

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ANTALYA'DA LİZİMETRE KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN KİNOA
BİTKİSİNİN SU-VERİM İLİŞKİLERİ, BİTKİ SU TÜKETİMİ VE FARKLI
GELİŞME DÖNEMLERİ İÇİN BİTKİ KATSAYILARININ BELİRLENMESİ**

Neslihan SAMUTOĞLU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**ANTALYA’DA LİZİMETRE KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN KİNOA
BİTKİSİNİN SU-VERİM İLİŞKİLERİ, BİTKİ SU TÜKETİMİ VE FARKLI
GELİŞME DÖNEMLERİ İÇİN BİTKİ KATSAYILARININ BELİRLENMESİ**

Neslihan SAMUTOĞLU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2018

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANTALYA’DA LİZİMETRE KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN KİNOA
BİTKİSİNİN SU-VERİM İLİŞKİLERİ, BİTKİ SU TÜKETİMİ VE FARKLI
GELİŞME DÖNEMLERİ İÇİN BİTKİ KATSAYILARININ BELİRLENMESİ**

Neslihan SAMUTOĞLU
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu Tez Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından FLY-2017-2365 nolu proje ile desteklenmiştir.

HAZİRAN 2018

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANTALYA'DA LİZİMETRE KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN KİNOA
BİTKİSİNİN SU-VERİM İLİŞKİLERİ, BİTKİ SU TÜKETİMİ VE FARKLI
GELİŞME DÖNEMLERİ İÇİN BİTKİ KATSAYILARININ BELİRLENMESİ**

Neslihan SAMUTOĞLU

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 26/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ (Danışman)

Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ

Doç. Dr. Semih Metin SEZEN

ÖZET

ANTALYA'DA LİZİMETRE KOŞULLARINDA YETİŞTİRİLEN KİNOA BİTKİSİNİN SU-VERİM İLİŞKİLERİ, BİTKİ SU TÜKETİMİ VE FARKLI GELİŞME DÖNEMLERİ İÇİN BİTKİ KATSAYILARININ BELİRLENMESİ

Neslihan SAMUTOĞLU

Yüksek Lisans, TARIMSAL YAPILAR ve SULAMA Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

Haziran 2018; 66 sayfa

Bu çalışma ile Antalya koşullarında yetiştirilen kinoa bitkisinin su-verim ilişkileri, bitki su tüketimi ve farklı gelişme dönemleri için bitki katsayılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında kurulu bulunan lizimetre sisteminde 2017 yılı Mart-Haziran ayları arasında, Titicaca (Q-52) kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşidi kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmada tam sulama (TS), %75 kısıntılı sulama (KS75), %50 kısıntılı sulama (KS50), %25 kısıntılı sulama (KS25) ve susuz (SZ) konuları tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak ele alınmıştır. TS konusuna 7 günde bir tarla kapasitesine getirecek kadar sulama suyu uygulanırken, kısıntılı sulama konularına belirtilen oranlarda kısıntılı sulama uygulanmıştır. Kinoa bitkisinin gelişme dönemlerine ilişkin bitki katsayılarının (K_c) belirlenmesinde TS konusundan elde edilen bitki su tüketimi (ET) değerleri ve REF-ET bilgisayar yazılımı ile hesaplanan günlük kıyas bitki su tüketimi (ET_o) değerlerinden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, bitki su tüketim değerleri 302.0-198.2 mm arasında değiştiği, Antalya iklimsel koşullarında kinoa bitkisinin kısıntılı sulama düzeylerinde tam sulamaya (TS) göre istatistiksel olarak verimde önemli azalmalar olduğu saptanmıştır. Farklı sulama düzeylerinde kinoa bitkisinin dane verimi 243.0-295.2 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Tam sulama konusunda kinoa bitkisinin gelişme mevsimi boyunca 302.0 mm su tükettiği belirlenmiştir. Farklı sulama düzeylerinin gelişme dönemi içinde meydana getirdiği fiziksel parametrelerin göstergesi olan dane verimi, bitki boyu, stoma iletkenliği, yaprak klorofil içeriği değerlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir. Ancak, kinoa tohumlarında kalite özelliklerinden olan yağ asitleri ve protein içeriği oranları açısından farklı sulama düzeylerinde istatistiksel olarak fark olmadığı, sadece eikosenoik asit içeriğinin sulama düzeylerine bağlı olarak istatistiksel anlamda farklılık gösterdiği ve uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça kinoa tohumlarında bulunan eikosenoik asit içeriğinin arttığı belirlenmiş, en yüksek eikosenoik asit içeriğinin SZ konuda elde edildiği saptanmıştır. Antalya koşullarında kinoa bitkisinin başlangıç, gelişim, mevsim ortası ve olgunlaşma dönemlerinin sırasıyla 30, 37, 14 ve 15 gün ve toplam gelişme döneminin ise 107 gün olduğu belirlenmiştir. Başlangıç, mevsim ortası ve verim oluşumu (olgunlaşma) dönemleri için, bitki katsayısı (K_c) değerleri ise sırasıyla, 0.54, 1.13 ve 0.79 olarak saptanmıştır. Ayrıca, mevsimlik bitki verim tepki etmeni (k_y) 0.54 olarak belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Bitki su tüketimi (ET_c), bitki katsayısı (K_c), kısıntılı sulama, kinoa, kinoa protein içeriği, verim tepki etmeni (k_y), yağ asitleri

JÜRİ: Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ

Doç. Dr. Semih Metin SEZEN



ABSTRACT

WATER-YIELD RELATIONS, CROP WATER USE AND CROP COEFFICIENTS OF QUINOA GROWN UNDER LYSIMETER CONDITIONS IN ANTALYA

Neslihan SAMUTOĞLU

MSc Thesis in Department of Agricultural Structures and Irrigation

Supervisor: Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

June 2018; 66 pages

This study aimed to determine the water-yield relationships of quinoa plant grown in Antalya conditions, plant water consumption and plant coefficients for different developmental periods. The research was carried out using the Q-52 quinoa variety between March and June, 2017, in the lysimeter system established in the Research and Application Area of the Faculty of Agriculture, Akdeniz University. In the study, the full irrigation (TS), 75% deficit irrigation (KS75), 50% deficit irrigation (KS50), 25% deficit irrigation (KS25) and rainfed (SZ) were considered as randomized blocks trial design in three replications. While irrigation water was applied to the TS area to bring it to the field capacity every 7 days, deficit irrigations were applied to the irrigation areas at a limited rate. The plant water consumption (ET) values obtained from the TS and the daily reference crop evapotranspiration (ET_o) values calculated by the REF-ET computer software were used when the plant coefficients factor (K_c) for the growth periods of the quinoa plant were determined. According to the results of the research, the plant water consumptions values were determined that changed between 302.0-198.2 mm, and different deficit irrigation levels of quinoa yields were found statistically different, grain yields decreased significantly in comparison with TS in Antalya. Grain yield of the quinoa varied from 243.0-295.2 kg da⁻¹ at different levels of irrigation. The plant water consumption for TS was determined that the quinoa plant consumed 302.0 mm water during the growing season. Statistically differences for grain yield, plant height, stomatal conductance and leaf chlorophyll content were observed significant differences, which are indicative of the physical parameters brought about by different irrigation levels during the growing season. However, it was determined that there is no statistical difference in the levels of fatty acids and protein content in quinoa seeds at different irrigation levels, only eicosenoic acid content varies statistically different depending on the irrigation levels and eicosenoic acid content in the quinoa seeds increases depend on the amount of applied irrigation water. Highest eicosenoic acid content was obtained in the SZ. It was determined that the initial, development, mid-season and ripening periods of quinoa plant in Antalya conditions were 30, 37, 14 and 15 days respectively, and total development period is 108 days. Plant coefficient factor (K_c) values for initial, mid-season and yield formation (ripening) periods, were 0.54, 1.13 and 0.79, respectively. In addition, the seasonal plant yield response factor (k_y) was determined 0.54.

KEYWORDS: Crop water requirement (ET_c), crop coefficient (K_c), deficit irrigations, quinoa, quinoa protein content, yield response factor (k_y), fatty acids

COMMITTEE: Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

Prof. Dr. Dursun BÜYÜKTAŞ

Doç. Dr. Semih Metin SEZEN



ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışmasında, dünyada beslenme açısından önemli olan ancak ülkemiz için yeni bir bitki sayılabilecek kinoa bitkisinin Antalya koşullarında su-verim ilişkilerini araştırmak, bitki su tüketimini (ET_c) ve farklı gelişme dönemlerindeki bitki katsayıları (K_c) belirlemek, kısıntılı sulama uygulamalarının dane verimi, bitki boyu, stoma iletkenliği, yaprak klorofil içeriği değerleri üzerindeki etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışma sonunda ülkemizde alternatif bir ürün olarak tarımı yapılmaya başlanan kinoa bitkisinin sulama planlamasına ilişkin bazı temel veriler elde edilmiş olup, elde edilen bulguların kinoa sulamasına ilişkin çalışmalara ışık tutacağı, sulama programlamasında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın yürütülmesi sırasında ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgisinden ve deneyiminden yararlandığım Danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin yazım aşamasında birçok konuda yardımlarını gördüğüm Sayın Arş. Gör. Cihan KARACA'ya, Sayın Arş. Gör. Mete YİĞİT'e ve yazım sürecinde beni sürekli motive ederek destekleyen Sayın Arş. Gör. Dr. Gülçin Ece ASLAN'a, Sayın Arş. Gör. Dr. Ahmet TEZCAN'a, Sayın Arş. Gör. Candan KORKMAZ'a, Sayın Arş. Gör. Begüm POLAT'a ve değerli arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak yaşamım ve eğitim hayatım boyunca hiçbir şekilde benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her koşulda benim yanımda olan aileme sonsuz sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1. Kinoa Bitkisinin Genel Özellikleri	4
2.2. Kinoa Bitkisinde Sulama-Verim ve Tuzluluk İlişkileri	10
3. MATERYAL VE METOT.....	17
3.1. Materyal	17
3.1.1. Araştırma yeri ve iklim özellikleri.....	17
3.1.2. Lizimetre sistemi ve toprak özellikleri	18
3.1.3. Araştırmada kullanılan kinoa çeşidi ve özellikleri	18
3.1.4. Sulama suyunun sağlanması ve özellikleri	18
3.1.5. Araştırmada kullanılan ölçüm aletleri.....	19
3.1.5.1. Klorofilmetre.....	19
3.1.5.2. Porometre	19
3.1.5.3. Profil prob PR2	19
3.1.5.4. Otomatik meteoroloji istasyonu	19
3.1.5.5. Buharlaşma kabı.....	19
3.2. Metot	20
3.2.1. Denemenin kurulması ve tarımsal işlemler	20
3.2.2. Tarım Tekniği	21
3.2.3. Deneme yöntemi ve araştırma konuları	21
3.2.4. Sulama yöntemi	21
3.2.5. Sulama zamanının ve sulama suyu miktarının belirlenmesi.....	22
3.2.6. Toprak nem içeriğinin izlenmesi	22
3.2.7. Bitki Su tüketiminin belirlenmesi	22
3.2.8. Bitki katsayısı (K_c).....	22
3.2.9. Kıyas bitki su tüketimi (ET_0)	23
3.2.10. Su kullanım randımanı (WUE).....	23

3.2.11. Verim tepki etmeni (k_y)	24
3.2.12. Kinoa bitkisinde bitki boyunun ölçülmesi	24
3.2.13. Kinoa bitkisinde yaprak klorofil içeriği indeksi (CCI) değerlerinin belirlenmesi.....	24
3.2.14. Kinoa bitkisinde stoma iletkenliğinin belirlenmesi	24
3.2.15. Kinoa bitki veriminin belirlenmesi	25
3.2.16. Kinoa bitkisinde bindane ağırlığının belirlenmesi.....	25
3.2.17. Kinoa bitkisinin kalite özelliklerinin belirlenmesi.....	25
3.2.18. Değerlendirme yöntemi	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
4.1. İklimsel Değerlere İlişkin Bulgular	26
4.2. Bitki Gelişme Dönemleri	26
4.3. Araştırma Konularına Uygulanan Sulama Suyu Miktarları.....	29
4.4. Toprak nem içeriğinin değişimi	29
4.5. Araştırma Konularında Bitki Su Tüketimi (ET)	30
4.6. Kıyas bitki su tüketimi (ET_o)	32
4.7. Bitki katsayısı (K_c)	35
4.8. Su kullanım randımanı (WUE)	37
4.9. Verim tepki etmeni (k_y)	38
4.10. Verim ve Bitki Gelişim Özellikleri.....	39
4.10.1. Dane verimi ($kg\ da^{-1}$)	39
4.10.2. Bin dane ağırlığı (g)	40
4.10.3. Bitki boyu (cm) gelişimi	41
4.10.4. Yaprak klorofil içeriği indeksi (CCI) değerleri	42
4.10.5. Stoma iletkenliği ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$) değerleri.....	44
4.10.6. Kül içeriği (%)	46
4.10.7. Kuru madde içeriği (%)	46
4.11. Kalite Özellikleri.....	47
4.11.1. Protein içeriği (%).....	47
4.11.2. Yağ içeriği (%).....	47
4.11.3. Yağ asitleri içeriği.....	48
4.11.3.1. Miristik asit içeriği (%).....	48
4.11.3.2. Palmitik asit içeriği (%)	49
4.11.3.3. Stearik asit içeriği (%)	49

4.11.3.4. Oleik asit içeriği (%).....	50
4.11.3.5. Linoleik asit içeriği (%)	51
4.11.3.6. Linolenik asit içeriği (%)	51
4.11.3.7. Araşidik asit içeriği (%)	52
4.11.3.8. Eikosenoik asit içeriği (%).....	53
5. SONUÇLAR	54
6. KAYNAKLAR.....	56
7. EKLER	1
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Antalya’da Lizimetre Koşullarında Yetiştirilen Kinoa Bitkisinin Su-Verim İlişkileri, Bitki Su Tüketimi ve Farklı Gelişme Dönemleri için Bitki Katsayılarının Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

25 /07/2018

Neslihan SAMUTOĞLU



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Ca	: Kalsiyum
CaO	: Kalsiyum oksit
Cl	: Klor
cm	: Santimetre
CO ₃	: Karbonat
da	: Dekar
dS/m	: Desisimens/metre
g/cm ³	: Gram/santimetreküp
ha	: Hektar
HCO ₃ ⁻	: Bikarbonat
K	: Potasyum
K ₂ O	: Potasyum oksit
kg/da	: Kilogram/dekar
l/h	: Litre/saat
m	: Metre
m/s	: Metre/saniye
me/L	: Miliekivalan/litre
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
MgO	: Magnezyum oksit
mm	: Milimetre
mV	: Milivolt
N	: Azot

Na	: Sodyum
P ₂ O ₅	: Fosfor peroksit
SO ₄	: Sülfat

Kısaltmalar

ABA	: Absisik asit
CCI	: Klorofil içeriği indeks değeri
CELSS	: Kontrollü Ekolojik Yaşam Destek Sistemi
ET	: Evapotranspirasyon (Bitki su tüketimi)
ET _m	: Maksimum evapotranspirasyon
ET _o	: Kıyas bitki su tüketimi
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
K _c	: Bitki katsayısı
KS	: Kısıntılı sulama
k _y	: Verim tepki etmeni
P	: Yağış
PRD	: Yarı ıslatmalı sulama
SL	: Kumlu tın
TS	: Tam sulama
WUE	: Su kullanım randımanı
Y	: Verim
Y _m	: Maksimum verim

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kinoa bitkisinin farklı renklerde görünümü	6
Şekil 3.1. Araştırma alanındaki otomatik meteoroloji istasyonu	19
Şekil 3.2. Deneme alanına ilişkin genel görünüm	20
Şekil 4.1. Kinoa bitkisinin vejetatif gelişim dönemi içinde genel görünümü.....	28
Şekil 4.2. Kinoa bitkisinin (a); çiçeklenme öncesi (b); çiçeklenme dönemi genel görünümü	28
Şekil 4.3. Kinoa bitkisinin dane dolum dönemi genel görünümü.....	28
Şekil 4.4. Deneme süresince sulama konularındaki toprak nem içeriğinin değişimi	30
Şekil 4.5. Kinoa bitkisi için tam sulama konusunda yığışımli bitki su tüketimi (ET) grafiği.....	32
Şekil 4.6. Kinoa bitkisinin bitki katsayısı (K_c) değerlerinin mevsimlik değişimi	36
Şekil 4.7. Toplam büyüme mevsiminde kinoa bitkisi için ET açığı ve oransal verim azalması ilişkisi.....	38
Şekil 4.8. Farklı sulama düzeylerinde mevsim boyunca kinoa bitkisinin ortalama boy (cm) gelişimi	41
Şekil 4.9. Kinoa bitkisinde farklı sulama düzeylerinde büyüme mevsimi boyunca klorofil indeksi (CCI) değerlerinin değişimi.....	43
Şekil 4.10. Farklı sulama düzeylerinde mevsim boyuca kinoa bitkisinde stoma iletkenliği değerlerinin değişimi	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Kinoa tohumlarının ve diğer tahılların besin içerikleri (Oelke vd. 1992)	5
Çizelge 3.1. Antalya iline ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel değerler	17
Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının fiziksel özellikleri.....	18
Çizelge 3.3. Deneme alanı toprağının kimyasal özellikleri	18
Çizelge 3.4. Denemede kullanılan sulama suyuna ilişkin analiz sonuçları	18
Çizelge 4.1. Denemenin yürütüldüğü 2017 yılı Mart-Haziran aylarına ilişkin iklimsel değerler.....	26
Çizelge 4.2. Kinoa bitkisinin farklı fizyolojik evrelerinin başlangıç tarihleri ve sulama konularına göre hasat tarihleri.....	27
Çizelge 4.3. Kinoa bitkisinin K _c hesaplanmasında kullanılan gelişim dönemleri	27
Çizelge 4.4. Kinoa bitkisinin sulama tarihleri ve uygulanan sulama suyu miktarları (mm).....	29
Çizelge 4.5. Araştırma konuları için belirlenen bitki su tüketimleri (ET, mm).....	31
Çizelge 4.6. FAO-Penman Monteith Yönteminden yararlanılarak kıyas bitki su tüketimi hesaplamasında kullanılan iklimsel veriler ve REF-ET bilgisayar yazılımı ile hesaplanan günlük kıyas bitki su tüketimi (ET _o) değerleri	32
Çizelge 4.7. Kinoa bitkisinin K _c hesaplanmasında belirlenen gelişim dönemleri bilgileri ve K _c değerleri	35
Çizelge 4.8. Farklı sulama düzeylerinde kinoa bitkisinin su kullanım randımanı (WUE) değerleri.....	37
Çizelge 4.9. Oransal ET açığı ve oransal verim azalması değerleri	38
Çizelge 4.10. Farklı sulama düzeylerinde kinoa dane verimi (kg da ⁻¹) varyans analizi sonuçları	39
Çizelge 4.11. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa bin dane ağırlığı (g) varyans analizi sonuçları	40
Çizelge 4.12. Farklı sulama düzeylerinde kinoa bitki boyu (cm) varyans analizi sonuçları	42
Çizelge 4.13. Bitki gelişim süresince farklı sulama düzeylerinde kinoa bitkisinin yaprak klorofil indeksi (CCI) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	43
Çizelge 4.14. Farklı sulama konularında farklı tarihlerde ölçülen kinoa bitkisinin stoma iletkenliği (mmol m ⁻² s ⁻¹) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	45
Çizelge 4.15. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki kül içeriği (%) değerleri üzerine etkisi	46
Çizelge 4.16. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki kuru madde içeriği (%) değerleri üzerine etkisi	47
Çizelge 4.17. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki protein içeriği (%) üzerine etkisi	47

Çizelge 4.18. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağ içeriği (%) üzerine etkisi	48
Çizelge 4.19. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın miristik asit içeriği (%) üzerine etkisi	48
Çizelge 4.20. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın palmitik asit içeriği (%) üzerine etkisi	49
Çizelge 4.21. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın stearik asit içeriği (%) üzerine etkisi	49
Çizelge 4.22. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın oleik asit içeriği (%) üzerine etkisi	50
Çizelge 4.23. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın linoleik asit içeriği (%) üzerine etkisi	51
Çizelge 4.24. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın linolenik asit içeriği (%) üzerine etkisi	52
Çizelge 4.25. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın araşidik asit içeriği (%) üzerine etkisi	52
Çizelge 4.26. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın eikosenoik asit içeriği (%) üzerine etkisi	53

1. GİRİŞ

Gıda kaynaklarının dengesiz dağılımı ve iklimsel faktörler gibi nedenler dünya nüfusunun yeterince beslenmesine olanak verecek gıdaya ulaşımını engellemektedir. Bunun sonucu olarak da tüm insanların yeterli miktarda ve kalitede gıdaya ulaşma hakkı olarak tanımlanan gıda güvencesinin temin edilememesi, günümüz insanlığının en temel sorunlarından biri haline gelmiştir. Dünya nüfusunun, 2050 yılına kadar 11.3 milyar olacağı öngörülmektedir (DaMatta vd. 2009; UN 2009).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Şubat 2017’de yayımlanan raporunda; insanlığın gelecekte kendini besleme yeteneğinin, nüfusun doğal kaynaklar üzerindeki artan baskıları, iklim değişikliğinin olumsuz yansımaları gibi birçok nedenden dolayı ciddi tehlike altında olduğu uyarısında bulunmuştur (FAO 2018).

Toprak ve su kaynakları ülkelerin en önemli doğal zenginlikleri arasında yer alır. Toplumların sosyo-ekonomik kalkınmalarında, söz konusu kaynakların geliştirilerek akılcı kullanımının büyük önemi bulunmaktadır. Su, canlılar için vazgeçilmez bir doğal kaynaktır; eksikliğinde bitkisel üretim, önemli ölçüde kısıtlanmaktadır (Kanber vd. 2005). Bitkilerin su ihtiyaçlarının karşılanma düzeyi, tarımsal üretimde verim miktarını belirleyen en önemli unsurdur.

Dünya nüfusunun giderek artması, yakın gelecekteki gıda güvencesi sorununu gündeme getirmektedir. Nüfusun beslenme gereksinimini karşılamak için, üretimde en az iki kat artış yapılması gerekmektedir (Howell vd. 2001). Temel gıda gereksinimlerinin karşılanabilmesi öncelikle, tarımsal üretimin ve sulanan alanların arttırılmasına bağlıdır. Artan nüfusun beslenmesinin yanında gıda güvencesinin sağlanması, günümüzde, üzerinde önemle durulan sorunlardan birisidir (Kanber vd. 2005).

Nüfus artışının yanısıra farklı sektörlerin su talebi de gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle su kaynakları yönetimi giderek önem kazanmaktadır. Tarım, tüm dünyada ve Türkiye’de su kaynaklarının en fazla kullanıldığı sektördür. Buna göre, su kaynakları yönetiminde başarı sağlanması tarımda suyun etkin yönetimine bağlıdır. Sulama suyunun doğru bir biçimde yönetilebilmesi; sulu tarım uygulanan alanlarda arazi toplulaştırması, sulama ve drenaj gibi tarımsal alt yapı tesislerinin inşa edilmesi ve bu sistemlerinin doğru bir biçimde işletilmesi ile mümkündür. Sulama ve drenaj sistemlerinin projelendirilmesi ve işletilmesinin yanı sıra, kuraklığın izlenmesi ve birçok hidrolojik model için en temel veri ise bitki su tüketimidir (ET_c) ve iklim bölgelerine, bitkiye, her bir bitkinin gelişme dönemlerine ve tarımsal uygulamalara göre önemli seviyede farklılık gösterebilmektedir (Sönmez ve Tahmiscioğlu 2016). Böylesine önemli ve değişken olan ET_c ’nin doğruya en yakın biçimde tahmin edilmesi için çok sayıda matematiksel model geliştirilmiştir (Pereira vd. 2015; Lazzara ve Rana 2010; Kanber vd. 2007; Özer 1993).

Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) en genel tanımıyla bitki ile örtülü bir alandan transpirasyon (terleme) ve evaporasyonun (buharlaşıma) toplamı olarak ifade edilir.

Bitkinin su tüketiminde doğru bir tahmin yapabilmek için bitkinin geliştiği çevresel koşullar ile birlikte gelişme dönemi özelliklerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu yüzden referans (kıyas) bitki su tüketimi (ET_0) bitki büyüme

döneminin her aralığı için uygun bir bitki katsayısı (K_c) ile düzeltilerek bitki su tüketimi (ET_c) tahmin edilir.

Bilindiği gibi, kurak ve yarı kurak iklimlerde, bitki gelişimini sınırlandıran en önemli etmen, kök bölgesinde bulunan yarayışlı suyun eksikliğidir (Falkenmark ve Rockström 1993; Lal 1991). Bu nedenle, kurak ve yarı kurak alanlarda sulu tarım yapılması kaçınılmaz bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kuraklık ve tuzluluk, hatalı tarımsal uygulamalar ve iklim değişikliği ile tetiklenen iki yaygın çevresel problem olup tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir. Kuraklık ve tuzluluğun görüldüğü alanlarda tarımsal üretimin sürdürülebilmesi için alınabilecek önlemlerden birisi söz konusu elverişsiz koşullarda gelişebilen yeni bitkilerin tarımına geçmektir. Kinoa, çeşitli abiyotik stres faktörlerini tolere edebilme becerisi ve farklı çevresel koşullara uyum yeteneği ile kuraklık ve tuzlanmadan etkilenen tarım alanları ya da verimsiz topraklar için alternatif bir ürün olma potansiyeline sahiptir. Strese olan toleransı, deniz seviyesinden dağlık kesimlere kadar adapte olmuş birçok çeşidi ile farklı tarımsal çevre koşullarına uyum yeteneği, besin içeriği ve ekonomik değeri sayesinde kinoa bitkisi marjinal tarım alanları için alternatif bir ürün olarak önerilebilir (Jacobsen vd. 2006).

Günümüzde, gıda maddelerinin güvenli olarak sağlanması toplumların en önemli gereksinimi haline gelmiştir. Dünya nüfusunun hızla artması, doğal kaynakların hızla kirlenmesi, ekonomik güçsüzlük ve eğitim yetersizliği beslenme sorunlarını derinleştirmekte ve güvenli gıda teminini zorlaştırmaktadır. Besin değeri oldukça yüksek doğal bir gıda olan kinoa Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından gelecek yüzyılda gıda güvenliğinin sağlanmasına yönelik bitkilerden biri olarak seçilmiş (Koyun 2013) ve 2013 yılı Kinoa Yılı ilan edilmiştir.

Kinoa ülkemiz için yeni olan, ancak Güney Amerika'nın yüksek dağlık kesimlerinde asırlardır bilinen ve daha çok kurak ve tuzlu koşullarda yetiştiriciliği yapılan önemli bir tahıl bitkisidir.

Kinoa bitkisinin anavatanı ve üretimde büyük bir paya sahip olan Güney Amerika ülkelerinde, su kaynaklarının sınırlı olması ve bitkinin kuraklığa dayanımının yüksek olması nedenleriyle, geçmişte kinoanın sulu tarımı bir seçenek olarak değerlendirilmemiş, ancak pazar talebinin artması ve üretimin yetersiz kalması sonucu, son yıllarda kinoa bitkisini sulu koşullarda yetiştirmeye teşvik etme ve bilinçlendirme amaçlı projeler yürütülmeye başlanmıştır (Taboada vd. 2011; Cusicanqui vd. 2013; Sheboygan 2015). Kuraklığa toleranslı bir bitki olmakla birlikte kinoanın verimi sulama ile önemli ölçüde etkilenmektedir (Flynn 1990).

Kinoanın sulandığı koşullardaki yetiştiriciliği ise; bitki su tüketimi, bitki katsayıları, su-verim ilişkileri, kısıntılı sulama ve sulamada marjinal suların kullanımı gibi konulara ilişkin temel araştırmaların yapılmasını; sulama projelerinin tasarımı, işletilmesi, sulama programlarının yapılması ve suyun etkin kullanımının gerçekleştirilebilmesi için gerekli rakamsal verilerin bölgesel bazda ortaya konulmasını gerektirir.

Son yıllarda kinoanın besin öğelerinin üstünlüğünün gündeme gelmesi ile üretiminin artırılması için sulı koşullarda yetiştiriciliğı önem kazanmıştır. Günümüzde kinoa tarımı Bolivya, Peru, Ekvador, Kolombiya, Arjantin ve Şili gibi Güney Amerika ülkeleri dışında ABD, Kanada, Danimarka, Fransa İtalya ve İspanya dahil birçok ülkeye yayılmıştır (FAO 2013). Jacobsen vd. (2012) kinoanın, tüketim ve uluslararası pazarın talebini sağlamak açısından Akdeniz bölgesinde üretiminin artırılması konusunda büyük bir potansiyel bulunduğunu bildirmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde yürütölen araştırmalar, kısıntılı sulama ile karşılaştırıldığında kinoanın, hem tuzlu hem de tatlı suyla yapılan tam sulamaya olumlu tepki verdiğini göstermiştir (Yazar vd. 2012; Yazar ve Kaya 2014; Yazar vd. 2015).

Dünyada kinoa sulamasına ilişkin çalışmaların çoğı, tuzluluk ve kuraklık stresi üzerine odaklanmıştır. Kinoa su tüketimi ve K_c değerlerinin belirlenmesi üzerindeki çalışılarsa az sayıda olup daha çok yüksek (dağılık) bölgeleri, farklı iklimsel özellikleri temsil eder niteliktedir. Ülkemiz iklim koşullarına uyum sağlayan çeşitlerle yürütölmüş az sayıdaki kinoa araştırması da kısıntılı ve tuzlu sularla sulamaya yöneliktir. Yine, Akdeniz bölgesinde bitki verimliliğı ve gıda güvenliğinin ekim sistemlerinin çoklu abiyotik streslere uyum sağlaması ile yakın ilişkili olduğı bildirilmiştir (Benlhabib vd. 2014). Öte yandan kinoanın kaliteli gıda özelliğinin son yıllarda ön plana çıkmasıyla, sulı koşullarda yetiştiriciliğı ve ülkemizde de alternatif bir ürün olarak tarımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu nedenlerle, anılan konularda eksik olan araştırmaların ülkemiz koşullarında da yürütölmesi gerekli görölmektedir.

Açıklanan nedenlerle, bu çalışmada dünya ve ülkemiz literatürü için eksik olduğı düşünölen, kinoa bitkisinin Akdeniz Bölgesi iklimindeki Antalya'da lizimetre koşullarında su-verim ilişkileri, bitki su tüketimi (ET_c) ve farklı gelişme dönemlerindeki bitki katsayılarının (K_c) belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Kinoa Bitkisinin Genel Özellikleri

Kazayağgiller veya Ispanakgiller (*Chenopodiaceae*) familyasının bir üyesi olan kinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), Orta ve Güney Amerika’da 7 bin yıldır bilinmekte olup “Antik İnka ve Aztek Uygarlıkları” döneminde buğday ve pirinç gibi yaygın olarak kullanılmış ve İnkalar tarafından “Ana Tahıl” olarak adlandırılmıştır. Anavatanı oldukça soğuk ve yüksek platolara sahip Güney Amerika’nın batı kıyısındaki And Dağları bölgesi olan kinoa, bu bölgenin temel gıda ürünlerinden biridir (Koyun 2013). Son yıllarda Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve Asya’da bu bitkiye olan ilgi oldukça artmıştır (Jacobsen 2003).

Kinoa bazı uzmanlara göre dünyadaki açlık sorununa çare olabilecek bitkilerden biri olarak görülmektedir. Tohumlarının tahıl ve bakliyat ürünleri gibi insan yiyeceği olarak kullanımı ve ticareti gün geçtikçe artmaktadır. Kuraklık ve küresel iklim değişikliği gibi sebeplerden dolayı pirinç üretiminin azalması bunun yanında maliyetlerin artması kinoa gibi kuraklık ve tuzlu koşullara dayanımı yüksek bitkilere yönelimi artırmıştır (Tan ve Yöndem 2013). Güney Amerika kıtasında asırlardır kullanılan kinoa, dünyada geleceğin gıda ve yem bitkisi olarak ilgi çekmektedir (Jacobsen ve Stolen 1993; Sigsgaard vd. 2008; Bertero ve Ruiz 2010).

Kinoa, NASA’nın Kontrollü Ekolojik Yaşam Destek Sistemi (CELSS)’de uzun vadeli uzay görevlerine gidecek mürettebata besin ve oksijen kaynağı olup atmosferdeki karbondioksiti uzaklaştırmak amacıyla kullanılabilecek potansiyel bir bitki olarak kabul edilmiştir (Schlick ve Bubenheim 1996).

Kinoa beslenme açısından önemli bir gıda maddesidir. Vitamin, mineral ve antioksidan maddelerce zengindir. Kinoa tohumlarının protein içeriği ve kalitesi yaygın olarak kullanılan diğer tahıllara göre daha yüksek olduğu FAO tarafından ortaya konulmuştur. Kinoa tohumundaki protein kalitesinin sütle eşdeğer olduğu yapılan araştırmalarda gösterilmiştir (Carlsson vd. 1984; Koziol 1991; Koziol 1992).

İnsanlarda doku gelişimi için gerekli 8 esansiyel aminoasidin tamamı bu bitkinin tohumunda bulunur. Arpa, buğday, çavdar gibi tahıl ürünleri gluten içerdiği halde, kinoa tohumları gluten içermez. Bu nedenle kinoa, glutene alerjisi olan çölyak hastaları için alternatif bir besin kaynağıdır (Stikic vd. 2012). Kalsiyum, fosfor, demir, magnezyum, potasyum, bakır, mangan, ve çinko bakımından arpa, buğday, ve mısırdan daha zengindir. Buna karşın yağ oranı oldukça düşüktür. Ayrıca tohumlarında B vitamini, E vitamini, omega-6, kersetin de bulundurmaktadır. Diğer bir deyişle, kinoa besin değeri bakımından oldukça zengin bir tahıl ürünüdür (Koyun 2013). Kinoa tohumlarının besin içeriğinin diğer tahıllarla karşılaştırılması Çizelge 2.1’ de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Kinoa tohumlarının ve diğer tahılların besin içerikleri (Oelke vd. 1992)

Bitki	Kuru ağırlık yüzdesi, %					
	Su	Protein	Yağ	Karbonhidrat	Lif	Kül
Kinoa	12.6	13.8	5.0	59.7	4.1	3.4
Arpa	9.0	14.7	1.1	67.8	2.0	5.5
Karabuğday	10.7	18.5	4.9	43.5	18.2	4.2
Mısır	13.7	8.7	3.9	70.9	1.7	1.2
Akdarı	11.0	11.9	4.0	68.6	2.0	2.0
Yulaf	13.5	11.1	4.6	57.6	0.3	2.9
Pirinç	11.0	7.3	0.4	80.4	0.4	0.5
Çavdar	13.5	11.5	1.2	69.6	2.6	1.5
Buğday	10.9	13.0	1.6	70.0	2.7	1.8

Kinoa unu genellikle ekmek, bisküvi, şehriye, pasta ve diğer hamur işleri gibi gıda ürünlerinde nemi korumak ve hoş bir lezzet vermek için kullanılır. Ayrıca kahvaltılık tahıl ürünlerinde, içeceklerde, bira ve dondurma yapımında kullanılmaktadır. Ancak kinoanın tohum zarında saponin adı verilen acımsı bir madde bulunur ve sulu çözeltiler içerisinde köpürmeye eğilimlidir (Vilce vd. 2003). Yakın zamana kadar bu maddenin toksik etki yaratabileceği düşünülürken, biyolojik ve farmakolojik özellikleri üzerine yapılan araştırmalar; *C. quinoa* saponinlerinin mantar büyümesini inhibe ettiğini, viral hastalıklara karşı etkili ve kolesterol düşürücü özelliği olduğunu ortaya koymuştur. Saponin maddesi sabun, deterjan, şampuan, kozmetik ürün ve tıbbi ilaçlarda kullanılır (Schlick ve Bubenheim 1996). Bitkilerdeki viral ve fungal hastalıkları önlemede saponinlerin etkili olduğu pek çok çalışmada gösterilmiştir (Dutcheshen 2003). Saponin maddesinin tohumlardan uzaklaştırılması, mekanik aşındırma ya da alkali suyla yıkama yöntemleri ile sağlanmaktadır (Schlick ve Bubenheim 1996).

Kinoa genel olarak danesi için yetiştirilen bir bitkidir. Yaprakları ve yeşil aksamı da salata olarak insan beslenmesinde kullanılmaktadır. Kinoa tohumları un şeklinde işlenerek ekmek, makarna, bisküvi ve birçok unlu mamulün yapımında, dane olarak pirinç gibi yemeklerde veya pilavlarda kullanılabilir (Vilce vd. 2003).

Kinoa insanların gıda maddesi olarak tüketiminin dışında; sığır, domuz ve kümes hayvanlarını beslemek için yem bitkisi olarak da kullanılır (Koyun 2013). Kinoa genellikle tohumu için yetiştirilen bir bitki olmakla beraber otu için de yetiştirilebilir. Kuru madde verimi çeşitlere bağlı olarak 800 kg da⁻¹'in üzerine çıkabilmektedir. Otun kuru madde oranı % 26-28, ham protein oranı % 13-22 civarındadır. Silaj kalitesi mısır kadar yüksek olmasa da kinoa, hızlı büyüyen ve kolay silolanan bir bitkidir. Ancak yetiştiriciliğinin kolay olması sebebiyle organik tarımda yem bitkisi olarak tercih edilmektedir. Ekimden 3-3.5 ay sonra kinoa kuru madde oranı yeterli, ham protein oranı yüksek silajlık materyal üretmektedir (Van Schooten ve Pinxterhuis 2003).

Tohumları kuşlar ve kümes hayvanları için oldukça iyi bir yemdir. Selüloz bakımından zengin olduğundan kâğıt üretiminde kullanılabilir. Tohum kabuğu saponince

zengin olduğu için Güney Amerika’da çamaşır deterjanı olarak kullanılmaktadır (Tan ve Yöndem 2013).

Kinoa yetiştiriciliği, Güney Amerika’da; Bolivya, Peru, Kolombiya, Ekvador, Şili ve Arjantin olmak üzere birçok ülkede yapılmakta olup bu ülkelerden Peru ve Bolivya, 2012 yılında toplam 90.000 ton kinoa üretimi ile dünya kinoa talebinin % 90’ ını karşılamışlardır. Üretim miktarı açısından Amerika, Ekvador ve Şili, küçük ölçeklerde üretimler ile Peru ve Bolivya’yı izleyen ülkeler arasındadır (FAO 2013; FAO 2014). Son yıllarda, özellikle Amerika ve Avrupa’da kinoa için talebin giderek arttığı ve üretici ülkelerin bu talebi karşılamakta yetersiz kaldığı bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Jacobsen 2003; Bhargava vd. 2007).

Temel özellikleri açısından kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), C3 grubu bitkilerinden olup çift çenekli, tek yıllık bir dane bitkisidir (Jacobsen 2003). Çeşide ve çevresel koşullara bağlı olarak bitki boyu 0.5-2 m arasındadır. Kinoa bitkisi dik bir gövde yapısına ve üzerinde birbirini takip eden yapraklara sahip hermafrodit bir bitkidir. Oldukça gelişmiş bir dallanma gösteren kazık kök yapısına sahiptir. Kök derinliği 1.5 m derinliğe kadar inebilir ki bu durum bitkiyi kurak koşullardan korur. Yaprakları polimorfizm gösterir. Alt yapraklar paralel yapıda iken üst yapraklar mızrak şeklindedir. Çiçek durumu salkım şeklinde olup her biri bir tohum üreten küçük çiçeklerden oluşur. 1000 dane ağırlığı genelde tohum boyutunun küçük olmasından dolayı azdır (3-6 g). Çiçek, bitkinin en üst noktasında bulunup 15-70 cm uzunluğunda, 5-30 cm çapındadır (Bhargava vd. 2006). Bitkinin yapısında bulunan betasiyanin maddesi nedeniyle bitki farklı renklerde olabilir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Kinoa bitkisinin farklı renklerde görünümü

Kinoa tohumlarının çimlenebilmesi için gerekli optimum toprak sıcaklığı 8-10 °C arasında olup, en uygun ekim derinliği ise 1-2 cm’dir. Toprakta yeterli nem varlığında çimlenme, ekim sonrası ilk 24 saat içinde başlar ve çimlenme sonrasındaki 3-5 gün içinde fide oluşumu meydana gelir. Kinoa tohumlarının ıspanak bitkisinde olduğu gibi soğuklanma gereksinimi vardır. Soğuklanma gereksinimi karşılanmayan tohumlarda ya da ekim döneminde toprak sıcaklığının uygun olmaması tohumlarda çimlenme problemleri görülmesine neden olur (Jacobsen 2003).

Çeşit özelliğine ve iklimsel koşullara bağlı olarak kinoa bitkisinin gelişme dönemi uzunluğu 90-180 gün arasında değişmektedir (Jacobsen 2003). Jacobsen ve Stolen (1993), 16 Martta ekilen ve 2 Temmuzda hasat edilen kinoa bitkisinin toplam 109 gün olan büyüme mevsimindeki evreleri erken vejetatif gelişim (37 gün); tomurcuk oluşumuna kadar olan vejetatif gelişim (25 gün); çiçeklenme (11 gün); dane dolum (22 gün); olgunluk (14 gün) dönemleri olarak vermişlerdir. Pulvento vd. (2012a), Akdeniz iklimi bölgesinde kinoanın gelişim dönemini 96-110 gün olarak bildirmişlerdir.

Kinoa makineli tarıma uygun bir bitkidir. Mibzerle ekimi yapılabilir, biçerdöver ile rahatlıkla hasat edilebilir. Sıra aralığı en az 35 cm olmalıdır, birçok bölgede 50-75 cm sıra aralıkları önerilmektedir. Hassas ekimlerde dekara 50-100 g tohum yeterlidir. Yetiştirme şartları uygun olmadığı zaman ekim oranları en az 2-3 kat artırılmalıdır (Tan ve Yöndem 2013). Ekim nöbeti sistemleri içerisinde patates arpa ve bezelye gibi bitkilerle rotasyon oluşturur. Kinoanın münavebede patatesten sonra yetiştirilmesi önerilmektedir (Aguilar ve Jacobsen 2003).

Kinoa yetiştiriciliğinde en kritik dönem ekim dönemidir. Yazar ve Kaya (2014), Türkiye’de kinoa için en uygun ekim döneminin deniz seviyesine yakın bölgelerde Mart-Nisan ayları, yüksek bölgeler içinse Nisan-Mayıs ayları olduğunu açıklamışlardır. Jacobsen ve Stolen (1996), Danimarka ekolojik koşullarında yapılan bir çalışmada, toprak sıcaklığının 8 °C’ye ulaştığı nisan ayı sonlarında yapılan ekimin en uygun dönem olduğu, bu dönemden önce yapılan ekimlerde düşük toprak sıcaklığının birim alandan elde edilen bitki sayısını negatif yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Güney Amerika’da Kuzey, Orta ve Güney Altiplano olmak üzere 3 farklı bölgede yapılan çalışmada Aguilar ve Jacobsen (2003) kinoa bitkisi için Kuzey ve Orta Altiplano bölgelerinde en uygun ekim zamanının, yağışlara bağlı olarak ekim-kasım ayları arası olduğunu, Güney Altiplano bölgesinde ise ağustos ayı sonundan aralık ayı başına kadarki dönem olduğunu bildirmişlerdir.

Risi ve Galwey (1991), 1982 üretim mevsiminde İngiltere’de yürüttükleri, bir çalışmada, iki farklı kinoa çeşidini (Baer, Blanca de Junin) kullanarak, üç farklı ekim zamanında (25 Mart, 14 Nisan ve 7 Mayıs), iki farklı sıra aralığında (40 ve 80 cm) ve üç farklı tohumluk miktarıyla (0.2 g/m, 0.4 g/m ve 0.6 g/m) ekim yapılmışlardır. Araştırmacılar, geç ekimin yapıldığı parsellerde kinoa bitkilerinin yabancı otlar nedeniyle hemen hemen hiç gelişemediğini, bitki sıra aralıklarının düşük olduğu parsellerde bitkilerin bodur kaldığını, gelişim döneminin kısaldığını ve Blanca de Junin çeşidinin diğer çeşide göre bu koşullardan daha fazla etkilendiğini belirtmişler, ayrıca; 25 Mart tarihinde 20 cm sıra arası mesafesiyle dekara 2 kg tohumluk kullanılarak yapılan ekimlerden en yüksek dane verimi (Baer çeşidinde 696 kg da⁻¹) alındığını ifade etmişlerdir.

Pulvento vd. (2010), 2006 ve 2007 yıllarında İtalya’nın güneyinde deniz seviyesine yakın bir bölgede yapılan denemelerde kinoa bitkisinin iki farklı genotipinin KVLQ520Y (KV) ve Regalona Baer (RB) iki farklı ekim dönemindeki (5 Nisan ve 4 Mayıs) verimlerini karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, Akdeniz bölgesinde kinoa bitkisinin en uygun ekim döneminin nisan ayı olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada farklı ekim tarihlerinin bitki boyu, kök çapı ya da çiçek salkımları üzerine etkileri önemli bulunmamıştır. Ancak erken ekim yapılan konuda verim geç ekim yapılan konuya göre

önemli ölçüde yüksek belirlenmiştir. Araştırmacılar, bunun nedeninin temmuz ayı içerisinde düşen 56.2 mm yağışın çiçeklenme ve dane dolum dönemini etkileyerek tohum verimini arttırması olarak açıklamışlardır. Bununla birlikte iki genotip arasında RB genotipinin su stresinde yüksek sıcaklığa karşı daha dayanıklı olduğunu belirtmişlerdir.

Kinoa bitkisi And dağlarında 4000 m yüksekliklerden ekvator da deniz seviyesine kadar geniş alanda yetişebilen bir bitkidir. Kinoa bitkisinin farklı ekolojik koşullara adapte olabilmiş farklı sıcaklık ve nem gereksinimleri olan bir çok çeşidi mevcuttur. Bazı çeşitler tropik iklimlerde yetişebilirken bazıları ise nemli koşullara ihtiyaç duymaktadır (Jacobsen 2003). Tropik iklimlerde yetişen çeşitler fotoperiyoda daha hassas olup daha uzun büyüme dönemine ihtiyaç duyarken, deniz seviyesinde yetişebilen kinoa çeşitlerinin fotoperiyod duyarlılığı yüksek olmayıp daha kısa büyüme dönemine gereksinim duyduğu ve bu çeşitlerin ılıman bölgelerde yetişmeye uygun oldukları belirtilmiştir (Bertero vd. 1999; Hirich vd. 2014a).

İzmir ilinde farklı ekim zamanlarında yapılan çalışmada, ekim zamanının 1 Mart'tan 15 Nisan'a doğru değişiminin tohum verimi üzerinde etkisinin olumlu yönde olduğu, ancak bu tarihlerden sonra yapılan ekimlerde ise tohum verimlerinde azalma görüldüğü saptanmıştır. Mayıs ayında ekim yapılan konularda görülen düşük tohum veriminin nedeni ise bitkinin çiçeklenme ve dölleme dönemine denk gelen ayların yüksek sıcaklıkta olması sebep gösterilmiştir (Geren vd. 2014).

Iğdır ekolojik koşullarında yetiştirilen farklı kinoa genotiplerinin tohum verimleri incelenmiş ve en düşük tohum verimi French Vanilla çeşidinde elde edilirken (176.73 kg da⁻¹), en yüksek tohum verimi ise sırasıyla Q-52 (400.43 kg da⁻¹) ve Titicaca (412.03 kg da⁻¹) çeşitlerinden elde edilmiştir (Kır ve Temel 2017).

Kinoa bitki çeşitlerinin büyüme dönemi boyunca yeni çevrelere adaptasyonunu büyük ölçüde sıcaklıkla birlikte fotoperiyod duyarlılığı belirlemektedir (Bertero vd. 1999). Kinoa bitkisinin büyüme periyodunun uzunluğu toplam radyasyondan etkilenmektedir. Solar radyasyonun ve fotoperiyodun artması bitki yapraklarının daha çok büyümesine neden olduğundan bitkinin büyüme dönemi süresini azaltmaktadır (Hirich vd. 2014a). Kinoa'nın Titicaca çeşidinin, Akdeniz iklimi koşullarına iyi adapte olabildiği bildirilmiştir (Lavini vd. 2014). Bertero ve Ruiz (2008), deniz seviyesinde yetişebilen kinoa çeşitlerinin dane dolumu öncesindeki aktif çiçeklenme döneminde çevre koşullarına karşı hassas olduğunu belirtmişlerdir.

Kinoa, diğer birçok bitkinin uyum sağlayamadığı iklim ve toprak koşullarına kolay adapte olabilen bir bitkidir. Tınlı-kumlu topraklarda en iyi gelişimini sağlar. Güney Amerika'da zayıf drenajlı, düşük verimli veya alkalilik yada asitlilik problemi olan marjinal topraklarda yetiştirilir. Kuraklığa dayanıklı bir bitki olup, kurak koşullarda kök gelişmesi iyidir (Gonzalez vd. 2009). Tuzlu koşullara dayanımı yüksek olup, pH'nın 4.5-9 arasında olduğu topraklarda da yetişebilir (Bertero vd. 1999; Bertero 2001; Tan ve Yöndem 2013).

Kinoa bitkisinin azot ile ilişkisi olumlu yöndedir ve artan N miktarları tohumda bulunan protein miktarını artırır. En yüksek verimler dekara 15-20 kg N dozlarından alınmaktadır. Uygulanan azot dozu daha da artırıldığında bitkiler sağlıklı ve dayanıksız (zayıf) gelişmekte, bitkilerin gelişme periyodlarının uzamasına neden olmaktadır.

Gelişim ve olgunlaşma sürelerini etkinlemesi ve aynı zamanda bitkilerin zayıf kalması sebebiyle artan azot miktarları verimde azalmaya neden olmaktadır. Schulte Auf'm Erley vd. (2005), Avusturya'da yürütülen bir çalışmaya göre dekara uygulanan 0, 8 ve 12 kg N dozlarından sırasıyla 179, 308 ve 350 kg da⁻¹ tohum verimi elde edilmiştir. Carlsson vd. (1984)'e göre dekara uygulanan 15, 26, 47 ve 88 kg azot dozlarında 47 kg N da⁻¹'a kadar uygulanan N miktarlarının kinoa bitkisinde ot verimi ve ham protein artışı sağladığını; daha yüksek dozların ot verimi ve ham protein üzerinde etkisiz olduğunu belirlemişlerdir. Fosforlu gübre olarak dekara 8 kg P₂O₅ dozu önerilmektedir (Aguilar ve Jacobsen 2003). Yüksek miktarlarda fosfor ve potasyumun bitkide vejetatif gelişmeyi desteklediğini ancak tohum veriminde herhangi bir artışa neden olmadığını bildirmişlerdir (Bhargava vd. 2006).

Kinoa bitkisinde zararlı ve hastalıklar genel olarak verimde önemli kayıplara neden olmaz. Ancak özellikle sıcak ve nemli koşullarda downy küfü (*Peronospora farinosa*) kinoa bitkisinin en dirençli genotiplerinde bile çiçeklenme öncesi tomurcuk oluşumu döneminde %33- 58 arasında verim kaybına yol açan ciddi bir patojendir (Danielsen vd. 2000). Kinoa bitkisi çimlenme sonrasındaki ilk 2-3 hafta yavaş büyümektedir. Bu dönemde yabancı otlara karşı oldukça hassastır. Süpürge otu (*Kochia*), sirken (*Chenopodium album*), kırmızı köklü tilkikuyruğu (*Amaranthus retroflexus*), yabani hardal (*Sinapis arvensis*) kinoa tarlalarında çabuk gelişen ve en fazla görülen yabancı otlardır (Tan ve Yöndem 2013).

Kinoa bitkileri kuruyup soluk sarı renge döndüğü ve yapraklar döküldüğü zaman hasat vakti gelmiştir. Hasat zamanı tohum, üzeri çizilebilecek sertliktedir. Hasat biçerdöverler ile veya geleneksel usullerle yapılabilir. Tohumlar iyice kurutulmalı ve kuru bir yerde bulundurulmalıdır. Yapılan çalışmalarda, tohum veriminin 100-350 kg da⁻¹ arasında değiştiği bildirilmiştir (Johnson ve McCamant 1988; Johnson ve Croissant 1990; Schulte Auf'm Erley vd. 2005). Kuru ot verimi ise 400-1100 kg da⁻¹ arasında değişmektedir (Carlsson vd. 1984; Soliz-Guerrero vd. 2002).

Bitkileri olumsuz yönde etkileyen çevresel etmenler, stres faktörleri olarak tanımlanır. Doğada, çok çeşitli biyotik (mikroorganizmalar, zararlı böcekler, yabancı bitkiler, hayvanlar) ve abiyotik (yüksek ya da düşük sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, bitki besin maddeleri noksanlığı ya da fazlalığı, radyasyon, ağır metaller, hava kirliliği) çevre etmenleri bitkiler üzerinde strese neden olurlar. Stres faktörleri bitkiler üzerinde önemli fizyolojik ve metabolik değişimlere yol açarak büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkilerler, ürün kalitesinin ve miktarının azalmasına, bitkinin veya bitkinin bazı organlarının ölümüne sebep olurlar.

Dünya üzerindeki kara parçalarının yaklaşık üçte biri kurak ve yarı kurak iklim yapısına sahip olup, kuraklık sorunu tarımı sınırlayıcı faktörler arasında en önemlilerindendir. Küresel ısınma ve artan nüfus, sınırlı olan tarım alanlarından daha fazla ürün elde etme yönünde bir baskıya neden olmaktadır. Ancak kuraklığın zamanı, şiddeti, süresi ve diğer biyotik ve abiyotik stres faktörleri ile olan etkileşimi önceden tahmin edilememektedir. Kinoa bitkisinin, kuraklığa karşı birçok korunma mekanizması bulunmaktadır. Kurak bölgelerde kinoa bitkisinin en önemli karakteristik savunma mekanizması erken olgunlaşmasıdır. Bitkinin derin ve yoğun kök yapısına sahip olması, kurak koşullarda yaprak alanını azaltması, yaprak dökmesi, küçük hücrelere ve kalın

hücre duvarına sahip olması ise bitkinin kuraklığa karşı diğer savunma mekanizmalarını oluşturmaktadır (Jacobsen vd. 2006).

Jacobsen vd. (2009)'nin yaptığı çalışmada, kuraklık stresi sırasında kinoa bitkisinin köklerinde kimyasal hidrolik belirtiler gözlenmiş ve kinoa bitkisinin kuraklık sırasındaki gaz alışverişi kontrol edilmiştir. Çalışma sonucunda kinoa bitkisinde kuraklıkla birlikte stoma iletkenliğinin giderek azaldığı, kök ve yaprak su potansiyelinin giderek düştüğü, yaprak büyüme oranının azaldığı, kök ksilem iletim demetlerinde absisik asit miktarının arttığı ve ksilem pH' ının 6'dan 5.5'a düştüğü saptanmıştır.

Kinoa bitkisi, düşük sıcaklıklara karşı da yüksek tolerans göstermektedir. Kinoa bitkisinin çeşidine ve fizyolojik dönemine bağlı olarak çok düşük sıcaklıklarda dahi hayatta kalabildiğini bildirmiş ve bitki yapısındaki fruktoz, sükroz gibi çözünebilir şekerlerin miktarının kinoa bitkisinin soğuk koşullara olan dayanıklılığına iyi bir işaret olabileceğini ifade etmiştir (Jacobsen vd. 2007).

Kinoa bitkisi, tuzlu koşullarda yaprak su potansiyelini dengelemek ve kontrol etmek için dokularında tuz iyonlarını biriktirebilme yeteneğine sahiptir. Bu özellik tuzlu ortam koşullarında hücrelerde turgor basıncını düzenleyerek ve sınırlı transpirasyon yapmasına olanak vererek bitkinin zarar görmesini engeller (Jacobsen vd. 2006). Bazı çeşitler deniz suyuna yakın tuz konsantrasyonuna (40 dS/m) sahip koşullarda yetişebilir. Bu özellik bilinen herhangi bir bitkinin eşik değerinin üzerindedir (Jacobsen vd. 2001).

2.2. Kinoa Bitkisinde Sulama-Verim ve Tuzluluk İlişkileri

Sınırlı su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde geliştirilmesi ve sulama suyundan devamlı, yüksek düzeyde yarar sağlanabilmesi; ancak bitkilerin yetiştikleri yörenin iklim şartlarına uygun olarak bitki su tüketim miktarlarının belirlenip, bitki yetiştirme dönemlerine göre uygun sulama programları oluşturularak sağlanabilmektedir. Toprak-bitki-atmosfer ortamı içerisinde yöresel olarak belirlenen bitki su tüketimi ve K_c değerleri; sulama projelerinin planlanması, kurulması ve işletilmesinde kullanılan en temel verilerdir.

Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon); bitkiler tarafından terleme (transpirasyon) yoluyla atmosfere verilen su ile bitkinin yetiştiği toprak yüzeyinden buharlaşan su (evaporasyon) miktarının toplamıdır. Bitkilerin evapotranspirasyon düzeyleri iklimsel parametrelere (sıcaklık, nem, yağış, rüzgâr ve güneşlenme faktörleri) göre bölgeden bölgeye değişiklik gösterir (Allen vd. 1998).

Bitki su tüketimi tahmini için en yaygın kullanılan yöntem, kıyas bitki (çim) su tüketimi (ET_0) ve bitki katsayılarının (K_c); $ET = K_c \times ET_0$ biçiminde değerlendirilmesi yoluyla hesaplanan gerçek bitki su tüketimine (ET) dayanan FAO-56 (Allen vd. 1998) yöntemidir. Anılan yöntemle bitki su gereksinimini hesaplamak için farklı yetiştirme koşulları ve farklı gelişme dönemlerine ilişkin, ET ve ET_0 arasındaki orandan deneysel yollarla belirlenmiş K_c değerlerine gereksinim vardır. Bitki katsayısı, tek veya iki parçalı olmak üzere iki yaklaşımla belirlenebilir. Tek bitki katsayısı yaklaşımında bitki transpirasyonu (terleme) ve toprak evaporasyonu (buharlaşma) tek bir K_c katsayısında birleştirilir. İki parçalı bitki katsayısı yaklaşımında ise; K_c , biri bitkinin transpirasyonunu temsil eden bazal bitki katsayısı (K_{cb}) diğeri ise toprak yüzeyindeki buharlaşmayı temsil

eden toprak-su evaporasyon katsayısı (K_e) olmak üzere iki ayrı katsayıya bölünerek $K_c = K_{cb} + K_e$ biçiminde ifade edilir (Allen vd. 1998). Tek bitki katsayısı yaklaşımında K_c değerleri, denemeler ile belirlenmiş gerçek su tüketimi değerlerinin kıyas (çim) su tüketimi değerlerine bölünmesi ile elde edilebilir. Gerçek bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biri lizimetre yöntemidir. Kıyas bitki (çim) su tüketimi ise birçok yöntem ile hesaplanabilmekte veya ölçülebilmektedir.

Bitki katsayısı (K_c), standart koşullardaki bitki su tüketiminin (ET) kıyas bitki su tüketimine (ET_o) oranıdır. Bitki su tüketiminin tahmin edilmesinde K_c yaklaşımı ilk olarak Jensen (1968) tarafından önerilmiştir. Daha sonraları, diğer araştırmacılar bu yaklaşımı geliştirmiştir (Doorenbos ve Pruitt 1975, 1977; Burman vd. 1980a, Burman vd. 1980b; Allen vd. 1998).

Bitki katsayıları; geniş tarlalarda, yeterli toprak nemi ve bitki besin elementlerinin bulunduğu koşullarda, serbestçe ve hastalıksız büyüyen bitkiler için elde edilirler. Bitki katsayısını etkileyen temel faktörler; bitki cinsi ekim ya da dikim zamanı, büyüme mevsimi uzunluğu, büyüme mevsimi içinde bitkinin gelişme devresi ve iklim koşullarıdır. Başlangıçtan itibaren büyüme mevsiminin değişik evrelerinde bitki su ihtiyacı farklı olduğundan, bitki katsayıları da önemli düzeyde farklılık göstermektedir. K_c hesaplarında bitkinin 4 önemli ve farklı dönemi olduğu kabul edilir. Bu dönemler;

a) Başlangıç Dönemi: Bu dönem bitkinin ekim tarihi ile toprak yüzeyini yaklaşık % 10 oranında örttüğü dönemi kapsar.

b) Gelişim Dönemi: Bu dönem bitkinin ekim tarihi ile bitkinin büyümesinin tamamlandığı dönem arasındır. Dönem sonu ise genellikle çiçeklenme dönemi başlangıcıdır. Toprak yüzeyinin yaklaşık % 70-80 oranında örttüğü dönemde son bulur.

c) Mevsim Ortası Dönem: Bitki büyümesinin son bulduğu veya çiçeklenme başlangıcı dönemi ile bitkinin tamamen gelişip-olgunlaştığı dönem arasındır. Genel olarak yapraklardaki ilk yaşlanma ve yapraklardaki ilk sararma döneminde son bulur.

d) Olgunlaşma Dönemi: Bitkinin mevsim ortası döneminin sonu ile hasat arasındaki dönemdir (Çetin 2013).

Su kaynağının olağan koşullarda hizmet götürülecek alan için yeterli olmadığı durumlarda, birim sudan en yüksek gelirin eldesini amaçlayan sulama programları ve sistem işletmeciliğine gidilmelidir.

Kısıntılı sulama, bitkilerin bir miktar su stresine sokulmasıyla maliyeti düşüren ve geliri yükselten bir işletim biçimidir (Ünlü vd. 2008). Kısıntılı sulamada temel amaç, optimum ürünü sağlamak koşuluyla, gerekenden daha az su uygulayarak, mevcut su kaynağı ile daha fazla tarım arazisi sulamaktır. Anılan yaklaşım, su stresine karşı kısmen dayanıklı birçok bitkide başarı ile uygulanmaktadır.

Sulama programlarının değiştirilmesi yoluyla evapotranspirasyonun azaltılmasında kısıntılı sulama yaklaşımlarından yararlanılır. Değinilen yaklaşımda bitki, gelişme mevsiminin tümünde veya bazı dönemlerinde su eksikliği ile karşı karşıya

bırakılmakta; verimde önemli düşmeler olmadan, sulama suyunda artırımlar sağlanmaktadır (English vd. 1990; Kanber vd. 2007).

Günümüze dek, kısıntılı sulama konusunda ve su verim ilişkilerine yönelik olarak birçok önemli model geliştirilmiştir (Hanks 1974; Tanner ve Sinclair 1983; Hanks 1983; Stewart vd. 1977; Doorenbos ve Kassam 1979; English vd. 1990; Kang vd. 1998).

Anılan modeller içerisinde bitkisel verim ve su kullanımı arasındaki ilişkiyi analiz etmede en çok kullanılan ve oldukça basit yapıda olan Stewart vd. (1977) tarafından bildirilen model olmuştur. Verim ve su kullanımı arasındaki ilişkiyi analiz etmek için sunulan model oransal evapotranspirasyon açığı ile oransal verim azalması arasındaki basit niceliksel bir bağıntı içinde çok sayıda karmaşık etkileri bir verim tepki etmeni (k_y) ile açıklama olanağı verir.

Kinoa yıllık su ihtiyacı 250- 375 mm olan, su gereksinimi az, kuraklığa toleransı olan bir bitkidir (Oelke vd. 1992). Bununla birlikte kinoa bitkisinde verim, sulamadan önemli ölçüde etkilenir. Kinoa bitkisinin anavatanı olan ve üretimde önemli bir paya sahip olan Güney Amerika ülkelerinde üretim daha çok kuru koşullarda yapılmaktadır. Bu ülkelerdeki su kaynaklarının sınırlı olması ve bitkinin kuraklığa dayanımının yüksek olması nedeniyle geçmişte kinoa bitkisinin sulu tarımı bir seçenek olarak değerlendirilmemiştir. Ancak pazar değerinin giderek artması ve üretici ülkelerin bu talebi karşılamakta yetersiz kalması sonucu son yıllarda kinoa bitkisini sulu koşullarda yetiştirmeye teşvik etme ve bilinçlendirme amaçlı projeler yürütülmeye başlanmıştır (Taboada vd. 2011; Cusicanqui vd. 2013; Sheboygan 2015).

Kinoa bitkisinin, yalnız doğal yağışla beslenebildiği koşullarda dahi verimliliğini sürdürebildiği ancak kısıntılı sulama uygulamalarının tohum verimi açısından daha uygun sonuçlar verdiği yapılan araştırmalarda bildirilmiştir. Bu nedenle su kıtlığının olduğu kurak bölgelerde kısıntılı sulama, verimi sürdürebilmek için bir sulama stratejisi olarak önerilebilir. Bitki sapa kalktıktan sonra aşırı sulamanın genellikle, bitkilerin veriminde artış olmaksızın uzun boylu, zayıf olmalarına yol açtığı, fide evresindeki aşırı sulamanın ise, bitkinin gelişmesinin engellediği (bitkiyi bodur bıraktığı) bildirilmiştir (Oelke vd. 1992). Vejetatif gelişim döneminde bitkilere uygulanan kısıntılı sulama ile yüksek verim elde edilebildiği, bu dönemde yapılan kısıntılı sulama ile verim ve su tasarrufu açısından yarar sağlanabileceği bildirilmiştir.

Razzaghi vd. (2012a), kinoa bitkisinin dane dolum döneminde, toprak tipinin ve toprak kurumasının azot alımı, verim ve su kullanımına olan etkilerini kum, kumlu tınlı ve kumlu killi tın bünyeli topraklarda lizimetre koşullarında araştırmışlardır. Araştırmada, yüksek kil içeriğine sahip toprakta azot alımının daha fazla olduğu ve bu sebeple en yüksek transpirasyon, evapotranspirasyon ve verim değerleri elde edildiği belirlenmiştir. Çalışmada kinoanın, dane dolumu süresince toprak kurumasına toleranslı olduğu, kısıntılı sulamanın kinoada su verimliliğini artırdığı ve önemli miktar su tasarrufu sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Hirich vd. (2014c), Ekim 2011 ve Mart 2012 tarihleri arasında Fas'ın güney bölgesinde yürüttükleri araştırmalarında toprağa üç farklı düzeyde (0, 5, 10 ton ha⁻¹) uygulanan organik kompostun ve iki farklı sulama düzeyinin (tam sulamanın %50 ve %100'ü) damla sulama yöntemi kullanılarak, kinoa ve tarla bezelyesi bitkilerinin

gelişimine ve verimine olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, kinoa bitkisi, stres koşullarında organik gübre verilen konulardaki %11 den %18'e, tam sulama yapılan konularda ise %3'den %13'e kadar tohum veriminde artış göstermiştir. Ayrıca, anılan çalışmada organik gübre verilmeyen kısıntılı sulama konularında stoma iletkenliği ve kuru madde miktarının önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir.

Garcia vd. (2003), Bolivya'nın denizde 4000 m yüksek kesimlerinde lizimetre ve tarla koşullarında kinoanın bitki su gereksinimini, farklı büyüme dönemlerindeki bitki katsayılarını ve verim tepki etmenini belirlemek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, söz konusu koşullarda lizimetre verilerinden, kinoanın mevsimlik bitki su tüketimini 450 mm, bitki katsayısı (K_c) değerlerini ise büyüme mevsimi başı için 0.5, mevsim ortası evre için 1.00 ve hasat evresi için 0.70 olarak belirlemişlerdir. Söz konusu çalışmada ayrıca, kinoanın mevsimlik verim etmeni (k_v) değeri de 0.67 olarak saptanmıştır.

Razzaghi vd. (2012a), Avrupa (Danimarka) koşullarında drenaj tipi lizimetrelerde farklı toprak bünyelerinde tane dolumu evresindeki toprak kurummasının azot alımı verim ve su kullanımına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, tam sulama konusundaki bitki su tüketiminin toprak bünyesine bağlı olarak 194-289 mm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar aynı çalışmada, farklı gelişme dönemleri için bazal bitki katsayısı ve evaporasyon katsayısı (K_e) unsurlarının toplamı olarak bitki katsayısı (K_c)'nı, belirlemişlerdir. Araştırmacılar kinoanın K_c değerlerini başlangıç, mevsim ortası ve mevsim sonu evreleri için sırasıyla 1.05, 1.22 ve 1.0; K_{cb} katsayısını 0.20, 1.20 ve 0.40; K_e katsayısını ise 0.85, 0.02 ve 0.60 olarak saptamışlardır.

Bolivya'da (Viacha) 2004-2005 yetiştirme mevsiminde gerçekleştirilen bir denemede kinoa bitkisinin, büyüme döneminin 6 farklı evresindeki kuraklık stresine olan tepkisi araştırılmış; çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve dane dolum döneminde meydana gelen su stresinin toplam verim ve su kullanım randımanı üzerinde olumsuz etkisi olduğu saptanmıştır. Bitkinin su stresine karşı en hassas olduğu dönemin dane dolum dönemi olduğu; kinoa için kısıntılı sulama stratejisi hazırlanırken çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve dane dolum dönemlerinde ortaya çıkan su stresinin 1 veya 2 sulama ile hafifletilmesi önerilmiştir (Geerts vd. 2006).

2005-2006 ve 2006-2007 büyüme mevsimlerinde Bolivya'da iki ayrı bölgede yapılan lizimetre denemelerinde kuraklık stresinin kinoa bitkisinin su verimliliğine etkileri üzerinde yapılan çalışmada iyi planlanmış bir kısıntılı sulamanın tam sulamada ihtiyaç duyulan suyun yarısı kadar sulama suyu ile 1.2 ve 2 ton ha⁻¹ arasında kararlı bir kinoa verimi sağlayabileceği sonucuna varılmıştır. Araştırmaya göre vejetatif gelişimin ileri evresinde ek sulamanın gereksiz olduğu ve sadece bitkinin çıkış dönemindeki kısıntılı sulamanın ise yetersiz olduğu belirtilmiştir. Yağışlı yıllarda 70 mm'ye, kurak yıllarda ise 140 mm'ye kadar su gerektiren kısıntılı sulama ile çimlenme, çıkış, çiçeklenme ve erken dane dolum dönemlerinde su stresi hafifletilebileceği bildirilmiştir (Geerts vd. 2008).

İran'da 2013 üretim mevsiminde deniz seviyesinden 1810 m yükseklikteki sera koşullarında farklı seviyelerdeki tuzlu taban suyu derinliklerinin (0.3, 0.55 ve 0.80 m) ve kısıntılı sulamanın (tam sulamanın % 80, 55 ve 30'u) kinoa bitkisinde gelişim, verim ve su verimliliğine etkisini ve taban suyunun bitkinin su kullanımına olan katkısı

araştırılmıştır. Çalışmada sulama suyu miktarının tam sulama suyuna göre %70 azalması durumunda, tohum veriminin maksimum tohum verimine (tuzlu taban suyu derinliğinin 0.80 m derinlikte olduğu ve tam sulamanın % 80'inin uygulandığı durumda, 2.1 mg ha^{-1}) göre %36 azaldığı, buna karşılık tohum verimine dayalı su verimliliğinin ($WUE_{I_{\text{tohum}}}$) ise %12 arttığı belirlenmiştir. Aynı zamanda, farklı taban suyu derinliklerinin ve kısıntılı sulamanın tohumun protein konsantrasyonu, protein verimi ve 1000 tohum ağırlığı ile önemli ölçüde ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır (Talebnejad ve Sepaskhah 2015).

Razzaghi vd. (2012b), tuzluluğun ve toprak kurumasının kinoa bitkisinin radyasyon kullanım etkinliği ve su verimliliği üzerinde etkilerinin incelendiği bir lizimetre denemesinde çiçeklenme dönemi başından itibaren dane dolum dönemine kadar beş farklı tuzluluk seviyesinde (0, 10, 20, 30 ve 40 dS/m) sulama suyu uygulanmış, dane dolum döneminde ise beş farklı tuzluluk seviyesinde tam sulama (tarla kapasitesinin % 95'i) ve susuz konu uygulanarak iki farklı sulama suyu seviyesi incelenmiştir. Araştırmacılar, tuzluluğu 40 dS/m olan sulama suyu uygulandığında fotosentetik aktif radyasyonun %8 azaldığını ve tam sulama ve susuz konular arasında ise önemli fark görülmediğini belirlemişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, şiddetli tuzluluğun ve toprak kurumasının kuru madde miktarı üzerinde büyük farklılıklar yaratmadığını; ancak, 20-40 dS/m arasındaki tuzluluklarda, m^2 'deki tohum sayısında %15-30 azalma nedeniyle 0 dS/m tuzluluğa göre tohum veriminde %33 azalma olduğunu; susuz konudaki tohum veriminin ise tam sulama konusundan % 8 az olduğunu; topraktan azot alımı artmasına rağmen tuzluluğun olumsuz etkileri nedeniyle hasat edilen tohumlardaki azot oranının azaldığını saptamışlardır.

Hirich vd. (2014b), farklı tuzluluk seviyelerindeki sulama suları ile sulanan nohut ve kinoa bitkisi üzerinde tuzluluk etkilerini incelemişler ve artan tuzluluk miktarlarında (nohut için 1, 4, 7 ve 10 dS/m, kinoa için 1, 10, 20 ve 30 dS/m) fide oluşumu ve gelişiminde gecikme görüldüğünü, artan tuzluluk miktarı ile kuru madde oranı, kök hacmi ve tohum veriminde azalmalar olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar nohut ve kinoa bitkisi için tuzluluk eşik değerlerinin sırasıyla 2 dS/m ve 8 dS/m olduğunu bildirmişlerdir. İncelenen tüm parametrelere dayanılarak kinoa bitkisinin tuzluluğa dayanımının çok yüksek olduğu ifade edilmiştir.

Talebnejad ve Sepaskhah (2014), 2011 ve 2012 yıllarında İran'da yapılan çalışmada farklı tuzlu taban suyu derinliklerinin (0.3, 0.55, 0.80 m) ve farklı sulama suyu tuzluluklarının (10, 20, 30,40 dS/m) kinoa bitkisinin gelişimine, verimine ve su kullanımına olan etkilerini sera koşullarındaki silindirik lizimetrelerde denemişler ve taban suyunun su kullanımına olan katkılarını incelenmişlerdir. Çalışmada, tüm taban suyu derinliklerinde, tuzlu suyun konsantrasyonu arttıkça tohum verimi, sürgün kuru madde miktarı önemli ölçüde azalmıştır. Ancak, 20 dS/m'den itibaren tuzluluk düzeyindeki artışla kök kuru ağırlığı, hasat indeksi, protein içeriği, bin dane ağırlığı, çiçek sürgün sayısı ve bitki boyunda azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Araştırmaya göre tüm tuzluluk seviyelerinde, taban suyu derinliğinin artması dane veriminde, sürgün kuru madde miktarında, kök kuru madde miktarında ve evapotranspirasyonda önemli derecede artışa neden olmuştur. Ayrıca, dane verimi için maksimum tuzluluk eşiğinin 20.7 dS/m (0.80 m taban suyu derinliğinde) olduğu ve kinoa köklerinin sürgünlere göre tuzluluğa daha toleranslı olduğu belirlenmiştir.

Yazar vd. (2012), 2009-2010 yetiştirme mevsiminde Akdeniz iklim koşullarında damla sulama yöntemiyle tatlı ve tuzlu su kullanılarak uygulanan farklı sulama stratejilerinin kinoa bitkisinin vejetatif gelişimi ve verimiyle bitki kök bölgesindeki tuz birikimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmanın ilk yılında Akdeniz iklim koşullarında kinoa bitkisinin geleneksel kısıntılı sulama veya yarı ıslatmalı (PRD) sulama uygulanarak tam sulamaya göre %50 daha az sulama suyu ile ya da tuzluluk düzeyi 5 dS/m olan tuzlu su ile sulanmasının istatistiksel olarak verimde azalmalara neden olmadığı saptanmıştır. Araştırmanın ikinci yılında ise farklı elektriksel iletkenlik değerlerine sahip tuzlu sularla yapılan sulamalarda tuzluluk arttıkça (10, 20 ve 30 ds/m) dane veriminin giderek azaldığı bildirilmiştir. Ancak, 40 dS/m'lik tuzlu sulama suyu konusunda en yüksek tane veriminin ölçüldüğü; bununla birlikte anılan konunun, toprakta dispersiyona neden olduğu, agregatların teksele taneye dönüşmesine yol açtığı ifade edilmiştir. Çalışmada, sulama suyu tuzluluğu arttıkça (10, 20 ve 30 dS/m) kanal suyu ile tam sulamaya göre verim azalışları sırasıyla %13.7, %25.5 ve %31.7 olarak belirlenmiştir.

Kaya vd. (2015), tarafından 2012 yetiştirme mevsiminde Adana ve Tarsus'ta farklı sulama yöntemleri ve sulama stratejileri ile farklı sulama suyu tuzluluklarında (tatlı su, tuzlu su ve drenaj suyu) kinoa bitkisinin verimi üzerine etkileri SALT MED modeli kullanılarak araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yüksek seviyede tuzluluğun verim kaybına neden olmasına rağmen kinoa bitkisinin kök bölgesinde 30 dS/m tuzluluk seviyesindeki sulama suyuna dayanabildiği açıklanmıştır. Buna ek olarak kinoa bitkisinin sulamasız koşullarda dahi verimliliğini sürdürebildiği ancak kısıntılı sulama uygulamalarının tohum verimi açısından daha uygun sonuçlar gösterdiği belirtilmiştir. Bu yüzden su kıtlığının olduğu kurak bölgelerde kısıntılı sulamanın verimi sürdürebilmek için bir sulama stratejisi olarak önerilebileceği bildirilmiştir. Tuzlu suların ve drenaj sularının kinoa bitkisinin sulamasında ancak toprak ve su kaynaklarını koruması açısından etkili yönetim stratejileriyle birlikte kullanılabilirliği ve Türkiye'de özellikle tuzluluk problemi görülen yerlerde yetiştirilebilecek alternatif bir bitki olma potansiyeli olan bir bitki olduğu belirtilmiştir.

2004 ve 2005 üretim sezonlarında Şili'de farklı iklimsel özelliklere sahip iki ayrı bölgede iki yerel kinoa çeşidinde (Don Javi ve Palmilla) kısıntılı sulamanın verimde ve danede bulunan saponin miktarı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmada damla sulama ile düşük (40-75 mm) ve yüksek (150-250 mm) sulama düzeyleri 5 aylık büyüme dönemi boyunca uygulanmıştır. Araştırmanın ikinci yılında, toprak organik madde bakımından fakir olduğundan solucan gübresi uygulanmıştır. Araştırmada Don Javi yerel çeşidinde danede bulunan saponin miktarlarının (% 1.2), Palmilla (% 0.3) çeşidine göre önemli oranda yüksek olduğu bulunmuştur. Ancak aynı uygulama altındaki çeşitler arasında dane verimi açısından önemli farklılıklar bulunmadığı belirtilmiştir (Martinez vd. 2009).

Razzaghi vd. (2011), sera koşullarında tuzluluğun ve tedrici olarak ilerleyen kuraklığın kinoa bitkisi üzerinde ayrı ayrı ve birlikte etkileri üzerinde araştırma yapılmış ve denemede tam sulama (FI) ve ilerleyen kuraklık (PD) konularına 5 farklı tuzluluk seviyesinde (0, 10, 20, 30, 40 dS/m) tuzlu su uygulanması incelenmiştir. Araştırmacılar, artan tuzluluk seviyelerinde toplam toprak su potansiyelinin azaldığı; bunun sonucunda stoma iletkenliğinin ve yaprak su potansiyeli değerlerinin hem FI hem de PD konusunda azaldığını bildirmişlerdir. Yine çalışmada, kuraklık periyodu süresince sürgünlerdeki

ABA konsantrasyonunun köklerdeki ABA konsantrasyonuna göre daha hızlı artış gösterdiği gözlenmiştir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri ve iklim özellikleri

Araştırma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında kurulu bulunan lizimetre sisteminde 2017 yılı Mart-Haziran ayları arasında yürütülmüştür. Araştırma alanı 30° 38' 30''- 30° 39' 45'' doğu boylamları ve 36° 53'15''- 36° 54' 15'' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Araştırma alanının denizden yüksekliği ise 54 m'dir (Anonim 1998).

Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü araştırma alanında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Antalya'da yıllık ortalama sıcaklık 18.4 °C, en soğuk ay 9.8 °C ile Ocak ayı ve en sıcak ay ise 28.3 °C ile Temmuz ayıdır. Yıllık ortalama bağıl nem % 63.2, ortalama toplam yağış 1005.1 mm ve ortalama toplam buharlaşma 1826.5 mm'dir (Anonim 2015). Deneme alanına ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel değerler Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Antalya iline ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel değerler

Aylar	Uzun Yıllık İklim Verileri (1997-2017)				
	İklim Öğeleri				
	Ortalama Sıcaklık °C	Bağıl Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/s)	Toplam Yağış (mm)	Buharlaşma (mm)
Ocak	11.3	61.6	2.3	188.7	51.9
Şubat	12.4	63.4	2.3	107.0	56.3
Mart	13.3	64.2	2.1	84.4	127.1
Nisan	16.6	67.0	2.1	80.4	147.0
Mayıs	21.1	66.5	2.0	46.4	204.8
Haziran	26.0	58.7	2.0	8.6	276.6
Temmuz	29.0	60.1	1.8	0.5	152.9
Ağustos	29.5	59.8	1.7	9.8	155.6
Eylül	26.4	58.3	1.9	44.9	128.9
Ekim	22.0	55.3	1.9	90.6	95.6
Kasım	17.5	56.5	1.8	66.2	70.2
Aralık	13.1	60.0	2.0	143.0	54.3

3.1.2. Lizimetre sistemi ve toprak özellikleri

Çalışmanın yürütüldüğü drenaj tipi lizimetre sistemi, her biri 2×1 m boyutlu ve 1.8 m derinliğe sahip, içi ortalama olarak kuru ağırlık esasına göre tarla kapasitesi değeri % 16.7, devamlı solma noktası değeri % 9.98, hacim ağırlığı 1.5 g/cm³ olan kumlu tın bünyeli toprakla doldurulmuş 15 adet beton bölmeden oluşmaktadır. Lizimetre topraklarının 90 cm profil derinliği için bazı fiziksel özellikleri Çizelge 3.2’de kimyasal özellikleri ise Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağının fiziksel özellikleri

Derinlik (cm)	% Kum	% Silt	%Kil	Bünye	Tarla kapasitesi %P _w	Solma noktası %P _w	Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)
0-30	53.5	31.6	14.9	SL	16.7	9.98	1.54
30-60	53.7	31.3	15.0	SL	16.7	9.98	1.56
60-90	53.2	33.6	13.2	SL	16.7	9.98	1.58

Çizelge 3.3. Deneme alanı toprağının kimyasal özellikleri

Derinlik (cm)	pH	Kireç	Tuz (%)	Org. Mad (%)	Toplam Azot (%)	P ₂ O ₅ (kg da ⁻¹)	K ₂ O (kg da ⁻¹)	CaO (kg da ⁻¹)	MgO (kg da ⁻¹)
0-30	8.3	22.7	0.037	1.30	0.085	15.7	30.3	1885.8	106.6
30-60	8.2	22.6	0.029	0.57	0.069	8.7	29.8	1873.9	118.0
60-90	8.2	25.7	0.028	0.45	0.064	7.1	25.9	1821.4	113.8

3.1.3. Araştırmada kullanılan kinoa çeşidi ve özellikleri

Araştırmada bitkisel materyal olarak Akdeniz koşullarına iyi adapte olmuş Danimarka menşeli Titicaca (Q-52) kinoa çeşidi (Lavini vd. 2014; Yazar vd. 2015) kullanılmıştır.

3.1.4. Sulama suyunun sağlanması ve özellikleri

Sulama suyu Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi’nde bulunan pompaj sisteminden sağlanmıştır. Sulamada kullanılan sulama suyuna ilişkin kimyasal özellikler Çizelge 3.4’te verilmiştir. Buna göre, sulama suyu sınıfı T₂S₁ olup sulamada güvenle kullanılabilir (Kanber ve Ünlü 2010).

Çizelge 3.4. Denemede kullanılan sulama suyuna ilişkin analiz sonuçları

EC dS m ⁻¹	pH	Katyonlar (me/L)				Anyonlar (me/L)				SAR
		Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	
0.48	7.81	0.73	0.04	2.57	1.30	0.0	1.35	3.20	0.09	0.52

3.1.5. Araştırmada kullanılan ölçüm aletleri

3.1.5.1. Klorofilmetre

Bitki yapraklarındaki klorofil içeriği indeksi (CCI) değerlerinin belirlenmesinde bitkiye zarar vermeden ölçüm yapabilen taşınabilir klorofilmetre aleti (Model CCM-200 plus-Apogee Instruments, Inc., Logan, UT, USA) kullanılmıştır.

3.1.5.2. Porometre

Stoma iletkenliğinin belirlenmesinde bitkiye zarar vermeden ölçüm yapabilen taşınabilir porometre aleti (Model SC-1, Decagon Devices Inc. Pullman WA, USA) kullanılmıştır.

3.1.5.3. Profil prob PR2

Araştırmada, yetiştirme dönemi boyunca her sulama öncesi ve sonrasında toprak su içeriğinin izlenmesi için, 100 cm derinliğe yerleştirilen akses tüpleri aracılığı PR2 profil prob ölçüm sensörü (Delta-T Devices, Cambridge, UK) kullanılmıştır.

3.1.5.4. Otomatik meteoroloji istasyonu

Araştırma alanında yer alan otomatik meteoroloji istasyonu (Metos-PESSL Instruments, Austria) sıcaklık, bağıl nem, yağış, rüzgar hızı, solar radyasyon, çiğlenme noktası sıcaklığı, barometrik basınç değerlerini ölçebilen özelliktedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırma alanındaki otomatik meteoroloji istasyonu

3.1.5.5. Buharlaşma kabı

Çalışmada kullanılan Class A Pan buharlaşma kabı 121 cm çapında, 25.5 cm yüksekliğinde standart ölçülere sahip, galvanizli çelikten yapılmış, gümüş grisi renge boyalı, üstü kafes tel örtülü, yerden 10 cm yükseklikte kalaslar üzerine tesviyeli olarak yerleştirilmiş bir kaptır (Doorenbos ve Pruitt 1977).

3.2. Metot

3.2.1. Denemenin kurulması ve tarımsal işlemler

Denemenin yürütüldüğü lizimetre sisteminin ve deneme alanına ilişkin genel görünümü Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Deneme alanına ilişkin genel görünüm

3.2.2. Tarım Tekniği

Araştırma ve uygulama alanında bulunan lizimetre parsellerinin toprağı, ekimden önce belle derin olarak işlenip ters yüz edildikten sonra çapalanarak ekime hazır hale getirilmiştir. Ekimden önce, her parselde 8 kg da⁻¹ saf N, P, K olacak şekilde 15-15-15 kompoze gübre uygulaması yapılarak tüm gübre bir seferde verilmiştir.

Kinoa tohumlarında çimlenme problemini en aza indirmek için tohum yatağı hazırlığı ve ekim derinliği çok önemlidir. Bu yüzden tohum yatağı mevcut taş ve çakıllardan olabildiğince temizlenmiştir. Kinoa tohumlarının ekim derinliği 1.5-2 cm, sıra arası mesafe 50 cm olacak şekilde (Jacobsen 2003) 15.03.2017 tarihinde (Yazar ve Kaya 2014) ekim yapılmıştır. Çıkıştan sonra sıra üzeri mesafe 8-10 cm olacak şekilde seyreltme yapılarak her bir lizimetre parselinde 34-39 bitki bırakılmıştır. Deneme süresince çapalama ve zararlılarla mücadele işlemleri sürdürülmüştür.

Parseldeki bitkiler hasat olgunluğuna eriştiğinde, bitkiler kök boğazından kesilip çuvallara doldurularak hasat yapılmıştır. Hasat tarihleri sulama düzeylerine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Hasat SZ ve KS25 konularında 28.06.2017, KS50 konusunda 30.06.2017 ve KS75 ve TS konularında 01.07.2017 tarihlerinde yapılmıştır.

3.2.3. Deneme yöntemi ve araştırma konuları

Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Araştırmada, 5 sulama konusu yer almıştır:

TS	= Tam sulama konusu (kontrol konusu)
KS75	= TS konusunun % 75'i kadar sulama suyu uygulanan konu,
KS50	= TS konusunun % 50'si kadar sulama suyu uygulanan konu,
KS25	= TS konusunun % 25'i kadar sulama suyu uygulanan konu,
SZ	= Sulama uygulanmayan (yağışla beslenen) konu.

Tam sulama (TS) konusunda topraktaki kullanılabilir suyun yaklaşık % 40'ı tüketildiğinde konulu sulamalara başlanmıştır. İzleyen sulamalar TS konusunda 7 gün ara ile, 90 cm'lik profil derinliğindeki eksik su tarla kapasitesine getirilecek kadar sulama suyu uygulanarak gerçekleştirilmiştir (Kaya 2010).

Kısıntılı sulama konularına (KS75, KS50, KS25) ise, tam sulama konusu ile aynı günde, kısıntı oranları dikkate alınarak hesaplanan kadar su uygulanmıştır.

3.2.4. Sulama yöntemi

Lizimetre parsellerinde sulama uygulamaları damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Damla sulama sistemi kontrol birimi, ana boru, yan boru hatları ve lateral boru hatlarından oluşmaktadır. Her bitki sırasına bir lateral boru hattı döşenmiş, 20 cm aralıklı, 1 atm işletme basıncında 2 L/h debili, lateral boruya içten geçik tipte kendinden basınç düzenleyicili damlatıcılar kullanılmıştır. Gerekli su miktarı hacme

dönüştürülerek ölçülü bir şekilde uygulanmış, her lizimetre parselindeki lateral borular ayrı birer vana ile kontrol edilmiştir.

3.2.5. Sulama zamanının ve sulama suyu miktarının belirlenmesi

Tohum ekiminden önceki hafta meydana gelen toplam 161.90 mm'lik yağış sonrası 0-90 cm'lik profildeki toprak nemi tarla kapasitesinde olduğu için ekim öncesi sulama yapılmamıştır. Ancak çıkış sağlanana kadar konulara eş miktarda (2 mm) su uygulanmıştır. İlk sulama 09.05.2017 tarihinde yapılmış, deneme konularında sulamalar kinoa bitkisinin dane dolum dönemi bitiminde sonlandırılmıştır.

3.2.6. Toprak nem içeriğinin izlenmesi

PR2 profil prob aletinin lizimetre toprakları için kalibrasyonu yapılmış, toprak nem içeriği hesaplamalarında aletten okunan mV değerlerine karşı toprağın kuru ağırlık cinsinden su içeriğini (P_w , %) gösteren kalibrasyon eğrisi ve denklemi kullanılmıştır. Toprak nem içeriği, 1 m derinliğinde akses tüpleri aracılığı ile PR2 profil prob aletiyle haftada üç kez ölçülerek izlenmiştir. Ekim ve hasat tarihlerinde topraktan gravimetrik nem belirlenmesi için örnekleme yapılmıştır.

3.2.7. Bitki Su tüketiminin belirlenmesi

Çalışmada kinoa bitkisinin etkili kök derinliği 90 cm alınmıştır. Bitki su tüketimi (evapotranspirasyon) miktarı Allen vd. (2007)'nin belirttiği su dengesi eşitliği ile hesaplanmıştır.

$$ET = I + P - D_p \pm \Delta SW \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

ET = Bitki su tüketimi, (mm)

I = Uygulanan toplam sulama suyu, (mm)

P = Yağış miktarı, (mm)

D_p = Derine sızma, (mm)

ΔSW = Ekim ve hasat arasında toprak suyu depolamasındaki değişimi, (mm).

3.2.8. Bitki katsayısı (K_c)

Denemeye alınan bitkilerin deneysel bitki katsayısı (K_c) değerleri, TS konusundan elde edilen ET ve meteorolojik verilerden hesaplanan kıyas bitki su tüketimi (ET_o) değerleri kullanılarak aşağıdaki ilişkiyle hesaplanmıştır (Doorenbos ve Pruitt 1977; Allen vd. 1998):

$$K_c = ET/ET_o \quad (3.2)$$

Bulunan K_c değerleri bitkilerin farklı gelişim dönemleri için ortalama değerler olarak ifade edilmiştir.

3.2.9. Kıyas bitki su tüketimi (ET_o)

Kıyas bitki su tüketimi tahmininde, FAO56-Penman Monteith yaklaşımı esas alınmıştır. Bu amaçla, kıyas bitki su tüketimini (ET_o) hesaplamak için Reference Crop Evapotranspiration (REF-ET) bilgisayar yazılımı kullanılmıştır. REF-ET yazılımı Dr. Richard G. Allen tarafından 1999 yılında geliştirilmiştir. Yazılımın en güncel sürümü 2015 yılında erişime sunulmuştur (Allen 2015). Yeterli iklim parametresi olması durumunda bu yazılım ile 15 farklı eşitlik kullanarak ET_o değeri tahmin edilebilir. REF-ET, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) Sulama Rapor No 56 (Allen vd. 1998) ve ASCE-EWRI (2005) tarafından önerilen ASCE Penman-Monteith denkleminin ve bileşenlerinin standart formları ile uyumlu olarak geliştirilmiştir (Karaca vd. 2017).

ET_o , ayrıntıları Allen vd. (1998)'de verilen aşağıdaki FAO 56 Penman-Monteith eşitliği ile hesaplanmıştır:

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

ET_o = Kıyas bitki su tüketimi, (mm gün⁻¹)

Δ = Buhar basıncı eğrisinin eğimi, (kPa °C⁻¹)

R_n = Bitki yüzeyindeki net radyasyon, (MJ m⁻² gün⁻¹)

G = Toprak ısı akısı, (MJ m⁻² gün⁻¹)

γ = Psikrometrik sabit, (kPa °C⁻¹)

u_2 = 2 m yükseklikteki günlük ortalama rüzgâr hızı, (m s⁻¹)

T = 2 m yükseklikteki günlük ortalama sıcaklık, (°C)

e_s = Doygun buhar basıncı, (kPa)

e_a = Gerçek buhar basıncı, (kPa)'dır.

R_n ; ölçülen R_s (solar radyasyon), T , nem ve güneşlenme verilerinden hesaplanarak tahmin edilirken, G ise ihmal edilmiştir.

3.2.10. Su kullanım randımanı (WUE)

Uygulanan sulama suyu, bitki su tüketimi ve verim değerlerinden yararlanılarak her bir sulama konusu için su kullanım randımanı (WUE) değerleri aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (Howell vd. 1990).

$$WUE = Y/ET \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

WUE = Su kullanım randımanı, (kg m⁻³)

Y = Verim, (kg da⁻¹)

ET = Bitki su tüketimi, (mm)

3.2.11. Verim tepki etmeni (k_y)

Su eksikliğinin bitki verimine etkisinin bir göstergesi olan verim tepki etmeni (k_y) aşağıda verilen Stewart eşitliği (Stewart vd.1977; Doorenbos ve Kassam 1986) ile hesaplanmıştır.

$$(1 - Y/Y_m) = k_y(1 - ET/ET_m) \quad (3.5)$$

Eşitlikte;

Y = Gerçek verim, (kg da⁻¹)

Y_m = Maksimum verim, (kg da⁻¹)

k_y = Verim tepki etmeni

ET = Gerçek bitki su tüketimi, (mm)

ET_m = Maksimum bitki su tüketimi, (mm)'dir.

3.2.12. Kinoa bitkisinde bitki boyunun ölçülmesi

Araştırmada farklı sulama uygulamalarında bitkilerin gelişme durumlarını belirlemek için bitki boyu ölçümleri, her konuyu temsil edecek işaretli 4 bitkide deneme süresince cep şerit metre kullanılarak ve haftalık olarak yapılmıştır.

3.2.13. Kinoa bitkisinde yaprak klorofil içeriği indeksi (CCI) değerlerinin belirlenmesi

Bitki yapraklarındaki klorofil içeriği indeksi (CCI) değeri taşınabilir klorofilmetre aleti ile, 15.04.2017-20.06.2017 tarihleri arasında, parseldeki 4 adet bitkinin orta yapraklarının yaprak damarı ile yaprak kenarı arasında kalan bölgesinde yapılan okumaların ortalaması olarak belirlenmiştir.

3.2.14. Kinoa bitkisinde stoma iletkenliğinin belirlenmesi

Stoma iletkenliği taşınabilir porometre aleti ile ekimden 4 hafta sonra başlayarak dane dolum dönemi sonuna kadar tam olgunlaşmış yaprak ortasından, yaprak başına 1 kez, parsel başına 3 adet bitki okuması (μmol H₂O m⁻²s⁻¹) yapılarak belirlenmiştir.

3.2.15. Kinoa bitki veriminin belirlenmesi

Bitkinin dane verimi lizimetre parsellerinde, iki bitki sırasının her iki başından birer bitki kenar etkisi olarak ayrıldıktan sonra hasat edilen bitkilerde belirlenmiştir. Çuvallara alınarak kurumuş bitkiler bir kovada çırpılıp elekten geçirilip kalıntılarından ayrıldıktan sonra kinoa tohumları tartılarak lizimetre parsellerinin verimleri saptanmış ve kg da^{-1} cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.16. Kinoa bitkisinde bindane ağırlığının belirlenmesi

Her tekerrürde 4 adet 100'er tohum ağırlığının ortalaması 10 ile çarpılarak bindane ağırlıkları (g) belirlenmiştir (Tan 2011).

3.2.17. Kinoa bitkisinin kalite özelliklerinin belirlenmesi

Hasat edilen kinoa bitkilerinde kalite özelliklerinden olan, toplam kuru madde (%) ve kül oranı (%) Anonim, (1983)'e; protein oranı (%) Modifiye Kjeldahl yöntemine (Kacar ve İnal 2008); yağ oranı (%) Anonymous (2005)'e; yağ asitleri (miristik, palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik, araşidik ve eikosenoik asitler) içeriği (%) Anonim, (2014)'e göre belirlenmiştir.

3.2.18. Değerlendirme yöntemi

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri JMP-10 istatistik programı kullanılarak yapılmış, ortalama değerler arasındaki karşılaştırmalarda LSD ($P<0.05$) testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. İklimsel Değerlere İlişkin Bulgular

Denemenin yürütüldüğü 2017 yılının Mart-Haziran aylarına ilişkin iklimsel değerler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Denemenin yürütüldüğü 2017 yılı Mart-Haziran aylarına ilişkin iklimsel değerler

Ay	Hafta	Ort. Sıcaklık (°C)	Bağıl Nem (%)	Rüzgar Hızı (m/sn)	Ort. Buharlaşma (mm)	Toplam Yağış (mm)
Mart	1	16.4	53.3	2.0	3.1	1.2
	2	13.2	78.8	2.2	1.8	161.9
	3	14.2	51.2	1.9	3.7	1.7
	4	17.1	64.5	1.6	2.9	2.1
Nisan	1	17.4	64.2	1.6	2.9	5.3
	2	17.3	58	2.0	2.7	33.5
	3	16.9	80.8	1.6	3.0	15.2
	4	19.8	49.5	1.7	4.2	0
Mayıs	1	20.4	74.8	1.9	3.4	0
	2	22.9	66.7	1.6	4.1	0
	3	22.6	56	1.8	3.1	7.8
	4	20.5	71.3	1.8	3.4	34.4
Haziran	1	24.8	68.9	1.6	3.5	0
	2	25.7	69	1.8	3.9	0
	3	26.9	60.1	2.0	4.2	3.4
	4	29.6	56.4	1.7	4.9	0

Çizelge 4.1 ile Çizelge 3.1’in karşılaştırılması sonucu 2017 yılında denemenin yürütüldüğü aylardaki iklimsel değerlerin uzun yıllık ortalama değerlere yakın olduğu, rüzgar hızının bir miktar düşük olduğu söylenebilir.

4.2. Bitki Gelişme Dönemleri

Araştırmada kullanılan Titicaca (Q-52) kinoa çeşidinin ekim tarihi olan 15.03.2017’den itibaren farklı fizyolojik evrelerinin başlangıç tarihleri ve hasat tarihleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. İlk çıkışlar 22.03.2017 tarihinde gözlenmiştir. Erken ve geç vejetatif dönem başlangıç tarihleri sırasıyla 05.04.2017 ve 30.04.2017; konular arasında çiçeklenme ve dane dolum dönemlerinin ortalama başlangıç tarihleri ise sırasıyla 22.05.2017 ve 06.06.2017 olarak belirlenmiştir. Fizyolojik olgunluğa ulaşan bitkilerde hasat tarihleri ise konulara göre 28.06.2018-01.07.2018 tarihleri arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Buna göre; kinoa bitkisinin Antalya’da Akdeniz iklim koşullarında gelişme dönemleri 15 Mart-04 Nisan arası ekim-çimlenme ve çıkış, 05 Nisan-21 Mayıs arası vejetatif gelişme, 22 Mayıs-05 Haziran arası çiçeklenme ve ortalama hasat tarihi 30 Haziran olarak alınırsa 06 Haziran-30 Haziran arası dane oluşumu dönemi olarak

belirlenmiş, toplam büyüme mevsimi uzunluğu 107 gün (15 Mart-30 Haziran arası) olmuştur.

Çizelge 4.2. Kinoa bitkisinin farklı fizyolojik evrelerinin başlangıç tarihleri ve sulama konularına göre hasat tarihleri

Gelişme Dönemi	Başlama Tarihi	Ekimden Sonraki Gün Sayısı
Ekim	15.03.2017	0
Çimlenme ve çıkış	22.03.2017	7
Erken vejetatif dönem (bitki birkaç yapraklı olduğunda)	05.04.2017	21
Geç vejetatif dönem (bitki sapa kalktığında)	30.04.2017	46
Çiçeklenme dönemi	22.05.2017	68
Dane oluşumu (daneler görülmeye başladığında)	06.06.2017	83
Hasat tarihleri:		
SZ ve KS25 konularında	28.06.2017	105
KS50 konusunda	30.06.2017	107
KS75 ve TS konularında	01.07.2017	108

Bitki katsayıları (K_c) değerlerinin hesaplanmasında ise başlangıç dönemi, mevsim ortası dönem ve verim oluşumu (olgunlaşma) dönemleri olmak üzere genel olarak üç gelişme dönemi dikkate alınır. Kinoa bitkisi için söz konusu gelişim dönemlerinin başlangıç ve bitim tarihleri ve süreleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Anılan çizelgeden görüleceği üzere başlangıç dönemi 15 Mart-15 Nisan arası (30 gün), mevsim ortası dönemi 22 Mayıs-5 Haziran arası (14 gün) ve verim oluşumu (olgunlaşma) dönemi 06-20 Haziran arası (15 gün) olarak belirlenmiştir. Ayrıca denemede kinoa bitkisinin çeşitli gelişme dönemlerine ilişkin görünüşleri Şekil 4.1-4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kinoa bitkisinin K_c hesaplanmasında kullanılan gelişim dönemleri

Dönemler	Tarih Aralığı	Gün Sayısı
Başlangıç dönemi	15 Mart-15 Nisan	30 gün
Mevsim ortası dönem	22 Mayıs- 05 Haziran	14 gün
Verim oluşumu (olgunlaşma) dönemi	06 Haziran -20 Haziran	15 gün



Şekil 4.1. Kinoa bitkisinin vejetatif gelişim dönemi içinde genel görünümü



(a)



(b)

Şekil 4.2. Kinoa bitkisinin (a); çiçeklenme öncesi (b); çiçeklenme dönemi genel görünümü



Şekil 4.3. Kinoa bitkisinin dane dolum dönemi genel görünümü

Avrupa’da 5 farklı ekolojik koşulda yapılan çalışmada kinoa bitkisinin büyüme dönemleri İtalya’da 116, Yunanistan’da 106, İsveç’te 140, Danimarka’da 134 ve Polonya’da 128 gün olarak belirlenmiştir (Gęsiński 2008a,b). Kinoa bitkisinin büyüme periyodunun uzunluğu toplam radyasyondan ve sıcaklıktan etkilenmektedir. Solar radyasyon ve fotoperiyodun artması büyüme dönemi süresini azaltmaktadır (Hirich vd.

2014a). Jacobsen (2003), çeşit özelliklerine ve iklimsel koşullara bağlı olarak kinoa bitkisinin gelişme dönemi uzunluğunun 90-180 gün arasında değişebileceğini, Pulvento vd. (2012a) ise Akdeniz iklim bölgesinde kinoanın gelişim dönemini 96-110 gün olduğunu bildirmişlerdir. Jacobsen ve Stolen (1993) ise, 16 Martta ekilen ve 2 Temmuzda hasat edilen kinoa bitkisinin toplam 109 gün olan büyüme mevsimindeki evreleri erken vejetatif gelişim (37 gün); tomurcuk oluşumuna kadar olan vejetatif gelişim (25 gün); çiçeklenme (11 gün); dane dolum (22 gün); olgunluk (14 gün) dönemleri olarak belirlemişlerdir. Bitki büyüme evreleri ve toplam büyüme mevsimi uzunluğuna ilişkin olarak bu çalışmada elde edilen bulguların, literatür bulguları ile uyumlu olduğu sonucuna varılabilir.

4.3. Araştırma Konularına Uygulanan Sulama Suyu Miktarları

Kinoa danelerinin çok küçük ve ekim derinliğinin 2-3 cm olması nedeniyle etkin bir çimlenme ve homojen bir çıkış sağlamak için tüm deneme konularına 18.03.2017 tarihinde eş miktarda (2 mm) sulama suyu uygulanmıştır. Konulu sulamalar başladıktan sonra deneme süresince araştırma konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve sulama tarihleri Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kinoa bitkisinin sulama tarihleri ve uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

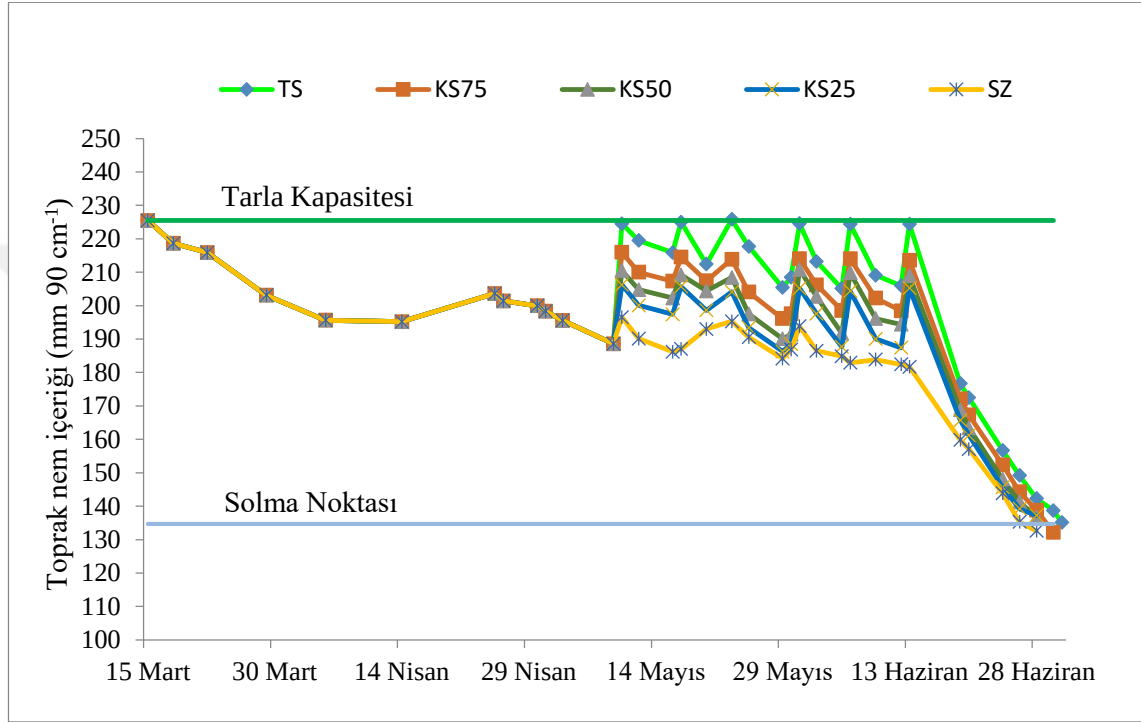
Sulama Tarihleri	Sulama Konuları ve Uygulanan Sulama Suyu Miktarları (mm)				
	SZ	KS25	KS50	KS75	TS
18.03.2017 (çıkış suyu)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
09.05.2017	-	9.3	18.5	27.8	37.0
16.05.2017	-	2.4	4.7	7.1	9.5
30.05.2017	-	5.2	10.3	15.5	20.6
05.06.2017	-	4.9	9.8	14.7	19.6
12.06.2017	-	4.9	9.7	14.6	19.5
Toplam	2.0	28.5	55.1	81.6	108.2

Anılan çizelgenin incelenmesinden görüleceği gibi, konulu sulama uygulamalarına 9 Mayıs tarihinde başlanmış ve mevsim boyunca toplam 5 sulama yapılarak sulamalara 12 Haziran tarihinde son verilmiştir. TS konusuna toplam 108.2 mm sulama suyu verilmiş ve kısıntılı sulama konularına (KS75, KS50, KS25) ise sırasıyla; 81.6, 55.1 ve 28.5 mm sulama suyu uygulanmıştır. SZ konusuna 2 mm çıkış suyu dışında sulama yapılmamış, toprağa sadece yağışla su girişi olmuştur.

4.4. Toprak nem içeriğinin değişimi

Sulama konularında toprak nem içeriği (mm) değerlerinin 90 cm profil derinliğinde gelişme mevsimi süresince değişimi tarla kapasitesi ve solma noktası değerleri ile birlikte grafiksel olarak Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Anılan şekilden gözleneceği üzere sulama konularında toprak su içeriği mevsim boyunca tarla kapasitesi

ile solma noktası arasında değişim göstermiştir. Nisan ayının ikinci haftasında düşen 33.5 mm yağış toprak neminin söz konusu tarihte yükselmesine neden olmuştur. Bu tarihten sonra da düşen yağış ve uygulanan sulama suyu miktarlarına göre toprak neminde dalgalanma meydana gelmekle birlikte, toprak nemi sulamaların sonlandırıldığı zamana kadar tarla kapasitesine yakın bir düzeyde devam etmiştir. Toprak nemi sulamalara son verildikten sonra hızla solma noktası düzeyine ve altına düşmüştür. Buradan sulama mevsimi boyunca tam sulama konusunun yağış ve sulamalarla su stresi çekmeyecek düzeyde su aldığı sonucuna ulaşılabılır.



Şekil 4.4. Deneme süresince sulama konularındaki toprak nem içeriğinin değişimi

4.5. Araştırma Konularında Bitki Su Tüketimi (ET)

Kinoa bitkisinin farklı sulama konularında belirlenen bitki su tüketim (ET) değerleri ve unsurları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

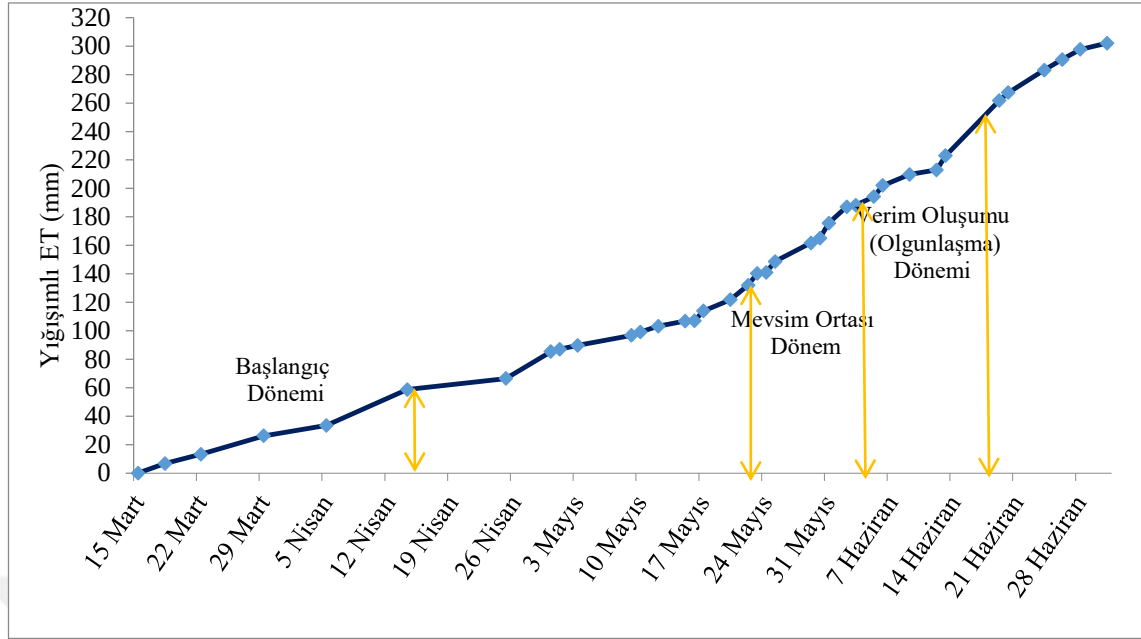
Çizelge 4.5'ten görüleceği üzere, konulara göre uygulanan sulama suyu değerleri, yağış ve topraktan kullanılan nem dikkate alındığında; SZ konusunda 198.3 mm, KS25 konusunda 220.2, KS50 konusunda 247.3, KS75 konusunda 274.6 ve TS konusunda 302.0 mm su tüketimi gerçekleşmiştir. En yüksek bitki su tüketimi tama sulama konusunda, en düşük su tüketimi susuz konuda gerçekleşmiş ve mevsim boyunca düşen 103.4 mm yağıştan tüm araştırma konuları etkilendiğinden bitki su tüketimi değerleri 198.3-302.0 mm gibi dar bir aralıkta değişmiştir. Bu durumda, tam sulama konusundaki su tüketimi dikkate alınarak kinoa bitkisinin Antalya koşullarındaki su tüketiminin 302.0 mm olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.5. Araştırma konuları için belirlenen bitki su tüketimleri (ET, mm)

Bitki Su Tüketim Unsurları (mm)	Sulama Konuları				
	SZ	KS25	KS50	KS75	TS
Çıkış Suyu	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sulama Suyu	–	26.5	53.1	79.6	106.2
Yağış	103.4	103.4	103.4	103.4	103.4
Topraktan Kullanılan Su	92.9	88.3	88.8	89.6	90.4
Toplam	198.3	220.2	247.3	274.6	302.0

Oelke vd (1992), kinoanın 250-380 mm mevsimlik su ihtiyacı olduğunu bildirmiştir. Garcia vd (2003), Boliviya-Patacamaya’da denizden 4000 m yüksekteki yer alan Altiplano bölgesinde lizimetre ve tarla koşullarında yaptığı çalışmada kasım ayında ekilip nisan ayında hasat edilen kinoanın mevsimlik bitki su tüketimini 450 mm olarak belirlemişlerdir. Razzaghi vd. (2012a), nemli Avrupa ikliminde kinoanın bitki su tüketiminin toprak bünyesine bağlı olarak 194-289 mm arasında değiştiği sonucuna ulaşmışlardır. Steduto vd. (2012), ise kinoanın stressiz koşullarda, 150-170 günlük normal mevsim uzunluğundaki ET değerinin 500 mm civarında olduğunu bildirmişlerdir. Görüldüğü üzere kinoa su tüketimine ilişkin dünyanın çeşitli yerlerinde yapılan araştırmalarda elde edilen bulgular farklılık gösterebilmektedir. Bunun nedeni iklimsel koşullara bağlı olarak büyüme mevsimi uzunluklarının bölgeden bölgeye değişmesi büyüme mevsimi uzadıkça tüketilen su miktarının artması olarak açıklanabilir. Bu çalışmada elde edilen bulgulara göre, 107 günlük büyüme periyodunda tam sulanan konuda belirlenen 302.0 mm’lik mevsimlik su tüketimi değerinin literatürdeki değerlerin değişim sınırları içinde olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Kinoa bitkisinin, tam sulama (TS) konusundaki yığılımlı ET değerleri Ek Çizelge 1’de verilmiştir. Tam sulama konusunda farklı gelişme dönemlerindeki su tüketim miktarlarının belirlenmesinde kullanılmak üzere Ek Çizelge 2’den yararlanılarak çizilen yığılımlı bitki su tüketimi (ET) grafiği ise Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Kinoa bitkisi için tam sulama konusunda yığışimli bitki su tüketimi (ET) grafiği

4.6. Kıyas bitki su tüketimi (ET₀)

Deneme süresince, FAO-56 Penman Monteith Yönteminden yararlanılarak kıyas bitki su tüketimi değerlerinin hesaplanması için kullanılan iklimsel veriler ve REF-ET bilgisayar yazılımı ile hesaplanan günlük kıyas bitki su tüketimi değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. FAO-Penman Monteith Yönteminden yararlanılarak kıyas bitki su tüketimi hesaplamasında kullanılan iklimsel veriler ve REF-ET bilgisayar yazılımı ile hesaplanan günlük kıyas bitki su tüketimi (ET₀) değerleri

Tarih	Maks. Sıc. T _{max} (°C)	Mini. Sıc. T _{min} (°C)	Güneşlenme süresi (saat)	Rüzgar hızı (m s ⁻¹)	Bağıl nem (%)	ET ₀ (mm g ⁻¹)
15.03.2017	18.5	9.9	5.3	2.6	41.9	3.6
16.03.2017	17.3	9.8	10.0	1.3	42.4	2.7
17.03.2017	15.7	10.3	10.0	2.3	59.2	2.1
18.03.2017	21.2	8.1	4.4	2.9	37.8	3.9
19.03.2017	16.1	9.4	4.4	1.4	45	2.9
20.03.2017	19.3	10.2	9.9	1.4	63.7	2.7
21.03.2017	20.8	11.5	9.9	1.7	68.7	2.8
22.03.2017	18	13.1	10.2	1.0	76.7	2.8
23.03.2017	23	12.7	10.2	1.4	62.7	2.1
24.03.2017	25.2	14.4	0.0	1.7	41.3	4.0
25.03.2017	21.1	12.2	8.4	1.1	52.2	3.3
26.03.2017	19.2	12.1	3.6	1.6	61.5	3.2
27.03.2017	19.2	15.5	0.3	1.1	76	2.9
28.03.2017	19.4	13.3	0.0	1.4	74.5	2.4

Devamı arka sayfada:

Çizelge 4.6'nın devamı.

29.03.2017	20.2	13.5	7.1	1.4	70.7	3.3
30.03.2017	22.3	15.4	3.1	1.6	55.6	3.5
31.03.2017	21.4	13.2	9.4	3.4	73.8	3.4
01.04.2017	18.8	12	9.8	1.6	74.6	1.9
02.04.2017	19.1	13.1	10.8	1.9	73.8	2.9
03.04.2017	21.9	13.6	9.2	1.3	68.4	3.5
04.04.2017	20.4	13.3	8.6	1.1	72.7	3.4
05.04.2017	23.8	14.8	10.5	1.7	56	3.8
06.04.2017	22.1	16.7	10.7	2.3	47.2	4.3
07.04.2017	21.5	13.7	10.7	1.7	56.8	3.6
08.04.2017	20.6	13.9	9.8	2.7	69	3.8
09.04.2017	22.3	12.6	6.1	3.0	32.6	4.9
10.04.2017	21.8	12.7	5.1	2.4	34.8	4.7
11.04.2017	21	12	10.5	1.4	45.3	3.5
12.04.2017	24.9	15.7	6.0	2.1	47.6	4.3
13.04.2017	18.4	14.5	8.2	1.4	82.3	2.6
14.04.2017	18.3	13.5	11.0	1.3	94.6	1.6
15.04.2017	20.7	13.1	9.7	1.4	85.8	2.5
16.04.2017	19.3	13.8	9.5	1.7	77.9	3.6
17.04.2017	19.1	15.5	11.5	1.9	79.3	3.1
18.04.2017	18.6	14.4	11.4	1.7	82	3.3
19.04.2017	19	13.6	11.6	1.7	78.8	3.7
20.04.2017	19.1	15	11.7	1.9	81.6	3.5
21.04.2017	21.2	15.4	10.4	1.0	80.5	3.2
22.04.2017	21.4	16.6	11.7	1.3	72	2.8
23.04.2017	20.3	14	9.6	4.0	44.9	4.0
24.04.2017	24.7	14.1	9.0	2.4	39.3	5.2
25.04.2017	23.7	14.9	9.9	1.9	48.9	4.7
26.04.2017	22.5	14.8	10.6	1.1	52.9	4.3
27.04.2017	24	16.4	6.1	1.1	49.2	4.5
28.04.2017	26.4	16.3	11.9	1.6	45.3	5.0
29.04.2017	25.6	18.7	12.0	1.0	43	4.7
30.04.2017	23.9	19	11.4	1.0	50.7	4.6
01.05.2017	24.4	18.7	6.2	2.1	58.7	4.1
02.05.2017	23.7	18.2	7.8	2.3	64.5	4.2
03.05.2017	22.5	17.3	8.5	1.6	73.4	3.8
04.05.2017	22.3	18.1	11.5	1.9	83.5	4.3
05.05.2017	22.1	17.2	11.3	1.7	85.4	4.1
06.05.2017	22.2	17.8	11.5	2.1	84.8	4.2
07.05.2017	24.3	17.1	7.8	1.9	73.7	3.9
08.05.2017	22.5	17.7	11.5	1.7	75.8	4.4
09.05.2017	24.3	18.2	1.9	1.4	76.5	2.7
10.05.2017	25.2	17.2	0.2	1.4	71.3	2.5

Devamı arka sayfada:

Çizelge 4.6'nın devamı.

11.05.2017	32.9	19	12.1	2.3	50.6	6.2
12.05.2017	31.6	21.9	12.2	1.7	43.4	6.0
13.05.2017	25.2	20.3	10.9	1.4	69.6	4.7
14.05.2017	24.9	20.2	9.6	1.4	80	4.3
15.05.2017	33.9	21.4	12.0	2.9	39.1	7.1
16.05.2017	29.6	21.7	12.3	1.9	35.5	6.1
17.05.2017	25.9	18.8	11.3	1.4	56.3	5.0
18.05.2017	25.2	18.7	2.3	1.6	67.8	3.1
19.05.2017	23.4	16.3	7.5	1.6	78.3	3.7
20.05.2017	25.1	16.2	3.1	2.0	68.8	3.3
21.05.2017	23.4	17	11.9	1.7	46.8	5.1
22.05.2017	21.6	15.1	10.8	2.1	78.6	4.2
23.05.2017	28.4	15.4	9.8	2.1	60.4	5.1
24.05.2017	23.9	17.6	12.4	1.4	67.8	4.9
25.05.2017	22.8	18.4	12.3	1.6	78.3	4.7
26.05.2017	22.5	17.3	10.5	1.7	73.3	4.4
27.05.2017	22.6	17.8	9.1	1.4	76.3	4.1
28.05.2017	23.3	17.4	10.1	1.7	65.5	4.6
29.05.2017	22.7	17.8	12.4	1.7	68.4	4.9
30.05.2017	23,5	16.4	11.6	2.1	77.5	4.6
31.05.2017	29.4	17.4	8.1	2.0	67.2	4.7
01.06.2017	32.7	21.4	12.3	2,1	41.2	6.6
02.06.2017	34.5	22.8	12.5	2.0	49.3	6.7
03.06.2017	26.4	21.8	12.3	1.7	73.2	5.4
04.06.2017	25.8	21	11.6	1.0	80.7	5.0
05.06.2017	27.4	21.1	6.2	1.3	81.4	3.9
06.06.2017	26.2	19.7	9.6	1.7	77.7	4.6
07.06.2017	26.4	20.7	12.3	1.6	79.1	5.2
08.06.2017	31.2	22.3	12.3	1.9	75.7	5.8
09.06.2017	27.6	22.5	7.7	1.3	79.7	4.3
10.06.2017	34.7	22.5	12.4	2.6	55.7	6.9
11.06.2017	29.6	23.6	12.5	2.0	58.2	6.1
12.06.2017	26.6	22	12.4	1.6	74.9	5.4
13.06.2017	26.2	21.3	10.4	1.6	72.2	4.9
14.06.2017	28.6	21.1	10.2	2.0	66.9	5.3
15.06.2017	36.5	22.8	12.5	2.6	57.3	7.1
16.06.2017	31.5	23.6	12.6	1.6	60	6.1
17.06.2017	27.4	24.1	12.5	1.3	67.5	5.6
18.06.2017	26.8	22.9	12.4	1.9	77.3	5.4
19.06.2017	30.7	22.5	11.9	2.6	72.9	5.9
20.06.2017	31.7	21.5	11.9	2.3	42.7	6.6
21.06.2017	31.9	23.1	12.6	1.7	43.2	6.4
22.06.2017	33	22.9	9.9	1.6	47.7	5.8

Devamı arka sayfada:

Çizelge 4.6'nın devamı.

23.06.2017	34.3	23.7	12.5	1.3	46.4	6.3
24.06.2017	37.9	24.9	12.4	2.3	41.3	7.5
25.06.2017	38.3	25.4	12.5	1.7	46.1	7.0
26.06.2017	31.6	26.4	12.4	1.4	60.2	6.2
27.06.2017	28.9	24.8	12.5	1.6	76.4	5.7
28.06.2017	29.9	24.5	12.4	1.4	76.9	5.8
29.06.2017	30.3	24.9	12.2	1.1	79	5.7
30.06.2017	44.8	26.3	10.9	2.7	33.6	8.7

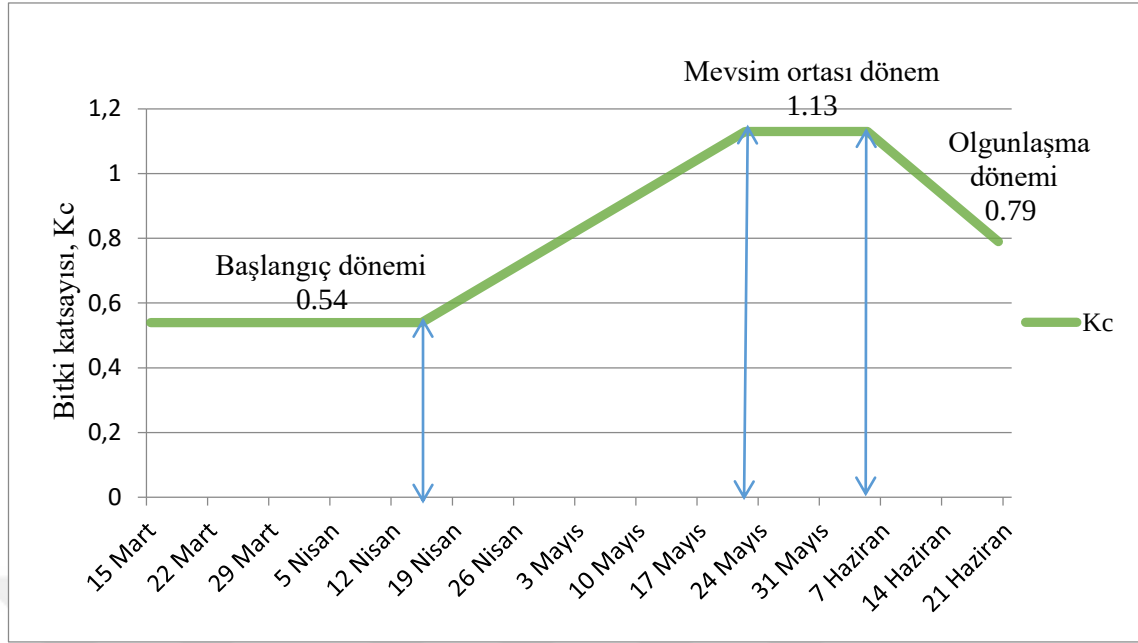
Çizelge 4.6'dan görüleceği üzere, kinoa bitkisinin gelişme mevsimi süresince REF-ET bilgisayar yazılımı ile hesaplanan günlük kıyas bitki su tüketimi değerleri 1.9-8.7 mm gün⁻¹ arasında değişim göstermiştir.

4.7. Bitki katsayısı (K_c)

Çizelge 4.3'te belirtilen gelişme dönemleri için Şekil 4.5'den elde edilen ET değerleri ve Çizelge 4.6'dan yararlanılarak belirlenen söz konusu dönemlerdeki ET_o değerleri kullanılarak hesaplanan K_c değerleri Çizelge 4.7'de, K_c katsayısının mevsimlik değişim grafiği ise Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kinoa bitkisinin K_c hesaplanmasında belirlenen gelişim dönemleri bilgileri ve K_c değerleri

Dönemler	Kinoa Bitki Su Tüketimi (ET, mm)	Kıyas Bitki Su Tüketimi (ET _o , mm)	Bitki Katsayısı (K _c)
Başlangıç dönemi	139.9	259.9	0.54
Mevsim ortası dönem	83.6	73.7	1.13
Verim oluşumu (olgunlaşma) dönemi	67.3	85.2	0.79



Şekil 4.6. Kinoa bitkisinin bitki katsayısı (K_c) değerlerinin mevsimlik değişimi

Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6'dan görüleceği üzere bitki katsayısı değerlerinin bitkinin büyüme dönemlerine göre değişkenlik göstermektedir. Ekim sonrasındaki başlangıç döneminde bitki örtüsü tam gelişmediği için bitki su tüketiminin düşük olması nedeniyle K_c değeri en düşük ($K_c = 0.54$) seviyededir.

Daha sonra gelen gelişim (vegetatif gelişme) döneminde ise bitki gelişimi devam ettikçe toplam yaprak alanının artmasına ve iklimsel faktörlerde meydana gelen değişimlere (sıcaklık, solar radyasyon, güneşlenme süresindeki artışlar) bağlı olarak bitki su tüketimi artmakta ancak çoğu zaman önemli değişkenlikler göstermektedir. O nedenle tarla bitkilerinde genel olarak bu dönem için K_c değeri verilmeyip, diğer dönemlere ilişkin K_c 'lerden yararlanılarak grafiksel olarak belirlenmektedir (Doorenbos ve Pruitt, 1977).

Bitkinin maksimum bitki örtüsüne ulaştığı dönemde (çiçeklenme dönemi) K_c değeri de en üst seviyeye ($K_c = 1.13$) ulaşmaktadır. Bu devreden sonra verim oluşumu (olgunlaşma) döneminde ise yaprakların sararıp dökülmesi nedeniyle bitki su tüketiminde belli oranda azalma yaşanır ve bu devrede K_c değerinde düşme ($K_c = 0.79$) meydana gelmektedir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6).

Garcia vd. (2003), ET_o 'ı hesaplamada FAO'nun standart kıyas bitki su tüketimi eşitliği olan Penman-Monteith eşitliğini kullanarak Bolivya'nın Altiplano bölgesinde drenaj tipi lizimetrelerde yetiştirilen kinoa bitkisinin farklı gelişme dönemleri için bitki katsayısı (K_c) değerlerini, başlangıç döneminde 0.50, mevsim ortası dönemde 1.00 ve olgunlaşma döneminde ise 0.70 olarak belirlemişlerdir. Razzaghi vd. (2012a), Danimarka'da yine drenaj tipi lizimetrelerde yürüttükleri bir çalışmada Titicaca çeşidi kinoa'nın K_c değerlerini başlangıç, mevsim ortası ve mevsim sonu evreleri için sırasıyla 1.05, 1.22 ve 1.0 olarak saptamışlardır. Talebnejad ve Sepaskhah (2015a), İran koşullarında Titicaca, no. 5206 kinoa çeşidi ile yürüttükleri araştırmada stressiz koşuldaki K_c değerlerini başlangıç, mevsim ortası ve mevsim sonu evreleri için sırasıyla 0.58, 1.2

ve 0.8 olarak belirlemişlerdir. Pulvento vd. (2012b), kinoa bitkisi için K_c değerlerini başlangıç dönemi için 0.7, mevsim ortası dönem için 1.15 ve olgunlaşma döneminde için 0.4 olarak bildirmişlerdir. Geerts vd. (2006) ise araştırmalarında ,kinoa bitkisi için K_c değerlerini başlangıç dönemi için 0.14-1.0, mevsim ortası dönem için 1.0 ve olgunlaşma dönemi için 0.6 olarak belirlemişlerdir.

Görüldüğü üzere farklı iklimsel koşullarda ve farklı çeşitlerle yürütülen çalışmalarda elde edilen K_c değerleri farklı olabilmektedir. Bu çalışmadan elde edilen başlangıç, mevsim ortası ve verim oluşumu (olgunlaşma) dönemleri için sırasıyla 0.54, 1.13 ve 0.79 olarak belirlenen K_c değerleri literatürdeki değerler ile ve özellikle de aynı çeşit kinoa ile İran'da Talebnejad ve Sepaskhah (2015a) tarafından yürütülen çalışmada elde edilen değerler ile oldukça benzerlik göstermektedir.

4.8. Su kullanım randımanı (WUE)

Deneme konularına ilişkin su kullanım randımanı (WUE) değerleri hesaplanarak Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı sulama düzeylerinde kinoa bitkisinin su kullanım randımanı (WUE) değerleri

Sulama Düzeyleri	Bitki Su Tüketimi (ET) (mm)	Kinoa Dane Verimi (Y) (kg da ⁻¹)	Su Kullanım Randımanı (WUE) (kg m ⁻³)
TS	302.0	295.2	0.98
KS75	274.6	284.2	1.03
KS50	247.3	273.6	1.10
KS25	220.2	246.5	1.11
SZ	198.3	243.0	1.22

Çizelge 4.8'den görüleceği üzere deneme konuları arasında su kullanım randımanları (WUE) 0.97-1.22 kg m⁻³ arasında değişmektedir. Su kullanım randımanları (WUE) incelendiğinde en düşük değer (0.98 kg m⁻³) TS konusunda, en yüksek değer ise SZ konusunda (1.22 kg m⁻³) elde edilmiş ve uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça su kullanım randımanı değeri artmıştır.

Talebnejad ve Sepaskhah (2014), İran'da sera koşullarında yapılan bir denemede en yüksek su kullanım randımanı değerinin 0.66 kg m⁻³ olduğunu bildirmişlerdir. Kaya (2010), Akdeniz iklim koşullarında farklı tuzluluk seviyesi ve farklı sulama stratejileri ile yaptığı çalışmada su kullanım randımanı değerlerinin 0.39-0.58 kg m⁻³, sulama suyu kullanım randımanı değerlerinin ise 0.46-0.93 kg m⁻³ arasında değiştiğini bildirmiştir. Güney Amerika'da Bolivya iklim koşullarında yapılan bir çalışmada ise tam sulanan konuda su kullanım randımanının 0.41 kg m⁻³, %50 kısıntılı sulama yapılan konuda ise 0.48 kg m⁻³ olduğu bildirilmiştir (Geerts vd. 2008). Lavini vd. (2014), tuzluluk düzeyi 1, 10, 20 ve 30 dS/m olan sulama suları ile sulanan konularda su kullanım randımanlarının 0.6-0.8 kg m⁻³ arasında olduğunu, sulama suyu tuzluluk düzeyi arttıkça su kullanım randımanının arttığını saptamışlardır.

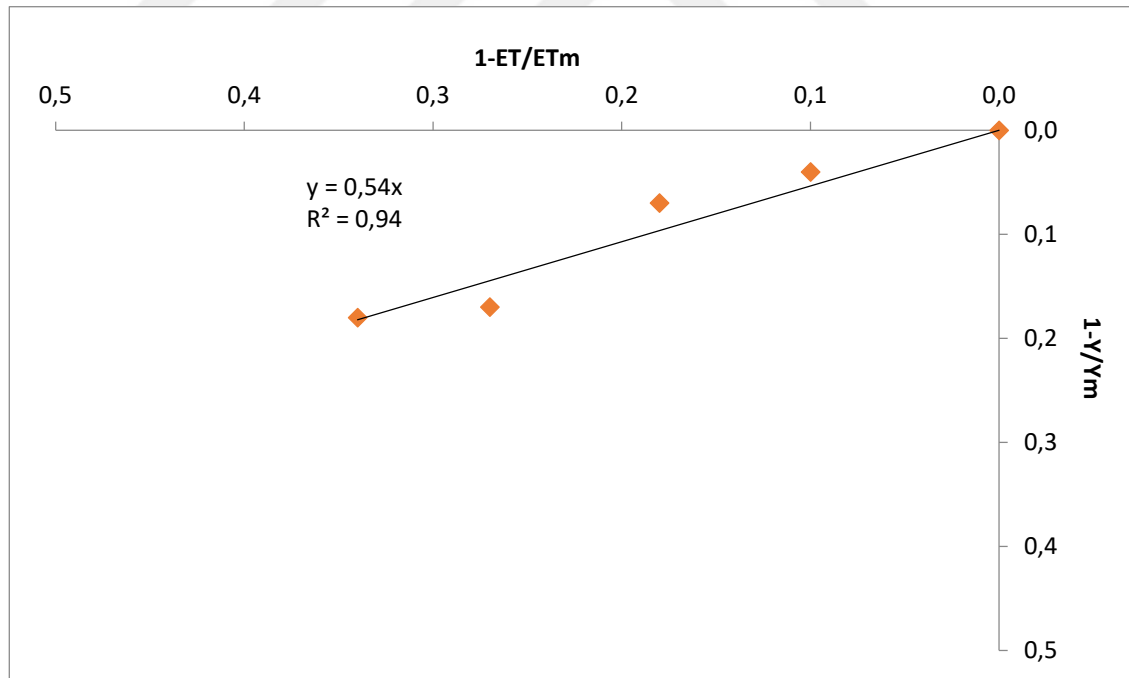
Görüldüğü üzere su kullanım randımanı değerleri su kısıtlılığına bağlı olarak değişebilmekte genellikle su kısıtlılığı arttıkça yükselmektedir. Bu çalışmada farklı sulama düzeyleri için belirlenen WUE değerleri için literatürdeki ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4.9. Verim tepki etmeni (k_y)

Çizelge 4.8’ deki kinoa dane verimi (Y) ve mevsimlik bitki su tüketimi (ET) değerlerinden hesaplanarak belirlenen oransal ET açığı ve oransal verim azalması değerleri Çizelge 4.9’da, anılan değerlerin doğrusal regresyonu ile elde edilen ilişki denklemi ve verim tepki etmeni (k_y) değerleri Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Oransal ET açığı ve oransal verim azalması değerleri

Sulama konuları	ET/ET_m	$1-ET/ET_m$	Y/Y_m	$1-Y/Y_m$
TS	1.00	0.00	1	0.00
KS75	0.90	0.10	0.96	0.04
KS50	0.82	0.18	0.93	0.07
KS25	0.73	0.27	0.83	0.17
SZ	0.66	0.34	0.82	0.18



Şekil 4.7. Toplam büyüme mevsiminde kinoa bitkisi için ET açığı ve oransal verim azalması ilişkisi

Çizelge 4.9’da, farklı sulama düzeylerinde elde edilen kinoa dane verimi ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ile en yüksek evapotranspirasyon (ET_m) miktarına

karşılık gelen en yüksek verim (Y_m) değerlerinden yararlanılarak hesaplanan toplam büyüme mevsimi için oransal ET açığı ile oransal verim azalması değerleri arasındaki ilişki (su-verim ilişkisi) ve korelasyon katsayısı:

$$(1 - Y/Y_m) = 0.54 (1 - ET/ET_m), R^2 = 0.94 \quad (3.6)$$

biçiminde belirlenmiştir (Şekil 4.7). İlişkide, doğrunun eğimi olan verim tepki etmeni değeri $k_y = 0.54$ olarak elde edilmiştir. Belirlenen verim tepki etmeni (k_y) değerinin 1'den küçük bir değer olması kinoa bitkisinin kuraklığa dayanımının yüksek olduğunun bir göstergesidir

Garcia vd (2003), Bolivya-Patacamaya-Altiplano bölgesinde, kinoanın mevsimlik verim tepki etmeni (k_y) değerini 0.67 olarak saptamışlardır. Kaya (2010), Akdeniz iklim koşullarında gerçekleştirilen denemede verim tepki etmeni (k_y) değerini 0.59 olarak belirlemiştir. Öte yandan, Talebnejad ve Sepaskhah (2015) ise İran'da yapılan bir çalışmada dane verimi için verim tepki etmeni (k_y) değerini 2.21 olarak bulmuşlardır. İncekaya (2015), Adana'da kinoa bitkisi için k_y 'yi 0.96 olarak, Sezen vd (2017) ise hem kanal suyu ile sulama yapılan koşulda 1.13 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmadan elde edilen k_y değeri de dikkate alındığında, kinoa bitkisi k_y değerlerine ilişkin literatür sonuçları ile uyumlu olduğu sonucuna varılabilir.

4.10. Verim ve Bitki Gelişim Özellikleri

4.10.1. Dane verimi (kg da^{-1})

Deneme konularından elde edilen kinoa dane verimi (kg da^{-1}) değerleri Ek Çizelge 2'de, dane verimi değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı sulama düzeylerinde kinoa dane verimi (kg da^{-1}) varyans analizi sonuçları

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Dane Verimi	295.2 a	284.2 ab	273.6 b	246.5 c	243.0 c
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): **					
**: %1 düzeyinde önemli. LSD testine göre %1 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.					

Çizelge 4.10'da görüldüğü üzere sulama düzeyleri arasındaki dane verimi farklılıkları istatistiksel açıdan ($p < 0.01$) önemlidir. Sulama konuları incelendiğinde ortalama dane veriminin $243.0\text{-}295.2 \text{ kg da}^{-1}$ arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek dane verimi 295.0 kg da^{-1} ile TS konusundan elde edilirken, en düşük dane verimi 243.0 kg da^{-1} ile SZ konusundan elde edilmiştir. KS75 konusu bir ara grup oluştururken KS25 ve SZ konuları son gruba girmişlerdir. Bu sonuçlara göre kinoa bitkisinde su kısıntısının dane verimi üzerindeki etkisinin önemli olduğu, tam sulamanın % 25'i düzeyinde sulama

yapmanın (KS25 konusu) kinoa dane veriminde istatistiksel açıdan fark yaratmadığı söylenebilir.

Schulte auf'm Erley vd (2005), kinoanın dane verimini 100-350 kg da⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Steduto vd (2012), Bolivya Altiplano'da yağışla beslenme koşullarında dane veriminin ortalama 85 kg da⁻¹'i geçmediğini, sulama ve besin maddesi sınırlaması olmadığı koşullardaki iyi dane verimlerinse bazı kinoa çeşitlerinde 450 kg da⁻¹ ve daha fazlaya kadar çıkabildiğini ifade etmiştir. Kaya (2010), Adana'da tam sulama konusunda ortalama kinoa dane veriminin 212 kg da⁻¹ olduğunu, tam sulama konusuna uygulanan sulama suyunun %50'si kadar su verilen kısıntılı sulama konusunda dane veriminin 169.1 kg da⁻¹ olduğunu saptamıştır. Geren vd. (2014), ise İzmir'de ekim zamanının 1 Mart'tan 15 Nisan'a doğru değişiminin dane verimi üzerinde olumlu etki yaptığı, ancak bu tarihlerden sonra yapılan ekimlerde ise dane verimlerinde azalma görüldüğü sonucuna ulaşmışlardır. Kır ve Temel (2017), Iğdır ekolojik koşullarında Titicaca (Q-52) kinoa çeşidinden en yüksek 400.43 kg da⁻¹ tohum verimi elde etmişlerdir. Öte yandan, İyi planlanmış bir kısıntılı sulamanın, tam sulamada ihtiyaç duyulan suyun yarısı kadar sulama suyu ile 120-200 kg da⁻¹ arasında kararlı bir kinoa dane verimi sağlayabileceği, gübreleme olmaksızın tam sulama ile dane verimini 200 kg da⁻¹'in üzerine çıkarmanın mümkün olmadığı bildirilmiştir (Geerts vd. 2008a). Geerts vd (2008), Bolivya'da yapılan bir çalışmada tam sulama konusundan elde edilen dane verimi ile tam sulamada uygulanan suyun %50'si kadar su ile yapılan kısıntılı sulamadan elde edilen dane verimi arasında önemli bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir.

Tam sulama ve farklı düzeylerde kısıntı uygulanan konulardan elde edilen dane verimi sonuçlarının söz konusu çalışmalarda kullanılan çeşitlerin genetik yapılarından ve iklimsel koşullara olan tepkilerinin farklılığından kaynaklanabileceği söylenebilir.

4.10.2. Bin dane ağırlığı (g)

Deneme konularında belirlenen bin dane ağırlığı (g) değerleri Ek Çizelge 3'de ve ortalama bin dane ağırlıklarına ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa bin dane ağırlığı (g) varyans analizi sonuçları

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Bin Dane Ağırlığı	3.3	3.4	3.3	3.1	3.3
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d. ; önemli değil.					

Çizelge 4.11'den görüleceği üzere farklı sulama düzeylerinde saptanan bin dane ağırlıklarının 3.1 ile 3.4 g arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek bin dane ağırlığı KS75 konusunda elde edilirken TS konusunda bin dane ağırlığı 3.3 g, KS50 konusunda

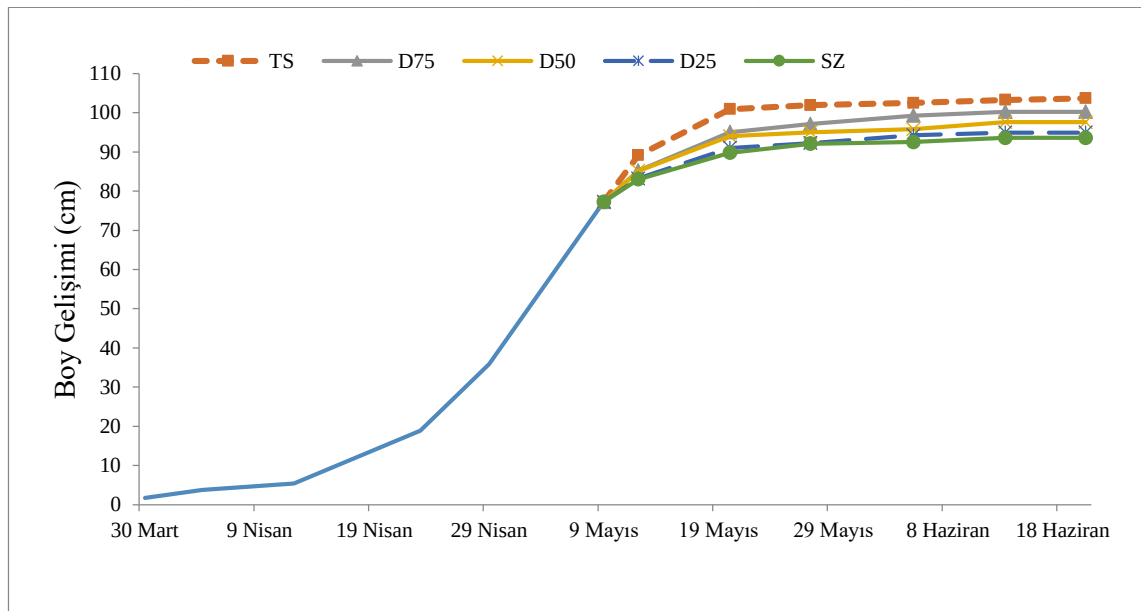
3.3 g, KS25 konusunda 3.1 g ve SZ konuda ise 3.3 g olarak saptamıştır. Anılan çizelgedeki değerlerin varyans analizi yapılmış ve sulama konularından elde edilen bin dane ağırlıkları arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmadığı belirlenmiştir

Yazar vd (2012), Adana ekolojik koşullarında yapılan bir çalışmada tam sulama ve kısıntılı sulama konularından elde edilen bin dane ağırlıkları arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmadığını ve bin dane ağırlıklarının 2.1-2.6 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Geren vd. (2014) İzmir yöresinde yaptıkları çalışmada, farklı ekim zamanlarında yetiştirilen kinoa bitkisinde ekim zamanının bin dane ağırlığı üzerindeki etkisinin önemli olduğunu belirlemişlerdir. En yüksek bin dane ağırlığı (3.495 g) 1 Mart'ta yapılan ekimde belirlenmiş, 15 Mayıs'ta yapılan ekimlerde ise en düşük bin dane ağırlığı (3.238 g) saptanmıştır. Kaya (2010) ise, Çukurova koşullarında kinoa bitkisinin bin dane ağırlığının 2.1-2.6 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Kır ve Temel (2017), Iğdır'da farklı kinoa genotiplerinde en yüksek bin dane ağırlığının Titicaca (2.65 g) çeşidinde, en düşük bin dane ağırlığının ise Cherry Vanilla (1.98 g) çeşidinde saptandığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada kinoa bitkisinde, bin dane ağırlıkları açısından literatürdekilerle benzer sonuçlar elde edildiği sonucuna varılabilir.

4.10.3. Bitki boyu (cm) gelişimi

Deneme süresince farklı sulama düzeylerinde belirlenen bitki boyu (cm) değerleri Ek Çizelge 4'de verilmiş ve anılan değerlerin bitki gelişme mevsimi boyunca değişimi Şekil 4.8'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Farklı sulama düzeylerinde mevsim boyunca kinoa bitkisinin ortalama boy (cm) gelişimi

Şekil 4.8'de görüleceği gibi, kinoa bitkisinin erken vejetatif gelişim döneminin ilk ayında boy gelişimi çok yavaş olup bitki boyunun en hızlı gelişiminin geç vejetatif

gelişim döneminde olduğu ve bu gelişimin çiçeklenme dönemine kadar devam ettiği gözlenmiştir. TS ve kısıntılı sulama düzeylerinde (KS75, KS50 ve KS25) boy gelişimi SZ konusuna göre daha fazla olmuş, kısıntılı sulama düzeylerinde uygulanan su miktarlarına bağlı olarak farklılık oluşmuştur.

Deneme konularında kinoa bitkisinin büyüme mevsimi sonundaki ortalama boylarına (cm) ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı sulama düzeylerinde kinoa bitki boyu (cm) varyans analizi sonuçları

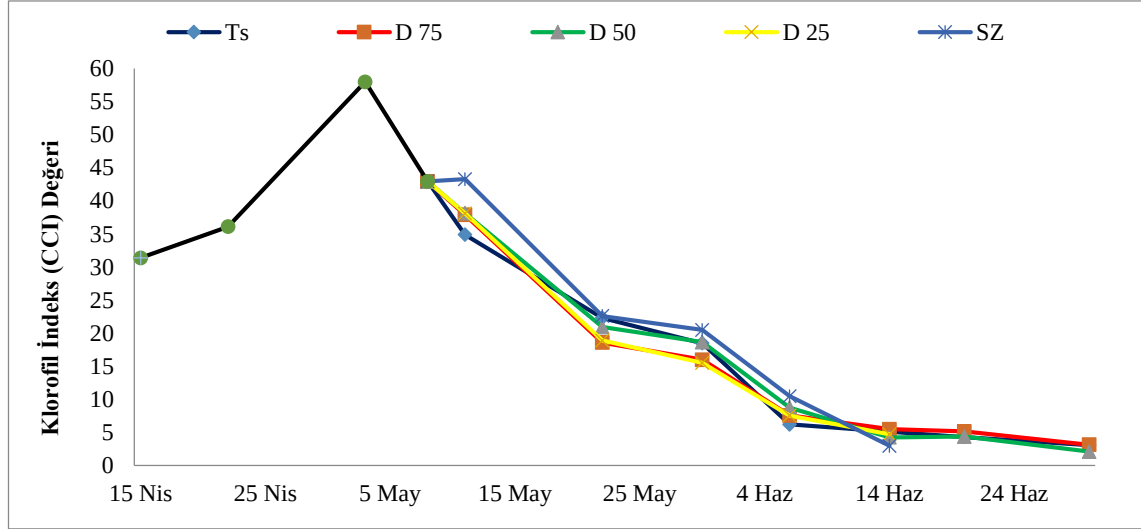
Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Bitki Boyu	103.2 a	100.0 ab	96.3 bc	95.2 c	93.5 c
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S):**					
**: %1 düzeyinde önemli. LSD testine göre %1 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.					

Çizelge 4.12’den görüleceği üzere en yüksek boy gelişimi TS konusunda (103.2 cm), en düşük boy gelişimi SZ konusunda (93.5 cm) belirlenmiş ve sulama düzeyleri arasında bitki boy gelişimleri istatistiksel açıdan $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Akdeniz iklim koşullarında damla yöntemiyle tatlı ve tuzlu su kullanılarak yapılan bir çalışmada en yüksek bitki boyu 130 cm olarak ölçülmüş ve bu değeri 127 cm ile 5 dS m^{-1} ’lik sulama suyu tuzluluğuna sahip suyla sulanan konu izlemiş, sulama suyu tuzluluğunun bitki boyunu önemli ölçüde etkilemediği ve tam sulama konularına uygulanan sulama suyunun %50’si kadar su ile sulanan kısıntılı sulama (DI) ve yarı ıslatmalı sulama (PRD) konularında boy gelişimleri sırasıyla 113 ve 116 cm olduğu bildirilmiştir (Yazar vd. 2012). Çukurova koşullarında yapılan başka bir çalışmada kinoa bitkisinde bitki boylarının 116-130 cm arasında değiştiği belirtilmiştir (Kaya 2010).

4.10.4. Yaprak klorofil içeriği indeksi (CCI) değerleri

Fotosentez sırasında aktif görev alan yapılardan en önemlileri klorofillerdir. Bitki gelişimi sırasında ortaya çıkan bir stres etmeninin varlığı bitkilerde klorofil pigmentlerinin oluşumu olumsuz etkilemektedir. Klorofil içeriğinin ölçüsü stresin şiddetini belirlemede kullanılmaktadır (Başyigit ve Ersan 2014). Deneme süresince farklı sulama düzeylerinde belirlenen yaprak klorofil indeksi (CCI) değerleri Ek Çizelge 5’te, değerlerin değişim grafiği Şekil 4.9’da gösterilmiştir. Ortalama yaprak klorofil indeksi (CCI) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.13’te verilmiştir.



Şekil 4.9. Kinoa bitkisinde farklı sulama düzeylerinde büyüme mevsimi boyunca klorofil indeksi (CCI) değerlerinin değişimi

Şekil 4.9'dan görüleceği üzere büyüme mevsimi başlarında artış gösteren CCI değerleri pik yaptıktan sonra giderek azalma göstermiş, konulu sulamalar uygulandıktan sonra da bu eğilim paralel olarak devam etmiştir.

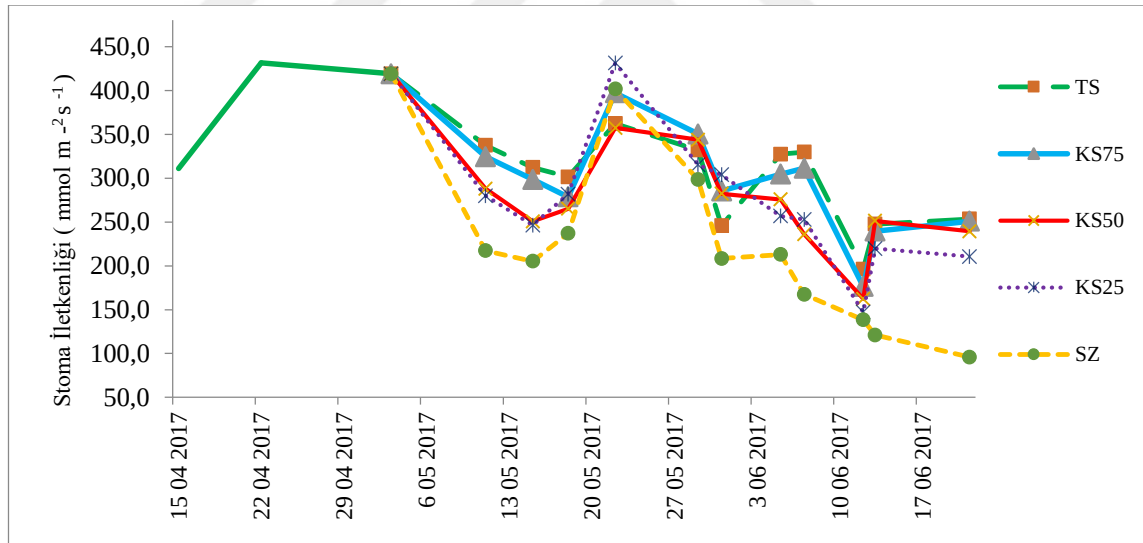
Çizelge 4.13. Bitki gelişim süresince farklı sulama düzeylerinde kinoa bitkisinin yaprak klorofil indeksi (CCI) değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Tarih	Sulama Düzeyleri					P > F	Ölçüm Tarihleri Ort.
	TS	D75	D50	D25	SZ		
15.04.2017	30.4 BC	30.4 B	30.4 B	30.4 B	30.4 C	ö.d.	30.4 D
22.04.2017	33.7 B	33.7 B	33.7 B	33.7 B	33.7 C	ö.d.	33.7 C
03.05.2017	57.0 A	57.0 A	57.0 A	57.0 A	57.0 A	ö.d.	57.0 A
08.05.2017	34.2 B	34.2 B	34.2 B	34.2 B	34.2 C	ö.d.	34.2 BC
11.05.2017	34.0 B	35.6 B	37.5 B	37.5 B	41.9 B	ö.d.	37.3 B
22.05.2017	23.6CD	17.7 C	21.4 C	19.3 C	22.3 D	ö.d.	20.9 E
30.05.2017	18.4 D	17.0 C	18.0 C	15.6 C	20.8 D	ö.d.	18.0 E
06.06.2017	6.1 Eb	7.3 Db	7.3 Db	6.9 Db	10.6 Ea	**	7.6 F
14.06.2017	4.9 E	5.5 D	4.4D	5.2 D	3.2 EF	ö.d.	4.7 FG
20.06.2017	4.3 Eb	5.1 Da	4.3 Db	0.0 Dc	0.0 Fc	***	2.8 G
P > F	***	***	***	***	***		
Sulama Düzeyi Ort.	24.6	24.4	24.8	24.0	25.4		
Önemlilik	Ölçüm Tarihi: *** Sulama Düzeyi: ö.d. Ölçüm Tarihi × Sulama Düzeyi: ö. d.						
Küçük harfler LSD testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. Büyük harfler LSD testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütun boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. *** ve **: sırasıyla %1 ve %5 olasılık seviyesinde önemlidir. ö. d: İstatistiksel olarak önemli değil.							

Çizelge 4.13’de görüleceği üzere, deneme konularında ölçülen klorofil içeriği indeks (CCI) değerlerinin zamansal değişiminin istatistiksel açıdan $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunduğu; gelişim dönemi boyunca klorofil içeriğinin vejetatif gelişim dönemi içinde tüm konularda en yüksek değerlerin 03.05.17 tarihinde belirlendiği, daha sonraki dönemlerde kademeli olarak azaldığı gözlenmiştir. Sulama düzeyleri arasında klorofil içeriği indeksi değerlerinin istatistiksel açıdan yalnızca 06.06.17 ($p<0.05$) ve 20.06.17 ($p<0.01$) tarihlerinde önemli olduğu saptanmıştır. Bu bulgulardan, dane dolum dönemi öncesi (05.06.2017 tarihinde) yapılan son sulamanın, yapraklarda klorofil içeriğinde değişikliğe neden olduğu söylenebilir. Öte yandan 20.06.2017 tarihinde yapılan klorofil içeriği ölçümlerinde SZ ve KS25 konularında neredeyse hiç yeşil yaprak kalmaması nedeniyle ölçüm gerçekleştirilememiştir. Yine, aynı tarihten bir gün önce (19.06.2017) düşen yağışın TS, KS75 ve KS50 konularındaki yaprak klorofil içeriği değerlerinde istatistiksel açıdan farklılık oluşturduğu belirlenmiştir. Sulama düzeyleri arasında klorofil içeriği indeks değerleri açısından istatistiksel açıdan farklılık olmaması kinoa bitkisinin kuraklığa karşı direncinin çok yüksek olmasından kaynaklanabilir.

4.10.5. Stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) değerleri

Deneme süresince farklı sulama düzeylerinde stoma iletkenliği değerleri Ek Çizelge 6’da, büyüme mevsimi boyunca farklı sulama düzeylerinde stoma iletkenliği değerlerindeki değişimin grafiksel gösterimi ise Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.10. Farklı sulama düzeylerinde mevsim boyu kinoa bitkisinde stoma iletkenliği değerlerinin değişimi

Şekil 4.10’dan görüleceği gibi, konulu sulamalara başladıktan sonra stoma iletkenliği değerleri farklılaşmaya başlamış ve genel olarak TS konusundan susuz konuya doğru giderek azalan bir eğilim göstermiştir.

Deneme konularında mevsim boyunca stoma iletkenliği değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı sulama konularında farklı tarihlerde ölçülen kinoa bitkisinin stoma iletkenliği ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Tarih	Sulama Düzeyleri					P > F	Ölçüm Tarihleri Ort.
	TS	KS75	KS50	KS25	SZ		
15.04.17	363.5 B	363.5 BC	363.5 BC	363.5 B	363.5 B	ö.d	363.5 C
22.04.17	429.1 A	429.1 A	429.1 AB	429.1 A	429.1 A	ö.d	429.1 A
03.05.17	439.4 A	439.4 A	439.4 A	439.4 A	439.4 A	ö.d	439.4 A
11.05.17	337.4 BCa	324.5 CEab	287.9 DEbc	279.8 CEc	215.4 DEd	**	289.0 E
15.05.17	312.1 BDa	298.5 DFab	250.6 Ebc	246.2 EFbc	205.2 DEc	**	262.5 F
18.05.17	301.3 CEa	281.0 EGab	265.0 Eb	281.6 CEab	237.0 CDc	**	273.2 EF
22.05.17	362.1 B	397.2 AB	357.2 C	431.1 A	401.6 AB	ö.d	389.8 B
29.05.17	331.8 BC	350.3 BD	343.7 CD	315.3 BC	298.3 C	ö.d	327.9 D
31.05.17	245.7 EFab	285.3 EG a	282.2 DEa	303.8 CDa	208.4 DEb	*	265.1 EF
05.06.17	327.4 BCa	304.5 DFab	276.7 Eac	256.5 DFbc	212.9 DEc	*	275.6 EF
07.06.17	329.7 BCa	311.3 CEab	236.1 Ebc	252.8DFab	167.5 EFc	**	259.5 F
12.06.17	196.3 F	176.4 H	162.4 F	147.1 G	138.5 FG	ö.d	164.1 H
13.06.17	247.6EFab	239.6 Gab	251.3 Ea	219.6 Fb	121.0 FGc	**	215.8 G
21.06.17	253.4 DFa	250.8 FGa	239.4 Ea	210.6 Fa	95.9 Gb	**	210.0 G
P > F	**	**	**	**	**		
Sulama Düzeyi Ort.	319.8 a	318.0 a	298.9 b	298.3 b	252.4 c		
Önemlilik	Ölçüm Tarihi : ** Sulama Düzeyi: ** Ölçüm Tarihi × Sulama Düzeyi: **						
İtalik yazılmış bölümde; her bir değer dokuz tekerrür ortalamasıdır. Küçük harfler LSD testine göre %5 önem seviyesinde yatay (satır boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. Büyük harfler LSD testine göre %5 önem seviyesinde dikey (sütün boyunca) verilen ortalamaların karşılaştırmasını göstermektedir. ö. d., ** ve *: sırasıyla; önemli değil, %1 ve % 5 olasılık seviyesinde önemlidir.							

Çizelge 4.14'den görüldüğü üzere ölçüm zamanı, sulama düzeyi ve bunların interaksiyonları arasında $p < 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak farklılıklar belirlenmiştir. Araştırma konularında 11.05.17, 15.05.17, 18.05.17, 07.06.17, 13.06.17 ve 21.06.17 tarihlerinde ölçülen stoma iletkenliği değerleri incelendiğinde stoma iletkenliğinin en yüksek olduğu konunun TS konusu olduğu, sulama düzeyleri arasındaki farkların $p < 0.01$ düzeyinde istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmektedir. 22.05.17 ve 29.05.17 tarihlerinde yapılan ölçümlerde ise konular arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Bunun nedeninin, bu dönemlerde görülen yağışlardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. 31.05.17 ve 05.06.17 tarihlerinde ölçülen stoma iletkenliği değerlerinin istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunduğu; 12.06.17 tarihinde yapılan okumalarda ise konular arasında istatistiksel olarak bir fark görülmediği belirlenmiştir. Ayrıca, kinoa bitkisinde vejetatif gelişim dönemi içinde stoma iletkenliğinin giderek

arttığı ancak hasat zamanına doğru azaldığı görülmüştür. Farklı sulama düzeylerinin denendiği bu çalışmada en yüksek stoma iletkenliği TS ve KS75 konularında (sırasıyla, 319.8 ve 318.0 mmol m⁻² s⁻¹) meydana gelmiş olup istatistiksel anlamda aynı kategoride bulunmaktadır. En düşük stoma iletkenliği ise SZ konusunda (252.4 mmol m⁻² s⁻¹) meydana gelmiştir. Bitkilerin kurak koşullarda su kaybından kaçınmak için aldığı önlemlerden biri stomalarını kapatmaktır. Stoma iletkenliğinin yüksek olması, bitkinin stres koşuluna karşı dayanımını pozitif yönde etkileyen bir özelliktir. Nitekim Jacobsen vd. (2009) de, kuraklık stresi sırasında kinoa bitkisinin gaz alışverişinin kontrol edildiği çalışmasında ilerleyen kuraklıkla birlikte stoma iletkenliğinin giderek azaldığını bildirmişlerdir.

Adolf vd. (2013)'nin yaptığı çalışmada tuzlu koşullarda yetişen iki kinoa çeşidinde (Utusaya ve Titicaca) stoma iletkenlikleri karşılaştırılmış ve Utusaya çeşidinde stoma iletkenliğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tuzluluk koşulları Titicaca çeşidinde stoma iletkenliğinde %67 oranında azalmaya neden olurken, Utusaya çeşidinde stoma iletkenliğinin sadece %25 azalma gösterdiği bildirilmiştir.

4.10.6. Kül içeriği (%)

Deneme konularından elde edilen kinoa danelerindeki kül içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 7'de, ortalama kül içeriği değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki kül içeriği (%) değerleri üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Kül içeriği	5.79	4.97	5.30	5.68	5.04
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d. ; önemli değil.					

Çizelge 4.15'den görüleceği üzere kül içeriği yönünden sulama düzeyleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli değildir. Bhargava vd. (2006), kinoa kül içeriğinin (%3.4), çeltik (%0.5) ve buğdaya (%1.8) göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

4.10.7. Kuru madde içeriği (%)

Deneme konularından elde edilen kinoa danelerindeki kuru madde içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 8'de ve ortalama kuru madde içeriği değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki kuru madde içeriği (%) değerleri üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Kül içeriği	91.33	91.59	90.99	91.43	91.65
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö.d.					
ö. d. ; önemli değil					

Çizelge 4.16'dan görüleceği üzere kuru madde içeriği yönünden sulama konular arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

4.11. Kalite Özellikleri

4.11.1. Protein içeriği (%)

Deneme konularından elde edilen kinoa danelerindeki protein içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 9'da ve ortalama protein içeriği değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki protein içeriği (%) üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Protein İçeriği	10.32	10.26	10.46	10.00	10.14
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d. ; önemli değil.					

Çizelge 4.17'de görüleceği üzere protein içeriği yönünden sulama düzeyleri arasındaki farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir. Talebnejad ve Sepaskhah (2014), 2011 ve 2012 yıllarında İran'da yapılan çalışmada farklı tuzlu taban suyu derinliklerinin (0.3, 0.55, 0.80 m) ve farklı sulama suyu tuzluluklarının (10, 20, 30, 40 dS/m) kinoa bitkisinin danelerinde bulunan protein içeriğinin istatistiksel olarak farklılık oluşturmadığını, sulama suyu tuzluluğunun 20 dS/m'den 30 dS/m'ye ve 30 dS/m'den 40 dS/m'ye yükselmesiyle protein içeriğinde sırasıyla %13 ve %7 artış sağladığını bildirmişlerdir. Razzaghi vd. (2012), yapılan çalışmada sulama suyu tuzluluğunun 20 dS/m'den yüksek tuzluluk seviyelerinde tohumda bulunan toplam N miktarında istatistiksel olarak farklılık oluşturmadığını bildirmişlerdir.

4.11.2. Yağ içeriği (%)

Deneme konularından elde edilen kinoa danelerindeki toplam yağ içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 10'da, ortalama yağ içeriği değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağ içeriği (%) üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Yağ içeriği	5.10	5.14	5.00	5.20	5.44
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d., * ve **; sırasıyla önemli değil, %5 düzeyinde önemli ve %1 düzeyinde önemli. LSD testine göre %5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.					

Çizelge 4.18'den görüleceği üzere toplam yağ içeriği yönünden sulama düzeyleri arasındaki farklar, istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

4.11.3. Yağ asitleri içeriği

Karbon atomları arasındaki bağ yapılarına göre yağ asitleri doymuş ve doymamış yağ asitleri olarak iki şekilde sınıflandırılır. Miristik asit, palmitik asit, stearik asit, araşidik asit bitkisel yağlarda bulunan en önemli doymuş yağ asitlerindendir. Doymuş yağ asitleri insan vücudunda da sentezlenebilirler. Oleik asit, linoleik asit, linolenik asit ise en önemli doymamış yağ asitlerindendir. Doymamış yağ asitleri insan vücudunun sentezleyemediği ve dışardan almak zorunda olduğu esansiyel yağ asitleridir ve büyük çoğunluğu bitkisel kaynaklıdır (Karaca ve Aytaç 2007). Kinoa bitkisi esansiyel yağ asitlerince de zengin bir içeriğe sahiptir (Ranhotra vd. 1993; Park ve Morita 2004). Kinoanın yağ asidi içeriği, soya yağına benzemektedir (Valencia-Chamorro 2003; Ng vd. 2007). Bununla beraber kinoa daneleri yaklaşık olarak % 6-8 oranında toplam lipid içerirken, bu lipidlerin de büyük bir çoğunluğunu linoleik (%52), linolenik ve oleik asit gibi esansiyel yağ asitleri oluşturmaktadır (Valencia-Chamorro 2003; Park ve Morita 2004). Karaca ve Aytaç (2007) sıcaklık, enlem derecesi ve lokasyon, ekim zamanı, kuraklık, toprak özellikleri (tuzluluk, N gübrelemesi), genetik faktörler ve bitkinin morfolojik özelliklerinin yağ asitleri kompozisyonuna etki ettiğini bildirmişlerdir.

4.11.3.1. Miristik asit içeriği (%)

Miristik asit bitkisel yağlarda bulunan en önemli doymuş yağ asitlerinden biridir. Deneme konularında kinoa danelerindeki yağın miristik asit içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 11'de ve ortalama miristik asit içeriği (%) değerlerine ilişkin, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın miristik asit içeriği (%) üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Miristik Asit İçeriği	0.28	0.28	0.28	0.27	0.30
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d. ; önemli değil,					

Çizelge 4.19'dan görüleceği üzere, kinoa danelerinin miristik asit içeriği (%) yönünden sulama düzeyleri arasında farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı, başka bir deyişle su stresinin kinoa danelerinde miristik asit içeriğini etkilemediği belirlenmiştir. Cherry vd. (1985), Kuzey ve Güney Amerika'da soya bitkisi üzerinde yapılan çalışma sonuçlarına göre; Güney Amerika'da üretilen danelerde miristik asit içeriğinin sıcaklığa bağlı olarak daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

4.11.3.2. Palmitik asit içeriği (%)

Deneme konularında kinoa danelerindeki yağın, palmitik asit içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 12'de ve ortalama palmitik asit içeriği (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın palmitik asit içeriği (%) üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Palmitik Asit İçeriği	9.63	9.56	9.50	9.44	9.36
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d., önemli değil.					

Çizelge 4.20'den görüleceği üzere, kinoa danelerinin palmitik asit içeriği (%) yönünden sulama konuları arasında farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı, başka bir deyişle su stresinin kinoa tohumlarında palmitik asit içeriğini değiştirmediği saptanmıştır. Gororo vd. (2003), Avustralya'da kolza bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada sıcaklığın yüksek olduğu bölgelerde doymuş yağ asitleri oranlarının daha düşük olduğu, palmitik asit içeriğinin azalmasıyla kolzanın toplam doymuş yağ içeriğinin düşmesinden kaynaklı daha sağlıklı bir yağ olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

4.11.3.3. Stearik asit içeriği (%)

Deneme konularında kinoa danelerindeki yağın stearik asit içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 13'de ve ortalama stearik asit içeriği (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın stearik asit içeriği (%) üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Stearik Asit İçeriği	0.53	0.61	0.57	0.64	0.58
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d., Önemli değil.					

Çizelge 4.21'den görüleceği üzere, kinoa danelerinin stearik asit içeriği (%) yönünden sulama düzeyleri arasında farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı, diğer bir deyişle su stresinin kinoa tohumlarında stearik asit içeriğini değiştirmediği sonucuna ulaşılmıştır. Gorora vd. (2003), tarafından yapılan çalışmada sıcaklığın kolza bitkisinde bulunan doymuş yağ asitlerinden stearik asit içeriğini azalttığı sonucuna varılmıştır.

4.11.3.4. Oleik asit içeriği (%)

Deneme konularında kinoa danelerindeki yağın oleik asit içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 14'de ve ortalama oleik asit içeriği (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın oleik asit içeriği (%) üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Oleik Asit İçeriği	22.60	22.71	22.46	23.40	22.81
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d., önemli değil.					

Çizelge 4.22'de görüleceği üzere, kinoa danelerinin oleik asit içeriği (%) yönünden sulama düzeyleri arasında farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır. Buna göre, su stresinin kinoa tohumlarında oleik asit içeriğini değiştirmediği sonucuna ulaşılabilir.

Koziol (1992); Repo-Carrasco vd. (2003) ve Ruales ve Nair (1993) kinoa bitkisinde yüksek asitlerinden biri olan oleik asit içeriğini sırasıyla % 23.3, 26.0 ve 24.8 olduğunu bildirmişlerdir. Akdeniz Bölgesinde yüksek oleik asit içeren ayçiçeği hibritlerinde erken ekimin, oleik asit içeriğini azalttığı sonucuna varılmıştır (Flagella vd. 2002). Buna karşın Teksas'da yapılan bir çalışmada bahar döneminde (ilk ekim) yetiştirilen ayçiçeği tohumlarında oleik asit içeriğinin arttığı, yaz döneminde (son ekim) yetiştirilen tohumlarda ise oleik asit içeriğinin azaldığı belirlenmiştir (Jones 1984). Naveed vd. (2006), kuraklıktan etkilenen bölgelerdeki kolza çeşitlerinde oleik asit miktarını diğer bölgelere göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Buna rağmen Akdeniz Bölgesinde yüksek oleik asit içerikli ayçiçeği hibritlerinde, sulamalı koşullarda oleik asit miktarında azalış belirlenmiştir (Flagella vd. 2002). Çevresel faktörlerden, özellikle minimum sıcaklık ve solar radyasyonun ayçiçeğinde oleik asit konsantrasyonu üzerinde önemli etkisi olduğunu, maksimum sıcaklığın oleik asit üzerinde etkisinin ise minimum sıcaklığa göre daha az önemli olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda oleik asit içeriğinin bitki cinsi, iklim koşulları, ekim zamanı gibi birçok değişkene göre farklılık gösterebildiği söylenebilir.

4.11.3.5. Linoleik asit içeriği (%)

Deneme konularında kinoa danelerindeki yağın linoleik asit içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 15’de ve ortalama linoleik asit içeriği (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23’ de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın linoleik asit içeriği (%) üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Linoleik Asit İçeriği	59.93	59.73	60.00	59.24	59.75
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d, önemli değil.					

Çizelge 4.23’den görüleceği üzere, kinoa danelerinin linoleik asit içeriği (%) yönünden sulama düzeyleri arasında farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı, su stresinin kinoa danelerinde linoleik asit içeriğini değiştirmediği sonucuna ulaşılmıştır. Kinoa danelerinde yüksek oranda bulunan yağ asitlerinden biri olan linoleik asit içeriğini Koziol (1992) %53.1; Repo-Carrasco vd. (2003) % 50.2 ve Ruales ve Nair (1993) %52.3 oranında belirlemişlerdir.

Karaca ve Aytaç (2007), yüksek sıcaklık ve özellikle yüksek gece sıcaklıklarının ayçiçeği tohumlarında bulunan linoleik asit yüzdesinde belirgin bir azalmaya neden olduğunu saptamışlar ve oleik asitin linoleik asite dönüşümünde sorumlu olan “desaturaz” enziminin aktivitesi üzerine sıcaklığın etkisinin olabileceğini bildirmişlerdir. Gerald (1986), minimum sıcaklık ve güneş ışığının ayçiçeğinde linoleik asit konsantrasyonunu negatif olarak etkilediğini bildirmiştir. Zhao-mu ve Lin (1989), Çin’de yapılan bir çalışmada yetiştirilen aspir çeşitlerinin tohumlarındaki linoleik asit oranının, ekolojik ve coğrafi şartlardan etkilendiğini ve linoleik asit oranının (% 75.3 ile % 83.5) düşük atmosfer nemi ve gece ve gündüz arasındaki önemli sıcaklık farklılıklarından etkilendiği belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalardan anlaşılabacağı üzere linoleik asit miktarının bitki cinsi ve ekolojik koşullar gibi çevresel ve genetik etkenlere göre değişiklik gösterebildiği söylenebilir.

4.11.3.6. Linolenik asit içeriği (%)

Deneme konularında kinoa danelerindeki yağın linolenik asit içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 16’da ve ortalama linoleik asit içeriği (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın linolenik asit içeriği (%) üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Linolenik Asit İçeriği	5.30	5.38	5.42	5.18	5.37
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d., önemli değil.					

Çizelge 4.24'den, kinoa danelerinin linolenik asit içeriği (%) yönünden sulama konuları arasında farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı, diğer bir deyişle, su stresinin kinoa danelerinde linolenik asit içeriğini etkilemediği sonucuna ulaşılabılır. Koziol (1992); Repo-Carrasco vd. (2003) ve Ruales ve Nair (1993) araştırmalarında kinoa danelerinde bulunan linolenik asit yüzde içeriklerini sırasıyla 6.2, 4.8 ve 3.9 olarak saptamışlardır. Dubey vd. (2001), tuzlu sulama koşullarında yetiştirilen keten bitkisinde artan tuzluluk seviyelerinin, önemli bir yağ asidi olan linolenik asit miktarında artışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

4.11.3.7. Araşidik asit içeriği (%)

Deneme konularında kinoa danelerindeki yağın araşidik asit içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 17'de ve ortalama araşidik asit içeriği (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın araşidik asit içeriği (%) üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Araşidik Asit İçeriği	0.37	0.37	0.36	0.40	0.36
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): ö. d.					
ö. d., önemli değil.					

Çizelge 4.25'den görüleceği üzere, kinoa danelerinin araşidik asit içeriği (%) yönünden sulama düzeyleri arasında farkların istatistiksel açıdan önemli olmadığı, su stresinin kinoa danelerinde araşidik asit içeriğini etkilemediği anlaşılmaktadır.

Baştuğ vd. (2017), susam bitkisinde yaptıkları kısıntılı sulama çalışmasında, danelerdeki en yüksek araşidik asit içeriğini susuz konuda (%0.62), en düşük araşidik asit içeriğini ise sırasıyla KS75 (%0.60) ve TS (%0.58) konularında belirlemişler ve uygulanan su miktarı arttıkça danelerdeki araşidik asit içeriğinin azaldığı sonucuna ulaşmışlardır.

4.11.3.8. Eikosenoik asit içeriği (%)

Deneme konularında kinoa danelerindeki yağın eikosenoik asit içeriği (%) değerleri Ek Çizelge 18’de ve ortalama eikosenoik asit içeriği (%) değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı sulama düzeylerinin kinoa danelerindeki yağın eikosenoik asit içeriği (%) üzerine etkisi

Sulama Düzeyleri	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
Eikosenoik Asit İçeriği	1.38 a	1.40 ab	1.41 abc	1.44 bc	1.45 c
Önemlilik: Sulama Düzeyi (S): *					
*; %5 düzeyinde önemli. LSD testine göre %5 önem düzeyinde farklı ortalamalar ayrı harflerle gösterilmiştir.					

Çizelge 4.26’da görüleceği üzere, kinoa danelerinin eikosenoik asit içeriği (%) yönünden sulama düzeyleri arasında farkların istatistiksel açıdan $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. En yüksek eikosenoik asit içeriği SZ (%1.45) konusunda en düşük eikosenoik içeriği ise TS (%1.38) konusunda belirlenmiştir. Diğer bir deyişle, su stresi arttıkça kinoa danelerinde eikosenoik asit içeriği artış göstermiştir. Buna karşın Antalya koşullarında farklı kısıntılı sulama uygulamalarıyla yetiştirilen susam danelerindeki eikosenoik asit içeriğinin %0.21-0.24 arasında değiştiği ve en yüksek eikosenoik asit içeriğinin tam sulama koşullarında yetişen susam tohumlarından elde edildiği bildirilmiştir (Baştuğ vd. 2017).

Yağ asitleri ile ilgili yer alan çalışmalarda görüleceği üzere yağ asitleri kompozisyonu sabit olmayıp; bitki cinsi ve çeşitlere göre karakteristik farklılıklar gösterdiği gibi, iklimsel faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, yağ asitleri kompozisyonlarının hangi koşullarda nasıl bir değişim meydana getireceğinin bilinmesi, yağ kalitesi açısından oldukça önemlidir. Yağların, yağ asitleri kompozisyonunun bilinmesi yağların kullanım amaçlarına göre üretim yapılmasını sağlayacaktır. Bu amaçla istenilen bitki tür ya da çeşitleri en uygun bölgelerde yetiştirilerek, amaca uygun yağlar üretmek mümkün olabilecektir (Karaca ve Aytaç 2007).

Antalya iklim koşullarında farklı sulama düzeyleri kullanılarak yetiştirilen Triticaca (Q-52) kinoa çeşidindeki yağ asitlerinde sulama düzeylerine göre istatistiksel açıdan önemli farklılık olmadığı, yalnızca eikosenoik asit içeriğinin sulama düzeylerine bağlı olarak istatistiksel açıdan önemli farklılıklar gösterdiği, kinoa danelerindeki yağın eikosenoik asit içeriğinin su stresine bağlı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. İnsan sağlığı açısından önemli olan ve kinoa bitkisinde önemli oranda yer alan yağ asitlerinin kinoa gibi kuraklığa dayanıklı bir bitkide su stresine bağlı olarak değişmemesi kinoa bitkisinin besleyici özelliklerinin ve su stresine dayanıklılığının bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada kinoa bitkisinin Antalya’da lizimetre koşullarında damla sulama yöntemi ile farklı su kısıntıları uygulayarak su-verim ilişkilerinin incelenmesi, bitki su tüketimi (ET) ve farklı gelişme dönemlerindeki bitki katsayılarının (K_c) belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada kinoa bitkisinin gelişim dönemi boyunca toplamda 5 kez sulama yapılmış ve kısıntılı sulama (KS25, KS50, KS75) ve tam sulama (TS) konularında sırasıyla toplam 28.5, 55.1, 81.6 ve 108.2 mm sulama suyu uygulanmıştır. Çalışmada konulara göre kinoa bitkisinin su tüketim değerleri 198.3-302.0 mm arasında değişmiştir. Araştırmada su kullanım randımanları (WUE) ise 0.98-1.22 kg m⁻³ arasında değişmiştir.

Kinoa bitkisinde farklı gelişim dönemlerindeki K_c katsayısı değerleri başlangıç dönemi için 0.54, mevsim ortası dönem için 1.13 ve olgunlaşma dönemi için 0.79 olarak belirlenmiştir.

Sulama konularına göre verim değerleri incelendiğinde en yüksek verim TS konusundan 295.2 kg da⁻¹ olarak, en düşük verim değeri ise SZ konusundan 243.0 kg da⁻¹ olarak elde edilmiş, artan sulama düzeyi ile verim değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Kinoa bitkisinin kısıntılı sulama uygulamalarında (KS75, KS50, KS25) tam sulamaya göre daha az sulama suyu ile sulanmasının istatistiksel olarak verimde azalmalara neden olduğu saptanmıştır.

Sulama konularında belirlenen bin dane ağırlıkları 3.1 ile 3.4 g arasında değişmiş; konulara uygulanan farklı sulama düzeylerinin bin dane ağırlıkları üzerine istatistiksel açıdan önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Sulama düzeylerine göre bitki boy gelişimleri arasında istatistiksel açıdan farklılıklar görülmüş ve en yüksek boy gelişimi TS konusundan (103.2 cm), en düşük bitki boyu ise SZ konusundan (93.5 cm) elde edilmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarları azaldıkça bitki boyu azalmıştır.

Çalışmada oransal evapotranspirasyon azalmasına karşın verimdeki oransal azalmayı tanımlayan verim tepki etmeni (k_y) 0.54 olarak belirlenmiştir.

Kinoa bitkisinde uygulanan sulama suyu düzeylerinin, bitkide meydana getirdiği stres parametrelerinden biri olan stoma iletkenliği değerleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklar meydana getirdiği belirlenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı azaldıkça stoma iletkenliği değerlerinde negatif yönde değişim gözlemlenmiş ve en düşük stoma iletkenliği değerleri SZ konusunda elde edilmiştir. En yüksek stoma iletkenliği değeri ise TS konusunda elde edilmiştir. Kinoa bitkisinde gelişim dönemi boyunca stoma iletkenliği değerlerinin en yüksek seviyede olduğu dönemin vejetatif gelişim dönemi olduğu saptanmıştır.

Araştırma konularında bitki gelişim dönemi boyunca izlenen klorofil içeriği indeksi (CCI) değerlerinde istatistiksel açıdan önemli farklılıklar gözlemlendiği, klorofil içeriği indeksi değerlerinin bitki gelişim süresi içinde vejetatif gelişim döneminde en yüksek seviyeye ulaştığı ve daha sonra çiçeklenme ve olgunlaşma dönemi sonlarına

doğru kademeli olarak azaldığı gözlenmiştir. Buna karşın sulama konuları arasında uygulanan sulama suyu miktarının yapraklarda klorofil içeriği indeksi üzerinde istatistiksel olarak önemli farklar meydana getirmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Kinoa bitkisinde farklı sulama düzeylerinin danelerdeki protein içeriği, yağ içeriği, kül içeriği ve kuru madde içeriği değerleri açısından istatistiksel açıdan farklar yaratmadığı belirlenmiştir.

Farklı sulama düzeylerinin, kinoa tohumlarında bulunan yağ asitleri miktarları üzerinde istatistiksel açıdan önemli düzeyde farklar yaratmadığı belirlenmiştir. Yalnızca eikosenoik asit miktarı istatistiksel açıdan farklı sulama düzeylerinden etkilenmiştir. En yüksek eikosenoik asit miktarı SZ konusundan, en düşük eikosenoik asit miktarı ise TS konusundan elde edilmiştir. Dolayısıyla, kinoa bitkisinde sulama düzeyi ile eikosenoik asit düzeyi arasında ters bir ilişki olduğu, su stresinin kinoa danelerinde eikosenoik asit oranını arttırdığı sonucuna varılmıştır. Tohumlarda bulunan ve insanlarda doku gelişimi için önemli olan esansiyel yağ asitlerinin ve protein içeriğinin farklı sulama düzeylerine göre önemli farklılıklar yaratmaması kinoa bitkisinin kuraklığa dayanıklı aynı zamanda besleyici özelliklerinin önemli bir göstergesidir.

6. KAYNAKLAR

- Adolf, V. I., Jacobsen, S. E. and Shabala, S. 2013. Salt Tolerance Mechanisms in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Environmental And Experimental Botany. 43-54.
- Aguilar, P.C. and Jacopsen, S.E. 2003. Cultivation of Quinoa on the Peruvian Altiplano. Food Reviews International, 19: 31-41.
- Allen, R. G, Pereira, L. S, Raes D. and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56: Rome, 300 p.
- Allen, R. G., Wright, J. L., Pruitt, W. O., Pereira, L. S., Jensen, M. E. 2007. Water Requirements, Chapter 8 In: Hoffman, G. J., Evans, R. G., Jensen M.E. (Eds.), Design and Operation systems, 2nd Ed. ASABE, Michigan, USA, P. 208-288.
- Allen, R. G. 2015. REF-ET: Reference Evapotranspiration Calculation Software for FAO and ASCE Standardized Equations. User Manuel. University of Idaho, 92 p.
- Anonim, 1983. Gıda maddeleri muayene ve analiz yöntemleri. T.C. Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, Genel Yayın No:65, Ankara.
- Anonim, 1998. 1997 Yılı Çalışma Raporu. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü, Antalya, 71s.
- Anonim 2014. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği, Tebliğ No. 2014/53, Resmi Gazete, sayı: 29181.
- Anonim 2015. Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-sukaynaklari>. Son erişim tarihi: 28 Ekim 2015.
- Anonymous, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International (Ed. William Horwitz), Associationn Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- ASCE-EWRI 2005. The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation. Technical Committee report to the Environmental and Water Resources Institute of the American Society of Civil Engineers from the Task Committee on Standardization of Reference Evapotranspiration. ASCE-EWRI, p. 173
- Başığit, L., ve Ersan, R., 2014. Isparta Güllü (*Rosa Damascena* Mill.) Klorofil İçeriğinin Hiperspektal Teknikleriyle Tahmini. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 17 (2):18- 22.
- Baştuğ, R., Karaca, C., Büyüktaş, D., Aydınşakir, K., Dinç, N. 2016. Lizimetre Koşullarında Yetiştirilen Susamda (*Sesamum indicum* L.) Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Bitki Su Tüketimi, Verim Ve Kalite Özelliklerine Etkileri. 13. Ulusal Kültür Teknik kongresi. 12-15 Nisan 2016, Antalya. 256-266.

- Benlhabib, O., Yazar, A., Qadir, M., Lourenço, E. and Jacobsen, S. E. 2014. How Can We Improve Mediterranean Cropping Systems. *Journal Of Agronomy and Crop Science* 325-332.
- Bertero, H.D., King, R.W. and Hall, A.J. 1999. Modelling photoperiod and temperature responses of flowering in quinoa (*Chenopodium quinoa* W.). *Field Crops Res.* 63: 19–34.
- Bertero, H. D. 2001. Effects of photoperiod, temperature and radiation on the rate of leaf appearance in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under field conditions. *Ann. Bot.* 87: 495–502.
- Bertero, H. D. and Ruiz, R. A. 2008. Determination of seed number in sea level quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. *Eur. J. Agron.* 28: 186–194.
- Bertero, H.D. and Ruiz, R.A. 2010. Reproductive partitioning in sea level quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. *Field Crops Research.* 118: 94-101.
- Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri, D. 2006. *Chenopodium quinoa*-An Indian perspective, *Industrial Crops and Products*, 23:73–87.
- Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri, D. 2007. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Field Crop Research*, 101: 104-116.
- Burman, R.D., Wright, J.L., Nixon, P.R., Hill, R.W., 1980a. Irrigation management-water requirements and water balance, In: *Irrigation, Challenges of the 80's*, Proc. Of the Second National Irrigation Symposium, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI, pp. 141–153.
- Burman, R.D., Nixon P.R., Wright J.L., Pruitt W.O., 1980b. “Water requirements”. *Design of Farm Irrigation Systems*. (Editör: Jensen, M.E.). ASAE Mono. Amer. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI, 189–232.
- Carlsson R., Hanczakowski P. and Kaptur T. 1984. The Quality Of The Green Fraction Of Leaf Protein Concentrate From *Chenopodium quinoa* Willd. Grown At Different Levels Of Fertilizer Nitrogen. *Anim Feed Sci Technol.*, 11: 239-245.
- Cherry, J. H., Bishop, L., Hasegawa, P. M., 1985. Differences in fatty acid composition of soybean seed produced in northern and southern areas of the USA. *Phytochemistry* (24), 2: 237-241.
- Cusicanqui, J., Dillen K., Garcia, M., Geerts, S., Raes, D. and Mathijs, E. 2013. Economic Assessment At Farm Level Of The Implementation Of Deficit Irrigation For Quinoa Production in the Southern Bolivian Altiplano. *Spanish Journal Of Agricultural Research* 11(4): 894-907.

- Çetin, Ö. 2013. Bitki Katsayılarının Yerel İklim Verileri Kullanılarak (FAO-56'dan) Uyarlanması. Türkiye Su Tüketim Rehberi Hazırlık Eğitimi, 11-13 Eylül 2013, Menemen/İzmir.
- Danielsen, S., Jacobsen, S.E. Echegaray, J. And Ames, T. 2000. Correlacion entre metodos de evaluacion y perdida de rendimiento en el patosistema quinua-mildiu. Fitopatologia 35 (4), 242– 248.
- DaMatta, F. M., Grandis, A., Arenque, B. C. and Buckeridge, M. S. 2009. Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. Food Research International 43: 1814-1823.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W. O. 1975. Guidelines for predicting crop water requirements, Irrigation and Drainage Paper no. 24, FAO-ONU, Rome, Italy. 168 pp.
- Doorenbos, J. and Pruitt, W.O. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements, FAO-ONU, Rome, Irrigation and Drainage Paper no. 24 (rev.), 144 pp.
- Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield Response to Water. FAO Irrigation and Drainage Paper 33, FAO Rome.
- Dubey, S. D., Husain, K., Vajpeyi, M., 2001. Yield and quality of linseed (*Linum ussitatissimum* L.) under saline condition. Indian Journal Agricultural Biochemical, 14 (1&2): 75-76.
- Dutcheshen, J.M. 2003. Plant Protection Against Bacterial Diseases Using Saponins. U.S. Patent no. 2003162731
- English, M.J., Musick, J.T., Murty, V.V. 1990. Deficit Irrigation. Manangment of Farm Irrigation Systems (Edit. G.J. Hoffman, T.A. Howell, K.H. Solomon). Chap. 17. An ASAE Monograph, ST. Joseph, MI, 631-663.
- Falkenmark M. and Rockstrom J. 1993. Curbing rural exodus from tropical drylands. AMBIO-0122 no 71993.
- FAO, 2013. Food Outlook biannual report on global food markets. ISSN: 0251-1959. <http://www.fao.org/docrep/018/al999e/al999e.pdf>
- FAO, 2014. Irrigation in the Middle East region in figures-AQUASTAT Survey 2008. http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/tur/TUR-CP_eng.pdf
- FAO, 2018. FAO. <http://www.un.org.tr/fao-uyariyor-kuresel-gida-guvenligi-tehdit-altinda/> [Son erişim tarihi: 20.06.2018].
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Caterina, A., De Caro, A., 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. European Journal of Agronomy, 17: 221-230.

- Flynn, R.O. 1990. Growth characteristics of quinoa and yield response to increase soil water deficit. MS Thesis, Colorado State Univ. Fort Collins, U.S.A.
- Garcia, M., Raes, D. and Jacobsen, S. E. 2003. Evapotranspiration analysis and irrigation requirements of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the Bolivian highlands. *Agricultural Water Management* 60: 119-134.
- Geerts, S., Mamani, R.S., Garcia, M. and Raes D. 2006. Response of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) to differential drought stress in the Bolivian Altiplano: Towards a deficit irrigation strategy within a water scarce region. In: *Proceedings of the 1st International Symposium on Land and Water Management for Sustainable Irrigated Agriculture*, Adana, Turkey, CD-Rom. p.9.
- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Vacher, J., Mamani, R., Mendoza, J., Huanca, R., Morales, B., Miranda, R., Cusicanqui, J. and Taboada, C. 2008. Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *European Journal of Agronomy* 28: 427-436.
- Geren, H., Kavut, Y.T., Topçu, G.D., Ekren, S., İstipliler, D. 2014. Akdeniz İklimi Koşullarında Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da Farklı Ekim Zamanlarının Tane Verimi ve Bazı Verim Unsurlarına Etkileri. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.* 297-305.
- Gerald, S., 1986. Analysis of the relationships of environmental factors with seed oil and fatty acid concentrations of wild annual sunflower. *Field Crops Research*, 15 (1): 57-72.
- Geşgınskđ, K., 2008a. Evaluation of the development and yielding potential of *Chenopodium quinoa* Willd. under the climatic conditions of Europe, Part One: Accommodation of *Chenopodium quinoa* (Willd.) to different conditions, *Acta Agrobotanica*, 61(1):179-184.
- Geşgınskđ, K. 2008b. Evaluation of the development and yielding potential of *Chenopodium quinoa* Willd. under the climatic conditions of Europe, Part Two: Yielding potential of *Chenopodium quinoa* under different conditions, *Acta Agrobotanica*, 61(1):185-189.
- Gonzalez, J.A., Gallardo, M., Hilal, M., Rosa, M. and Prado, F.E. 2009. Physiological responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to drought and waterlogging stresses: Dry matter partitioning. *Botanical Studies*: 50: 35-42.
- Gororo, N., Salisbury, P., Rebetzke, G., Wayne B., Bell C., 2003. Genotypic variation for saturated fatty acid content of Victorian canola. 11th International Rapeseed Congress, The Royal Veterinary and Agricultural University 6-10 July, Copenhagen, Denmark.
- Hanks, R.J., 1974. Model for Predicting Plant Yield as Influenced by Water Use. *Agron. J.*, 66, 660-665.

- Hanks, R.J., 1983. Yield and Water Use Relationships: An Overwiev (Edit. H.M. Taylor vd.). Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. Amer. Soc. Agron. J., 66,660-665.
- Hirich, A., Choukr-Allah, R. and Jacobsen, S. E. 2014a. Quinoa İn Morocco – Effect Of Sowing Dates On Development And Yield, Journal Of Agronomy And Crop Science, . Journal Of Agronomy And Crop Science:
- Hirich, A., Jelloul, A., Choukr-Allah, R., Jacobsen S. –E., 2014b. Saline Water Irrigation of Quinoa and Chickpea: Seedling Rate, Stomatal Conductance and Yield Responses. Journal Of Agronomy And Crop Science: 200: 378-389.
- Hirich, A., Choukr-Allah, R. and Jacobsen, S.-E., 2014c. Deficit Irrigation and Organic Compost Improve Growth and Yield of quinoa and pea. Journal Of Agronomy And Crop Science: 200, 390-398.
- Howell, T. A., Cuenca, R.H., Solomon, K.H., 1990. Crop Yield Response. In: Hoffman, G.J., Howell, T.A., Solomon, K.H.(Eds), Management Of Farm Irrigation Systems. ASAE Mono. Amer.Soc. of Agric. Eng., St. Joseph, MI, pp. 93-122.
- Howell, T. A. S. R. Evett and Tolk. J. A. 2001. Irrigation Systems ans Management to Meet Future Food Fiber Needs and to Enhance Wter Use Efficiency. USDA-ARS Water Management User Unit Bushland Texas USA.
- İncekaya, Ç., 2015. Akdeniz koşullarında farklı tuzluluk ve sulama düzeylerinde quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) bitkisinin verim fizyolojik tepkilerinin araştırılması ve Saltmed modelinin test edilmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı (Doktora Tezi), 213s.
- Jacobsen, S.E. and Stolen, O. 1993. Quinoa-morphology and phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. Eur. J. Agron. 2: 19–29.
- Jacobsen, S. E. and Stolen. O. 1996. Temperature and light requirements for the germination of quinoa (*Chenopodium quinoa*). COST 814, February 1996, Workshop held in Copenhagen, Denmark. European Commission, p:87-102.
- Jacobsen, S. E., Quispe, H. and Mujica, A. 2001. Quinoa: an alternative crop for saline soils in the Andes. In: Scientists and Farmer-Partners in Researchforthe 21st Century.(CIP Program Report 1999–2000): 403–408.
- Jacobsen, S. E. 2003. The World wide potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Reviews International Vol. 19: 167–177.
- Jacobsen, S. E., Mujica A. and Jensen C. R., 2006. The Resistance Of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* willd.) To Adverse Abiotic Factors. Food Reviews International 19: 99-109.

- Jacobsen, S. E., Monteros, L. J., Corcuera, L. A., Bravo, J. L., Christiansen, A. M. 2007. Frost Resistance Mechanisms in Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Europ. J. Agronomy* 26 (2007) 471–475.
- Jacobsen, S. E., Liu, F. and Jensen, C.R. 2009. Does root-sourced ABA play a role for regulation of stomata under drought in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Sci. Hortic. – Amsterdam* 122: 281–287.
- Jacobsen, S. E., Jensen, C. R. and Liu, F. 2012. Improving Crop Production in the Arid Mediterranean Climate. *Field Crops Research*. Denmark 128: 37-47.
- Jensen, M. E. 1968. Water consumption by agricultural plants, In: Kozlowski, T.T. (Ed.), *Water Deficits and Plant Growth*, Vol. II. Academic Press, Inc., New York, NY, pp. 1–22.
- Johnson, D.L. and Mccamant, J. 1988. Quinoa Research and Development - 1987 Annual Report. Sierra Blanca Associates, 2560 S. Jackson, Denver, CO 80210.
- Johnson, D.L. and Croissant, R.L. 1990. Alternate Crop Production and Marketing in Colorado. 1990. Technical Bulletin LTB90-3, Cooperative Extension, Colorado State University.
- Jones, O. R., 1984. Yield, water-use efficiency and oil concentration and quality of dryland sunflower grown in the southern high plains, *Agronomy journal*, 76: 229-235.
- Kaçar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241.
- Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N., 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/013
- Kanber, R., Ünlü, M., Koç, D. L., Tekin, S., Kapur, B., 2007. Bitki su tüketiminin ölçülmesinde ve kestiriminde kullanılan kimi yöntemler, Orta Asya Cumhuriyetleri Sulama Suyu Yönetimi Çalıştayı, 12-14 Eylül 2007, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez AraştırmaEnstitüsü, Ankara.
- Kanber, R., Ünlü, M., 2010. Tarımda Su ve Toprak Tuzluluğu. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yay No. 281, Kitap Yay. No. A-87, Adana, 307s.
- Kang, S., Liang, Z., Hu, W., Zhang, J., 1998. Water Use Efficiency of Controlled Alternate Irrigation on Root-Divided Maize Plants. *Agricultural Water Management*, 38: 69-76.
- Karaca, E. ve Aytaç, S. 2007. Yağ Bitkilerinde Yağ Asitleri Kompozisyonu Üzerine Etki Eden Faktörler. *Ondakuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 123-131. Samsun.

- Karaca, C., Büyüktaş, D. ve Tekelioğlu, B. 2017. Kıyas Bitki Su Tüketiminin (ET_o) Hesaplanması Amacıyla Kullanılan Bilgisayar Yazılımlarının Karşılaştırması. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (GBAD). 118-128.
- Kaya, 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. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, 122 s.
- Kaya, Ç. İ., Yazar, A. and Sezen, S. M. 2015. SALTMED Model Performance on Simulation of Soil Moisture and Crop Yield for Quinoa Irrigated Using Different Irrigation Systems, Irrigation Strategies and Water Qualities in Turkey, 108-118.
- Kır, A. E. ve Temel, S. 2017. Sulu Koşullarda Farklı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotiplerinin Tohum Verimi ile Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 353-361.
- Koyun, S. 2013. Güvenli Gıda: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), Mesleki Bilimler Dergisi, 2(2): 85-88.
- Koziol M.J. 1991. Afrosimetric Estimation Of Threshold Saponin Concentration For Bitterness In Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), J. Sci. Food Agric. 54: 211–219.
- Koziol M.J. 1992. Chemical Composition And Nutritional Evaluation Of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), J. Food Compost Anal. 5: 35–68.
- Lal, R., 1991. Current research on crop water balance and implications for the future. In: Soil Water Balance in the Soudano Sahelian Zone. Eds.
- Lavini, A., Pulvento, C., D’andria, R., Riccardi, M., Choukr-Allah, R., Belhabib, O., Yazar, A., Ince Kaya, Ç., Sezen, S. M., Qadir, M. and Jacobsen, S.-E. 2014. Quinoa’s potential in the Mediterranean Region. Journal of Agronomy and Crop Science, 200 (5): 344-360.
- Lazzara, P., Rana, G., 2010. The crop coefficient (*K_c*) values of the major crops grown under Mediterranean climate. Mediterranean Dialogue on Integrated Water Management, FP6 INCO-MED Funded Project.
- Martinez, E. A., Veas, E., Jorguera, C., San Martin, R. and Jara, P. 2009. Re-Introduction of Qui’noa into Arid Chile: Cultivation of Two Lowland Races under Extremely Low Irrigation, Journal of Agronomy and Crop Science, 195: 1-10.
- Naveed, A., Cowling W., Bayliss, K., Nelson, M. and Kailis, S., 2006. Influence of genotype and environment on fatty acid composition in canola (*Brassica napus*). www.grdc.com.au/growers/res_upd/west/w04/naveed.htm - 18k .

- Ng, S.C., Anderson, A., Coker, J. and Ondrus, M. 2007. Characterization of lipid oxidation products in quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Chemistry*, 101(1), 185-192.
- Oelke, E.A., D.H. Putnam, T.M. Teynor, E.S. Oplinger. 1992. Alternative Field Crops Manual-Quinoa, College of Agricultural and Life Sciences and Cooperative Extension Service, University of Wisconsin-Madison, WI 53706 <https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/quinoa.html> Son erişim tarihi: 20 Ocak 2016.
- Özer, N., 1993. Evapotranspirasyon. Sulama Teknolojilerinde Yeni Gelişmeler (Ed. S. Şener). Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın No: 76. Tarsus.
- Park H. S. & Morita, N. 2004. Changes of bound lipids and composition of fatty acids in germination of quinoa seeds. *Food Science and Technology Research*, 10(3), 303-306.
- Pereira, L.S., Allen, R.G., Smith, M., Raesda, D.R., 2015. Crop evapotranspiration estimation with FAO56: Past and future. *Agricultural Water Management* Vol:147 pages:4-20.
- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., Andria, R., Iafelice, G. and 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: 407-411.
- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., Iafelice, G. and Andrea, R. 2012a. Yield and quality characteristics of quinoa grown in open field under different saline and unsaline irrigation regimes. *Journal of Agronomy and Crop Science* 198: 254–263.
- Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., D'aandria, R. and Ragab, R. 2012b. Saltmed Model to Simulate Yield and Dry Matter for Quinoa Crop and Soil Moisture Content Under Different Irrigation Strategies in South Italy.
- Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Glaser, B.K., Lorenz, K.J. & Johnson, D.L. 1993. Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal Chemistry*, 70, 303-305.
- Razzaghi, F., Ahmadi, S. H., Adolf, V. I., Jensen, C. R., Jacobsen, S.-E. and Andersen, M. N. 2011. Water Relations and Transpiration of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Under Salinity and Soil Drying. *J.Agronomy and Crop Science*, 197: 348-360.
- Razzaghi, F., Plauborg, F., Jacobsen, S.-E., Jensen, C.R. and Andersen, M.A. 2012a. Effect of nitrogen and water availability of three soil types on yield, radiation use efficiency and evapotranspiration in field-grown quinoa. *Agricultural Water Management* 109: 20-29.

- Razzaghi, F., Ahmadi, S. H., Jacobsen, S.-E., Jensen, C. R. and Andersen, M. N. 2012b. Effects of Salinity and Soil- Drying on Radiation Use Efficiency, Water Productivity and Yield of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of Agronomy and CropScience 198: 173-184.
- 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 (1-2), 179- 189.
- Risi, J. and Galwey, N.W. 1991. Effects of sowing date and sowing rate on plant development and grain yield of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in a temperate environment, *The Journal of Agricultural Science*, 117(3): 325-332.
- Ruales, J. and Nair, B.M. 1993. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Food Chemistry*, 48(2), 131-136.
- Schulte Auf'm Erley, G., Kaul, G., Kruse, M. and Aufhammer, W. 2005. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat under different nitrogen fertilization. *European J. Agron.*, 22: 95-100.
- Sezen, S., M., Yazar, A., Özer, S., Akça , H., Yıldız, M., Günaçtı, H., Bozkurt -Çolak, Y., Madanoğlu, O . 2017. Çizgi Kaynaklı Yağmurlama Sulama Sistemi ile Uygulanan Drenaj ve Kanal Suyunun Quinoa Bitkisinin Verim, Verim Bileşenleri ile Su Kullanım Randımanı Üzerine Etkileri. Proje Sonuç Raporu Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Lokasyonu, Tarsus, Mersin.112 s.
- Schlick, G. and D.L. Bubenheim. 1996. Quinoa: Candidate crop for NASA's Controlled Ecological Life Support Systems. p. 632-640. In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Arlington, VA.
<https://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-632.html>
- Sheboygan, Wis., Oct. 7. 2015. New funds flow to quinoa irrigation project to support small family farmers. The business journal. http://www.bizjournals.com/prnewswire/press_releases/2015/10/07/CG21499 Son erişim tarihi: 20 Ocak 2016.
- Sigsgaard, L., Jacobsen, S.E. and Christiansen, J.L. 2008. Quinoa, *Chenopodium quinoa*, provides a new host for native herbivores in northern Europe: Case studies of the moth, *Scrobipalpa atriplicella*, and the tortoise beetle, *Cassida nebulosa*. *Journal of Insect Science*, 8(49): 1-4
- Solíz-Guerrero, J.B.,Rodriguez, J.D., Rodríguez-García, R. Angulo-Sánchez, J.L. and Méndez-Padilla, G. 2002. Quinoa saponins: Concentration and composition analysis. p. 110-114. In: J. Janick and A. Whipkey (eds.), *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.

- Sönmez B., Tahmiscioğlu, M.S. 2016. Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimi Rehberi.
- Steward, J. I. and Hagan., R.M. 1973. Functions to Predict Effects of Crop Water Deficits. J. Irrig. Drain. Div. 99, IR4, 421-439.
- Stewart, J.I., Cuenca, R.H., Pruitt, W.O., Hagan, R.M., Tosso, J., 1977. Determination and utilization of water production functions for principal California crops. W-67 CA Contributing Project Report, University of California, Davis, USA.
- Steduto, P., Hsiao, C. T., Ferers, E. and Raes, D. 2012. Crop Yield Response To Water. FAO Irrigation and Drainage Paper 66, Rome.
- Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., Jacobsen, S. E. and Milovanovic M. 2012. Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations, Journal of Cereal Science, 55: 132-138.
- Taboada, C., Mamani, A., Raes, D., Mathijs, E., Garcia, M., Geerts, S. and Gilles, J. 2011. Farmers’ Willingness to Adopt Irrigation For Quinoa (*chenopodium quinoa* willd) In Communities Of The Central Altiplano Of Bolivia. Documento de trabajo, Instituto De Investigaciones Socio- Economicas NO 08/11: 15
- Talebnejad, R. and Sepaskhah A. R. 2015a. Effect Of Different Saline Ground Water Depths And Irrigation Water Salinities On Yield And Water Use Of Quinoa In Lysimeter. Agricultural Water Management 148, 177-188
- Talebnejad, R. and Sepaskhah A. R. 2015b. Effect Of Deficit Irrigation And Different Saline Ground Water Depths On Yield And Water Productivity Of Quinoa. Agricultural Water Management 159: 225-238
- Tan, A. Ş., 2011. Bazı Susam Çeşitlerinin Menemen Koşullarında Performansları. Anadolu J. of AARI 21(2):11-28.
- Tan, M. ve Yöndem, Z. 2013. İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Yeni Bir Bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Alınteri, 25(B): 62-66
- Tanner, C. B., Sinclair, T. R., 1983. Efficient Water Use in Crop Production. Limitations to Efficient Water Use in Crop Production. Amer. Soc. Agron., Inc. 1-27.
- UN 2009. World population prospects: The 2008 revision. Available: [http://http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2008/\(Erişimtarihi: 12.06.2018\)](http://http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2008/(Erişimtarihi: 12.06.2018)).
- Ünlü, M., Kanber, R., Kapur, B., Koç, L., Tekin, S. 2008. Tarımsal Sulamada Su Artırımı: Kısıntılı Sulama Yaklaşımı. 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Böl. Su Toplantıları, Sulama-Drenaj Konferansı, Adana, s.81-95.

- Valencia-Chamorro S.A. 2003. Quinoa. Encyclopedia of Food Science and Nutrition. Amsterdam:Academic Press.
- Van Schooten H.A. and Pinxterhuis, J.B. 2003. Quinoa As An Alternative Forage Crop In Organic Dairy Farming. Optimal Forage Systems For Animal Production And The Environment Grassland Science In Europe, Vol: 8.
- Vilce, C., Gely, M. and Santalla, E. 2003. Physical Properties Of Quinoa Seeds, Science Direct, 86(1): 59-65
- Yazar, A., Kaya, Ç.İ. ve Sezen, S.M. 2012. Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd.) Bitkisinin Damla Sistemiyle Tatlı ve Tuzlu Su Kullanılarak Uygulanan Farklı Sulama Stratejilerine Verim Tepkisi Ve Toprakta Tuz Birikimi, II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu Bildiri Kitabı Cilt 1, s.21-28.
- Yazar, A. ve Kaya, Ç.İ. 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., Sezen S. M. and Çolak, Y. B. 2015. Yield Response of Quinoa to Irrigation with Drainage Water and Planting Times in the Mediterranean Region. Int. Conference on “Modern technologies, strategies and tools for sustainable irrigation management and governance in Mediterranean agriculture” IrriMed 23-25 September 2015, Valenzano, Bari.
- Zhao-mu, W., Lin, F., 1989. Safflower in Xinjiang. 3th International Safflower Conference, 75-77, June 14-18, Beijing China.

7. EKLER

Ek çizelge 1. TS konusunun yığışımli ET (mm) değerleri

Tarih	Yığışımli (ET), mm	Tarih	Yığışımli (ET), mm	Tarih	Yığışımli (ET), mm
15 03 2017	0	15 05 2017	106.79	05 06 2017	194.18
18 03 2017	6.76	16 05 2017	106.95	06 06 2017	202.05
22 03 2017	13.24	17 05 2017	113.83	09 06 2017	209.82
29 03 2017	26.15	20 05 2017	121.73	12 06 2017	212.94
05 04 2017	33.52	22 05 2017	131.99	13 06 2017	222.99
14 04 2017	58.65	23 05 2017	140.19	19 06 2017	261.73
25 04 2017	66.44	24 05 2017	140.84	20 06 2017	267.31
30 04 2017	85.32	25 05 2017	148.59	24 06 2017	283.09
01 05 2017	86.95	29 05 2017	161.71	26 06 2017	290.59
03 05 2017	89.65	30 05 2017	164.98	28 06 2017	297.65
09 05 2017	96.65	31 05 2017	175.65	01.07.2017	302
10 05 2017	99.14	02 06 2017	187.08		
12 05 2017	103.17	03 06 2017	188.26		

Ek Çizelge 2. Farklı sulama düzeylerinde elde edilen kinoa dane verimi (kg da⁻¹)

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	296.3	280.7	308.7	295.2
KS75	270.1	280.3	302.3	284.2
KS50	282.9	273.3	264.7	273.6
KS25	245.5	250.5	240.5	245.5
SZ	243.0	245.0	241.0	243.0

Ek Çizelge 3. Farklı sulama düzeylerinde elde edilen kinoa bin dane ağırlığı (g)

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	3.4	3.3	3.2	3.3
KS75	3.3	3.4	3.6	3.4
KS50	3.3	3.3	3.3	3.3
KS25	3.3	3.0	3.1	3.1
SZ	3.6	3.4	3.1	3.3

Ek Çizelge 4. Farklı sulama düzeylerine göre kinoa bitki boylarının (cm) zamansal değişimi

Tarih	Sulama Düzeyleri				
	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
30.03.2017	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
04.04.2017	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
12.04.2017	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
23.04.2017	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9
29.04.2017	35.8	35.8	35.8	35.8	35.8
09.05.2017	77.3	77.3	77.3	77.3	77.3
12.05.2017	89.1	85.2	85.1	83.2	83.0
20.05.2017	100.9	95.0	94.0	91.0	90.6
27.05.2017	101.9	97.0	95.0	92.3	91.9
05.06.2017	102.5	99.3	95.8	94.3	92.3
13.06.2017	103.2	100.0	96.3	95.2	93.5
20.06.2017	103.2	100.0	96.3	95.2	93.5

Ek çizelge 5. Bitki gelişim süresince farklı sulama düzeylerinde kinoa bitkisinin yaprak klorofil indeks (CCI) değerleri

Tarih	SULAMA KONULARI														
	TS			KS75			KS50			KS25			SZ		
	Tekerrürler														
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
15.04.20117	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4	31.4
22.04.2017	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1	36.1
03.05.2017	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0
08.05.2017	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9
11.05.2017	32.6	38.1	31.5	32.3	39.5	35.2	39.4	32.9	40.3	39.3	33.2	40.1	45.8	37.3	42.7
22.05.2017	18.5	22.2	27.1	17.3	20.3	15.4	26.6	19.9	17.6	18.2	24.6	15.2	19.8	25.5	21.5
30.05.2017	17.8	22.2	15.1	13.4	16.1	21.5	16.8	14.9	22.4	14.7	15.6	16.4	20.7	23.1	18.4
06.06.2017	5.7	5.0	7.7	8.9	6.6	6.5	7.9	7.6	6.3	6.0	9.2	8.4	7.5	12.3	11.9
14.06.2017	5.6	4.8	4.4	6.1	5.7	4.7	4.8	4.9	3.6	6.4	3.7	5.4	2.6	3.8	3.3
20.06.2017	3.7	4.1	5.2	5.8	4.3	5.2	4.5	3.8	4.5	0	0	0	0	0	0

Ek Çizelge 6. Farklı sulama düzeylerinde stoma iletkenliği değerlerinin ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) zamansal değişimi

Tarih	Sulama Düzeyleri				
	TS	KS75	KS50	KS25	SZ
11.05.2017	337.4	324.5	287.9	279.8	217.2
15.05.2017	312.1	298.5	250.6	246.2	205.2
18.05.2017	301.3	278.6	265.0	281.6	237.0
22.05.2017	362.1	397.2	357.2	<u>431.1</u>	401.6
29.05.2017	331.8	<u>350.3</u>	343.7	315.3	298.3
31.05.2017	245.7	285.3	282.2	<u>303.8</u>	208.4
05.06.2017	<u>327.4</u>	304.5	275.6	256.6	212.9
07.06.2017	<u>329.7</u>	311.3	236.1	252.8	167.5
12.06.2017	196.3	176.4	162.4	147.1	138.4
13.06.2017	247.6	239.6	<u>251.3</u>	219.6	121.0
21.06.2017	253.4	250.8	239.4	210.6	95.9

Ek Çizelge 7. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki kül içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	5.60	6.32	5.44	5.79
KS75	4.47	5.18	5.25	4.79
KS50	4.63	5.76	5.52	5.30
KS25	5.75	6.49	4.81	5.68
SZ	4.53	5.26	5.34	5.04

Ek Çizelge 8. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki kuru madde içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	91.45	91.43	91.11	91.33
KS75	92.09	91.89	90.79	91.59
KS50	91.41	90.79	90.78	90.99
KS25	91.56	91.24	91.5	91.43
SZ	91.51	91.90	91.54	91.65

Ek Çizelge 9. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki protein içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	10.54	10.40	10.01	10.32
KS75	10.57	10.08	10.12	10.26
KS50	10.47	10.15	10.75	10.46
KS25	9.94	9.84	10.22	10.00
SZ	9.94	10.99	9.49	10.14

Ek Çizelge 10. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki yağ içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	5.18	5.01	5.12	5.10
KS75	5.05	4.96	5.42	5.14
KS50	5.64	4.69	4.67	5.00
KS25	5.22	5.02	5.36	5.20
SZ	5.41	5.08	5.83	5.44

Ek Çizelge 11. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki yağın miristik asit içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	0.28	0.29	0.28	0.28
KS75	0.27	0.28	0.30	0.28
KS50	0.27	0.29	0.27	0.28
KS25	0.28	0.27	0.27	0.27
SZ	0.37	0.27	0.26	0.30

Ek Çizelge 12. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki yağın palmitik asit içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	9.57	9.66	9.66	9.63
KS75	9.44	9.85	9.40	9.56
KS50	9.38	9.67	9.45	9.50
KS25	9.68	9.34	9.29	9.44
SZ	9.33	9.57	9.19	9.36

Ek Çizelge 13. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki yağın stearik asit içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	0.54	0.49	0.55	0.53
KS75	0.60	0.63	0.60	0.61
KS50	0.55	0.59	0.58	0.57
KS25	0.81	0.56	0.54	0.64
SZ	0.54	0.61	0.60	0.58

Ek Çizelge 14. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki yağın oleik asit içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	22.81	22.15	22.84	22.60
KS75	22.14	23.08	22.90	22.71
KS50	22.49	22.69	22.21	22.46
KS25	23.69	23.40	23.11	23.40
SZ	23.03	21.99	23.41	22.81

Ek Çizelge 15. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki yağın linoleik asit içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	59.87	60.22	59.70	59.93
KS75	60.37	59.01	59.80	59.73
KS50	60.25	59.57	60.19	60.00
KS25	58.55	59.46	59.71	59.24
SZ	59.54	60.37	59.34	59.75

Ek Çizelge 16. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki yağın linolenik asit içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	5.20	5.45	5.24	5.30
KS75	5.43	5.42	5.30	5.38
KS50	5.26	5.46	5.53	5.42
KS25	5.15	5.12	5.27	5.18
SZ	5.34	5.43	5.35	5.37

Ek Çizelge 17. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki yağın araşidik asit içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	0.36	0.38	0.36	0.37
KS75	0.35	0.36	0.40	0.37
KS50	0.36	0.35	0.36	0.36
KS25	0.41	0.41	0.37	0.40
SZ	0.36	0.35	0.38	0.36

Ek Çizelge 18. Farklı sulama düzeylerinden elde edilen kinoa danelerindeki yağın eikosenoik asit içeriği (%) değerleri

Sulama Düzeyleri	Tekerrür			Ortalama
	I	II	III	
TS	1.39	1.37	1.38	1.38
KS75	1.40	1.39	1.40	1.40
KS50	1.44	1.38	1.41	1.41
KS25	1.44	1.44	1.44	1.44
SZ	1.49	1.40	1.47	1.45

ÖZGEÇMİŞ

NESLİHAN SAMUTOĞLU

neslihansamutoglu@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2014-2018	Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2005-2012	Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antalya