

# Farklı Düzeylerde Su Kısıntısı Uygulamalarının Kinoa Bitkisinin Bazı Verim Parametreleri Üzerine Etkisi

Şefik TÜFENKÇİ<sup>1,\*</sup>,<sup>a</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği, Van, Türkiye

\*Sorumlu Yazar e-mail: [sefiktufenkci@yyu.edu.tr](mailto:sefiktufenkci@yyu.edu.tr)

<sup>a</sup>ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-3350-1085>)

## Makale Bilgileri

## ÖZ

### Makale Geçmişi

Geliş: 11.11.2021

Kabul: 29.12.2021

Yayın: 31.12.2021

### Anahtar Kelimeler:

Van,  
Kinoa,  
Kısıntılı sulama.

Kinoa yetiştiriciliği Peru, Ekvator ve Bolivya bölgelerinde uzun yıllardan beridir yapılmaktadır. 2013 yılının FAO tarafından "Dünya kinoa yılı" ilan edilmesi ile beraber kinoa'nın üzerindeki ilgi bir anda artış göstermiştir. Bu çalışmada, 5 farklı sulama suyu düzeyinin (tam sulama, %25 kısıt, %50 kısıt, %75 kısıt ve sulanmayan) kinoa bitkisinin bazı verim parametreleri (bitki boyu, dal sayısı, salkım verimi, sap verimi, tohum verimi ve hasat indeksi) üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, bitki boyunun 36.9-66.2 cm, dal sayısının 12.0-19.7 adet/bitki, salkım oranının %81.2-84.2, sap veriminin 330.3-673.3 kg/da, tohum veriminin 153.0-466.7 kg/da ve hasat indeksinin %29.8-41.0 arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Sulama suyu kısıntısının kinoa bitkisinin bitki boyu, dal sayısı, sap verimi, tohum verimi ve hasat indeksi üzerine etkisi önemli bulunurken, salkım oranı üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Bütün verim parametrelerinde en yüksek değerler, tam sulama uygulamalarından elde edilirken, sulama suyu kısıntısı arttıkça verim parametrelerindeki değerlerde önemli düzeyde azalışlar görülmüştür. Sonuç olarak kurak ve yarı kurak bölgelerde kinoa yetiştiriciliğinde yüksek verim elde etmek için sulamanın zorunlu olduğu kanaatine varılmıştır.

## The Effect of Different Levels of Water Deficit on Some Yield Parameters of Quinoa

## Article Info

## ABSTRACT

### Article History

Received: 11.11.2021

Accepted: 29.12.2021

Published: 31.12.2021

### Keywords:

Van,  
Quinoa,  
Deficit irrigation.

Quinoa cultivation was practiced for many years in Peru, Ecuador and Bolivia. With the declaration of 2013 as the "World Year of Quinoa" by FAO, the interest in quinoa suddenly increased. In this study, the effects of 5 different irrigation water levels (full irrigation, 25% deficit, 50% deficit, 75% deficit and unirrigated) on some yield parameters (plant height, number of branches, raceme yield, stem yield, seed yield and harvest index) of quinoa plants were investigated. End of the study, the plant height was 36.9-66.2 cm, the number of branches was 12.0-19.7 pieces/plant, the raceme rate was 81.2-84.2%, the stem yield was 330.3-673.3 kg/ha, the seed yield was 153.0-466.7 kg/ha and the harvest index was 29.8-41.0% varied between. While plant height, number of branches, stem yield, seed yield and harvest index of quinoa plant the were decreased progressively subject to deficit water stress, raceme ratio was not significantly affected. While the highest value in all yield parameters was obtained from full irrigation applications, significant decreases were observed in the values of yield parameters as the irrigation water deficit increased. As a result, it was concluded that irrigation is essential to obtain high efficiency in quinoa cultivation in arid and semi-arid regions.



**Atıf/Citation:** Tufenkci, S. (2021). The Effect of Different Levels of Water Deficit on Some Yield Parameters of Quinoa, Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi, 1(1), 27-37.

"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) (CC BY-NC 4.0)"

## GİRİŞ

Su ne kadar yenilenebilir özelliğe sahip olsa da sınırlı ve kıt bir kaynaktır (Yerli ve ark., 2019a). Ayrıca bu kaynak nüfus miktarındaki artış, çarpık kentleşme ve kontrolsüz sanayileşme, fosil yakıt tüketimindeki artış ve küresel ısınma gibi başlıca nedenlerden dolayı gün geçtikçe kirlenmekte ve azalmaktadır (Alaboz ve ark., 2017; Yerli ve ark., 2022). Buna bağlı olarak tarım başta olmak üzere tüm sektörlerin su talebi, bir yandan suyu daha verimli kullanmaya, diğer yandan da daha fazla gıda üretmeyi zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle tarım sektöründe mevcut su kaynaklarının planlanması ve yönetiminde stratejilerin belirlenmesi küresel bir öncelik haline gelmiştir (de Fraiture ve Wichelns 2010; Kızıloğlu ve ark., 2018). Sulamanın tarımsal verimliliği artırmada önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Buna bağlı olarak, sulu tarım, küresel tatlı su tüketiminin ortalama olarak %70'i ile halihazırda en büyük su tüketicisi konumundadır.

İklim değişikliği ve küresel ısınmanın etkileri, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde sınırlı tatlı su kaynakları için daha fazla tehdit oluşturmaktadır (Coban ve ark., 2018; Jbawi ve ark., 2018; Yerli ve ark., 2019b). Bu nedenle su kaynaklarının kıt olduğu bölgelerde kısıntılı sulama uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Kısıntılı sulama, daha iyi verim elde etmek için gelecek vaat eden sulama stratejilerinden birisi olarak kabul görmektedir (Geerts et al. 2008). Kısıntılı (kısıtlı) sulama, kurak ve yarı kurak bölgelerde sulama suyunda tasarruf sağlanması ve su kullanım etkinliğini artırması bakımından oldukça önemlidir (Sahin ve ark., 2016; Cakmakci ve ark., 2017; Biçer ve ark., 2020). Kısıntılı sulamayla, bitkiye gerektiğinden daha az sulama suyu sağlanarak mevcut su kaynakları ile daha fazla alanın sulanması amaçlanmaktadır.

Van ilinin uzun yıllar iklim verilerine göre yetiştirme sezonunda (Haziran, Temmuz ve Ağustos) toplam ortalama yağış miktarı 30.9 mm'dir. Bu rakam verimli bir yetiştiricilik için oldukça azdır (Çakmakci ve ark., 2016). Bu sebeple yarı kurak ve kurak bölgelerde mevcut verimi artırmak için özellikle yetiştirme döneminde sulama yapmak zorunlu hala gelmektedir (Sensoy ve ark., 2007).

Anavatanı Güney Amerika'nın And Bölgesi (Bolivya, Arjantin, Kolombiya, Peru ve Şili) olan kinoa bitkisi C3 (karbon-3) bitkiler grubunda olup, tek yıllık bir bitkidir. Kinoa, yüksek protein içeriği, çok çeşitli mineral ve vitamin kaynağı nedeniyle ekonomik önemi ve besin değeri yüksek olan bir bitkisel üründür (Repo-Carrasco ve ark. 2003; Stikic ve ark. 2012). Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından 2013 yılının "Dünya Kinoa Yılı" ilan edilmesi, kinoa bitkisinin ön plana çıkmasını sağlamıştır. Kinoa, tarımsal üretim için kuraklık dahil olmak üzere farklı abiyotik streslerin ana kısıtlamalarının olduğu alanlarda ikame ürün olarak yetiştirme yeteneğine sahip olan özel bir bitkisel üründür (Fita ve ark, 2015; Bazile ve ark., 2016).

Geerts ve ark. (2008), kinoada tam sulama altında elde edilen maksimum verimin kısıntılı sulamaya benzer şekilde 2.01 t/ha ile 2.04 t/ha aralığında olduğunu, yağmurlu koşullarda ise 1.68 t/ha seviyelerine kadar düştüğünü bildirmişlerdir. Shams (2012), Mısır'da kuru iklim koşullarında yaptığı çalışmada, yağmurlu geçen yılda verim değerinin 1.87 t/ha, yağış olmayan yılda ise verim değerinin 1.57 t/ha olduğunu belirtmiştir. Kaya İnce (2010), Akdeniz bölgesi koşullarında kinoa bitkisinin geleneksel sulama yöntemiyle kısıntılı sulama veya yarı ıslatmalı PRD sulama tekniğiyle sulama koşullarında, tam sulama yapılan sulamaya kıyasla %50 oranında daha az sulama suyu uygulamasının istatistiksel olarak verimde kayıplara yol açmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca Kaya İnce ve Yazar (2014), %50 daha az sulama suyu sağlayan kısıntılı sulama veya PRD uygulamalarının kinoa verimini etkilemediğini fakat tam sulama ile kısıntılı sulama arasında değişen seviyelerde farklılıkların ortaya çıktığını ve sulama suyunun %25, %33, %50, %67 ve %75 oranında sınırlandırılmasının tam sulamaya göre %14-40 civarında verim kayıplarına neden olduğunu bildirmişlerdir.

Ülkemizde son yıllarda ön plana çıkan kinoa bitkisi ile yapılan çalışma sayısı oldukça azdır. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların çoğunlukla yurt dışında yapıldığı, ülkemizde yapılan çalışmaların ise akdeniz iklimi etkisinde olan Antalya ilinde ve mikro klima özelliği gösteren Iğdır ilinde yürütüldüğü görülmektedir. Bu sebeple yarı kurak iklime sahip ve ülkemizin doğusunda yer alan Van ilinde kinoa bitkisinin verim parametrelerindeki değişim etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### *Deneme alanı ve iklim koşulları*

Çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait deneme alanında 2018 yılında yürütülmüştür. Deneme alanı, Türkiye'nin doğusunda deniz seviyesinden 1680 m yükseklikte bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Deneme alanı

Deneme alanı karasal iklim kuşağı içinde olmasına rağmen yakınında küçük bir deniz özelliği gösteren Van Gölü sayesinde iklimi daha yumuşak geçmektedir. Kinoa bitkisinin vejetasyon dönemi (Mayıs – Eylül) boyunca en yüksek ortalama sıcaklık 32.8 °C ile Temmuz ayında, ortalama en düşük sıcaklık ise Mayıs ayında 11.6 °C olarak belirlenmiştir. İklim verileri deneme alanının hemen yanında kurulu olan meteoroloji istasyonundan (İMETOS) alınmıştır (Tablo 1.).

**Tablo 1.** Van İli Uzun Yıllar (Anonim 2018) ve Deneme Alanının 2018 Yılına Ait İklim Verileri

Yıllar	Parametreler	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
2018	Ortalama sıcaklık (°C)	16.8	21.1	25.2	24.9	19.9
	Ort. en yüksek sıcaklık (°C)	21.1	27.7	32.8	32.5	27.4
	Ort. en düşük sıcaklık (°C)	11.6	14.4	17.5	17.6	14.6
	Yağış (mm)	33.5	21.7	4.5	0.6	12.6
	Rüzgâr hızı (m / s)	2.0	2.1	2.3	2.2	2.2
	Bağıl nem (%)	49.3	41.4	33.5	38.6	42.8
Uzun yıllar (1970-2017)	Ortalama sıcaklık (°C)	13.1	18.2	22.3	22.2	17.8
	Ort. en yüksek sıcaklık (°C)	18.5	24.0	28.2	28.5	24.4
	Ort. en düşük sıcaklık (°C)	7.1	10.8	14.6	14.6	10.7
	Yağış (mm)	45.7	18.6	6.4	5.9	15.6
	Rüzgâr hızı (m / s)	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2
	Bağıl nem (%)	52.6	48.3	44.8	42.7	44.5

Deneme alanının toprak özellikleri

Deneme öncesi deneme alanından kinoa bitkisinin etkili kök derinliği dikkate alınarak (60 cm) 0-30 cm ve 30-60 cm tabakaları şeklinde bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmış ve toprağın bazı fiziksel (toprak bünyesi, hacim ağırlığı), hidrolik (tarla kapasitesi, devamlı solma noktası, su tutma kapasitesi) ve kimyasal özellikleri (elektriksel iletkenlik, pH, CaCO<sub>3</sub>, organik madde) belirlenmiştir (Tablo 2 ve 3). Toprak bünyesi; Gee and Bauder (1986), toprak reaksiyonu; Kacar (2009), elektriksel iletkenlik; Richards (1954), kireç; Kacar (2009), organik madde; Walkley (1947) metotlarına göre belirlenmiş olup, tarla kapasitesi ve devamlı solma noktası ise basınçlı membran aleti yardımıyla tespit edilmiştir (Klute, 1986).

**Tablo 2.** Deneme Alanının Bazı Fiziksel ve Hidrolik Toprak Özellikleri

Derinlik (cm)	Tane büyüklük dağılımı (%)			Bünye sınıfı	Tarla kapasitesi (%)	Devamlı solma noktası (%)	Yarayışlı su (mm)	Hacim ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )
	Kum	Silt	Kil					
0-30	47.4	22.1	26.5	Kumlu killi tn	32.2	17.1	62.1	1.37
30-60	49.2	23.5	27.3	Kumlu killi tn	33.0	17.8	63.4	1.39

**Tablo 3.** Deneme Alanının Bazı Kimyasal Toprak Özellikleri

Derinlik (cm)	EC dS/m	pH	Organik madde (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)
0-30	0.275	8.05	0.98	9.7
30-60	0.341	8.13	0.91	11.4

Deneme planı ve uygulamalar

Deneme, tesadüf blokları deneme deseni yöntemine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Parseller 5 m uzunluğunda ve her parsel 35 cm sıra aralıklı, 4 bitki sırası olmak üzere 7 m<sup>2</sup> (1.4 x 5 m) alana sahip şekilde tasarlanmıştır.

Denemede 5 farklı sulama düzeyi (K0, K1, K2, K3 ve K4) damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Konular (sulama düzeyleri), K0: su kısıtı uygulanmayan (mevcut nemi tarla kapasitesi seviyesine tamamlayacak şekilde %100 sulama), K1: K0 konusuna verilen su miktarının %75'i, K2: K0 konusuna verilen su miktarının %50'si, K3: K0 konusuna verilen su miktarının %25'i, K4: Sadece çimlenme aşamasında sulama suyu uygulanmış sonrasında ise hiç sulama suyu uygulanmayan parsel olarak planlanmıştır.

Sulamalar, deneme alanında bulunan meteoroloji istasyonundan elde edilen günlük iklim verilerinin CROPWAT (8.0) programında değerlendirilmesi ile elde edilen referans ETo değerinin 50±5 mm seviyesine ulaştığı zaman yapılmıştır. Uygulamalara uygulanacak sulama suyu miktarları ve hacimleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır (Güngör ve Yıldırım 1989).

$$I = (TK - MN) / 100 \times \gamma t \times D \quad (1)$$

$$V = I \times A \times P \quad (2)$$

Eşitlikte;

I: Her sulama başına uygulanacak olan su miktarı (mm), TK: Tarla kapasitesinde olan topraktaki su miktarı (% Pw), MN: sulama öncesi topraktaki nem içeriği (Pw),  $\gamma$ : toprağın hacim ağırlığı ( $g/cm^3$ ), D: etkili kök derinliği (mm), V: Her sulamada uygulanacak sulama suyu hacmi (L), A: parsel alanı  $m^2$ , P: Islatma oranı (%)’dır.

### Tarımsal uygulamalar

Mayıs ayının yaklaşık olarak ortasında, sıra üzerine tohum ekimleri sık bir şekilde yapılmış, kinoa bitkisinin kotiledon yapraklar çıktıktan sonra seyreltmeyle sıra üzerinde yaklaşık her 14 cm’de bir bitki bırakılmıştır. Bitki boyları yaklaşık 10-15 cm olduğunda ara çapalama yapılmıştır. Kısıntılı sulamalara başlanmadan önceki süreçte bütün parsellere eşit miktarda sulama suyu sağlanmıştır. Bitki boyları ortalama olarak 15 cm olduktan sonra kısıntılı sulamalara başlanmış ve hasada kadar devam edilmiştir. Eylül ayının sonunda bitkiler hasat edilmiş ve gerekli ölçümler yapılmıştır.

### Ölçümler

Tohum hasadı öncesi her parselden kenar tesiri dışında kalan alandan rastgele seçilen 5 bitkinin boyu (cm), dal sayısı (adet), salkım oranı (%) belirlenmiştir. Ayrıca parselleri temsil edecek şekilde hasat edilen bitkilerde tohum ve sap verimleri (kg/da) ile hasat indeksi (%) değerleri de hesaplanmıştır.

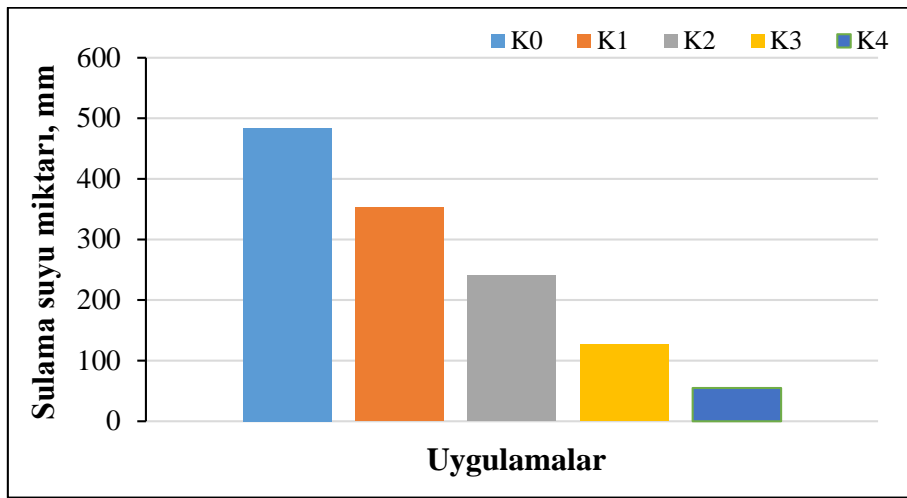
### İstatistiksel analiz

Araştırma sonucunda elde edilen verilere, SPSS (22.0) istatistik paket programı yardımıyla One-Way Anova Varyans Analizi uygulanmış ve gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Duncan, 1965).

## **BULGULAR ve TARTIŞMA**

### Sulama suyu miktarı

Çalışmada farklı uygulamalar için uygulanan sezonluk sulama suyu miktarları Şekil 2’de verilmiştir. Çalışmada en yüksek sulama suyu uygulaması 484 mm ile herhangi bir kısıt uygulanmayan K0 (tam sulama) uygulamasında, en düşük sulama suyu miktarı ise 55 mm ile sadece çimlenme aşamasına kadar sulama suyu uygulanan K4 uygulamasında gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Mevsimsel uygulanmış sulama suyu değerleri

Bitki boyu

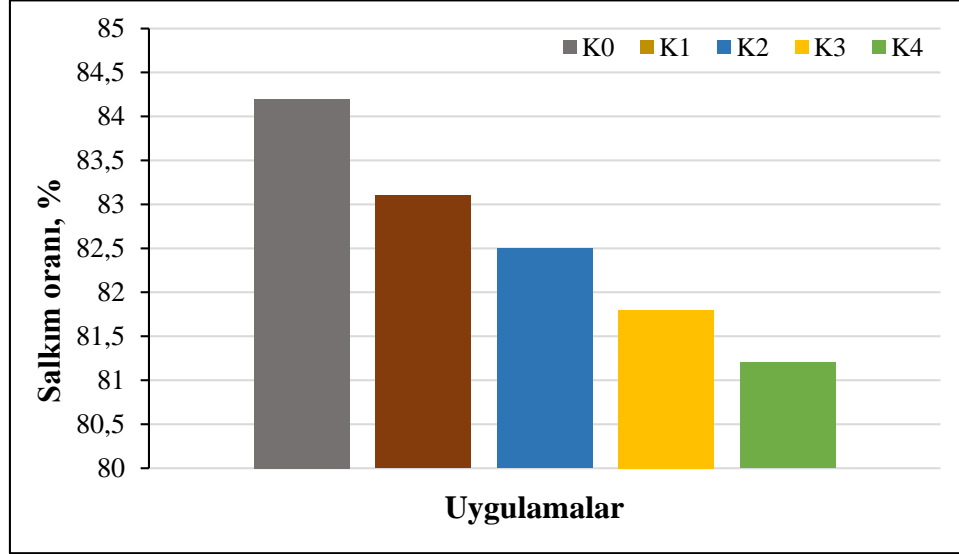
Bitki boyu, sulama suyunun azalmasından önemli derecede ( $p<0.01$ ) etkilenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarlarına göre bitki boyları incelendiğinde, en yüksek bitki boyu %100 sulama yapılan K0 konusunda belirlenmiştir (Tablo 4). K1, K2 ve K3 konularında bitki boyları K0 konusuna göre azalmış olmasına rağmen fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. K4 konusunda ise bitkiye sadece çimlenme aşamasında sulama suyu verildiği için, planlı sulamalar başladıktan sonra suyun bitki kökleri tarafından alınamamasından dolayı bitki boyunun en düşük belirlenmesi de beklenen bir sonuçtur. Her ne kadar bitkilerde bitki boyu bitkinin çeşidi, çevresel koşullar, iklim özellikleri vb. durumlar etkilese de bitkilerde büyümenin olması için hücre bölünmesinin gerçekleşmesi gerekir. Bunun için de mevcut suyun hücreler içerisine girmesi gerekmektedir (Gençtan, 2012). Sulama suyu miktarının bitki boyu ile doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir. Geren ve ark (2015) ve Kır (2016), yaptıkları çalışmalarda sulu şartlarda, kuru şartlara oranla daha yüksek bitki boyunun olduğu bildirmişlerdir.

Dal sayısı

Bitki boyuna benzer bir şekilde dal sayısı da K0 uygulamasında en yüksek değeri vermiş ve uygulanan sulama kısıntısının etkisi de önemli bulunmuştur. Sulama suyunun %50'den daha fazla azaldığı uygulamalarda dal sayısında istatistiksel olarak bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bitki başına düşen dal sayılarındaki farklılıkların sulama suyunun miktarı ve boylanma ile de ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bitki sulama suyu stresi ile gelişimini yavaşlatma veya tamamen durdurmaktadır. Su stresi ile birlikte bitkilerde vejetatif gelişim azalmakta ve buna bağlı olarak da dal sayısı düşmektedir. Bitki başına düşen dal sayısı için farklı araştırma sonuçları bulunmaktadır. Curti ve ark. (2012), yaptıkları çalışma sonunda bitki başına düşen dal sayısının uygulamalara göre değişmekle birlikte ortalama 8.7 adet, Kır (2016), çalışmasında bitki başına düşen dal sayısının 18 adet olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen verilerin bu çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca Munir (2011), yaptığı çalışma sonunda bitki genotipleri arasında da bitki dal sayısında farklılıkların olabileceğini belirtmiştir.

Salkım oranı

Farklı sulama suyu seviyelerinin salkım oranları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 4). Çalışmada en yüksek salkım oranı %84.2 oranıyla K0 konusunda tespit edilmiştir. Şekil 3. incelendiğinde en düşük salkım oranı da sulama suyu uygulanmayan konuda (K4) hesaplanmıştır. Farklı ekolojik ortamlar, bitkinin büyüme sezonu, bölgenin iklimsel özellikleri, ekim-dikim zamanı bitkinin gelişiminde ve büyümesinde etkili olmaktadır. Kır ve Temel (2017), yaptığı çalışmada Titicaca çeşidinde kuru şartlarda %55.30, sulu koşullarda %69.18 oranında salkım oranları elde ettiğini, kuru koşullarda bitki gelişiminin daha erken sürede tamamlandığını, salkımlarında daha kısa yetiştirme süresinde tamamlandığı için düşük oranda olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan çalışmanın tersine bu çalışmada da dikim zamanının mayıs ortasında olması bitkinin erken sıcaklıklar ile karşılaşması erken salkım oluşturmaya sebep olabileceği düşünülmektedir.



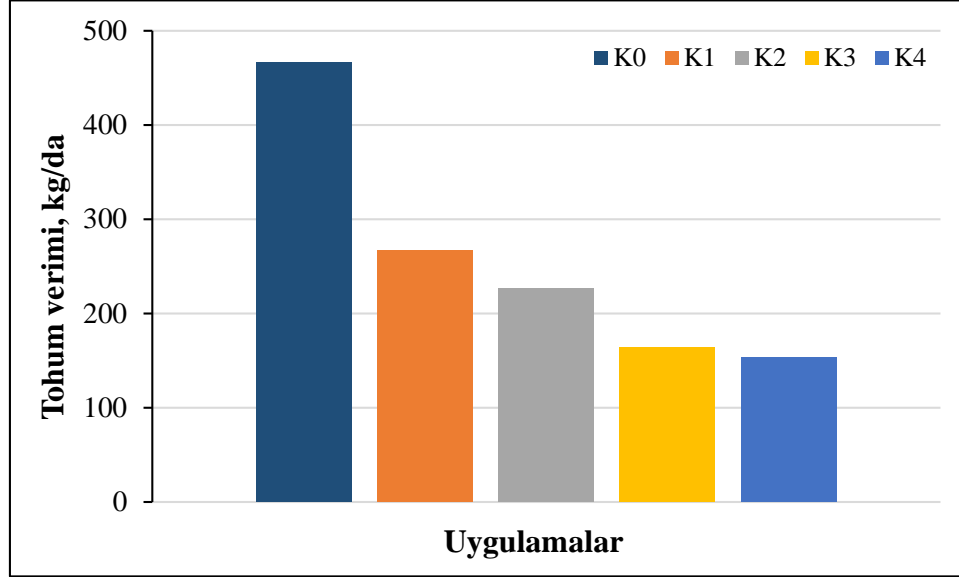
Şekil 3. Farklı su kısıntısı uygulamalarına ait bitki başına ortalama salkım oranları

#### Sap verimi

Çalışmada su kısıntısının sap verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli belirlenmiştir (Tablo 4). En yüksek değer 673.3 kg /da ile K0 konusunda belirlenmiştir. Su kısıntısı arttıkça sap veriminde de azalmalar olmuş ve en düşük sap verimi yine sulama suyu uygulanmayan K4 konusunda gerçekleşmiştir. Tam sulanan K0 uygulamasında K1, K2 ve K3 uygulamalarına kıyasla yaklaşık %60, %61 ve %74 oranla sap verim artışı görülmüştür. Tam sulamada sap veriminin yüksek bulunmasının bitki kök bölgesinde sürekli nemin olması ve buna bağlı olarak bitkinin ihtiyacı olan suya sürekli erişebilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sanchez ve ark. (2003), kinoa bitkisinde yaptığı çalışmada su stresi koşullarında verimde düşüş olabileceğini bildirmişlerdir. Birsin (1998), yaptığı çalışmada bitki dal sayısı, bitki boyu, sap kalınlığı gibi parametrelerin bitkide sap verimi ile önemli ve pozitif bir ilişki içerisinde olduğunu bildirmiştir. Çalışmada da bitki boyu ve dal sayısı özelliklerinde olduğu gibi sap veriminde de su kısıntısı uygulamalarında daha düşük değerler elde edilmiştir.

#### Tohum verimi

Çalışmada kısıntılı sulama suyu uygulamalarının tohum verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4). Çalışmada en yüksek tohum verimi kısıt uygulanmayan K0 uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4). Özellikle %50 ve %75 oranlarında sulama suyu kısıntısı uygulanmış olan K2 ve K3 uygulamalarında tohum verimi, K0 uygulamasına kıyasla %50'den daha fazla düşük belirlenmiştir. Sulama suyunun yetersizliği tohum veriminin düşmesine neden olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Geerts ve ark. (2008), Kaya İnce (2010) ve Kır (2016), yaptıkları çalışmalarda sulu koşullarda daha fazla tohum verimi aldıklarını bildirmişlerdir.



Şekil 4. Farklı su kısıntısı uygulamalarında bitki tohum verimleri

#### Hasat indeksi

Çalışmada en yüksek hasat indeksi K0 uygulamasında %41.0 olarak belirlenmiştir. En düşük hasat indeksi ise %75 su kısıtı uygulanan K3 uygulamasında %29.8 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre kısıntılı sulama suyu uygulamalarının hasat indeksi üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir. Su kısıntısının artmasına bağlı olarak hasat indeksi de düşüş göstermiştir. Geerts ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada tam sulama konusunda %49, kuru koşullarda ise %48 hasat indeksi bulduklarını belirtmiştir. Hirich ve ark. (2013), tam sulama koşullarında kinoa bitkisinde yaptıkları çalışma sonunda hasat indeksini %56 olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Pulvento ve ark. (2010), kinoa bitkisinde hasat indeksini %31-%57 arasında bulduklarını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda incelendiğinde hasat indeksi için kesin bir sonuç olmadığı ve bu sonucun bitkinin yetiştirilen bölgeye, coğrafyaya, iklim ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstereceği düşünülmektedir.

Tablo 4. Farklı Sulama Suyu Kısıntısının Kinoa Bitkisinin Bazı Verim Parametreleri Üzerine Etkisi

	Bitki Boyu, cm	Dal sayısı (adet/bitki)	Salkım oranı	Sap verimi	Tohum verimi	Hasat indeksi
K0	66.2 a	19.7 a	84.2	673.3 a	466.7 a	41.0 a
K1	55.5 b	14.6 b	83.1	419.3 b	266.6 b	38.9 ab
K2	50.9 b	12.3 c	82.5	418.7 b	226.1 c	35.1 bc
K3	48.3 b	12.0 c	81.8	386.0 bc	163.7 d	29.8 d
K4	36.9 c	13.0c	81.2	330.3 c	153.0 d	31.7 cd
ORT	51.6	14.3	82.5	445.5	255.2	35.3
P	0.001	0.000	0.893	0.000	0.000	0.002

#### SONUÇ

Orta ve daha yüksek seviyede (%50, %75 ve %100) uygulanan sulama suyu stresi, kinoa bitkisinde bitki boyu, dal sayısı, sap verimi ve tohum verimi değerlerinin önemli seviyede düşmesine neden olurken salkım oranında önemli bir düşüş gerçekleşmemiştir. Salkım oranı bütün uygulamalarda birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Tam sulama uygulaması, bütün parametrelerde en yüksek değeri vermiştir.



Bu çalışmadan elde edilen veriler ile daha önceden yapılmış olan çalışmalar arasında bazı parametrelerde farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Bunun temel nedeninin bölgenin, iklim koşullarının, toprak özelliklerinin, yükseltinin olduğu düşünülmektedir. Bu etmenlere rağmen tam sulama koşullarında bitki gelişiminin en iyi şekilde olduğu ve su kısıntısı olması halinde orta derecede kayıpların olacağı görülmüştür. Bu nedenle kinoa yetiştiriciliğinde yüksek verim elde etmek için Van gibi yüksek rakımlı (1680 m) yazları kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde sulama yapılmasının zorunlu olduğu sonucuna varılmıştır.

### Teşekkür

Bu çalışmaya FYL-2017-5909 proje kodu ile maddi destek sağlayan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

### KAYNAKLAR

- Alaboz, P., Işıldar, A. A., Müjdecı, M., & Şenol, H. (2017). Effects of different vermicompost and soil moisture levels on pepper (*Capsicum annuum*) grown and some soil properties. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 27, 30-36.
- Anonim, (2018). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=VAN> (Erşim tarihi: 20.09.2021)
- Bazile, D., Jacobsen, S. E., & Verniau, A. (2016). The global expansion of quinoa: trends and limits. *Frontiers in Plant Science*, 7, 622.
- Biçer, Ş., Erdinç, Ç., & Çömlekçioğlu, N. (2020). The effects of root bacteria (PGPR) and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation on plant growth and yield properties at different irrigation levels in cucumber. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(1), 8-20.
- Birsin, M. A. (1998). Makarnalık Buğdayda Ana Sap Verimi ve Bazı Verim Ögelerinin Korelasyonu ve Path Analizi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 40-44.
- Cakmakci, O., Cakmakci, T., Durak, E. D., Demir, S., & Sensoy, S. (2017). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi in melon (*Cucumis melo* L.) seedling under deficit irrigation. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12), 7513-7520.
- Çakmakcı, T., Şahin, Ü., Kuşlu, Y., Kızıloğlu, F. M., Tüfenkçi, Ş., & Okuroğlu, M. (2016). Van ili tarım alanlarında temiz ve atık su kaynaklarının yönetimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 662-667.
- Coban, F., Ozer, H., Ors, S., Sahin, U., Yildiz, G., & Cakmakci, T. (2018). Effects of deficit irrigation on essential oil composition and yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) in a high-altitude environment. *Journal of Essential Oil Research*, 30(6), 457-463.
- Curti, R. N., Andrade, A. J., Bramardi, S., Velásquez, B., & Daniel Bertero, H. (2012). Ecogeographic structure of phenotypic diversity in cultivated populations of quinoa from Northwest Argentina. *Annals of Applied Biology*, 160(2), 114-125.
- de Fraiture, C., & Wichelns, D. (2010). Satisfying future water demands for agriculture. *Agricultural Water Management*, 97(4):502-511.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11(1), 1-42.
- Fita, A., Rodríguez-Burruezo, A., Boscaiu, M., Prohens, J., & Vicente, O. (2015). Breeding and domesticating crops adapted to drought and salinity: a new paradigm for increasing food production. *Frontiers in Plant Science*, 6, 978.
- Gee, G. W., & Bauder, J. W., (1986). Particle Size Analysis. In: Methods of Soil Analysis, Part A. Klute (ed.). 2 Ed., Vol. 9 nd., Am. Soc. Agron., Madison, WI, 383-411.

- 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. *Agric Water Management*, 95(8):909–917.
- Gençtan, T. (2012). *Tarımsal Ekoloji*. Namık Kemal Üniversitesi Genel Yayın No: 6, Tekirdağ.
- Geren, H., Kavut, Y.T., & Altınbaş, M. (2015). Bornova ekolojik koşullarında farklı sıra arası uzaklıkların kinoa (*Chenopodium quinoa* willd.)'da tane verimi ve bazı verim özellikleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(1), 69-78.
- Güngör, Y., & Yıldırım, O. (1989). *Tarla Sulama Sistemleri*. Ankara üniversitesi ziraat fakultesi, Ankara.
- Hirich, A., El Omari, H., Lamaddelana, N., Hamdy, A., Jacobsen, S. E., Jelloul, A., & Choukr-Allah, R. (2013). *Quinoa and Chickpea Responses to Irrigation Water Salinity*. SWUP-MED Project Final Conference. Morocco. Proceeding eBook. 417-440.
- Kaya İnce, Ç. (2010). *Akdeniz bölgesinde damla sistemiyle tatlı ve tuzlu su kullanılarak uygulanan farklı sulama stratejilerinin quinoa bitkisinin verimiyle toprakta tuz birikimine etkileri ve saltmed modelinin test edilmesi*. (MSc.), Çukurova University, Institute of Natural and Applied Science Adana, Turkey.
- Kaya İnce, Ç., & Yazar, A. (2014, Mayıs). *SALTMED modeli performansının farklı tuz düzeyleri ve sulama suyu stratejileri kullanılarak sulanan quinoa (Chenopodium quinoa willd.) bitkisi için değerlendirilmesi*. 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu, Tekirdağ.
- Jbawi, E. A., Danoura, R., & Yaacoub, A. (2018). Effect of deficit irrigation and manure fertilizer on improving growth and yield of quinoa in Syria. *Journal of Agricultural Research*: (01).
- Kacar, B., (2009). *Toprak Analizleri*, Genişletilmiş 2. Baskı. Nobel Yayın No: 1387, Ankara.
- Kır, A. E. (2016). *Iğdır ekolojik koşullarında farklı kinoa (Chenopodium quinoa Willd.) çeşit ve populasyonlarının tohum verimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans). Iğdır University, Institute of Natural and Applied Science Iğdır, Turkey.
- Kır, A. E., & Temel, S. (2017). Sulu koşullarda farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotiplerinin tohum verimi ile bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Journal of Institute of Science and Technology*, 7(1), 353-361.
- Kızıloğlu, F. M., Şahin, Ü., Diler, S., Çakmakçı, T., & Öztaşkın, S. (2018). Aşağı Pasinler Ovası sulama şebekesinin performansının (2012-2016) değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(4), 466-472.
- Klute, A., (1986). Water retention: Laboratory methods. In: Klute, A., Ed., *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods*, ASA and SSSA, Madison.
- Munir, H. (2011). *Introduction and assessment for quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) as a potential climate proof grain crop*. (Ph D), University of Agriculture. Faisalabad.
- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., d'Andria, R., Iafelice, G., & Marconi, E. (2010). Field trial evaluation of two chenopodium quinoa genotypes grown under rain-fed conditions in a typical mediterranean environment in South Italy. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196(6), 407-411.
- Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S. E. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19:179–189.
- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and Improvements Salina and Alkali Soils*. U.S. Dep. Agr. Handbook 60, Stroudsburg, U.S.A.
- Sahin, U., Kuslu, Y., Kiziloglu, F. M., & Cakmakci, T. (2016). Growth, yield, water use and crop quality responses of lettuce to different irrigation quantities in a semi-arid region of high altitude. *Journal of Applied Horticulture*, 18(3): 195-202.
- Sanchez, B., Lemeur, H., Van Damme, P. and Jacobsen, & S.E. (2003). Ecophysiological analysis of drought and salinity stress of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.). *Food Reviews International*, 19:111-119.

- Shams, A. S. (2012). *Response of Quinoa to Nitrogen Fertilizer Rates Under Sandy Soil Conditions*, Proc. 13th International Conference Agronomy. Benha Univ., Egypt.
- Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., Jacobsen, S. E., & Milovanovic, M. (2012). Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. *The Journal of Cereal Science*, 55(2):132–138.
- Sensoy, S., Ertek, A., Gedik, I., & Kucukyumuk, C. (2007). Irrigation frequency and amount affect yield and quality of field-grown melon (*Cucumis melo* L.). *Agricultural Water Manag.*, 88(1), 269-274.
- Yerli, C., & Sahin, U. (2022). An assessment of the urban water footprint and blue water scarcity: A case study for Van (Turkey). *Brazilian Journal of Biology*, 82, e249745.
- Yerli, C., Şahin, Ü., Kızıloğlu, F.M., Tüfenkçi, Ş., & Örs, S. (2019a). Van ilinde silajlık mısır, patates, şeker pancarı ve yoncanın su ayak izi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 195-203.
- Yerli, C., Şahin, Ü., Çakmakçı, T., & Tüfenkçi, Ş. (2019b). Tarımsal uygulamaların CO<sub>2</sub> salımına etkileri ve azaltılmasının yolları. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(9), 1446-1456.
- Walkley, A. (1947). A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: effect of variations in digestion conditions and inorganic soil constituents. *Soil Science*, 63, 251-263.