme döneminden çiçeklenme başlangıcına dek %50 kısıntılı sulama, fizyolojik olgunluğa ulaşana kadar ise tam sulama uygulanan konu olarak sulamalar yapılmıştır. Sulama yapılmaya konu (RF) yetiştirme dönemi boyunca sulanmayan, yalnızca çimlenmenin sağlanması amacıyla su uygulanan tanık konu olarak alınmıştır.

Araştırmada, Çukurova bölge koşullarına çok iyi uyum sağlamış olan Kinoa (cv. *Titicaca*) çeşidi kullanılmıştır. Deneme alanı toprağı ekimden birkaç gün önce goble-disk ve tapan çekilerek

düzeltilip ekime hazır duruma getirilmiştir. Kinoa tohumlarının 25 Mart 2016 ve 21 Mart 2017 tarihlerinde deneme parsellerine elle ekimi yapılmıştır. Her parselde 10 m uzunluğunda 6 bitki sırası, sıra arası 50 cm, sıra üzeri 10-15 cm olacak şekilde ekim işlemi yapılmıştır. Ekimle birlikte deneme parsellerine, 75 kg ha⁻¹ N ve 75 kg ha⁻¹ P₂O₅ saf madde esasına göre 20-20-0 kompoze gübre uygulanmıştır. Ekimden hemen sonra parsellere eşit miktarda can suyu uygulaması yapılmıştır. İkinci gübreleme çiçeklenme başlangıcında gerçekleştirilmiş ve 75 kg ha⁻¹ N saf madde esasına göre %46 üre uygulanmıştır. Fizyolojik olgunluğa ulaştıktan sonra her bir parselde kenarlardan birer sıra ve başlardan birer metre boşluk bırakılarak (8 m uzunluğunda orta dört sıra) Kinoa bitkileri ilk yıl 14 Temmuz 2016 ikinci yıl ise 12 Temmuz 2017 tarihinde el ile hasat edilmiştir.

Yüzey damla sisteminde iletim sisteminde PE borulardan oluşan ana boru, manifold ve lateral borular kullanılmış ve bu borular toprak yüzeyine yerleştirilmiştir. Lateraller 16 mm çapında olup üzerinde 33 cm aralıklarla içten geçik (in-line) damlatıcıları içermiştir (Betaplast, Adana). Damlatıcı debisi 100 kPa işletme basıncında 2.0 l h⁻¹'tir. Toprağın infiltrasyon özellikleri dikkate alınarak damlatıcı aralığı ve debisi belirlenmiştir. Lateraller; her iki bitki için de her bitki sırasına bir lateral (50 cm aralıklarla), PRD konusunda ise her bitki sırasının sağına ve soluna gelecek şekilde bir lateral 25 cm aralıklarla (bitki sırasının her iki yanında 25 cm olacak şekilde) yerleştirilmiştir. TD sulama yönteminde lateraller toprak yüzeyinin 15 cm altına yerleştirilmiştir. Lateraller, çizel ile açılan izlerin temizlenmesiyle oluşturulan yüzlek arkların içine yerleştirilmiştir. Bu yöntemde ana hat ve manifold borular deneme alanında toprak yüzeyine yerleştirilmiştir. TD sulama yönteminde 20 mm çapında lateraller, damlatıcı aralığı 40 cm ve debisi 2.0 l h⁻¹ olan içten damlatıcılar kullanılmıştır. Sulama sistem tertibi yüzey damla sulama yöntemine göre yapılırken toprakaltında aynı özelliklerde lateral piyasada bulunamadığında en yakın özellikteki toprakaltı lateral tercih edilmiştir.

Toprak suyu içeriği 0-60 cm'de gravimetrik yöntemle sulamalardan önce alınmıştır. Ayrıca toprak su içeriği günlük olarak 0-40 cm'de toprak su içeriği sensörleri ile izlenmiştir. Toprak su içeriği sensörleri (SM-150, Delta T), parsel ortasına denk gelecek şekilde her sulama konusu için bir tekerrüre 20 ve 40 cm derinliklere yerleştirilmiştir.

Üreticilerin, önerilen yeni yetiştirme tekniğini benimsemeleri ancak daha fazla ekonomik getiri elde etmeleri durumunda mümkün olabilmektedir. Deneme sonuçlarının ekonomik değerlendirmesinde genellikle kullanılan Fayda/Masraf Analizi ile Kısmi Bütçeleme (Partial Budgeting) yöntemleridir. Bu yöntemde sulama süresi (h), sulamada işgücü gideri ($\$ h^{-1}$), toplam sulama işgücü gideri ($\$$), su ücreti ($\$ ha^{-1}$), Kinoa üretim giderleri, birim alanda sulama sistem gideri ($\$ ha^{-1}$), yıllık sulama sistem gideri, verim ($kg ha^{-1}$), Kinoa satış fiyatı ($\$ kg^{-1}$) verilerinden faydalanılarak birim alanda brüt gelir ($\$ ha^{-1}yil^{-1}$), birim alanda net gelir ($\$ ha^{-1}yil^{-1}$) hesaplamaları yapılmaktadır. Yöntemin sade ve etkili olması nedenleriyle bu araştırmada deneme sonuçlarının ekonomik değerlendirilmesi Kısmi Bütçeleme yönteminden yararlanılmıştır (Barker ve ark., 2003; Kadyampakeni ve ark., 2014). Anılan yöntem, yeni üretim tekniğinin ya

da herhangi bir kararın yol açacağı ek faydalarla ek maliyeleri karşılaştırma esasına dayanmaktadır. Sulama dışındaki tüm yetiştiricilik koşulları sabit tutulacağından ek masraflar yalnızca sulama ile ilgilidir.

Deneme konularına ilişkin derlenen verilerin istatistiksel analizlerinde JUMP paket programı kullanılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında LSD yöntemi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma yıllarında farklı sulama yöntemleri ve konularına ait sulama suyu miktarları ve dane verim değerleri Bozkurt Çolak vd. (2020) tarafından yapılan çalışmadan alınan veriler Çizelge 1'de verilmiştir. Araştırmanın ilk yılında deneme parsellerinde yeknesak bitki gelişimi sağlamak amacıyla konulu sulamaların başladığı 23.05.2016 tarihine kadar tüm deneme konularına eşit

Çizelge 1. Araştırma yıllarında farklı sulama yöntemleri ve konularına ait sulama suyu miktarları ve dane verim değerleri (Bozkurt Çolak vd., 2020)

Table 1. Irrigation water amounts and grain yield values of different irrigation methods and treatments during the research years

Yıllar	Sulama Yöntemleri	Sulama Konuları	Sulama Suyu (mm)	Dane Verimi ($kg ha^{-1}$)	
2016	YD	FI	149	3021	
		DI-75	125	2953	
		DI-50	99	2415	
		PRD-50	99	2844	
		RDI	114	2801	
		RF	49	2205	
		TD	FI	140	2891
	DI-75		118	2662	
	DI-50		95	2548	
	PRD-50		95	2625	
	RDI		110	2850	
	RF		49	2205	
	2017		YD	FI	103
		DI-75		77	2363
DI-50		51		2050	
PRD-50		51		2276	
RDI		103		2442	
RF		0		1856	
TD		FI		92	2482
		DI-75	69	2279	
		DI-50	46	2098	
		PRD-50	46	2138	
		RDI	92	2435	
		RF	0	1856	

miktarda toplam 49 mm su uygulanmıştır. İlk yıl 3 konulu sulama yapılmıştır. YD sulama yönteminde FI konusuna uygulanan toplam sulama suyu miktarı 149 mm olurken DI-75 konusuna 125 mm, DI-50 ve PRD konularının her birine 99 mm su uygulanmıştır. RDI uygulamasında çiçeklenme dönemine kadar sulama suyunda %50 kısıntı yapılmış, bu tarihten itibaren kök bölgesinde eksik suyun tamamı karşılanmıştır. Böylece RDI konusunda toplam sulama suyu miktarı 114 mm olmuştur. TD uygulamasında FI konusunda 140 mm, DI-75 konusunda 118 mm, DI-50 ve PRD konularında ise 95 mm sulama suyu uygulanmıştır. TD sulama yöntemi RDI konusuna 110 mm sulama suyu verilmiştir.

Araştırmanın ikinci yılında bitkinin ilk gelişim aşamasında aşırı yağışlardan dolayı eşit su uygulaması yapılamamıştır. Konulu sulamalara 01 Mayıs 2017 tarihinde başlanmış ve 3 konulu sulama uygulaması yapılmıştır. YD sulama yönteminde FI konusuna uygulanan toplam sulama suyu miktarı 103 mm olurken DI-75 konusuna 77 mm, DI-50 ve PRD konularının her birine 51 mm su uygulanmıştır. RDI uygulamasında sulamalar çiçeklenme döneminde başladığından tam sulama kadar su uygulanmış olup yağışlar nedeniyle kısıntı uygulanamamıştır. Böylece RDI konusunda toplam sulama suyu miktarı 103 mm olmuştur. TD uygulamasında FI konusunda 92 mm, DI-75 konusunda 69 mm, DI-50 ve PRD konularında ise 46 mm sulama suyu uygulanmıştır. RDI sulama konusuna 92 mm sulama suyu uygulanmıştır. Araştırmanın ikinci yılında konulara uygulanan toplam sulama suyu miktarları ilk yıla kıyasla daha az olmuştur. Bunun nedeni ikinci yılda büyüme döneminde kaydedilen yağışların daha fazla olmasıdır. Sezen vd. (2018), Çukurova bölgesinde kinoa (*Titicaca*) bitkisinde farklı büyüme

dönemlerinde uygulanan drenaj suyunun verim, verim bileşenleri, su kullanım etkinliği ve tuz birikimi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada çizgi kaynaklı yağmurlama yöntemi kullanılarak farklı sulama düzeyleri oluşturmuşlar. Laterale en yakın (I1) konusuna uygulanan toplam sulama suyu miktarı iki deneme yılında 344-400 mm olduğunu belirtmişlerdir.

Araştırma yıllarında farklı sulama yöntemleri ve konularına ait dane verim değerleri Çizelge 1’de, dane verimine ilişkin LSD gruplandırması Çizelge 2’de verilmiştir. Her iki araştırma yılında da sulama konularının verim üzerine etkileri istatistiksel olarak % 1 de önemli bulunmuş ancak farklı damla sulama yöntemleri ve sulama konuları interaksyonu önemsiz çıkmıştır. Kinoa bitkisinden elde edilen dane verimleri ilk yıl 2204.1 kg ha⁻¹ ile 2906.3 kg ha⁻¹; ikinci yıl ise 1855.3 kg ha⁻¹ ile 2468.2 kg ha⁻¹ arasında değişmiştir. Her iki araştırma yılında ve her iki damla sulama yönteminde en yüksek verim tam sulama (FI) konusunda, bu sırayı RDI, DI-75, PRD-50, DI-50 ve en düşük verim ile RF konusu izlemiştir. Kısıntılı sulamaların verimi azalttığı gözlenmiştir. Araştırmanın ilk yılında genel olarak YD konularında elde edilen dane verimleri TD konularından ortalama %3 oranında daha yüksek olmuştur. Bunun nedeni kök bölgesinde sulamadan sonra doymun bir toprak hacminin oluşması sonucu kök ve bitki gelişiminin olumsuz etkilenmesi olabilir. Sezen vd. (2018), Çukurova bölgesinde kinoa (*Titicaca* çeşidi) bitkisinde yaptıkları çalışmada en yüksek verim laterale en yakın (I1) konuda 4510-4880 kg ha⁻¹, en düşük verim ise laterale en uzak (susuz) konudan (I5) 1430-1880 kg ha⁻¹ elde etmişlerdir. Hirich vd. (2014), tam sulama uygulamasında yetiştirilen kinoa bitkisinden 3000 kg ha⁻¹ dane verimi elde

Çizelge 2. Araştırma yıllarında Kinoa bitkisinde verime ilişkin LSD gruplandırması

Table 2. LSD grouping on yield in quinoa plant during research years

Sulama Konuları	Dane Verimi, kg ha ⁻¹	
	2016	2017
FI	2906.3 a	2468.2 a
DI-75	2807.8 a	2320.5 bc
DI-50	2481.6 b	2074.0 d
PRD-50	2734.7 ab	2206.9 c
RDI	2825.6 a	2438.1 ab
RF	2204.1 c	1855.3 e
İstatistiksel Analiz	P=0.0001** LSD=254.6	P=0.0001** LSD=121.4

P<0.01 (** %1 düzeyinde önemli) P<0.05 (* %5 düzeyinde önemli) P>0.05 öd (önemli değil)

edilirken, %50 kısıntılı sulama uygulanan kinoa bitkisinden 1700 t ha⁻¹ dane verimi elde edildiğini bildirmiştir. Danimarka'da Titicaca kinoa çeşidinde stressiz koşullarda elde edilen dane verimi 3300 kg ha⁻¹ (Razzaghi vd., 2011) iken; Yazar ve İncekaya (2014), Çukurova Bölgesinde aynı kinoa çeşidi kullanılarak yapılan araştırmada verimin stressiz koşullarda 2000 ile 3000 kg ha⁻¹ arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Üreticilerin, önerilen yeni yetiştirme tekniğini benimsemeleri ancak daha fazla ekonomik getiri elde etmeleri durumunda mümkün olabilir. Farklı damla sulama yöntemleri ve sulama konularının ekonomik analizleri Çizelge 3-4'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Yatırım, işletim ve üretim giderlerini kapsayan ekonomik analiz sonuçlarına göre farklı sulama yöntemi ve sulama konularında net gelirler 2016 yılında 4954-8493 \$ ha⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek net gelir YD sulama yönteminde FI konusunda 8493 \$ ha⁻¹ elde edilirken, bu konuyu aynı sulama yönteminde DI-75 konusu 8183 \$ ha⁻¹ izlemiştir (Çizelge 3). 2017 yılında da 3270-5906 \$ ha⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek net gelir TD sulama yönteminde FI konusunda 5906 \$ ha⁻¹ elde edilirken, bu konuyu YD sulama yöntemi FI konusu 5713 \$ ha⁻¹ izlemiştir (Çizelge 4). Her iki yılın ortalaması değerlendirildiğinde en yüksek net gelir YD sulama yöntemi FI konusunda 7103\$ ha⁻¹ elde edilmiştir. Bu sırayı TD FI, YD DI-75, TD RDI konuları izlemiş ve en düşük net net gelir RF konusunda elde edilmiştir. Sulama yöntemlerine göre kıyasladığımızda YD sulama yöntemlerinde TD sulama yöntemine göre daha yüksek net gelirler elde edilmiştir. Tam sulamalardan sonra DI-75 ve RDI konularında yüksek net gelirler hesaplanmıştır. Her iki sulama yönteminde de PRD-50 ile DI-50 konuları aynı sulama suyu miktarlarını almalarına rağmen her iki konuyu kıyasladığımızda PRD-50 konularında daha yüksek net gelir hesaplanmıştır. Araştırmanın her iki yılında azalan sulama suyu ile net gelirden azalma görülmüştür. Sezen vd. (2018), Çukurova bölgesinde kinoa (Titicaca) bitkisinde yaptıkları çalışmada ekonomik değerlendirme sonucunda marjinal gelirler I1 (laterale en yakın) sulama düzeyinden 9120\$ ha⁻¹, diğer bir deyişle tam sulama konusundan alınmıştır. Azalan sulama suyu miktarına bağlı olarak marjinal gelir değerleri düşmüştür. Su kıtlığı olması durumunda sulama suyunda yaklaşık %20-25 kısıntı yapılması (I2 konusu) ile kabul edilebilir marjinal verim sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Çizelge 3. Farklı sulama yöntemleri ve konularının ekonomik analizi (2016)
Table 3. Net returns of different irrigation methods and treatments (2016)

Damla Sulama Yöntemleri	Yüzeysel Damla					Toprakaltı Damla						
	FI	DI-75	DI-50	PRD-50	RDI	RF	FI	DI-75	DI-50	PRD-50	RDI	RF
Sulama Konuları	149	125	99	99	114	49	140	118	95	95	110	49
Sulama Suyu (mm) (1)	1490	1250	990	990	1140	490	1400	1180	950	950	1100	490
Sulama Suyu (m ³ ha ⁻¹) (2)	12	10	8	8	10	4	14	12	10	10	11	4
Sulama Süresi (h) (3)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sulamada İşgücü Gideri (\$ h ⁻¹) (4)	36	30	24	24	30	12	42	36	30	30	33	12
Toplam Sulama İşgücü Gideri (\$) (3x4) (5)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Su Fiyatı (\$ m ⁻³) (6)	149	125	99	99	114	49	140	118	95	95	110	49
Su Ücreti (\$ ha ⁻¹) (2x6) (7)	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010
Kinoa Üretim Giderleri (8)	2500	2500	2500	2500	2500	0	3000	3000	3000	3000	3000	0
Birim Alanda Sulama Sistem Gideri (\$ ha ⁻¹) (9)	417	417	417	417	417	0	375	375	375	375	375	0
Yıllık Sulama Sistem Gideri (\$ ha ⁻¹) (9/6 yıl) (10)	6612	6582	6550	6550	6571	6071	6567	6539	6510	6510	6528	6074
Yıllık Toplam Giderler (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) (5+7+8+10) (11)	3021	2953	2415	2844	2801	2205	2891	2662	2548	2625	2850	2205
Verim (kg ha ⁻¹) (12)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Kinoa Satış Fiyatı (\$ kg ⁻¹) (13)	15105	14765	12075	14220	14005	11025	14455	13310	12740	13125	14250	11025
Birim Alanda Brüt Gelir (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) (12x13) (14)	8493	8183	5525	7670	7434	4954	7888	6771	6230	6615	7722	4954
Birim Alanda Net Gelir (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) (14-11) (15)												

Not: Fiyatlandırma 1\$=3.01 TL üzerinden ücretlendirilmiştir.

Çizelge 4. Farklı sulama yöntemleri ve konularının ekonomik analizi (2017)
Table 4. Net returns of different irrigation methods and treatments (2017)

Damla Sulama Yöntemleri	Yüzeysel Damla					Toprakaltı Damla						
	FI	DI-75	DI-50	PRD-50	RDI	RF	FI	DI-75	DI-50	PRD-50	RDI	RF
Sulama Konuları	103	77	51	51	103	0	92	69	46	92	0	0
Sulama Suyu (mm) (1)	1030	770	510	510	1030	0	920	690	460	920	0	0
Sulama Suyu (m ³ ha ⁻¹) (2)	9	6	4	4	9	0	9	7	5	9	0	0
Sulama Süresi (h) (3)	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	0	0
Sulamada İşgücü Gideri (\$ h ⁻¹) (4)	27	18	12	12	27	0	27	21	15	27	0	0
Toplam Sulama İşgücü Gideri (\$) (3x4) (5)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Su Fiyatı (\$ m ⁻³) (6)	103	77	51	51	103	0	92	69	46	92	0	0
Su Ücreti (\$ ha ⁻¹) (2x6) (7)	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010	6010
Kinoa Üretim Giderleri (8)	2500	2500	2500	2500	2500	0	3000	3000	3000	3000	0	0
Birim Alanda Sulama Sistem Gideri (\$ ha ⁻¹) (9)	417	417	417	417	417	0	375	375	375	375	0	0
Yıllık Sulama Sistem Gideri (\$ ha ⁻¹) (9/6 yıl) (10)	6557	6522	6490	6490	6557	6010	6504	6475	6446	6504	6010	6010
Yıllık Toplam Giderler (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) (5+7+8+10) (11)	2454	2363	2050	2276	2442	1856	2482	2279	2098	2435	1856	1856
Verim (kg ha ⁻¹) (12)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Kinoa Satış Fiyatı (\$ kg ⁻¹) (13)	12270	11815	10250	11380	12210	9280	12410	11395	10490	12175	9280	9280
Birim Alanda Brüt Gelir (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) (12x13) (14)	5713	5293	3760	4890	5653	3270	5906	4920	4044	5671	3270	3270
Birim Alanda Net Gelir (\$ ha ⁻¹ yıl ⁻¹) (14-11) (15)	Not: Fiyatlandırma 1 \$=3.64 TL üzerinden ücretlendirilmiştir.											

SONUÇLAR

Çukurova Bölgesinde kinoa bitkisinde farklı sulama yöntemleri ve sulama konularının verim üzerine etkisi ve ekonomik analizinin yapıldığı iki yıllık çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında şu öneriler yapılabilir.

Her iki sulama yönteminde de aynı sulama konularındaki verimler arasında önemli bir fark görülmemiştir. En yüksek verim her iki deneme yılında FI konularında görülmüştür. TD sulama yönteminde YD yöntemine göre daha az buharlaşma kaybı olduğundan daha az sulama suyu uygulanmıştır. RDI sulama konusu YD ve TD sulama yöntemleri için sırasıyla %21 ve 23 oranında su tasarrufu sağlamıştır. DI-75 konusu her iki sulama yöntemi için de %17'lik su tasarrufu sağlamıştır. Her iki sulama yöntemi için de daha az sulama suyu uygulaması yapılan RDI sulama konusunun FI konusuna yakın verim alındığından kısıtlı su koşulları için iyi bir alternatif olabilir.

Ekonomik analiz sonucunda marjinal gelirler her iki sulama yöntemi için FI konularından alınmıştır. Sulama yöntemlerine göre kıyasladığımızda YD sulama yöntemi sulama konularının TD sulama yöntemi sulama konularına göre daha yüksek net gelirler elde edilmiştir. Tam sulamalardan sonra DI-75 ve RDI konularında yüksek net gelirler hesaplanmıştır. Azalan sulama suyu miktarına bağlı olarak marjinal gelir değerleri düşmüştür. Sonuçta YD sulama yönteminin FI sulama konusunun ön plana çıktığı ancak kısıtlı su koşullarında RDI ve DI-75 sulama konularının iyi bir alternatif olabileceği önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar adına TÜBİTAK ERANET-2150951 nolu proje için sağladığı finansal destek için Türk Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederiz. Ayrıca, bu makalenin "Materyal ve Yöntem" bölümünün bir kısmı, ilgili proje verilerinden üretilen farklı makale veya yayın(lar)'ın yalnız "Materyal ve Yöntem" bölümlerinin bir kısmı ile benzerlik göstermektedir.

KAYNAKLAR

Aguiar PC, Jacopsen SE (2003). Cultivation of quinoa on the Peruvian Altiplano. Food Reviews Int., 19, 31-41.

Barker R, Dawe D, Inocencio A (2003). Economics of water productivity in managing water for agriculture. In: Kijne JW, Barker R, Molden M (eds). Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement. CABI Publishing, UK. 332pp.

Bozkurt Çolak Y, Yazar A, Alghory A, Tekin S (2020). Evaluation of crop water stress index and leaf water potential for differentially irrigated quinoa with surface and subsurface drip systems. *Irrigation Science*. DOI: 10.1007/s00271-020-00681-4.

Candemir S, Kızılaslan N, Kızılaslan H, Uysal O, Aydoğan M (2017). Kahramanmaraş ilinde dane mısır ve pamuk üretiminde girdi gereksinimi ve karlılıkları açısından karşılaştırmalı analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1), 1-8.

FAO (2017). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

Garcia M, Raes D, Jacobsen SE (2003). Evapotranspiration analysis and irrigation requirements of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in the Bolivian highlands. *Agr. Water Manage.*, 60, 119-134.

Geerts S, Raes D, Garcia M, Condori O, Mamani J, Miranda R, Cusicanqui J, Taboada C, Yucra E, Vacher J (2008). Could deficit irrigation be a sustainable practice for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the Southern Bolivian Altiplano? *Agricultural Water Management*, 95(8), 909-917.

Hirich A, Jelloul A, Choukr-Allah R, Jacobsen SE (2014). Saline water irrigation of quinoa and chickpea: seedling rate, stomatal conductance and yield responses. *Journal of Agronomy and Crop Science* 200 (5), 378-389

Jensen CR, Jacobsen SE, Andersen MN, Nunez N, Andersen SD, Rasmussen L, Mogensen VO (2000). Leaf gas exchange and water relation characteristics of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying. *European J. Agron.*, 13, 11-25.

Kır AE, Temel S (2017). Sulu koşullarda farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotiplerinin tohum verimi ile bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 353-361.

Martinez E, San Martin R, Jorquera C, Veas E, Jara P (2009). Reintroduction of quinoa into arid Chile: cultivation of two lowland races under extremely low irrigation. *J. Agron. Crop Sci.*, 195, 1-10.

Oweis TY, Hachum AY (2003). Improving Water Productivity in the Dry Areas of West Asia and North Africa. In: *Water Productivity in Agriculture: Limits and opportunities for improvement* (Edited by: Kijne J.W., Barker, R., Molden, D.). CABI Publishing, 328 s.

Razzaghi F, Ahmadi SH, Adolf VI, Jensen CR, Jacobsen SE, Andersen MN (2011) Water relations and transpiration of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under salinity and soil drying. *Journal of Agronomy and Crop Science* 197 (5), 348-360.

Sezen SM, Tekin S, Yıldız M (2018). Çukurova bölgesinde drenaj suyu ile sulanan kinoa bitkisinde su-verim ilişkileri ve ekonomik değerlendirme. *Derim*, 35 (2), 173-185.

Kadyampakeni DM, Kazombo-Phiri S, Bancy Mati SB, Isaac R, Fandika IR (2014). Impacts of small-scale water management interventions on crop yield, water use and productivity in two agro-ecologies of Malawi. *Agricultural Sciences*, 5, 454-465

Vega-Galvez A, Miranda M, Vergara J, Uribe E, Puente L, Martinez EA (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an Ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science Food Agriculture*. 90: 2541-2547.

Yazar A, İnce Kaya Ç (2014) A new crop for salt affected and dry agricultural areas of Turkey: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue*: 2, 1440-1446.

Yazar A, İnce Kaya C, Sezen SM, Jacobsen SE (2015) Saline water irrigation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under Mediterranean conditions. *Crop & Pasture Science* 66, 993-1002.