



**FARKLI SULAMA SUYU MİKTARI VE BESİN
ÇÖZELTİSİ UYGULAMALARININ KİNOA
(*CHENOPODIUM QUINOA*) VERİM VE KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Aylin ÇAYĞARACI



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI SULAMA SUYU MİKTARI VE BESİN ÇÖZELTİSİ
UYGULAMALARININ KİNOA (*CHENOPODIUM QUINOA*) VERİM VE
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Aylin ÇAYĞARACI

Doç. Dr. Hayrettin KUŞÇU
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2018

TEZ ONAYI

Aylin ÇAYĞARACI tarafından hazırlanan " FARKLI SULAMA SUYU MİKTARI VE BESİN ÇÖZELTİSİ UYGULAMALARININ KİNOA (*CHENOPODIUM QUINOA*) VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç Dr. Hayrettin KUŞÇU

Başkan : Doç. Dr. Gökhan ÇAMOĞLU
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç Dr. Hayrettin KUŞÇU
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç. Dr. Burak Nazmi CANDOĞAN
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım



Prof. Dr. Ali BAYRAM
Enstitü Müdürü

24.12.2018

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

24/12/2018

Aylin ÇAYĞARACI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi
FARKLI SULAMA SUYU MİKTARI VE BESİN ÇÖZELTİSİ
UYGULAMALARININ KİNOA (*CHENOPODIUM QUINOA*) VERİM VE
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Aylin ÇAYĞARACI

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hayrettin KUŞÇU

Sulama ve bitki besin maddeleri, tarımsal üretimin vazgeçilmez unsurlarıdır. Bu çalışmada, kinoa bitkisine uygulanan farklı sulama suyu düzeyleri ile Hoagland besin çözeltisinin farklı konsantrasyonlarının, bitkinin vejetatif gelişimi, verimi ve bazı verim bileşenleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Deneme, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama serasında, saksı ortamında yürütülmüştür. Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 4 tekrarlı olarak yürütülen çalışmada, ana parsele 5 sulama suyu düzeyi (bitki su tüketiminin (ETc) %50, 75, 100, 125 ve 150'si kadar sulama), alt parsellere ise standart Hoagland (H) besin çözeltisinin konsantrasyonları (0,50H, 1,00H ve 2,00H) yerleştirilmiştir. Söz konusu uygulamaların kinoa bitkisinde tane verimi, toprak üstü kuru madde (biyomas) verimi, bitki su tüketimi, su kullanım etkinliği, bin tane ağırlığı, bitki boyu, salkım uzunluğu, salkım sayısı, dal sayısı ve gövde çapı parametreleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Deneme konularına, yetiştiricilik mevsimi boyunca 306 mm ile 919 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. En düşük mevsimlik bitki su tüketimi (306 mm), %50 ETc düzeyinde sulama suyu uygulanan konudan elde edilirken, en yüksek (741 mm) ise %150 ETc sulama düzeyi ve 2,00H besin çözeltisi konsantrasyonundan elde edilmiştir. Kinoa tane verimi, sulama suyu düzeyi (S), besin çözeltisi konsantrasyonu (B) ve S × B interaksiyonundan istatistiksel olarak önemli (P<0,01) düzeyde etkilenmiştir. Sulama suyu düzeyi arttıkça tane verimi de artmış ve en yüksek tane verimi (334 kg/da) %150 ETc sulama düzeyi ve 2,00H besin çözeltisi konsantrasyonundan elde edilmiştir. Toprak üstü kuru madde verimi ve diğer verim bileşenleri sulama düzeyi ve/veya besin çözeltisi konsantrasyonlarından değişen düzeylerde önemli ölçüde etkilenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, sera koşullarında kinoa yetiştiriciliğinde, SKE'nin en yüksek bulunduğu bitki su tüketiminin %150'si düzeyinde sulama suyu ve Hoagland besin çözeltisinin 2 katı konsantrasyonda uygulanması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Hoagland besin çözeltisi, kinoa, sera, sulama, biyomas verimi, tohum verimi.

2018, ix + 49 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT OF DIFFERENT IRRIGATION WATER AMOUNTS AND NUTRIENT SOLUTION APPLICATIONS ON THE YIELD AND QUALITY OF KINOA (*CHENOPODIUM QUINOA*)

Aylin ÇAYĞARACI

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystems Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU

Irrigation and plant nutrients are indispensable factors of agricultural production. In this study, the effects of different irrigation water levels and different concentrations of Hoagland nutrient solution applied to quinoa plant on the vegetative growth, yield and some yield components of the plant were investigated. The experiment was carried out in the pots at the Research and Application Greenhouse of Horticulture Department, Bursa Uludag University. The experiment was arranged as a randomized split-plot design with 5 irrigation water levels (50%, 75, 100, 125 and 150% of the crop evapotranspiration (ET_c) as the main plot factors and the concentrations of the standard Hoagland (H) nutrient solution (0.50H, 1.00H and 2.00H) as the subplot factor with four replications. The effects of these applications on seed yield, biomass yield, evapotranspiration, water use efficiency, thousand grain weight, plant height, panicle length, bunch number, number of branches and stem diameter in quinoa plant were examined. Irrigation water was applied 306 mm with 919 mm to the experimental pots during the growing season. The lowest seasonal evapotranspiration (306 mm) was obtained from 50% ET_c irrigation water while the highest evapotranspiration (741 mm) was obtained from 150% ET_c irrigation level and 2,00H nutrient solution concentration. The quinoa grain yield was statistically significantly ($P < 0,01$) affected by the irrigation water level (S), nutrient solution concentration (B) and $S \times B$ interaction. As the irrigation water level increased, the grain yield increased and the highest grain yield (334 kg/da) was obtained from 150% ET_c irrigation level and 2,00H nutrient solution concentration. Biomass yield and other yield components were significantly affected by varying levels of irrigation levels and / or nutrient solution concentrations. According to the results of this study, it can be recommended to apply at a concentration of 150% ET_c irrigation level and 2 times the concentration of Hoagland nutrient solution where the highest WUE value found in the cultivation of quinoa in greenhouse conditions.

Key words: Hoagland nutrient solution, quinoa, greenhouse, biomass yield, grain yield
2018, ix + 49 pages.

TEŞEKKÜR

Bu alıŐmanın ve araştırmanın danıŐmanlıđını üzerine alan, hazırlanması ve yürütülmesinde her türlü desteği gösteren ve yardımcı olan danıŐmanım Doç. Dr. Hayrettin KUŐCU'ya teŐekkürlerimi sunarım.

Denemenin yürütüldüğü sera alanını kullanmamızda yardımcı olan Bahçe Bitkileri Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ümran ERTÜRK'e teŐekkürlerimi sunarım.

Bana olan güvenlerini yitirmeyen aileme, sevgili arkadaşlarıma ve öğretmenlerime teŐekkürlerimi sunarım.

Aylin ÇAYĐARACI
24/12/2018



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1 Kinoa Bitkisi.....	5
2.2. Kaynak Özetleri.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Araştırma Yeri.....	12
3.1.2. Biyolojik Materyal.....	12
3.1.3. Yetiştirme Ortamı.....	13
3.2. Yöntem.....	13
3.2.1. Çimlendirme Aşaması.....	13
3.2.2. Fidelerin yetiştirme ortamına aktarılması.....	14
3.2.3. Deneme Konuları ve Deneysel Tasarım.....	15
3.2.4. Besin Çözeltilerinin Hazırlanması.....	16
3.2.5. Bitki Su Tüketimi ve Uygulanacak Sulama Suyu Miktarının Belirlenmesi.....	17
3.2.6. Su Kullanım Etkinliği.....	18
3.2.7. Zararlı Mücadelesi.....	19
3.2.8. Kinoa Bitkisine İlişkin Gözlem ve Ölçümler.....	19
3.2.9. Verilerin değerlendirilmesi.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	23
4.1. Kinoa Bitkisinin Gelişme Dönemleri.....	23
4.2. Uygulanan Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketimi.....	24
4.3. Tane Verimi.....	25
4.4. Su kullanım etkinliği.....	27
4.5. Toprak üstü kuru madde (biyomas) verimi.....	28
4.6. Bin Tane Ağırlığı (g).....	30
4.7. Bitki Boyu (cm).....	33
4.8. Salkım Uzunluğu.....	37
4.9. Bitkide Salkım Sayısı.....	38
4.10. Yan Dal Sayısı.....	40
4.11. Bitki Gövde Çapı.....	42

5. SONUÇ	44
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	51



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
D	Drenaj
EC	Elektrik iletkenlik
ET _c	Bitki su tüketimi
I	Uygulanan sulama suyu miktarı
K _c	Bitki katsayısı
K _y	Verim tepki etmeni
W _n	n. sulama öncesi saksı ağırlığı
W _{n+1}	n+1. sulama öncesi saksı ağırlığı
Y	Tane verimi
ΔS	Substrat ya da toprakta tutulan su miktarındaki değişim

Kısaltmalar	Açıklama
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
SKE	Su Kullanım Etkinliği
PRD	Yarı Islatmalı Sulama
S _{%50}	%50 kısıntılı sulama
S _{%75}	%25 kısıntılı sulama
S _{%100}	%100 tam sulama
S _{%125}	%25 aşırı sulama
S _{%150}	%50 aşırı sulama
B _{0,5H}	Standart Hoagland besin çözeltisinin $\times \frac{1}{2}$ konsantrasyonu
B _{1,0H}	Standart Hoagland besin çözeltisi
B _{2,0H}	Standart Hoagland besin çözeltisinin $\times 2$ konsantrasyonu
D ₁	%50 kısıntılı sulama ve standart Hoagland besin çözeltisinin $\times \frac{1}{2}$ konsantrasyonu
D ₂	%25 kısıntılı sulama ve standart Hoagland besin çözeltisinin $\times \frac{1}{2}$ konsantrasyonu
D ₃	Tam sulama ve standart Hoagland besin çözeltisinin $\times \frac{1}{2}$ konsantrasyonu
D ₄	%25 aşırı sulama ve standart Hoagland besin çözeltisinin $\times \frac{1}{2}$ konsantrasyonu
D ₅	%50 aşırı sulama ve standart Hoagland besin çözeltisinin $\times \frac{1}{2}$ konsantrasyonu
D ₆	%50 kısıntılı sulama ve standart Hoagland besin çözeltisi
D ₇	%25 kısıntılı sulama ve standart Hoagland besin çözeltisi
K	Kontrol, tam sulama ve standart Hoagland besin çözeltisi
D ₈	%25 aşırı sulama ve standart Hoagland besin çözeltisi
D ₉	%50 aşırı sulama ve standart Hoagland besin çözeltisi
D ₁₀	%50 kısıntılı sulama ve Standart Hoagland besin çözeltisinin $\times 2$ konsantrasyonu
D ₁₁	%25 kısıntılı sulama ve Standart Hoagland besin çözeltisinin $\times 2$ konsantrasyonu

D ₁₂	Tam sulama ve Standart Hoagland besin çözeltilisinin ×2 konsantrasyonu
D ₁₃	%25 aşırı sulama ve Standart Hoagland besin çözeltilisinin ×2 konsantrasyonu
D ₁₄	%50 aşırı sulama ve Standart Hoagland besin çözeltilisinin ×2 konsantrasyonu
H	Hoagland besin çözeltilisi



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Kinoa bitkisi organları	5
Şekil 2.2. Dış kabuğu temizlenmiş ve temizlenmemiş kinoa tohumları	7
Şekil 3.1. Denemelerin gerçekleştirildiği sera	12
Şekil 3.2. Titicaca kinoa bitkisi ve taneleri	13
Şekil 3.3. Çimlenen kinoa tohumları.....	14
Şekil 3.4. Saksılara dikilen kinoa fideleri	14
Şekil 3.5. Hoagland besin çözeltisinin hazırlanması.....	16
Şekil 3.6. Kinoa bitkisinde gözlemlenen zararlılar	19
Şekil 3.7. Hasada gelmiş kinoa bitkileri	20
Şekil 3.8. Kinoa salkımı.....	22
Şekil 4.1. Kinoa bitkisinin gelişme evreleri	23
Şekil 4.2. Su kullanım etkinliği değerleri	28
Şekil 4.3. Kinoa bitkisinde farklı Hoagland besin çözeltisi konsantrasyonlarına göre belirlenen bitki boyları	34
Şekil 4.4. Kinoa bitkisinde farklı su seviyelerine göre belirlenen bitki boylarındaki değişim	34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3. 1. Deneme konuları.....	15
Çizelge 4.2. Tane verimi (kg/da) varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 4.3. Kinoa ortalama tane verimi değerleri (kg/da).....	26
Çizelge 4.4. Toprak üstü kuru madde (biyomas) verimi (kg/da) varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.5. Toprak üstü kuru madde (biyomas) verimi (kg/da) değerleri.....	29
Çizelge 4.6. Bin tane ağırlığı (g) varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.7. Bin tane ağırlığı (g) değerleri.....	31
Çizelge 4.8. Bitki boyu (cm) varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.9. Bitki boyu (cm) değerleri.....	35
Çizelge 4.10. Salkım uzunluğu (cm) varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.11. Salkım uzunluğu (cm) değerleri.....	37
Çizelge 4.12. Salkım sayısı (adet/bitki) varyans analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.13. Salkım sayısı (adet/bitki) değerleri	39
Çizelge 4.14. Yan dal sayısı (adet/bitki) varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.15. Yan dal sayısı (adet/bitki) değerleri.....	41
Çizelge 4.16. Gövde çapı varyans analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.17. Gövde çapı (mm) değerleri	42

1. GİRİŞ

Günümüzde hızlı nüfus artışına bağlı olarak su kaynakları üzerindeki baskı giderek artmaktadır. Tarım, %70'lik bir oranla dünyada su kaynaklarının en büyük kullanıcısı durumundadır. Türkiye'de yıllık olarak toplam 46 milyar m³ civarında su tüketilmektedir. Bu suyun %15'i içme ve kullanma olarak, %11'i endüstriyel amaçlı ve %74'ü ise sulamada kullanılmaktadır. Nüfustaki artışa paralel olarak söz konusu tüm sektörler tarafından suya olan talebin artması, su kullanımında sektörler arası rekabete yol açmaktadır (Kaya 2010). Dünya nüfustaki artış, gıda ve su gereksinimini de artırmaktadır. Bu nedenle su kaynaklarının rasyonel kullanılmasının yanı sıra kuraklık stresine dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesi gıda güvenliği için ilk akla gelen önlemler arasında yer almaktadır (Yazar ve ark. 2013). İnsanların beslenme alışkanlıklarındaki sürekli değişime rağmen, tahıllar önemli bir beslenme kaynağı olarak önemini korumaktadır. Diğer taraftan birçok tahıl (arpa, buğday, çavdar, tritikale ve yulaf vb.) kimi insanlar üzerinde rahatsızlıklara yol açabilmektedir (Demir ve Kılınç 2016). Söz konusu tahıllar içerdiği glüten nedeniyle çölyak hastalığına sahip kişiler tarafından tüketilememektedir. Çölyak hastalığına neden olan ve glüten içeren gıdaların tüketilmesi sonucunda, özellikle vitamin ve mineraller olmak üzere vücudun ihtiyaç duyduğu çeşitli besin maddelerinin emilimi azalmaktadır (Özkaya 1999, Battais ve ark. 2005). Kinoa bitkisi (*Chenopodium quinoa*) glüten içermediği ve yüksek düzeyde protein içerdiği için son yıllarda tüm dünya ülkelerinde ön plana çıkmış ve ülkemizde de yetiştiriciliği her geçen gün artmaktadır.

Kinoanın cansız stres faktörlerine (örneğin kuraklık, tuzlu topraklar, vb.) dikkate değer ölçüde toleransı bulunmaktadır (Dumanoğlu ve ark. 2016). Bitkisel üretimde stres, bitkinin yetiştirildiği ortamdaki farklı etmenlerin tohumun çimlenmesinden başlayarak bitki gelişimini ve verimi olumsuz olarak etkilemesine neden olmaktadır. Bazı stres faktörleri topraktan kaynaklanabilir. Topraksız tarımın bir çeşidi olan katı ortam kültüründe, kullanılan materyaldeki fiziksel ve kimyasal özellik farklılığından dolayı bitki gelişimi türlere ve/veya çeşitlere göre de farklılık gösterebilmektedir (Saygılı 2012). Toprak koşulları elverişsiz olduğunda, bir çözüm olarak topraksız tarım kaçınılmaz olmaktadır. Özellikle sera topraklarındaki sorunlar nedeniyle, dünya

seracılığında yaygın olarak topraksız yetiştiricilik sistemlerine bir yönelme olmuştur. Ülkemiz genelinde de katı ortam kültürü günümüz koşulları için en geçerli görünen yöntemlerden biri olup bu konuda yapılan çalışmalarda bir artış bulunmaktadır (Eltez ve ark. 2002).

Örtü altında topraksız yetiştiricilik yapılarak, topraktan kaynaklanan hastalık ve zararlılara karşı bir önlem alınmakla birlikte üretimi bitki verim ve kalitesini etkileyen başka olumlu yanları da vardır. Bu yararlılardan bazıları; kontrollü üretim, su ve bitki besin maddelerinin daha etkin ve ekonomik kullanımı, kapalı sistemler kullanıldığı için toprak ve yeraltı su kaynaklarının korunması ve böylece çevre dostu bir üretim gerçekleşmesi ve işçilik maliyetlerinin azalması olarak sıralanabilir (Bozköylü ve Daşgan 2010). Topraklı veya topraksız tarımda bitki gelişimini desteklemek amacıyla gübre veya besin çözeltisi kullanılır. Bununla birlikte, su ve besin maddelerinin aşırı kullanımı, besin maddelerinin süzülmesini artırabilir ve toprak ortamının bozulmasına neden olabilir (Ullah ve ark. 2017). Topraksız yetiştiricilik sistemlerinde, besin çözeltisi kontrollü olarak bitkiye verilmekte ve besin çözeltisi ile uygulanan bitki besin maddelerinden bitkiler daha hızlı ve yeterli düzeyde yararlanabilmektedir (Akinoğlu ve ark. 2017).

Seracılık faaliyetleri, Türkiye genelinde her geçen gün artmaktadır. Genellikle, bitki besin maddelerinden geniş ölçüde yararlandığı serada yetiştiriciliği yapılan bitkilerin çoğunda topraksız ortam kullanılmaktadır (Ullah ve ark. 2017). Bu ortamlar, su ve bitki besin maddelerini tutmak ve bu girdilerin bitki kök bölgesinde kullanışlı formda olmasını sağlamak amacıyla substrat olarak kullanılmaktadır. Kinoa bitkisi genelde açık tarım arazilerinde yetiştirilmesine karşın, onun yüksek ekonomik getirisi nedeniyle sera ortamında yetiştirilme olanağı da bulunmaktadır. Çiftçilerin çoğu, günümüz koşullarında, daha yüksek verimler almak amacıyla daha fazla su ve bitki besin maddesi kullanma eğilimindedirler ve genellikle konvansiyonel uygulamalar kullanmaktadırlar. Buna karşın, çoğu zaman gereğinden fazla kullanılan bu tarımsal girdiler bitki verimlerinde ekonomik anlamda önemsiz verim artışları sağlamaktadır. Diğer taraftan, su ve bitki besin maddelerinin aşırı kullanımı, bitki besin maddelerinin yıkanmasında artışa ve toprak çevresinin zarar görmesine neden olabilmektedir (Chen ve ark. 2013).

Su kullanım etkinliği (SKE), suyun kıt olduğu bölgelerde göz önüne alınması gereken en önemli parametredir. Su kullanım etkinliği, bitki büyüme mevsimi boyunca kullanılan su miktarı başına verimi arttırarak veya verimde büyük bir azalma olmaksızın uygulanan sulama suyu miktarında belirli düzeyde azaltmayla elde edilebilir (Parry ve ark. 2005, Ullah ve ark. 2017).

Kısıntılı sulama, su tasarrufu sağlamak ve SKE'yi iyileştirmek için çok yararlı bir tekniktir (Patane ve ark. 2011). Kısıntılı sulamada; bitkiye gerekenden daha az su uygulayarak mevcut su kaynağı ile daha geniş alanların sulanması hedeflenmektedir. Kısıntılı sulama; bitki su gereksiniminin tümünün karşılanması yerine su gereksiniminin bir kısmının karşılandığı uygulamadır (Kuşcu ve ark. 2014). Daha önce yapılan çalışmaların çoğunda kinoa bitkisine uygulanan kısıntılı sulama uygulamalarının verimde çok büyük azalmalara neden olmadığı ancak kalite parametrelerinde bir miktar iyileşmeler olabileceği raporlanmıştır. Bununla birlikte, bitkinin gelişme evrelerindeki su stresi de verim ve kalite üzerinde önemli etkiye sahip olmaktadır. Tanelerde süt olum dönemi ve çiçeklenme dönemi, kinoanın kuraklık stresine en duyarlı olduğu dönemlerdir. Çimlenme dönemi sonrası 12 yapraklı döneme kadar kuraklık stresinde önemli verim azalmaları meydana gelmezken tam sulama uygulamalarına kıyasla ya eşit ya da daha yüksek SKE elde edilebilmektedir (Geerts ve ark. 2008a, 2008b). Diğer taraftan bazı üreticiler yüksek düzeyde bitki besin maddesi kullanarak verimlerini arttırma çabası içindedirler. Ancak bu uygulama çoğu zaman gereksiz olmakta ve hem girdi maliyetlerini arttırmakta hem de çevresel problemlere neden olmaktadır (Sun ve ark. 2009, Akınoğlu ve ark. 2017). Toprakta, bitki kök bölgesinde optimum düzeyde bitki besin maddesi bulundurmamak bitki su alımını ve SKE'yi arttırmaktadır. En uygun düzeyde üretim elde etmek, aşırı yıkanma aracılığı ile azot kaybı ve toprak kirliliğini azaltmak için sulama oranları ve gübre uygulama oranları arasında uygun bir dengenin sağlanması gerekmektedir.

Farklı sulama rejimleriyle farklı bitki besin konsantrasyonlarının bitki gelişimi üzerine etkilerini analiz etmek suretiyle, kinoanın büyüme ve verimini sürdürmek için en uygun gübreleme stratejisi elde edilebilecek, topraksız kültürde yıkamaya bağlı azot kayıpları

ve kök bölgesinde nitrat birikimi azaltılabilecektir. Dünya genelinde yapılan çalışmalarda, kinoa'nın farklı sulama stratejileri altında tane verimi ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Ülkemizde ise kinoa üzerine yapılan çalışmalar bitki sıklığı, gübreleme, su kalitesi ve farklı sulama stratejileri üzerinde olmakla birlikte, kinoa için topraksız kültürde farklı sulama stratejileri ile bitki besin konsantrasyonlarının birlikte ele alındığı çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı, kinoa bitkisinin verim, bazı verim unsurları ve SKE üzerinde en uygun sulama suyu ve bitki besin konsantrasyonu düzeyini belirlemektir.



2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kinoa bitkisi yetiştiriciliğine ülkemizde son yıllarda başlanmasından dolayı öncelikle bu konu hakkında bilgiler verilmiştir.

2.1. Kinoa bitkisi

Amaranthaceae ailesinde yer alan ve *Chenopodium quinoa* Willd. olarak adlandırılan kinoa, çoğunlukla yalancı tahıl olarak anılmaktadır. Hem yaprakları hem de tohumları insan beslenmesinde kullanılır. Yaprakları sebze olarak da tüketilebilmektedir (Şekil 2.1). Tohumları hububat ürünlerine benzer şekilde kullanılmakta, un elde edilebilmektedir. Kinoa fonksiyonel gıdalara mükemmel bir örnektir. Fonksiyonel özellikleri içerdiği proteinler, antioksidanlar, yağ asitleri, mineraller ve vitaminlerinden kaynaklanır. Düşük yağışlı bölgelerde, yüksek rakımlı, soğuk, sıcak, donma sıcaklıklarında, tuzlu, kumlu, alkali ve fakir topraklarda yetiştirilebilir. Bütün bunlara rağmen, kinoanın gelişimi kısa günlerde ve serin sıcaklıklarda çoğunlukla optimaldir (Tekgüler ve ark. 2017).



Şekil 2.1. Kinoa bitkisi organları

C3 (karbon- 3) bitkiler grubundan olan kinoa, tek yıllık ve genellikle tanesi için yetiştirilen bir bitkidir. Kinoanın anavatanı, Güney Amerika'nın And bölgesi (Arjantin, Bolivya, Ekvator, Kolombiya, Peru ve Şili) olup, bu bölgede 7000 yılı aşkın bir süredir tarımı yapılmaktadır (Demir ve Kılınç 2016). Yüksek besin değerine sahip olmasının yanı sıra kuraklık, don, tuzluluk gibi olumsuz koşullara dayanıklılığı ile kinoa tüm dünyada ilgi gören bir bitkidir (Yazar ve ark. 2013).

Kinoanın besin değeri çok yüksektir. Taneleri yüksek düzeyde protein içermekte (%13-21) ve amino asit, mineral ve vitamin yönüyle de zengindir. Yağ içeriği, %10-18 arasındadır (Geren ve ark. 2015).

Kinoa, 20. Yüzyılın son çeyreğinde Avrupa kıtasına getirilmiştir. Genetik çeşitliliğinin fazla olması nedeniyle geniş bir uyum yeteneğine sahiptir. Kinoa bitkisini tarımsal istekleri farklı olan 5 gruba ayırmışlardır. Bunlar; (1) deniz seviyesi kinoaları, (2) vadi kinoaları, (3) Altiplano [Peru'nun güneydoğusu ile Batı Bolivya'da Batı ve Doğu And'lar arasında bulunan plato] kinoaları, (4) tuzlu alan kinoaları ve (5) Yungas kinoalarıdır (Geren ve ark. 2015). Bu nedenle, kinoa yetiştiriciliğinde yaygın olarak görülen başarısızlık nedenlerinden birisi üretim alanına uygun genotiplerin kullanılmamasıdır (Tan ve Temel 2017).

Az tüketilen bu ürünün büyük potansiyeli, temel olarak sürdürülebilir ekim sistemleri ve üretimdeki kısıtlı biyotik ve abiyotik koşullardaki stresin yönetimi üzerine araştırma eksikliği nedeniyle henüz tam olarak kullanılmamıştır (Geerts 2007).

Kinoa bitkisinin dünyadaki açlık sorununa çare olabilecek bir ürün niteliğinde olduğu belirtilmektedir (Tan ve Yöndem 2013). Kinoa bitkisine olan ilginin her geçen gün artması ve öneminin fark edilmesiyle birlikte Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından 2013 yılı, "Dünya Kinoa Yılı" olarak ilan edilmiştir. Bununla birlikte, kinoa tanesinin dış kabuğundaki saponin, acı tadı nedeniyle bitkiyi zararlılara karşı korurken, gıda olarak tüketiminde mekanik veya kimyasal işlemlerle uzaklaştırılması gerekir (Şekil 2.2) (Dumanoglu ve ark. 2016).



Şekil 2.2. Dış kabuğu temizlenmiş ve temizlenmemiş kinoa tohumları

Kinoa bitkisinin kuraklığa dayanıklı olmasına karşın, yüksek verim alabilmek için yaz aylarında sulanması daha önce yapılan çalışmalarda raporlanmıştır (Dumanoğlu ve ark. 2016).

Kültür bitkilerinde büyüme, verim ve kaliteyi etkileyen en önemli unsurlar gübreleme ve sulama olup, bunun yanında iklim, toprak özellikleri ve doğru çeşit seçimi de verim ve kaliteyi etkilemektedir (Geren ve ark. 2015).

2.2. Kaynak Özetleri

Jensen ve ark. (2000) tam sulama ve sulama yapılmayan koşullar altında saksı ve lizimetrede yetiştirilen kinoa bitkisinin, fizyolojik özelliklerini belirledikleri çalışmada, farklı bitki büyüme dönemlerinde, yaprak su potansiyeli, yaprak osmotik potansiyeli, oransal su içeriği, stoma iletkenliği, net fotosentez oranı ve spesifik yaprak alanı değerlerini belirlemişlerdir. Tam sulama koşullarında yetiştirilen bitkilerin yapraklarında vejetatif, çiçeklenme ve tane doldurma dönemlerindeki yaprak iletkenliği değerleri sırasıyla 0,3 ile 1,0 mol m² s⁻¹, 0,3 ile 0,6 mol m² s⁻¹ ve 0,2 ile 0,7 mol m² s⁻¹, net fotosentez oranı ise aynı dönemlerde sırasıyla 18 ile 34 µmol m²s⁻¹, 14 ile 24 µmol m²s⁻¹ ve 8 ile 26 µmol m²s⁻¹ arasında kaydedilmiştir. Sulama yapılmayan koşullar altında, stomaların kapanmasına bağlı olarak yaprak su potansiyeli ve net fotosentez oranının azaldığı belirlenmiştir.

Garcia ve ark. (2003) tarafından yürütülen çalışma ile Bolivya/Altiplano bölgesinde yetiştirilen kinoa bitkisinin tarla denemelerinde lizimetre yardımıyla sulama gereksinimi, bitki katsayısı (Kc), verim tepki etmeni (ky) ve oransal verim elde edilmiştir. Lizimetre verilerinden kinoa için Kc değerini, başlangıç döneminde 0,50, mevsim ortası dönemde 1,00 ve tam olgunlaşma döneminde ise 0,70 olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda mevsimlik verim tepki etmeni (ky) değeri 0,67 olarak hesaplanmıştır. Düşük oranlardaki kuraklık stresinin verimde azalmalara neden olmadığı sonucuna varılmıştır.

Geerts ve ark. (2006) Bolivya'da gerçekleştirdikleri lizimetre denemeleri ile farklı gelişme dönemlerinde kinoa bitkisinin kuraklık stresine tepkisini araştırmışlar ve bu bölgede yapılabilecek kısıntılı sulama için bir rehber geliştirmeye çalışmışlardır. Araştırmada uygulanan 8 farklı sulama konusu için bitki yetiştirme dönemi boyunca uygulanan sulama suyu ve drenaj, biyolojik verim, kök uzunluğu ve ağırlığı gözlenmiştir. Mevsim sonunda tane verimi, su kullanım randımanı ve hasat indeksi belirlenmiştir. Sonuç olarak kinoa bitkisinin çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve tane dolun dönemlerinde meydana gelen su stresinin hem toplam verim hem de su kullanım randımanına olumsuz etkileri olduğu belirlenmiştir. Bitkinin su stresine karşı en düşük tolerans gösterdiği dönem tane dolun dönemi olmuştur. Kinoa için kısıntılı sulama stratejisi hazırlanırken adı geçen dönemlerde ortaya çıkan su stresinin 1 veya 2 sulama ile hafifletilmesi önerilmiştir. Başlangıç periyodundaki su stresi ile yüksek verim ve yüksek su kullanım randımanı sağlanabileceği belirtilmiştir.

Geerts ve ark. (2008a) Bolivya'nın Altiplano bölgesinde iki ayrı yerde yürüttükleri tarla denemeleri ile kinoa bitkisinde kuraklık stresinin su verimliliğine etkileri üzerinde çalışmışlardır. Denemelerde toplam tane verimi, tane büyüklüğü, hasat indeksi ve su kullanım randımanı belirlenmiştir. Çalışmada çimlenme ve çıkış dönemi ile çiçeklenme ve erken tane dolun dönemlerinde kuraklığı hafifletmek amacıyla yapılacak kısıntılı sulamanın iyi olacağı sonucuna varılmıştır. Kısıntılı sulamanın iyi planlanması ile tam sulamada kullanılacak suyun yarısı ile sulama yapılırsa 1,2 ile 2 ton/ha arasında istikrarlı bir verim sağlanabileceği sonucuna varmışlardır.

Geerts ve ark. (2008b) Güney Bolivya Platolarında kinoa bitkisi için sürdürülebilir kısıntılı sulama uygulaması sağlamak üzere tarla denemeleri yapmışlardır. Çalışmada sulamanın kısıntılı verilmesi sonucunda verim ve su kullanım etkinliğine etkileri ve ayrıca yüksek taban suyu seviyesinin mevsimsel bitki su tüketimine katkısı incelenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada BUDGET ve UPFLOW modelleri kullanılarak farklı ekolojik koşullar için tuzlu taban suyunda tuz hareketi, düşük kaliteli sulama suyundan kaynaklanan tuz birikimi ve toprak tuzluluğu üzerindeki yıkama etkisi simüle edilmiştir. Bu bölge koşullarında kinoa için mevsimsel bitki su gereksiniminin %55'i kadar suyun uygulanması halinde çiçeklenme ve erken tane dolum dönemindeki ilave sulamaların yararlı olabileceği gösterilmiştir. Anılan yörede kapılar yükselmenin bitki su gereksinimine %8-25 ölçüde katkısı olduğu gözlenmiştir. Taban suyu ile sulama sularının tuzlu olması sebebiyle yağışın düşük olduğu dönemlerde kısıntılı sulama uygulanmasının tuzlanmaya neden olacağı belirtilmiştir.

Bolivya'nın orta Altiplano bölgesinde bulunan Patacamaya'da 2005-2006 ve 2006-2007 üretim sezonlarında gerçekleştirilen araştırmada, kinoaada çiçeklenme dönemine kadar sert kuraklık stresinin bitkide fizyolojik olgunluk ve çiçeklenme süresini önemli ölçüde uzattığı ancak orta dereceli kuraklık stresinin aynı etkiyi yaratmadığı belirlenmiştir (Geerts ve ark. 2008c).

Geerts ve ark. (2009) tarafından Bolivya'nın kuzey, orta ve güney olmak üzere üç ayrı Altiplano bölgesinde yürütülen araştırmada kinoa bitkisinde kuraklık stresiyile ortaya çıkabilecek verim azalmasının giderilmesi amaçlanmıştır. Kinoa üretiminde yağış ve farklı kısıntılı sulama uygulamaları altında beklenebilecek verim değerleri AquaCrop modeli kullanılarak belirlenmiştir. Bitki toplam verimine karşılık gelen mevsimsel gerçek bitki su tüketim değerleri belirlenmiş ve bu çalışma için matematiksel bitki su verim fonksiyonu elde edilmiştir.

Kaya ve ark. (2015) farklı sulama yöntem ve stratejileri ile sulama suyu kalitesi (tatlı, tuzlu ve drenaj suyu) altında Akdeniz bölgesinde (Tarsus ve Adana olmak üzere iki lokasyonda) yetiştirilen Titicaca kinoa çeşidinin toprak nemi, toplam kuru madde ve tane veriminin simülasyonu üzerine SALTMED modelinin performansını

değerlendirmişlerdir. Adana ilinde yürütülen denemelerde 10, 20 ve 30 dS/m sulama suyu tuzluluğunda tam ve kısıntılı sulama, tatlı su kaynağı kullanılarak tam ve kısıntılı sulama ve tatlı su kaynağı ile kısmi kök kuruluğu ve sulama yapılmaması konularını içeren damla sulama yöntemin kullanıldığı denemeler yürütülmüştür. Diğer taraftan Tarsus lokasyonunda, drenaj kanalı suyu kullanılarak tam ve üç farklı kısıntılı sulama konularına su tekil lateral yağmurlama sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Sonuçta, farklı sulama stratejileri, sulama yöntemleri ve sulama suyu kalitesi koşullarında tarla denemelerinden elde edilen veriyle SALTMED modelinin tahminlediği veri arasında iyi bir uyum sağlandığını belirtmişlerdir.

Yazar ve ark. (2015) Adana'da 2010-2012 yıllarında, Akdeniz iklim koşullarında tatlı ve tuzlu su ile sulamaya Titicaca çeşidi kinoa bitkisinin verim yönüyle tepkisini değerlendirmek amacıyla tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, tatlı su kaynağı ile karşılaştırıldığında 30 dS/m'ye kadar sulama suyu tuzluluğunda verimin çok az düzeyde azaldığını belirlemişlerdir. Tuzlulukla birlikte kuraklık stresinin tane verimi ve toprak üstü kuru madde verimi üzerindeki etkisi önemli bulunan çalışmada, yalnızca tuzluluk stresinin etkisinin çok düşük olduğu belirlenmiş ve kinoa bitkisinin tuzluluğa toleranslı bir bitki olduğu belirtilmiştir.

Kaya ve Yazar (2016) Akdeniz iklim koşullarında damla yöntemiyle tatlı ve tuzlu su kullanılarak uygulanan farklı sulama stratejilerinin kinoa bitkisinin toprak su içeriği, biyomas ve tane verimi üzerine etkilerini araştırmış ve denemeden elde edilen bulguları SALTMED modeliyle kestirilen sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı 60-320 mm arasında değiştiği, bitki su tüketimlerinin ise farklı tuzluluk seviyeleri ve sulama suyu miktarına bağlı olarak 247 ile 576 mm arasında değiştiği belirtilmiştir. Kinoa bitkisinin tane verimi 2010 yılındaki denemede 30 dS/m sulama suyu tuzluluğunda önemli ölçüde azaldığı, fakat 2012 yılında tatlı suyla karşılaştırıldığında 10 ile 30 dS/m arasında değişen tuzluluk düzeylerinde azalmanın çok düşük olduğu raporlanmıştır. Bununla birlikte tatlı su kaynağı ile uygulanan kısıntılı sulamanın bitki kuru madde verimlerini önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır. SALTMED modelinin tane verimleri ve kuru madde verimlerini, ölçülen değerlere oldukça yakın tahmin ettiği belirlenmiştir.

Dumanoğlu ve ark. (2016) tarafından 2015 yılında kinoa bitkisine farklı tuz seviyeleri (0-75-150-225-300-375 mM NaCl) kontrollü Őartlarda uygulanmış ve tane verimi ile bazı verim özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Denemede bitki boyu, dal sayısı, salkım sayısı, bin tane ağırlığı, biyolojik verim, hasat indeksi, tane verimi ve tane ham protein oranı gibi parametreler incelenmiştir. SonuÇlar, uygulamada yukselen tuz seviyesinin yukarıda adı geÇen parametreleri olumsuz yonde etkilediğini, ancak bin tane ağırlığının etkilenmediğini gostermiŐtir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yeri

Araştırma, 2017 yetiştirme mevsiminde, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Örtü Altı Araştırma ve Uygulama Ünitesi'nde (40°13' Kuzey, 28°52' Doğu, deniz seviyesinden yükseklik 114 m) yer alan 1 dekarlık alana sahip cam serada yürütülmüştür (Şekil 3.1). Denemeler, Mayıs-Ağustos ayları boyunca sürmüştür. Deneme süresince sera içi ortam sıcaklığı 20-50 °C arasında değişmiş olup ortalama bağıl nem %70 olarak belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmaları ise, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Sulama ve Drenaj Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Denemelerin gerçekleştirildiği sera

3.1.2. Biyolojik materyal

Araştırmada bitki materyali olarak Titicaca çeşidi kinoa (*Chenopodium quinoa*) kullanılmıştır (Şekil 3.2). Bu çeşit, su kaynaklarının sınırlı olduğu ekolojilerde yetiştirilmesi önerilen ve tane verimi yüksek bir çeşittir (Kır ve Temel, 2016).



Şekil 3.2. Titicaca kinoa bitkisi ve taneleri
(<http://www.emkahraman.com/default.asp?syf=kinoa-tarimi>)

3.1.3. Yetiştirme ortamı

Bu denemede, bitki yetiştirme ortamı olarak plastik saksılar (üst çapı 20 cm, alt çapı 17 cm, yüksekliği 21 cm) ve tarım perliti kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çimlendirme aşaması

Kinoa tohumları, 08.05.2017 tarihinde, laboratuvar ortamında, torfla doldurulan viyollerin her bir gözüne 2 adet olmak üzere ekilmiştir. Her sabah şehir şebeke suyuyla ($EC=0,35 \text{ dS m}^{-1}$) sulama yapılmıştır. Tohumların çimlenmeye başlamasıyla birlikte viyoller 12.05.2017 tarihinde denemenin yapılacağı seraya taşınmıştır. Sera ortamında, daha önce hazırlanan standart Hoagland besin çözeltisi, %50 oranında seyreltilerek günlük olarak fidelerin sulanmasında kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Çimlenen kinoa tohumları

3.2.2. Fidelerin yetiştirme ortamına aktarılması

Üst çapı 20 cm, yüksekliği 21 cm olan plastik saksıların her biri; üst kısmından 2 cm boşluk kalacak şekilde perlit ile doldurulmuştur. Mayıs ayının sonunda fidelerin 5-6 yapraklı olduğu, gövdelerinin kalınlaştığı dönemde şaşırtma işlemi gerçekleştirilmiş ve her bir deneme saksısına 4 adet fide dikilmiştir. Saksılardaki bitkilere dikimle birlikte can suyu verilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Saksılara dikilen kinoa fideleri

3.2.3. Deneme konuları ve deneysel tasarım

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan Hoagland besin çözeltileri farklı sulama seviyelerinde kinoa bitkisine uygulanmıştır. Deneme konuları Çizelge 3.1’de özetlenmiştir. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme planına göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parselde su düzeyi alt parsellere ise besin çözeltisi konsantrasyonları yerleştirilmiştir.

Çizelge 3. 1. Deneme konuları

Deneme Konuları	Denemenin Adı	Su Düzeyi (ET _c 'nin yüzdesi)	Hoagland Besin Çözeltisi Konsantrasyonu (H'nin katı)	Elektriksel İletkenlik (EC, dS m ⁻¹)
D ₁	S _{%50} -B _{0.5H}	50	0,50	0,95
D ₂	S _{%75} -B _{0.5H}	75	0,50	0,95
D ₃	S _{%100} -B _{0.5H}	100	0,50	0,95
D ₄	S _{%125} -B _{0.5H}	125	0,50	0,95
D ₅	S _{%150} -B _{0.5H}	150	0,50	0,95
D ₆	S _{%50} -B _{1.0H}	50	1,00	1,94
D ₇	S _{%75} -B _{1.0H}	75	1,00	1,94
Kontrol (K)	S _{%100} -B _{1.0H}	100	1,00	1,94
D ₈	S _{%125} -B _{1.0H}	125	1,00	1,94
D ₉	S _{%150} -B _{1.0H}	150	1,00	1,94
D ₁₀	S _{%50} -B _{2.0H}	50	2,00	3,85
D ₁₁	S _{%75} -B _{2.0H}	75	2,00	3,85
D ₁₂	S _{%100} -B _{2.0H}	100	2,00	3,85
D ₁₃	S _{%125} -B _{2.0H}	125	2,00	3,85
D ₁₄	S _{%150} -B _{2.0H}	150	2,00	3,85

S = Su, B = Besin çözeltisi, ET_c = Standart Hoagland besin çözeltilerinde Kontrol konusu için bitki su tüketimi, H = Hoagland.

3.2.4. Besin çözeltilerinin hazırlanması

Standart Hoagland besin çözeltisini hazırlamak için gereken karışımlar; mikro elementlerden 236,1 g kalsiyum nitrat, 101,1 g potasyum nitrat, 136,1 g mono potasyum fosfat ve 246,5 g magnezyum sülfat ayrı ayrı tartılarak her birinin 1 litre saf suda çözülmesiyle sağlanmıştır. İz elementlerden 2,8 g borik asit, 1,8 g mangan klorür, 0,2 g çinko sülfat, 0,105 g bakır sülfat, 0,025 g amonyum molibden tartılıp hepsinin tek bir kaptta 1 litre saf suda çözünmesi sağlanmıştır. Ayrıca, %6'lık 41,6 g FEDDHA tartılarak 1 litrede çözülürmüştür (Hoagland ve Arnon 1950) Standart Hoagland besin çözeltisi (B_{1,0H}) için; mono potasyum fosfat'tan 100 ml, Potasyum nitrat'tan 500 ml, kalsiyum nitrat'tan 500 ml, Magnezyum sülfat'tan 200 ml, iz element karışımından 100 ml ve FEDDHA çözeltisinden 100 ml ölçülerek karıştırılmıştır (Şekil 3.5). Bu karışımlardan, deneme konularına göre konsantrasyonlar elde etmek için belli miktarlarda alınıp 100 litrelik su tankına eklenmiş ve çeşme suyuyla tank tamamen doldurulmuş ve karıştırılmıştır. Deneme konularına göre farklı besin çözeltisi konsantrasyonları elde etmek için bu standart çözelti değerleri B_{0,5H} konsantrasyonu için ½'si ve B_{2,0H} konusu için 2 katı alınarak elde edilmiştir. Her sulamadan önce tanklar iyice karıştırılarak çözeltinin sulama esnasında homojen kalması sağlanmıştır.



Şekil 3.5. Hoagland besin çözeltisinin hazırlanması

3.2.5. Bitki su tüketimi ve uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi

Şaşırtma işleminden sonra, deneme süresi boyunca bitkilere sadece daha önce belirlenen konsantrasyonlardaki Hoagland besin çözeltileri uygulanmış, ayrıca bir kaynaktan sulama yapılmamıştır.

Uygulanacak besin çözeltisi içeren sulama suyu miktarı, kontrol konusundaki saksılar tartılarak belirlenmiştir.

Denemelerin başlangıcında, perlit içeren saksılar su ile doyurulmuş ve saksıların üstleri buharlaşmayı önlemek için kapatılmıştır. Drenajın sona ermesinden sonra, her bir saksının ağırlığı alınmış ve bu ağırlık tarla kapasitesi olarak kabul edilmiştir. Hesaplanan sulama suyu miktarı, saksının su içeriğini tarla kapasitesine getirmek için, her sulamada her bir saksıya uygulanmıştır. Ardışık iki sulama arasında kısa bir süre olduğu için bitki biokütlesindeki artış ihmal edilmiştir (Ullah ve ark., 2017).

Sulama suyu miktarını belirlemek amacıyla, kontrol konusunun her tekerrürü için gūnaşırı iki sulama arasındaki bitki su tüketimi, su bütçesi eşitliği (ağırlık esas) kullanılarak Eşitlik 3.1 ile hesaplanmıştır (Kuruç ve Ünlükara, 2009).

$$ET_{c(K)} = I + (W_n - W_{n+1}) \quad (3.1)$$

Eşitlikte, $ET_{c(K)}$ kontrol konusunun bitki su tüketimi, I uygulanan suyun miktarı (Litre) ve W_n ile W_{n+1} ise n. ve n+1. sulama öncesi saksı ağırlığıdır (kg). $ET_{c(K)}$ bir sonraki sulama için kontrol konusuna uygulanmış olan standart su miktarı ($S_{\%100}$) olarak göz önüne alınmaktadır. Diğer tüm deneme konuları, kontrol konusunun tekerrürlerinden elde edilen ortalama ET_c 'nin ya da $S_{\%100}$ değerinin belirtilen yüzdelerine göre sulanmıştır.

Drenaj suyu, tam sulama konusunun üzerinde sulanan deneme konularının her tekerrüründen saksıların altında yer alan tabaklardan toplanmış ve ortalama değer olarak ölçülmüştür. Aşırı sulama konularında drenaj gözlenmiş ancak kısıntılı sulanan deneme

konularında drenaj gözlenmemiş ve drenaj değeri sıfır kabul edilmiştir. Sulama her gün yapılmış ve sulamadan sonra drenaj suyu değerleri ölçülmüştür.

Kontrol konusu dışındaki diğer tüm deneme konularının bitki su tüketimi (ET_c) su bütçesi eşitliği kullanılarak uygulanan besin çözeltisi hacminden drene olan besin çözeltisinin çıkarılmasıyla belirlenmiştir. Sera ortamında yürütülen denemede, yağış, yüzey akışı ve kapılar yükselme olmadığı için su bütçesi, Eşitlik 3.2'deki gibi yazılabilir:

$$ET_c = I - \Delta S - D \quad (3.2)$$

Eşitlikte, ET_c bitki su tüketimi, I uygulanan sulama suyu miktarı (L), ΔS substrat ya da toprakta tutulan su miktarındaki değişim (L) ve D drenaj suyudur (L). Yapay substrat (perlit) için depolanan su miktarındaki değişim çok düşük olduğundan ve onun çok sınırlı etkisi nedeniyle bu çalışmada ihmal edilmiştir (Jolliet 1999; Mpusia 2006). Böylece kontrol konusu dışındaki deneme konuları için bitki su tüketimi, Eşitlik 3.3'deki gibi hesaplanmıştır:

$$ET_c = I - D \quad (3.3)$$

3.2.6. Su kullanım etkinliği

Su kullanım etkinliği, bitki veriminin onun üretiminde bitki tarafından kullanılan su miktarına oranlanmasıyla elde edilmektedir (Howell, 2006). Bu çalışmada, su kullanım etkinliği, kinoa tane veriminin bitki su tüketimine oranlanarak Eşitlik 3.4'e göre hesaplanmıştır (Kaya 2010).

$$SKE = Y / ET_c \quad (3.4)$$

Eşitlikte, SKE su kullanım etkinliği (kg m^{-3}), Y tane verimi (kg m^{-2}) ve ET_c bitki su tüketimi olarak kullanılan su miktarı (m)'dir.

3.2.7. Zararlı mücadelesi

Deneme yılı içinde 14 Haziran tarihinde, bitki yapraklarında bit ve siyah sinek gözlemlenmiş ve ilaçlama yapılmıştır (Şekil 3.6). Böcek ilacı olarak 4A Grubu Efdal Afitrid 20 SP insektisit kullanılmıştır. Ayrıca, aynı tarihte bazı bitkilerin yapraklarında kurt da gözlenmiştir. Tekrar ilaçlama yapılmış, böcek ilacı olarak 4A Grubu Efdal Afitrid 20 SP ve 28 Grubu (diamidler) Coragen 20 SC insektisit kullanılmıştır. Mücadele başarılı olmuş ve 6 Temmuz günü zararlı gözlenmemiştir.



Şekil 3.6. Kinoa bitkisinde gözlemlenen zararlılar

3.2.8. Kinoa bitkisine ilişkin gözlem ve ölçümler

Hasat

Sulama uygulamalarına 6 Ağustos'ta son verilmiş olup bu tarihten sonra bitkiler kurumaya bırakılmıştır. Saksıdaki bitkilerin sararıp kurduğu, çiçek salkımı elle ovuşturulduğunda tanelerin döküldüğü zamanda (ort.%13 nem) hasat gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7). Kinoa bitkileri makas yardımıyla kök boğazından kesilerek 14 Ağustos günü Bursa U.Ü. Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Sulama ve Drenaj Laboratuvarına taşınmıştır. Taşıma işleminden yedi gün sonra tanelerine ayrılan kinoa laboratuvar ortamında kurumaya bırakılmıştır.



Şekil 3.7. Hasada gelmiş kinoa bitkileri

Tane verimi

Tane verimini belirlemek için, her deneme konusunun her tekerrüründe yer alan saksılardaki tüm bitkiler tanelerine ayrılmış ve 1 ay kadar süreyle laboratuvar ortamında doğal olarak kurutulduktan sonra hassas terazi ile tartılarak ağırlıkları alınmıştır. Bu ağırlıklar saksı yüzey alanına oranlanarak tane verimi g/m^2 cinsinden elde edilmiştir. Elde edilen değerler, kg/da olarak değerlendirilmiştir.

Toprak üstü kuru madde (biyomas) verimi

Hasattan sonra bitkiler 1 hafta kurumaya bırakılmış ve daha sonra etüvde $65\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar (24 saat) kurutulmuştur. Kurutulan bitkilerin ağırlığı saksının yüzey alanına oranlanarak toprak üstü kuru madde verimi kg/da olarak belirlenmiştir.

Bin tane ağırlığı

Her alt parselde yer alan deneme konularından hasat edilen yüz tohumun ağırlığı tartılmış ve sonuç on ile çarpılarak bin tane ağırlığı (g) saptanmıştır.

Bitki boyu

Her tekerrürden bir saksı belirlenip, saksıdaki tüm bitkilerin toprak seviyesinden ana salkımın en uç noktasına kadar olan mesafe (cm) yetiştiricilik mevsimi boyunca günlük olarak bir şerit metre aracılığı ile ölçülmüştür.

Ana salkım uzunluğu

Hasatta, her konudan belirlenen tek bir saksı için bitkide ana salkımın en alt dalından uç noktasına kadar olan uzaklık (cm) ölçülmüştür.

Bitkide salkım sayısı

Bitki üzerinde oluşan salkımlar sayılmıştır (Şekil 3.8).

Salkımdaki dal sayısı

Hasatta ana salkımı oluşturan dallar (adet/bitki) sayılmıştır.

Gövde çapı

Kinoaların hava alması sağlanarak laboratuvar ortamında kurumaya bırakıldığı sırada bir dijital kumpas yardımıyla tüm bitkilerin gövde çapları (mm) ölçülmüştür.



Şekil 3.8. Kinoa salkımı

Verilerin değerlendirilmesi

Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme planında, 4 tekerrürlü olarak yürütülen denemeden elde edilen verilerden, IBM SPSS 23 bilgisayar paket programı kullanılarak varyans analizleri yapılmış ve F testinin en az %5 düzeyinde önemli bulunması halinde ortalama değerler Duncan'a göre gruplandırılmıştır. Deneme konularının çeşitli bitki özellikleri üzerine etkisini daha net ortaya koymak amacıyla MS Excel programı kullanılarak şekiller oluşturulmuştur.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Kinoa bitkisinin gelişme dönemleri

Ekim 08.05.2017 tarihinde yapılmış ve laboratuvar ortamından seraya 12.05.2017 tarihinde taşınmıştır. İlk çıkışlar 17.05.2017 tarihinde gerçekleşmiştir. Bitkilerde 30.05.2017 tarihinde 5-6 yaprağın çıktığı gözlenmiştir. Sulamalara, 06.08.2017 tarihinde son verilmiştir. Fizyolojik olgunluğa ulaşan bitkiler 14.08.2017 tarihinde hasat edilerek gelişme evreleri tamamlanmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Kinoa bitkisinin gelişme evreleri

4.2. Uygulanan sulama suyu ve bitki su tüketimi

Dikim sonrası saksılarda yetiştirilen fidelerin tümüne, 30.05.2017 tarihinden itibaren tarla kapasitesine gelinceye kadar (drenaj gözlendiği ana kadar) 0,5 konsantrasyonda Hoagland çözeltilisi (B_{0,5H}) uygulanmıştır. Deneme saksılarında konulara göre uygulamalara 17.06.2017 tarihinde başlanmış ve 06.08.2017 tarihinde son sulama yapılmıştır.

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı, drene olan su miktarı ve bitki su tüketimi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı 306 mm ile 919 mm arasında değişmiştir. Kısıntılı sulama yapılan deneme konularında drenaj gözlenmezken tam sulama yapılan konularda ihmal edilebilecek kadar az drenaj gözlenmiş, en fazla drenaj ise kontrol konusuna göre 1,5 kat fazla sulama yapılan D9 (S_{%150}-B_{1,0H}) konusundan 211 mm olarak gerçekleşmiştir.

Deneme konularının bitki su tüketimi değerleri 306-741 mm aralığında hesaplanmıştır. Genel olarak en yüksek bitki su tüketimi değerleri kontrol konusuna verilen sulama suyu miktarından daha fazla sulama yapılan uygulamalardan elde edilmiştir. Kısıntılı sulama uygulamalarında ise bitki su tüketimi değerleri düşmüştür. En yüksek bitki su tüketimi 741 mm ile D₁₄ (S_{%150}-B_{2,0H}) konusundan elde edilmiş onu 719,88 mm ile D₅ konusu izlemiştir. En düşük bitki su tüketimi ise ciddi su stresinin uygulandığı D₁ konusundan saptanmıştır. Adana ilinde Titicaca çeşidi kinoa ile tarla koşullarında yapılan denemelerde elde edilen bitki su tüketimi değerleri sulama yapılmadığında 247-253 mm, tam sulama koşullarında ise 360-576 mm olarak belirlenmiş ve kısıntılı sulama koşullarında tam sulamaya göre bitki su tüketiminde azalma saptanmıştır (Kaya ve Yazar 2016). Bu çalışmadan tam ve kısıntılı sulama koşullarında elde edilen bitki su tüketimi değerleri Kaya ve Yazar (2016) tarafından elde edilen sonuçlara benzerlik göstermekle birlikte biraz daha yüksektir. Bunun nedeni, çalışmamızın sera koşullarında yürütülmesine bağlı olarak bitkilerin daha yüksek sıcaklıklara maruz kalması sonucu buharlaşma ve terlemenin artması olabilir. Diğer taraftan, Razzaghi ve ark. (2012), Danimarka’da farklı toprak bünyelerinde tam ve kısıntılı sulama koşulları için kinoa bitki su tüketimini 163-289 mm arasında belirlemişlerdir. Bu değerler, bu çalışmadan

elde edilen bulgulardan oldukça düşüktür. Bunun nedeninin farklı çeşit, iklim ve toprak özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.1. Deneme konuları için mevsimlik sulama suyu miktarı, drenaj ve bitki su tüketimi değerleri

Deneme Konuları	Denemenin Adı	Sulama Suyu Miktarı (mm)	Drenaj (mm)	Bitki Su Tüketimi (mm)
D ₁	S _{%50} -B _{0.5H}	306,25	0,00	306,25
D ₂	S _{%75} -B _{0.5H}	459,38	0,00	459,38
D ₃	S _{%100} -B _{0.5H}	612,50	0,12	612,38
D ₄	S _{%125} -B _{0.5H}	765,63	71,25	694,38
D ₅	S _{%150} -B _{0.5H}	918,75	198,87	719,88
D ₆	S _{%50} -B _{1.0H}	306,25	0,00	306,25
D ₇	S _{%75} -B _{1.0H}	459,38	0,00	459,38
Kontrol (K)	S _{%100} -B _{1.0H}	612,50	0,00	612,50
D ₈	S _{%125} -B _{1.0H}	765,63	74,82	690,81
D ₉	S _{%150} -B _{1.0H}	918,75	211,25	707,50
D ₁₀	S _{%50} -B _{2.0H}	306,25	0,00	306,25
D ₁₁	S _{%75} -B _{2.0H}	459,38	0,00	459,38
D ₁₂	S _{%100} -B _{2.0H}	612,50	0,06	612,44
D ₁₃	S _{%125} -B _{2.0H}	765,63	58,30	707,33
D ₁₄	S _{%150} -B _{2.0H}	918,75	177,86	740,89

4.3. Tane verimi

Kinoa bitkisinin farklı su seviyesi ve besin çözeltileri konularından elde edilen tane verimine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Buna göre, tane verimi için besin çözeltileri konsantrasyonu (B), sulama suyu düzeyi (S) ve B × S interaksiyonlarında %1 düzeyinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Buna göre söz konusu girdilerin tane verimi üzerine etkilerini gruplandırmak amacıyla p<0,05 olasılık düzeyinde Duncan’ın çoklu dağılım testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Tane verimi (kg/da) varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Besin çözültisi (B)	2	10420,44	5210,22	5,85**
Su düzeyi (S)	4	431534,23	107883,56	121,09**
B × S	8	41351,35	5168,92	5,80**
Hata	45	40090,68	890,90	
Genel	60	3330871,21		

**0,01 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Çizelge 4.3. Kinoa ortalama tane verimi değerleri (kg/da)

Sulama Suyu Düzeyi	Hoagland Besin Konsantrasyonu			
	B _{0,5H}	B _{1,0H}	B _{2,0H}	Ortalama
S _{%50}	103,69 h ¹	115,00 h	105,25 h	107,98 E ³
S _{%75}	119,00 h	173,75 g	163,25 g	152,00 D
S _{%100}	227,50 ef	189,00 fg	169,00 g	195,17 C
S _{%125}	270,25 cde	260,25 de	346,75 b	292,41 B
S _{%150}	314,25 bc	297,25 cd	390,50 a	334,00 A
Ortalama	206,94 b ²	207,05 b	234,95 a	216,31

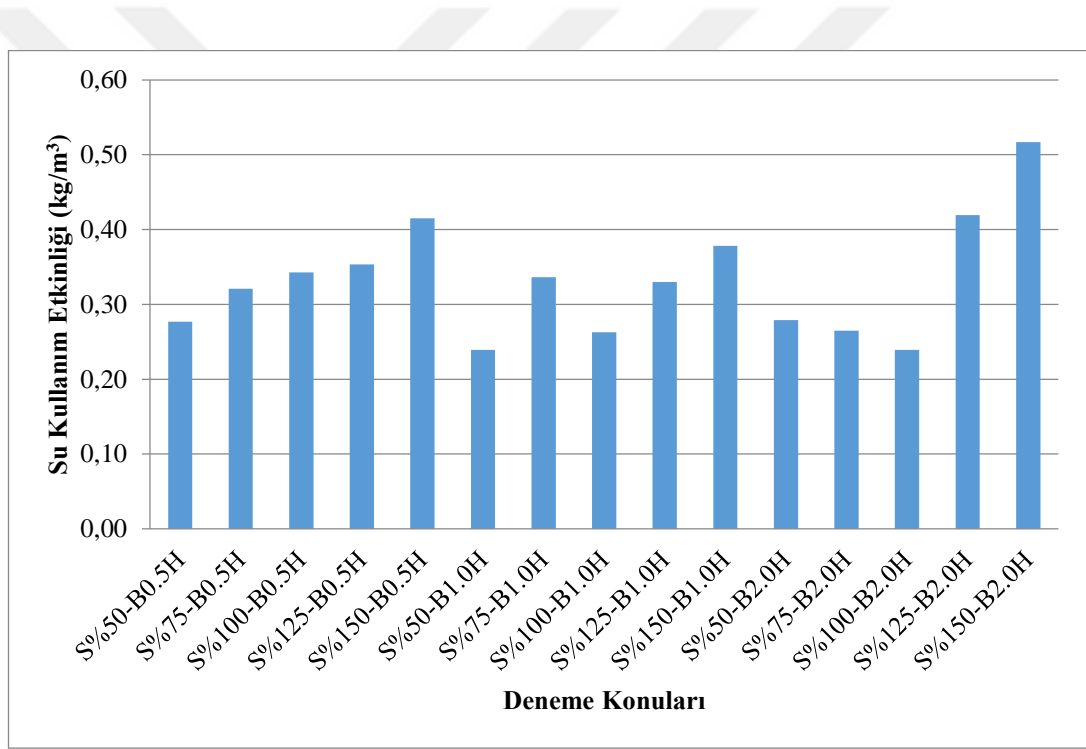
¹Küçük harfler sulama suyu düzeyi × Hoagland besin konsantrasyonu interaksiyonu yönüyle, ²koyu küçük harfler, besin konsantrasyonu yönüyle ve ³büyük harfler ise sulama suyu düzeyi yönüyle tane verimi arasındaki istatistiksel olarak önemli (p<0,05) farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.3'e göre, farklı sulama suyu seviyeleri için kinoa bitkisinin en yüksek ortalama tane verimi 334,00 kg/da ile S_{%150} konusundan, en düşük ise 107,98 kg/da ile S_{%50} konusundan elde edilmiştir. Diğer taraftan, Hoagland besin çözültisi konuları için en düşük değer 206,94 kg/da ile B_{0,5H} konusundan elde edilirken onu B_{1,0H} konusu izlemiştir ancak bu iki konu arasında istatistiksel olarak (p<0,05) önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır, en yüksek değer ise 234,95 kg/da ile B_{2,0H} konusundan elde edilmiştir. Sulama suyu düzeyi ve besin çözültisi konsantrasyonu interaksiyonu yönüyle bir inceleme yapıldığında, en yüksek verim D₁₄ (S_{%150} × B_{2,0H}) konusundan 334,00 kg/da

olarak belirlenirken onu D₁₃ konusu izlemiştir. En düşük kinoa verimleri S_{%50} konusunun altındaki tüm besin çözültisi konsantrasyonları konuları ile D₂ konusundan elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, kinoanın besin çözültisi konsantrasyonuna kıyasla sulama suyu düzeylerine çok iyi tepki verdiği, sulama miktarındaki artışla birlikte standart Hoagland besin çözültisine kıyasla 2 katı konsantrasyonda kinoa tane veriminin arttığı söylenebilir. Kuraklık, düşük sıcaklıklar, toprak tuzluluğu ve tarımsal girdilerdeki yetersizlikler kinoa verimlerinin düşmesinde önemli rol oynamaktadır (Geerts ve ark. 2006). Bu çalışmada da özellikle bitki besin maddelerindeki eksiklik ve su stresinin verimi önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Daha önce yapılan benzer bir çalışmada, Kaya ve Yazar (2016) 151 ile 299 kg/da arasında değişen tane verimi elde etmişlerdir. Geerts ve ark. (2008), Bolivyanın güneyinde iki farklı lokasyonda yürütülen denemelerde, yetiştiricilik mevsimine ve lokasyona göre farklılık göstermekle birlikte 34 ile 240 kg/da arasında tane verimi belirlerken hiç sulama yapılmamasına karşılık kısıntılı sulama ile verimlerde önemli artışlar olabileceğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, kinoa verimlerinde, çeşide, yetiştiricilik yapılan yerin toprak ve iklim özelliklerine ayrıca tarımsal girdilerin uygulama miktarlarına göre farklılıklar olabileceğini göstermektedir. Geren ve ark. (2014), ekim zamanının kinoa tane verimini etkilediğini belirttikleri çalışmada, en yüksek tane veriminin 238,8 kg/da olarak 15 Nisan ekimlerinden, en düşük tane veriminin ise 138,9 kg/da 1 Mart'ta yapılan ekimden elde edildiğini raporlamışlardır. Geren ve ark. (2015), bitki sıklığının da kinoa tane verimi üzerinde önemli etkisi olduğunu bildirmişler, en yüksek tane veriminin 320,8 kg/da ile sıra arası mesafesinin 35 cm, en düşük tane veriminin ise 240,7 kg/da ile 70 cm sıra arası mesafedeki bitkilerden elde edildiğini raporlamışlardır. Lavini ve ark. (2014) tarafından yürütülen denemelerde, kinoanın kuraklığa ve tuzluluğa toleransı araştırılmış, genel olarak, orta derecede kısıntılı sulamalar (%67), yüksek derecede kısıntılı sulamadan (%33) daha yüksek bir verimle sonuçlanmıştır.

4.4. Su kullanım etkinliği

Birim su tüketimine karşılık elde edilen verimi ifade eden su kullanım etkinliği (SKE) değerleri Şekil 4.2’de verilmiştir. Buna göre, en yüksek SKE (0,52 kg/m³) bitki su tüketiminin %150’si düzeyinde sulama suyu ve Hoagland besin çözeltilisinin 2 katı konsantrasyonuyla yapılan D₁₄ konusundan elde edilirken onu D₁₃ konusu izlemiştir. En düşük SKE değeri (0,24 kg/m³), D₆ ve D₁₂ deneme konularından saptanmıştır. Farklı besin çözeltilisi konsantrasyonları altında bitki su tüketiminin %125 ve %150’si kadar sulama yapılan deneme konularından göreceli olarak daha yüksek SKE değerleri bulunmuştur.



Şekil 4.2. Su kullanım etkinliği değerleri

4.5. Toprak üstü kuru madde (biyomas) verimi

Toprak üstü kuru madde (biyomas) verimine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, besin çözeltilisi, su düzeyi ve bu iki girdinin interaksiyonlarının, toprak üstü kuru madde verimi üzerinde $p < 0,01$ olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre söz konusu

girdilerin biyomas verimi üzerine etkilerini gruplandırmak amacıyla $p < 0,05$ olasılık düzeyinde Duncan'ın çoklu dağılım testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Toprak üstü kuru madde verimi (kg/da) varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Besin çözültüsü (B)	2	52091,27	26045,63	6,18**
Su düzeyi (S)	4	2021976,36	505494,09	119,90**
B × S	8	137118,33	17139,79	4,07**
Hata	45	189715,85	4215,91	
Genel	60	14800025,89		

**0,01 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Çizelge 4.5. Toprak üstü kuru madde verimi (kg/da) değerleri

Sulama Suyu Düzeyi	Hoagland Besin Konsantrasyonu			
	B _{0,5H}	B _{1,0H}	B _{2,0H}	Ortalama
S _{%50}	212,16 h ¹	176,13 h	226,29 h	204,86 E ³
S _{%75}	252,96 h	358,70 g	355,89 g	322,51 D
S _{%100}	489,13 ef	406,35 fg	373,49 g	422,98 C
S _{%125}	583,74 de	575,15 de	724,71 ab	627,87 B
S _{%150}	685,07 bc	606,39 cd	792,72 a	694,72 A
Ortalama	444,61 b ²	424,54 b	494,62 a	

¹Küçük harfler sulama suyu düzeyi × Hoagland besin konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, ²koyu küçük harfler, besin konsantrasyonu yönüyle ve ³büyük harfler ise sulama suyu düzeyi yönüyle toprak üstü kuru madde verimi arasındaki istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) farklılıkları göstermektedir.

Uygulanan sulama suyu düzeyindeki artışla toprak üstü kuru madde verimi değerleri de artış göstermiştir. En yüksek biyomas verimi 694,2 kg/da ile S_{%150} konusundan elde edilirken onu sırasıyla S_{%125}, S_{%100}, S_{%75} ve S_{%50} konuları izlemiştir. Diğer taraftan Hoagland besin konsantrasyonu uygulamaları yönüyle incelendiğinde, en yüksek

ortalama biyomas verimi 494,62 kg/da ile standarda göre 2 kat yoğun çözeltilinin uygulandığı B_{2,0H} konusundan elde edilirken, onu B_{1,0H} ve B_{0,5H} konuları izlemiş ancak bu konular arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ($p < 0,05$) gözlenmemiştir. Sulama suyu düzeyi ve besin çözeltilisi konsantrasyonu interaksyonu yönüyle değerlendirildiğinde, göreceli olarak daha yüksek verimler D₁₄ ile D₁₃ konularından elde edilmiştir. Sulama suyu kısıdının daha sert olduğu S_{%50} konusunun altındaki besin çözeltilisi konsantrasyonun tüm düzeylerinde ayrıca D₁ konusunda en düşük biyomas verimleri elde edilmiştir. Bu sonuç, kinoa bitkisinin yüksek besin konsantrasyonlarında ve sulama suyu düzeylerinde, yetiştirme ortamına bağlı olarak daha yüksek biyomas ürettiğini göstermektedir. Bunun nedeni, bitki besin maddeleri ve suyun etkisine bağlı olarak kinoa bitkisinin daha fazla vejetatif gelişme göstermesi ve böylece daha yüksek kuru madde üretmesi olabilir. Daha önce yapılan benzer bir çalışmada, Erzurum ve Iğdır koşullarında sulu deneme alanlarında Titicaca kinoa çeşidi için biyomas verimleri sırasıyla 544,9 kg/da ve 810,8 kg/da olarak bulunmuş ve kinoa genotiplerine bağlı olarak biyomas verimlerinin farklılık gösterdiği belirtilmiştir (Tan ve Temel, 2017). Söz konusu çalışmadan elde edilen bulgular, bu çalışmadan elde edilen bulgulara benzerlik göstermektedir. Başka bir denemede, Kaya (2010)'nın damla sulama sistemiyle yapmış olduğu araştırmanın sonuçlarında tam sulama konularında kuru madde miktarı kısıntılı su konularına göre daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni olarak gelişme döneminde uygulanan sulama suyu miktarının vejetatif gelişmeyi artırması olduğu düşünülmektedir. Tuzlu su ile yapılan tam sulama konusunda kuru madde verimi düşüş göstermiş olsa da bu fark 14,6 kg/da kadardır. Lavini ve ark. (2014), ayrıca kuraklık ve tuz stresinin toprak üstü kuru madde verimini önemli ölçüde düşürdüğünü bildirmiştir. Bunun ötesinde, bu çalışmada farklı sulama düzeyleri ve besin maddesi konsantrasyonlarının da kinoa biyomas verimini etkileyebileceği saptanmıştır.

4.6. Bin tane ağırlığı

Araştırma sonucunda deneme konularından elde edilen kinoa bin tane ağırlığı verilerine göre varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre besin çözeltilisi ve sulama uygulamalarında %5 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Buna göre yapılan farklı sulama ve besin çözeltilisi uygulamalarının

bin tane ağırlığı üzerine etkilerini incelemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır. Kinoa bitkisinde farklı su ve Hoagland besin çözeltisi seviyelerinin analiz sonuçlarından elde edilenler Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Bin tane ağırlığı (g) varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Besin çözeltisi (B)	2	1,18	0,59	10,40**
Su düzeyi (S)	4	1,37	0,34	6,06*
B × S	8	0,81	0,10	1,78 ^{öd}
Hata	45	2,55	0,06	
Genel	60	268,67		

* ve ** sırasıyla 0,05 ve 0,01 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. öd: önemli değil.

Çizelge 4.7. Bin tane ağırlığı (g) değerleri

Sulama Suyu Düzeyi	Hoagland Besin Konsantrasyonu			
	B _{0,5H}	B _{1,0H}	B _{2,0H}	Ortalama
S _{%50}	1,93	1,67	1,86	1.82 B ²
S _{%75}	2,32	2,10	1,87	2,10 A
S _{%100}	2,51	2,24	1,82	2,19 A
S _{%125}	2,23	1,99	2,06	2,09 A
S _{%150}	2,46	2,05	2,28	2,26 A
Ortalama	2,29 a ¹	2.01 b	1.98 b	

¹Koyu küçük harfler besin konsantrasyonu yönüyle ve ²büyük harfler ise sulama suyu düzeyi yönüyle bin tane ağırlığı değerleri arasındaki istatistiksel olarak önemli (p<0,05) farklılıkları göstermektedir.

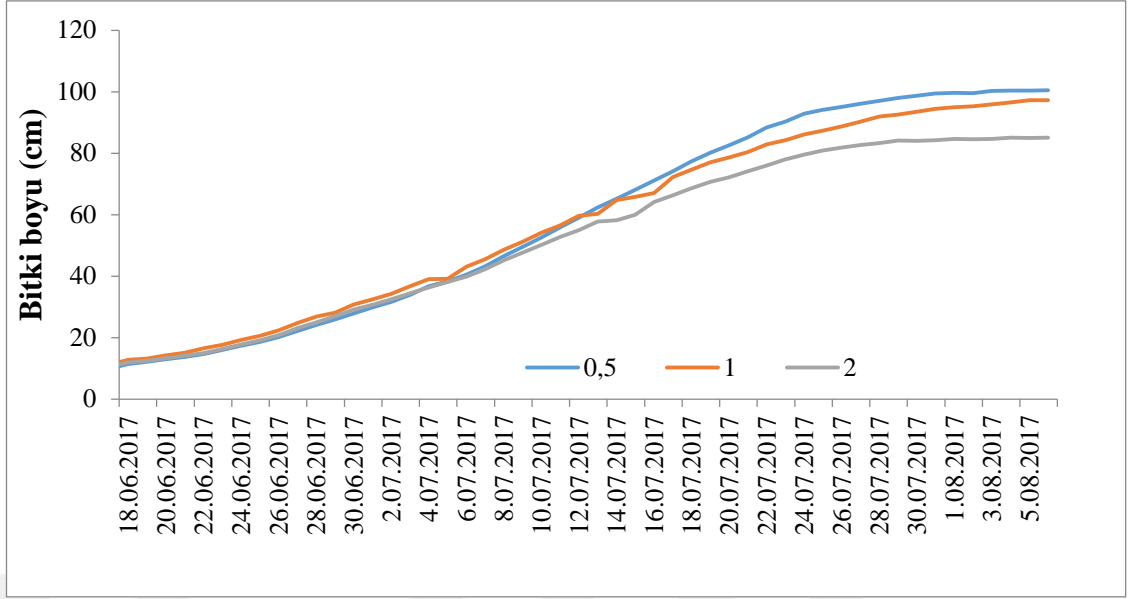
Çizelge 4.7 incelendiğinde, en düşük bin tane ağırlığı S_{%50} sulama konusundan elde edilirken S_{%75} ile S_{%150} arasında kalan tüm sulama konularında istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlenmemiş ve görece daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu sonuç, bin tane ağırlığının verim üzerine katkısının tane büyüklüğünden çok tane sayısı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Besin konsantrasyonları yönüyle bir

değerlendirme yapıldığında, $B_{0,5H}$ konusundan elde edilen bin tane ağırlığının, standart Hoagland çözeltilisi ($B_{1,0H}$) ve $B_{2,0H}$ konularından daha yüksek olduğu görülmektedir. Sulama \times besin konsantrasyonları yönüyle bir değerlendirme yapıldığında ise istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmamıştır. $S_{\%50}$ konusuyla diğer sulama konuları arasında bin tane ağırlığı yönüyle önemli farklılık bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, kinoa bitkisi bin tane ağırlığının Hoagland besin çözeltilisinin standart ve yüksek konsantrasyonlarından olumsuz etkilendiği ancak 0,50 ETc düzeyi üstündeki sulama seviyelerinden önemli düzeyde etkilenmediği söylenebilir. Benzer bir çalışmada, Iğdır ovası kuru koşullarında yetiştirilen farklı kinoa çeşitleri içinden en yüksek bin tane ağırlığı 2,53 gram ile Titicaca çeşidinden elde edilmiştir (Kır ve Temel, 2016). Bu sonuç, çalışmadan elde edilen değerlerden daha yüksektir. Söz konusu farklılığın nedeni, yetiştiricilik sistemleri arasındaki farklılığın yanı sıra bitkinin farklı çevre koşullarında yetiştirilmesinden kaynaklanıyor olabilir. Başka bir çalışmada, Akdeniz iklim koşullarında farklı ekim zamanlarında yapılan denemede, yıl ve ekim zamanı faktörlerinin bin tane ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek ortalama değer 3.50 g ile 1 Mart'ta yapılan ekimlerden, en düşük değer ise 3,24 gram ile 15 Mayıs'ta yapılan ekimlerden sağlanmış, ekim zamanının ilerlemesiyle bin tane ağırlığının sürekli azaldığı bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak geç ekim zamanlarında yüksek sıcaklık ve düşük oransal nem nedeniyle tohumların yeterince olgunlaşmadığı ve erken ekim zamanlarında salkımlardaki az olan tanelerin mevcut besin maddelerini alarak irileştiği belirtilmiştir (Geren ve ark., 2014). Bu çalışmadan elde edilen değerlerin göreceli olarak daha düşük olmasının nedeni, bitkinin sera koşullarında yetiştirilmiş olmasına bağlı olarak araştırmacıların belirttiği koşullardan dolayı tohumların yeterince olgunlaşmaması olabilir. Kinoa bin tane ağırlığını etkileyen diğer bir etmen ise bitki yoğunluğudur. Geren ve ark. (2015)'nin yaptıkları çalışmada, kinoa sıraları arasındaki mesafe arttıkça bin tane ağırlığının önemli düzeyde arttığı, bulunan en yüksek bin tane ağırlığının (3,43 g) 70 cm'ye yapılan ekimlerden, en düşük değer (3,19 g) ise 17,5 cm'ye yapılan ekimlerden elde edildiği raporlanmıştır. Q-52 çeşidi kinoanın farklı tuz yoğunluklarına verdiği tepkileri incelemek amacıyla serada yürütülen bir başka saksı denemesinde ortalama bin tane ağırlığı 5,4 gram bulunmuştur (Dumanoğlu ve ark., 2015). Kısıntılı sulama konuları daha düşük bin tane ağırlığına neden olmuştur. Lavini ve ark. (2014) tarafından yürütülen çalışmada tatlı su ile tam sulamayla, en yüksek bin

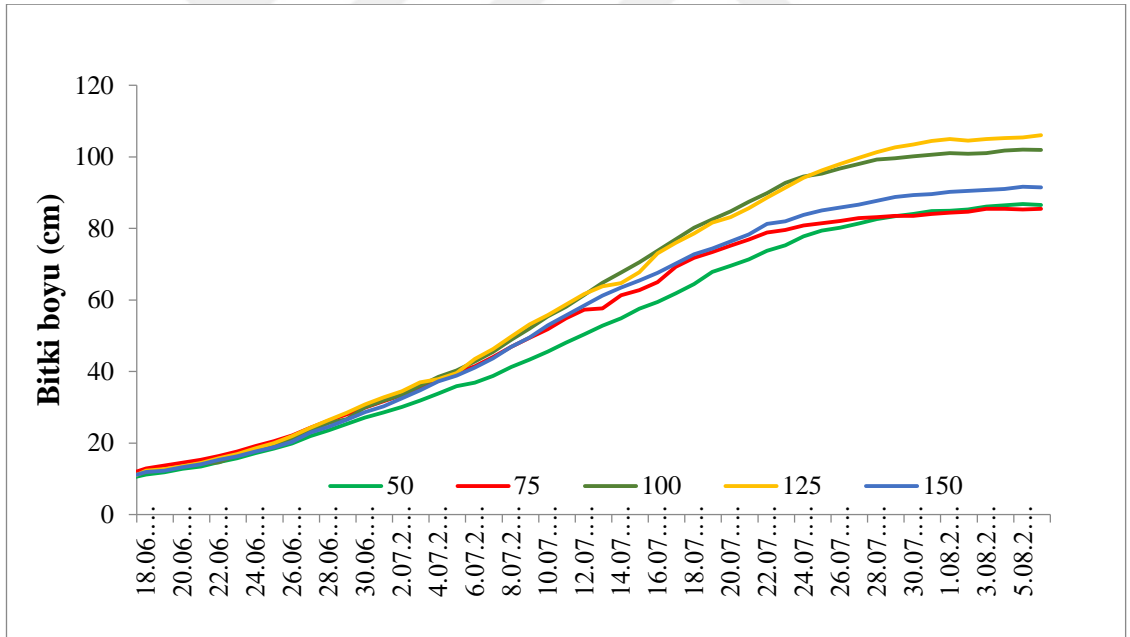
tane ağırlığı (2.6 g) elde edilmiştir. Bu sonuçlar, bin tane ağırlığının, farklı genotiplere, yetiştiricilik ortamına, stres tipine ve düzeyine, tuzluluk düzeyine, iklim ve toprak özelliklerine göre değişebileceğini göstermektedir.

4.7. Bitki boyu

Çalışma boyunca bitki boyu değerleri günlük olarak izlenmiştir. Bitki boyları belirlenen saksılar için 18 Haziran tarihinden itibaren hasada kadar her gün ölçülmüştür. Farklı besin çözeltisi seviyeleri için kinoa bitkisindeki boy değerlerinin zamansal değişimi Şekil 4.3'den görülebilir. Buna göre, kinoa bitkisine uygulanan farklı Hoagland besin çözeltisi konsantrasyonlarının bitki boyları üzerine etkisi, Temmuz ayının ortalarına kadar benzer bir seyir izlemiş, boylar artmış, daha sonra ise besin çözeltisi konsantrasyonu artıka bitki boylarında azalma olmuştur. Farklı sulama suyu seviyeleri için kinoa bitkisinin boyundaki zamansal değişim Şekil 4.4'de verilmiştir. Buna göre, Haziran ayında 15-20 cm civarında olan bitki boyları temmuz ayının sonlarına kadar artış göstermiş ve ağustos ayında pik seviyelerde kalmıştır. Genelde, temmuz ayından başlamak üzere S₅₀ sulama konusundaki artış diğer konulara göre nispeten daha düşük gerçekleşirken S₁₀₀ ve S₁₂₅ sulama konularında daha yüksek gerçekleşmiştir. Ölçüm periyodu boyunca en yüksek bitki boyu 106 cm ile S₁₂₅ konusundan elde edilmiştir. Bitki boyları çiçeklenme dönemine kadar hızlı bir artış göstermiş ve bu dönemden sonra da bitki boyu artmasına karşın artış oranı tedrici olarak azalmış ve tane doldurma dönemiyle birlikte bitki boyu uzaması durmuştur.



Şekil 4.3. Kinoa bitkisinde farklı Hoagland besin çözeltisi konsantrasyonlarına göre belirlenen bitki boyları



Şekil 4.4. Kinoa bitkisinde farklı su seviyelerine göre belirlenen bitki boylarındaki değişim

Hasatta deneme konularından elde edilen bitki boyu verilerine göre varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, besin çözeltisi, su düzeyi ve bu iki girdinin interaksiyonlarının, bitki boyu üzerinde $p < 0,01$ olasılık düzeyinde

istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre söz konusu girdilerin bitki boyu üzerine etkilerini gruplandırmak amacıyla $p < 0,05$ olasılık düzeyinde Duncan'ın çoklu dağılım testi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.9'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Bitki boyu (cm) varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Besin çözeltisi (B)	2	2659,46	1329,73	7,35**
Su düzeyi (S)	4	4109,16	1027,29	5003,45**
B × S	8	4191,61	523,95	12,48**
Hata	45	4794,90	106,55	9,64
Genel	60	54889,70		4,92

**0,01 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir.

Çizelge 4.9. Bitki boyu (cm) değerleri

Sulama Suyu Düzeyi	Hoagland Besin Konsantrasyonu			
	B _{0,5H}	B _{1,0H}	B _{2,0H}	Ortalama
S _{%50}	77,38 fg	95,25 b-e	87,13 def	86,58 B ³
S _{%75}	89,50 def	86,13 def	80,63 ef	85,42 B
S _{%100}	108,88 abc	97,65 bcd	99,25 a-d	101,93 A
S _{%125}	115,25 a	108,68 abc	94,13 cde	106,02 A
S _{%150}	111,75 ab	98,25 bcd	64,12 g	91,38 B
Ortalama	100,55 a ²	97,19 a	85,05 b	

¹Küçük harfler sulama suyu düzeyi × Hoagland besin konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, ²koyu küçük harfler, besin konsantrasyonu yönüyle ve ³büyük harfler ise sulama suyu düzeyi yönüyle bitki boyu değerleri arasındaki istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.9 incelendiğinde, en yüksek bitki boyunun 115,25 cm ile S_{%125} ve B_{0,5H} uygulamasından sağlandığı görülmektedir. Besin konsantrasyonu ortalama değerlerine bakıldığında, B_{0,5H} ve B_{1,0H} konularından elde edilen bitki boyu değerlerinin B_{2,0H}

konusundan elde edilen değerden istatistiksel olarak daha yüksektir. Sulama düzeyleri altında ortalama en yüksek bitki boyu ise $S_{%125}$ ve $S_{%100}$ deneme konularından sırasıyla 106,02 cm ve 101,93 cm (bu değerler arasında istatistiksel olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli fark yok) olarak elde edilmiştir. Diğer sulama konuları arasında bitki boyu yönüyle istatistiksel olarak önemli bir fark olmayıp bu iki konudan daha düşük bitki boyu değerlerine sahiptirler. Elde edilen bulgulara göre, standart besin çözeltisinin 2 katı düzeyinde uygulama yapmak bitki boyunda azalamaya neden olduğu ve saksıya verilen yüksek konsantrasyondaki besin çözeltisinin bitki boyu gelişimini olumsuz etkilediği söylenbilir.

Kaya (2010) tarafından yapılan araştırmada, en yüksek bitki boyu 130 cm ile tatlı suyla tam sulama konusundan ve 127 cm ile tuzlu suyla tam sulama konusundan elde edilmiş ve 5 dS/m'lik sulama suyu tuzluluğunun bitki boyuna önemli bir etkisi olmadığı raporlanmıştır. Aynı çalışmada, tam sulama konusunun %50'si verilen kısıntılı sulama ve yarı ıslatmalı sulama konularında bitki boyları sırasıyla 113 ve 116 cm olarak ölçülmüştür. Bu değerler yapılan bu çalışmadan elde edilen değerlerden yüksek olmakla birlikte, sulama suyunun bitki boyu üzerinde önemli bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Benzer biçimde, farklı ekim zamanlarında yapılan bir araştırmada, bitki boyunda en yüksek değer 111,7 cm ile 1 Nisan 2013'de yapılan ekimlerde, en düşük değer ise 63,8 ile 1 Mart 2012'de yapılan ekimlerden sağlanırken, yıllar arasındaki oransal nem dengesizliğinin bitki boyunu etkilediği raporlanmıştır (Geren ve ark., 2014). Sulu koşullarda farklı kinoa genotipleriyle ilgili bir araştırmada, bitki boyu açısından ortalama en yüksek değer Ore de Valle eşidinde 118,27 cm ve Titicaca eşidinde 98,75 cm olarak ölçülmüştür (Kır ve Temel, 2017). Kinoaaya farklı tuz konsantrasyonlarını uygulandığı bir araştırmada, en yüksek bitki boyu 85 cm ile 75 mM tuz konsantrasyonunda bulunduğu, en düşük bitki boyunun 27 cm ile 375 mM tuz konsantrasyonundan elde edildiği bildirilmiş ve tuz seviyesi yükseldikçe bitki boylarında azalma olduğu raporlanmıştır (Dumanoğlu ve ark., 2015). Spehar ve da Silva Rocha (2009) tarafından 2007 yılında yürütülen araştırmada, bitki sıklığı arttıkça bitki boylarının ve olgunlaşma sresinin azaldığı bildirilmiştir.

4.8. Salkım uzunluğu

Araştırma sonucunda deneme konularından elde edilen kinoa salkım uzunluğu verilerine göre varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Varyans analiz sulama uygulamalarında %5 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Buna göre yapılan farklı sulama uygulamalarının salkım uzunluğu üzerine etkilerini incelemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır. Kinoa bitkisinde farklı su ve Hoagland besin çözeltisi seviyelerinin analiz sonuçlarından elde edilen veriler Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Salkım uzunluğu (cm) varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Besin çözeltisi (B)	2	389,61	194,80	1,11 ^{öd}
Su düzeyi (S)	4	7430,79	1857,70	10,54**
B × S	8	1618,71	202,34	1,15 ^{öd}
Hata	45	7933,20	176,29	
Genel	60	204819,54		

**0,01 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. öd: önemli değil.

Çizelge 4.11. Salkım uzunluğu (cm) değerleri

Sulama Suyu Düzeyi	Hoagland Besin Konsantrasyonu			
	B _{0,5H}	B _{1,0H}	B _{2,0H}	Ortalama
S _{%50}	34,63	41,33	49,33	41,76 D ¹
S _{%75}	42,53	48,13	47,13	45,93 CD
S _{%100}	57,25	59,13	49,32	55,23 BC
S _{%125}	76,00	73,50	63,00	70,83 A
S _{%150}	73,00	70,62	53,50	65,72 AB
Ortalama	56,68	58,55	52,46	

¹Büyük harfler sulama suyu düzeyi yönüyle salkım uzunluğu değerleri arasındaki istatistiksel olarak önemli (p<0,05) farklılıkları göstermektedir. Besin çözeltisi ve sulama suyu düzeyi × besin çözeltisi konsantrasyonu interaksyonunu yönüyle istatistiksel olarak salkım uzunluğu değerleri arasındaki farklar önemsizdir.

Çizelge 4.11'e göre, sulama düzeylerinin salkım uzunluğu üzerine etkileri farklılık göstermektedir. Genelde, sulama düzeyindeki artışla salkım uzunlukları da artış göstermiştir. En yüksek salkım uzunlukları (70,83 ve 65,72 cm) S_{%125} ve S_{%150} konularından elde edilirken en düşük (41,76 ve 45,93 cm) ise S_{%50} ve S_{%75} konularından elde edilmiştir. Geren ve ark. (2014), en uzun kinoa salkımını 53,3 cm ile 2013 yılında 15 Nisan ekimlerinde, en kısa salkımını ise 28,6 cm ile yine 2013 yılında 15 Mayıs ekimlerinden elde edildiğini bildirmişlerdir. Geren ve ark. (2015) tarafından yürütülen diğer bir araştırmada, en uzun salkım 53,3 cm ile 70 cm'ye yapılan ekim mesafesinden, en kısa salkım ise 38,3 cm ise 17,5 cm'ye yapılan ekimlerinden elde edildiği, birim alandaki bitki sayısı azaldıkça salkım uzunluğunun yükseldiği bildirilmiştir. Spehar ve de Barro Santos (2005), Brezilya koşullarında 26 farklı kinoa çeşidini inceledikleri araştırmada, ortalama salkım uzunluğunun 11-26 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda görece daha yüksek salkım uzunluklarının bulunması, kinoa bitkilerinin saksıda yetiştirilmesine bağlı olarak yeterli su ve bitki besin maddesinin verilmesi nedeniyle olabilir.

4.9. Bitkide salkım sayısı

Araştırmada deneme konularından elde edilen kinoa salkım sayısı verilerine göre varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Varyans analiz sulama uygulamalarında %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Buna göre yapılan farklı sulama uygulamalarının bitkideki salkım sayısı üzerine etkilerini incelemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır. Kinoa bitkisinde farklı su ve Hoagland besin çözeltisi seviyelerinin analiz sonuçlarından elde edilen veriler Çizelge 4.13'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Salkım sayısı (adet/bitki) varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Besin çözeltisi (B)	2	6,93	3,47	0,16 ^{öd}
Su düzeyi (S)	4	567,83	141,96	6,35**
B × S	8	180,07	22,51	1,01 ^{öd}
Hata	45	1005,75	22,35	
Genel	60	33731,00		

**0,01 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. öd: önemli değil.

Çizelge 4.13. Salkım sayısı (adet/bitki) değerleri

Sulama Suyu Düzeyi	Hoagland Besin Konsantrasyonu			
	B _{0,5H}	B _{1,0H}	B _{2,0H}	Ortalama
S _{%50}	17,75	13,75	21,00	17,83 C ¹
S _{%75}	21,00	22,50	21,75	21,75 B
S _{%100}	24,25	22,75	24,25	23,75 AB
S _{%125}	26,00	28,00	23,75	25,92 A
S _{%150}	27,75	26,75	24,00	26,17 A
Ortalama	23,55	22,75	22,95	

¹Büyük harfler sulama suyu düzeyi yönüyle salkım sayısı değerleri arasındaki istatistiksel olarak önemli (p<0,05) farklılıkları göstermektedir. Besin çözeltisi ve sulama suyu düzeyi × besin çözeltisi konsantrasyonu interaksiyonu yönüyle istatistiksel olarak salkım sayısı değerleri arasındaki farklar önemsizdir.

Çizelge 4.13 incelendiğinde, görece daha yüksek salkım sayısının S_{%100} ve üzerindeki sulama seviyelerinde elde edildiği görülmektedir. Genelde, sulama düzeyindeki artış, salkım sayılarında bir artışa neden olmuştur. Hoagland çözelti konsantrasyonlarının salkım sayısına önemli bir etkisi olmamış ve ortalama değerleri 22,95 ile 23,55 adet/bitki arasında değişmiştir.

4.10. Yan dal sayısı

Yapılan araştırmada deneme konularından elde edilen kinoa yan dal sayısı verilerine ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Varyans analizine göre, sulama uygulamalarında %5 olasılık düzeyinde ve besin çözültisi uygulamalarında %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Buna göre yapılan farklı besin çözültisi ve sulama uygulamalarının bitkideki yan dal sayısı üzerine etkilerini incelemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır. Kinoa bitkisinde farklı su ve Hoagland besin çözültisi seviyelerinin analiz sonuçlarından elde edilen veriler Çizelge 4.15’de gösterilmiştir. Buna göre, sulama düzeyindeki artışla birlikte yan dal sayısı da artmıştır. $S_{%100}$ konusu ve üzerindeki sulama uygulamalarından bitki başına en yüksek yan dal sayısı elde edilirken $S_{%50}$ ve $S_{%75}$ konularından daha düşük değerler elde edilmiştir. Bitki besin çözültisi konsantrasyonu yönüyle bakıldığında, bitki başına en yüksek yan dal sayısı $B_{2,0}$ konusundan 33,35 adet olarak gerçekleşmiştir. Geren ve ark. (2014), salkımdaki dal sayılarının ekim tarihi ile farklılık gösterdiğini bildirmişler ve Nisan ayında eki yapıldığında yan dal sayısının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Geren ve ark. (2015) tarafından yürütölen başka bir araştırmada, bitki sıklığının yan dal sayısı üzerinde etkili olduğu ve en yüksek değerlerin 70 cm’ye yapılan ekimlerle elde edildiği saptanmıştır.

Çizelge 4.14. Yan dal sayısı (adet/bitki) varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Besin çözültisi (B)	2	231,60	115,80	3,59*
Su düzeyi (S)	4	503,93	125,98	3,91**
B × S	8	392,07	49,01	1,52 ^{öd}
Hata	45	1453,25	32,29	
Genel	60	60427,00		

* ve ** sırasıyla 0,05 ve 0,01 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. öd: önemli değil.

Çizelge 4.15. Yan dal sayısı (adet/bitki) değerleri

Sulama Suyu Düzeyi	Hoagland Besin Konsantrasyonu			
	B _{0,5H}	B _{1,0H}	B _{2,0H}	Ortalama
S _{%50}	25,50	32,00	28,25	28,58 CD ²
S _{%75}	26,00	24,00	30,00	26,67 C
S _{%100}	32,25	27,25	38,00	32,50 AB
S _{%125}	34,75	31,25	35,00	33,67 A
S _{%150}	37,75	28,25	35,50	33,83 A
Ortalama	31,25 ab ¹	28,55 b	33,35 a	

¹Koyu küçük harfler, besin konsantrasyonu yönüyle ve ²büyük harfler ise sulama suyu düzeyi yönüyle yan dal sayısı değerleri arasındaki istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) farklılıkları göstermektedir.

Sulama suyu düzeyi × besin çözültisi konsantrasyonu interaksiyonu yönüyle istatistiksel olarak yan dal sayısı değerleri arasındaki farklar önemsizdir.

4.11. Bitki gövde çapı

Yürütülen araştırmada deneme konularından elde edilen gövde çapına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Buna göre, hem besin çözültisi hem de sulama uygulamalarının, gövde çapı üzerinde, %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklara neden olduğu saptanmıştır. Farklı düzeylerdeki besin çözültisi ve sulama uygulamalarının bitki gövde çapı üzerine etkilerini incelemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır. Kinoa bitkisinde farklı su ve Hoagland besin çözültisi seviyelerinin analiz sonuçlarından elde edilen veriler Çizelge 4.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17'ye göre, besin çözültisi konuları altında en kalın gövde çapları B_{2,0H} ve B_{1,0H} konusundan elde edilirken en düşük ise B_{0,5H} konusundan elde edilmiştir. Sulama konuları altında en kalın gövde çapı 5,27 mm ile S_{%125} konusunda kaydedilmiştir. Genelde sulama düzeyindeki artış bitki gövde çapında bir artışa neden olmuştur.

Çizelge 4.16. Gövde çapı varyans analiz sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F
Besin çözeltisi (B)	2	2,65	1,32	5,72**
Su düzeyi (S)	4	24,24	6,06	26,17**
B × S	8	1,22	0,15	0,66 ^{öd}
Hata	45	10,42	0,23	
Genel	60	1240,26		

** 0,01 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemlidir. öd: önemli değil.

Çizelge 4.17. Gövde çapı (mm) değerleri

Sulama Suyu Düzeyi	Hoagland Besin Konsantrasyonu			
	B _{0,5H}	B _{1,0H}	B _{2,0H}	Ortalama
S _{%50}	2,98	3,85	3,76	3,53 D ²
S _{%75}	3,72	4,03	4,22	3,99 C
S _{%100}	4,38	4,52	4,97	4,62 B
S _{%125}	4,93	5,42	5,46	5,27 A
S _{%150}	4,95	4,87	5,07	4,96 AB
Ortalama	4,19 b ¹	4,54 a	4,70 a	

¹Koyu küçük harfler, besin konsantrasyonu yönüyle ve ²büyük harfler ise sulama suyu düzeyi yönüyle gövde çapı değerleri arasındaki istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) farklılıkları göstermektedir.

Sulama suyu düzeyi × besin çözeltisi konsantrasyonu interaksiyonu yönüyle istatistiksel olarak gövde çapı değerleri arasındaki farklar önemsizdir.

5. SONUÇ

Marmara iklimi ve örtü altı koşullarında saksılarda yetiştirilen kinoa bitkisinde farklı sulama suyu düzeyleri ve Hoagland besin çözeltisi konsantrasyonlarının tane verimi, biyomas verimi, su kullanım etkinliği ve bitki kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- 1) Sulama suyu miktarındaki artışla bitki su tüketimi değerleri de artmış ve mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 306,25 ile 740,89 mm arasında değişmiştir. Kısıntılı sulama konularında drenaj olmadığı için farklı Hoagland konsantrasyonlarında bitki su tüketimleri değişmezken ETc'nin %100'ü geçtiği deneme konuların altındaki farklı besin çözeltisi konsantrasyonlarının bitki su tüketimi üzerine etkileri daha anlamlı olmuştur. En yüksek bitki su tüketimi D₁₄ (S_{%150}-B_{2,0H}) uygulamasından elde edilirken en düşük ise D₁, D₆ ve D₁₀ konularından hesaplanmıştır.
- 2) Bitki su tüketimi ve verimdeki farklılıklara bağlı olarak su kullanım etkinliği değerlerinde de farklılık görülmüştür. En yüksek su kullanım etkinliği (0,52 kg/m³) bitki su tüketiminin %150'si düzeyinde sulama suyu ve Hoagland besin çözeltisinin 2 katı konsantrasyonuyla yapılan D₁₄ konusundan elde edilirken en düşük (0,24 kg/m³) ise D₆ ve D₁₂ deneme konularından saptanmıştır. Farklı besin çözeltisi konsantrasyonlarında, bitki su tüketiminin %125 ve %150'si kadar sulama yapılan deneme konularından göreceli olarak daha yüksek su kullanım etkinliği değerleri bulunmuştur.
- 3) Sulama suyu düzeyleri tane verimini önemli ölçüde (P<0,01) etkilemiştir. Sulama suyundaki artışla birlikte tane verimleri de artış göstermiş ve en yüksek tane verimi 334 kg/da ile bitki su tüketiminin (ETc) %150'si düzeyinde sulama uygulanan sulama stratejisinden elde edilmiştir. Diğer taraftan Hoagland besin çözeltisi konsantrasyonunun kinoa tane verimi üzerine etkisi daha sınırlı olsa da standart Hoagland besin çözeltisinin 2 katı konsantrasyonunda yapılan uygulamada en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Sulama × besin çözeltisi konsantrasyonu interaksyonu yönüyle en yüksek tane verimi de doğal olarak yukarıda adı geçen deneme konularından saptanmıştır. Bu sonuç, kısıntılı sulama uygulamalarının veya

yeterli düzeyde sulama yapılmamasının kinoa verimini düşüreceğini göstermektedir.

- 4) Sulama suyu düzeyleri ve besin çözeltileri konsantrasyonlarının kinoa toprak üstü kuru madde (biyomas) verimi üzerine etkileri, tane verimi üzerindeki etkilerine benzerlik göstermiştir. Sulama suyundaki artışla birlikte biyomas verimleri de artış göstermiş ve en yüksek biyomas verimi 792,72 kg/da ile bitki su tüketiminin (ETc) %150'si düzeyinde sulama uygulaması ile onun altında standart Hoagland besin çözeltilisinin 2 katı konsantrasyonunda yapılan uygulamadan elde edilmiştir. Sulama suyundaki azalma ve besin çözeltilisindeki konsantrasyon düşüklüğüyle biyomas verimleri de azalmıştır.
- 5) En düşük bin tane ağırlığı S_{%50} sulama konusundan elde edilirken S_{%75} ile S_{%150} arasında kalan tüm sulama konularında istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlenmemiş ve görece daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu sonuç, bin tane ağırlığının verim üzerine katkısının tane büyüklüğünden çok tane sayısı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, besin çözeltilisi yönüyle, B_{0,5H} konusundan elde edilen bin tane ağırlığı, standart Hoagland çözeltilisi (B_{1,0H}) ve B_{2,0H} konularından daha yüksek gerçekleşmiştir.
- 6) Bitki boyu, sulama ve bitki besin çözeltilisi uygulamalarına göre farklılık göstermekle birlikte genelde, çiçeklenme dönemine kadar hızlı bir artış göstermiş ve bu dönemden sonra bitki boyunda uzama devam etmekle birlikte büyüme hızı azalmış ve bitkiler fizyolojik olgunluğa ulaşana dek sürmüştür. Hasatta yapılan son ölçüm sonuçlarına göre, en yüksek bitki boyu 115,25 cm ile S_{%125} ve B_{0,5H} kombinasyonundan saptanmıştır. Besin konsantrasyonu ortalama değerleri yönüyle ise B_{0,5H} ve B_{1,0H} konularından elde edilen bitki boyu değerlerinin B_{2,0H} konusundan elde edilen değerden istatistiksel olarak daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Sulama düzeyleri arasında ortalama en yüksek bitki boyu ise S_{%125} ve S_{%100} deneme konularından sırasıyla 106,02 ve 101,93 cm (bu değerler arasında istatistiksel olarak p<0,05 düzeyinde önemli fark yok) olarak elde edilmiştir.
- 7) Genelde, sulama düzeyindeki artışla salkım uzunlukları da artış göstermiştir. En yüksek salkım uzunlukları (70,83 ve 65,72 cm) S_{%125} ve S_{%150} konularından elde edilirken en düşük (41,76 ve 45,93 cm) ise S_{%50} ve S_{%75} konularından elde

edilmiştir. Besin çözeltisi konsantrasyonun salkım uzunluğu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

- 8) Sulama suyu miktarındaki artışa bağlı olarak salkım sayısı artmıştır. Daha yüksek salkım sayısı $S_{\%100}$ ve üzerindeki sulama seviyelerinde elde edilmiş ve genelde sulama düzeyindeki artış, salkım sayılarında bir artışa neden olmuştur. Besin çözeltisi konsantrasyonun salkım sayısı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.
- 9) Sulama düzeyindeki artışla birlikte yan dal sayısı da artmış, $S_{\%100}$ konusu ve üzerindeki sulama uygulamalarından bitki başına en yüksek yan dal sayısı elde edilirken $S_{\%50}$ ve $S_{\%75}$ konularından daha düşük değerler elde edilmiştir. Bitki besin çözeltisi konsantrasyonu da yan dal sayısı üzerinde etkili olmuş ve bitki başına en yüksek yan dal sayısı $B_{2,0H}$ konusundan 33,35 adet olarak gerçekleşmiştir.
- 10) Besin çözeltisi konuları arasında görece daha kalın gövde çapları $B_{2,0H}$ ve $B_{1,0H}$ konusundan elde edilirken sulama konuları altında ise en kalın gövde çapı 5,27 mm ile $S_{\%125}$ konusundan elde edilmiştir.

Yukarıda elde edilen sonuçlar, sera koşullarında saksılarda yürütülen denemelerden elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre artan besin çözeltisi konsantrasyonlarıyla beraber artan su miktarının kinoa bitkisinde verim artışını sağladığı görülüyor. Çeşide, kültürel işlemlere, yetiştiricilik sistemlerine, iklim ve toprak özelliklerine göre başka çalışmalarda farklı değerler elde edilebilir. Bu sınırlılıklar çerçevesinde elde edilen sonuçlar, kinoa yetiştiriciliği ile ilgilenen çiftçilere, araştırmacılara ve öğrencilere rehberlik edebilir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2015.** Kinoa Tarımı. [http://www.emkahraman.com/default.asp?syf=kinoa-tarimi-\(Erişim](http://www.emkahraman.com/default.asp?syf=kinoa-tarimi-(Erişim) tarihi: 13.04.2018).
- Akınoğlu, G., Korkmaz, A., Hoyuz, A. 2017.** Farklı Substrat ve Besin Çözeltisi Miktarının Domates Bitkisinin Azot, Fosfor ve Potasyumdan Yararlanma Oranına Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32: 391-397.
- Battais, F., Courcoux, P., Popineau, Y., Kanny, G., Moneret-Vautrin, D.A., Denery-Paini, S. (2005).** Food allergy to wheat: differences in immunoglobulin E-binding proteins as a function of age or symptoms. *Journal of Cereal Science*, 42, 109-117.
- Bozköylü, A., Daşgan, H.Y. 2010.** Sera Topraksız Domates Yetiştiriciliğinde Kimyasal ve Organik Gübremenin Karşılaştırılması. *TÜBAV Bilim* 3(2): 174-181.
- Chen, J.L., Kang, S.Z., Du, T.S., Qiu, R.J., Guo, P., Chen, R.Q. 2013.** Quantitative response of greenhouse tomato yield and quality to water deficit at different growth stages. *Agricultural Water Management* 129:152–162.
- Demir, M. K., Kılınç, M. 2016.** Kinoa: Besinsel ve Antibesinsel Özellikleri. *Journal Of Food And Health Science* 2(3): 104-111, E-ISSN: 2149-0473.
- Dumanoğlu, Z., Işık, D., Geren, H. 2016.** Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da Farklı Tuz (NaCl) Yoğunluklarının Tane Verimi ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 53 (2):153-159 ISSN 1018 – 8851.
- Eltez, R.Z., Tüzel, Y., Tüzel, İ.H., Gül, A., Demirelli, A. 2002.** Besleyici Film Tekniğinde (NFT) Sürekli ve Fasıllı Akışın Domates Yetiştiriciliğinde Verim, Kalite ve Su Tüketimine Etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39(1):17-24 ISSN 1018-8851.
- Garcia, M., Raes, D. Jacobsen, S.-E. 2003.** Evapotranspiration Analysis and Irrigation Requirements of Quinoa (*Chenopodium Quinoa*) in The Bolivian Highlands. *Agricultural Water Management*, 60: 119–134.
- Geerts, S., Mamani, R. S., Garcia, M., 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. CD-rom.
- Geerts, S. 2007.** Introducing Deficit Irrigation to Stabilize Yields of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Europ. J. Agronomy* 28: 427–436.
- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Vacher, J., Mamani, R., Mendoza, J., Huanca, R., Morales, B., Miranda, R., Cusicanqui, J. Taboada, C. 2008.** Introducing Deficit Irrigation to Stabilize Yields of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.). *European Journal of Agronomy*, 28(3): 427-436.
- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Condori, O., Mamani, J., Miranda, R., Cusicanqui, J., Taboada, C., Yucra, E., Vacher, J. 2008.** Could Deficit Irrigation Be a Sustainable Practice for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the Southern Bolivian Altiplano? *Agricultural Water Management*, 95(8): 909-917.
- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Miranda, R., Mendoza, J., Huanca, R., Morales, B., Miranda, R., Cusicanqui, J., Taboada, C., 2008.** Introducing deficit irrigation to stabilize yields of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *European Journal of Agronomy*, 28(3): 427-436.

- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Miranda, R., Cusicanqui, J., Taboada, C., Mendoza, J., Huanca, R., Mamani, A., Condori, O., Mamani, J., Morales, B., Osco, V., Steduto, P. 2009.** Simulating Yield Response of Quinoa to Water Availability with AquaCrop. *Agronomy Journal*, 101(3): 499-508.
- Geren, H., Kavut, Y.T., Demiroğlu Topçu, G., Ekren, S., İştipliler, D. 2014.** Akdeniz iklimi koşullarında Yetiştirilen kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da farklı ekim zamanlarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 51 (3): 297-305 ISSN 1018 – 8851.
- Geren, H., Kavut, Y.T., Altınbaş, M. 2015.** Bornova Ekolojik Koşullarında Farklı Sıra Arası Uzaklıkların Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da Tane Verimi ve Bazı Verim Özellikleri Üzerine Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 52 (1):69-78
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I. 1950.** The Water-Culture Method for Growing Plants Without Soil. California College Agricultural Experiment Station Cire. Berkeley, Circular 347.
- Howell, T.A. 2006.** Challenges in increasing water use efficiency in irrigated agriculture. Proceedings of the International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture; Adana: Citeseer; p. 11.
- Jensen, C.R., Jacobsen, S.-E., Andersen, M.N., Núñez, N., Andersen, S.D., Rasmussen, L., Mogensen, V.O. 2000.** Leaf Gas Exchange and Water Relation Characteristics of Field Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) During Soil Drying. *European Journal of Agronomy*, 13(1): 11-25.
- Jolliet, O. 1999.** Ecosystems of the world-20-Greenhouse ecosystems. 303–326. Chapter 13, the water cycle. Amsterdam: Elsevier.
- Kaya, Ç.I. 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. *Yüksek Lisans Tezi*, ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı, Adana.
- Kaya, Ç.I., Yazar, A., 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. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 4:108 – 118.
- Kaya, Ç.I., Yazar, A. 2016.** Saltmed Model Performance for Quinoa Irrigated with Fresh and Saline Water in a Mediterranean Environment. *Irrigation and Drainage*, 65(1): 29-37.
- Kır, A.E., Temel, S. 2016.** Iğdır Ovası Kuru Koşullarında Farklı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşit ve Populasyonlarının Tohum Verimi ile Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.*, 6(4): 145-154.
- Kurunç, A., Ünlükara, A. 2009.** Growth, yield, and water use of okra (*Abelmoschus esculentus*) and eggplant (*Solanum melongena*) as influenced by rooting volume. *New Zeal. J. Crop Hort. Sci.* 37: 201–210.
- Lavini, A., C.Pulvento, R.D’andria, M.Riccardi, R.Choukr-Allah, O.Belhabib, A.Yazar, C.Incekaya, S.M.Sezen, M.Qadir And S.E.Jacobsen. 2014.** Quinoa’s Potential in the Mediterranean Region, *J. Agro. Crop Sci.*, 0931-2250.
- Mpusia, P.T.O. 2006.** Comparison of water consumption between greenhouse and outdoor cultivation. *Master of degree*, International institute for geo-information science and earth observation, Enschede, The Netherlands.

- Özkaya, B. 1999.** Tahılların neden olduğu alerjiler ve önemi-2. *Food Hi-Tech*, Mart, 82- 88.
- Parry, M.A.J., Flexas, J., Medrano, H. 2005.** Prospects for crop production under drought: research priorities and future directions. *Ann Appl Biol.*, 147:211–226.
- Patanè, C., Tringali, S., Sortino, O. 2011.** Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Sci. Hort.* 129:590–596.
- Razzaghi, F., Plauborg, F., Jacobsen, S.E., Jensen, C.R., Andersen, M.N. 2012.** 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.
- Saygılı, L. 2012.** Liliyum Yetiştiriciliğinde Farklı Agregatların ve Besin Solüsyonlarının Kullanım Olanakları. *Yüksek lisans Tezi*, ADÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın.
- Spehar, C.R. R.L.De Barros Santos. 2005.** Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian Savannah, Pesq. Agropec. Bras., *Brasília*, 40(6):609-612.
- Spehar, C.R. J.E. Da Silva Rocha. 2009.** Effect of sowing density on plant growth and development of quinoa, genotype 4.5, in the Brazilian savannah highlands, *Biosci. J., Uberlândia*, 25(4):53-58.
- Sun, Z.X., Zheng, J.M., Sun, W.T. 2009.** Coupled effects of soil water and nutrients on growth and yields of maize plants in a semi-arid region. *Pedosphere*, 19: 673–680.
- Tan, M., Yöndem, Z. 2013.** İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Yeni Bir Bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, 25 (B), 62-66 ISSN:1307-3311.
- Tan, M., Temel, S. 2017.** Erzurum ve Iğdır Şartlarında Yetiştirilen Farklı Kinoa Genotiplerinin Kuru Madde Verimi ve Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. *Inst. Sci. & Tech.* 7(4): 257-263.
- Tekgüler, B., Koca, I., Kitan, S. 2017.** Fonksiyonel Gıda Olarak Kinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.). I. International Congress On Medicinal And Aromatic Plants "Natural And Healthy Life". Mayıs, 2017, Konya.
- Ullah, I., Hanping, M., Chuan, Z., Javed, Q., Azeem, A. 2017.** Optimization of Irrigation and Nutrient Concentration Based on Economic Returns, Substrate Salt Accumulation and Water Use Efficiency for Tomato in Greenhouse. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 1748-1762.
- Yazar, A., Sezen, M., Çolak, Y.B. 2013.** Akdeniz İklim Koşullarında Buğday ve Quinoa Bitkilerinin Drenaj Suyu ile Sulanması. International Conference on Sustainable Water Use For Securing Food Production In The Mediterranean Region Under Changing Climate, Agadir/Morocco.
- Yazar, A., Kaya, Ç.I., Sezen, S.M., Jacobsen, S.-E. 2015.** Saline Water Irrigation of Quinoa (*Chenopodium quinoa*) Under Mediterranean Conditions. *Crop and Pasture Science* 66(10):993-1002.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Aylin ÇAYĞARACI
Doğum Yeri ve Tarihi : 25.02.1993 – Osmangazi/BURSA
Yabancı Dil : İngilizce, Korece.

Eğitim Durumu
Lise : Faik Çelik Kız Teknik ve Kız Meslek Lisesi – 2007/2011
Lisans : Gaziosmanpaşa Üniversitesi/ Biyosistem Mühendisliği –
2011/2015
Yüksek Lisans :Uludağ Üniversitesi/ Biyosistem Mühendisliği –
2016/2018

Çalıştığı Kurum/Kurumlar :

İletişim (e-posta) : aylincaygaraci@hotmail.com

Yayınları :

Kuşçu, H., Ndayizeye, J.D., Çayğaracı, A., Turhan, A. 2017. Farklı Tuz (NaCl) Konsantrasyonlarının Bazı Tatlı Mısır Çeşitlerinde Çimlenme Üzerine Etkisi. 5.Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 12-15 Eylül 2017, Kırklareli.

Kuşçu, H., Çayğaracı, A., Ndayizeye, J.D. 2018. Tuz Stresinin Bazı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(1): 89-99.