

**FARKLI TUZLULUK VE SULAMA SEVİYELERİNİN
BAZI KİNOA (*Chenopodium quinoa* Willd.)
GENOTİPLERİNDE KÖK VE SÜRGÜN
GELİŞMESİNE ETKİLERİ**

Emre AKÇAY

**Yüksek Lisans Tezi
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalı
Prof. Dr. Mustafa TAN
2017
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI TUZLULUK VE SULAMA SEVİYELERİNİN BAZI
KİNOA (*Chenopodium quinoa* Willd.) GENOTİPLERİNDE KÖK VE
SÜRGÜN GELİŞMESİNE ETKİLERİ

Emre AKÇAY

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalı

ERZURUM
2017

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

FARKLI TUZLULUK VE SULAMA SEVİYELERİNİN BAZI KİNOA
(*Chenopodium quinoa* Willd.) GENOTİPLERİNDE KÖK VE SÜRGÜN
GELİŞMESİNE ETKİLERİ

Prof. Dr. Mustafa TAN danışmanlığında, Emre AKÇAY tarafından hazırlanan bu çalışma 04/07/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarla Bitkileri Anabilim Dalı - Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği/oy** ~~çaldığı~~ (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Binali ÇOMAKLI

İmza :

Üye : Prof. Dr. Mustafa TAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Süleyman TEMEL

İmza :

Yukarıdaki sonuç;
Enstitü Yönetim Kurulu ~~06.07.2017~~ Tarih ve ~~27.44~~.. nolu kararı ile onaylanmıştır.


Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma TÜBİTAK ve BAP tarafından desteklenmiştir.
Proje No: TOVAG-214O232, BAP- 2016/256

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI TUZLULUK VE SULAMA SEVİYELERİNİN BAZI KİNOA (*Chenopodium quinoa* Willd.) GENOTİPLERİNDE KÖK VE SÜRGÜN GELİŞMESİNE ETKİLERİ

Emre AKÇAY

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa TAN

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tuzluluk ve kuraklık gibi olumsuz çevre şartlarına dayanıklı bir bitkidir. Ancak bu dayanıklılık genotiplere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle farklı genotiplerin tuzluluğa ve kuraklığa dayanıklılığının belirlenmesinde fayda vardır. Bu araştırma farklı kinoa genotiplerinin sürgün ve kök büyümesi üzerine değişik tuzluluk ve sulama seviyelerinin etkisini belirlemek amacıyla planlanmıştır. Araştırma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi laboratuvar ve seralarında 3 ayrı deneme olarak yürütülmüştür. Denemelerde farklı orijinlere sahip 4 popülasyon ve 11 çeşit kullanılmıştır. Çimlendirme testinde 6 farklı tuz konsantrasyonu (0, 100, 200, 300, 400 ve 500 mM NaCl) kullanılarak çimlenme oranı, çimlenme süresi ve hassaslık indeksi belirlenmiştir. Fide döneminde tuzluluğun (0, 100, 200, 300, 400 ve 500 mM NaCl) ve kuraklığın (tarla kapasitesinde sulama, tarla kapasitesinin %50, 25, 10 ve 5'i oranında sulama) etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda ise sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlıkları, kök/sürgün oranları ve dayanıklılık tolerans değerleri belirlenmiştir. Araştırmalar tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Kinoda çimlenme oranı, çimlenme süresi ve çimlenme hassaslık indeksi tuzluluk seviyeleri ve genotiplere göre değişiklik göstermiştir. Tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranı azalmış, çimlenme süresi uzamıştır. Artan tuz konsantrasyonu sürgün ve kök uzunluğu ile kuru ağırlıklarını düşürmüştür. Titicaca ve French Vanilla çeşitleri tuz tolerans yüzdesi en yüksek olan çeşitler olarak bulunmuşlardır. Sulama seviyesi azaldıkça sürgün ve kök uzunlukları ile kuru ağırlıkları ve kurağa tolerans yüzdeleri düşmüştür. Kök/sürgün oranı ise tarla kapasitesinin %50'si seviyesindeki sulamada daha yüksek bulunmuştur. Q-52 kuraklık tolerans yüzdesi en yüksek olan çeşit olarak belirlenmiştir.

2017, 65 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kinoa, *Chenopodium quinoa*, tuzluluğa dayanıklılık, kuraklığa dayanıklılık, kök ve sürgün gelişmesi

ABSTRACT

Ms. Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT SALINITY AND IRRIGATION LEVELS ON SHOOT AND ROOT DEVELOPMENT OF SOME QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd.) GENOTYPES

Emre AKÇAY

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops
Grassland and Forage Crops Science Department

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa TAN

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is a plant that is resistant to adverse environmental conditions such as salinity and drought. However, this resistance varies depending on genotypes. For this reason, it is useful to determine the resistance of different genotypes to salinity and drought. This study was planned to determine shoot and root growth of different quinoa genotypes at different salinity and irrigation levels. The research was carried out in three different experiments in the laboratory and greenhouses of the Faculty of Agriculture of Atatürk University. Four populations and 11 varieties with different origins were used in the experiments. In the germination test germination rate, germination time and sensitivity index values were determined using 6 different salt concentrations (0, 100, 200, 300, 400 and 500 mM NaCl). Studies conducted to determine the effects of salinity (0, 100, 200, 300, 400 and 500 mM NaCl) and drought (irrigation at field capacity, irrigation at 50, 25, 10 and 5 percent of field capacity) during the seedling period, shoot and root length, shoot and root dry weight, root/shoot rates and percentage tolerance values were determined. The experiments were carried out according to the completely randomized design.

Germination rate, germination time and germination sensitivity index value of quinoa were varied according to salinity levels and genotypes. As the concentration of salt increases, the rate of germination decreases and the duration of germination increases. Increased salt concentration reduces shoot and root length and dry weights. Titicaca and French Vanilla varieties were found as varieties with the highest percentage of salt tolerance values. As the level of irrigation reduces, lengths and dry weights of shoots and root and tolerance percentages values are reduced. The root/shoot rate was higher in irrigation application at 50% of field capacity. The Q-52 has been identified as the variety with the highest percentage of drought tolerance value.

2017, 65 pages

Keywords: Quinoa, *Chenopodium quinoa*, salinity, drought, shoot and root development

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitime başladığım ilk günden çalışmanın son aşamasına kadar her aşamayı titizlikle takip eden, çalışmama büyük bir ilgi gösteren, bu süre içerisinde maddi manevi her türlü desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa TAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Yine yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Binali ÇOMAKLI ile Sayın Doç. Dr. Süleyman TEMEL'e, çalışmalarım sırasında laboratuvar analizlerinde yardımcı olan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Kerim GÜLLAP'a, çalışmalarım boyunca katkılarını gördüğüm Sayın Bahattin SEZEK'e emeği geçen tüm bölüm hocalarıma ve bu çalışmaya destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na (TOVAG-214O232) ile Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (BAP-2016/256) teşekkürlerimi sunarım.

Emre AKÇAY

Haziran, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL ve METOT	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Metot	17
3.2.1. Çimlenme dönemi tuzluluk testleri	17
3.2.2. Fide dönemi tuzluluk testleri.....	18
3.2.3. Kurağa dayanıklılık testleri	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	22
4.1. Çimlenme dönemi tuzluluk testleri	22
4.1.1. Çimlenme oranı	22
4.1.2. Çimlenme süresi	24
4.1.3. Çimlenme hassaslık indeksi	26
4.2. Fide Dönemi Tuzluluk Testleri	29
4.2.1. Sürgün uzunluğu.....	30
4.2.2. Kök uzunluğu	33
4.2.3. Sürgün kuru ağırlığı.....	36
4.2.4. Kök kuru ağırlığı	38
4.2.5. Kök/sürgün oranı.....	41
4.2.6. Tuz tolerans yüzdesi.....	42
4.3. Kurağa Dayanıklılık Testleri	44
4.3.1. Sürgün uzunluğu.....	45
4.3.2. Kök uzunluğu	47

4.3.3. Sürgün kuru ağırlığı.....	50
4.3.4. Kök kuru ağırlığı	52
4.3.5. Kök/sürgün oranı.....	54
4.3.6. Kuraklık tolerans yüzdesi.....	57
5. SONUÇ	59
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	66

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
cm	Santimetre
da	Dekar
dS/m	Desi Siemens/metre
g	Gram
kg	Kilogram
m ²	Metrekare
mm	Milimetre
mM	Milimolar
MPa	Mega pascal
pH	Potansiyel hidrojen
ppm	Milyonda bir birim
°C	Santigrad Derece

Kısaltmalar

FAO	Gıda ve Tarım Teşkilatı
G	Genotip
HI	Hassaslık indeksi
K	Kuraklık
K ₂ O	Potasyum
KTY	Kuraklık tolerans yüzdesi
LSD	En Küçük Önemli Fark Testi
N	Azot
NaCl	Sodyum klorür
P ₂ O ₅	Fosforik Asit

T	Tuzluluk
TTY	Tuz tolerans yüzdesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çimlenme dönemi tuzluluk testlerinden görüntüler	18
Şekil 3.2. Fide dönemi tuzluluk testlerinden görüntüler.....	19
Şekil 3.3. Kurağa dayanıklılık testlerinden görüntüler	21
Şekil 3.4. Ölçüm ve tartımlardan görüntüler	21
Şekil 4.1. Çimlenme hassaslık indeksinde çeşit x tuzluluk interaksyonu.....	28
Şekil 4.2. Sürgün uzunluğunda çeşit x tuzluluk interaksyonu.....	32
Şekil 4.3. Kök uzunluğunda çeşit x tuzluluk interaksyonu.....	35
Şekil 4.4 Sürgün kuru ağırlığında çeşit x tuzluluk interaksyonu.....	37
Şekil 4.5. Kök kuru ağırlığında çeşit x tuzluluk interaksyonu	40
Şekil 4.6. Sürgün uzunluğunda çeşit x kuraklık interaksyonu.....	46
Şekil 4.7. Kök uzunluğunda çeşit x kuraklık interaksyonu	49
Şekil 4.8. Sürgün kuru ağırlığında çeşit x kuraklık interaksyonu.....	51
Şekil 4.9. Kök kuru ağırlığında çeşit x kuraklık interaksyonu	53
Şekil 4.10. Kök/sürgün oranında çeşit x kuraklık interaksyonu.....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan kinoa çeşit/popülasyonları ve bazı özellikleri	16
Çizelge 4.1. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme özelliklerine ait varyans analiz sonuçları	22
Çizelge 4.2. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme oranları (%)	23
Çizelge 4.3. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme süreleri (saat)	25
Çizelge 4.4. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme hassaslık indeksi değerleri	27
Çizelge 4.5. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında büyüme ve gelişme özelliklerine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.6. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında sürgün uzunluğu (cm)	31
Çizelge 4.7. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında kök uzunluğu (cm)	34
Çizelge 4.8. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında sürgün kuru ağırlığı (g)	36
Çizelge 4.9. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında kök kuru ağırlığı (g)	39
Çizelge 4.10. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında kök/sürgün oranı	41
Çizelge 4.11. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında tuz tolerans yüzdesi (%)	43
Çizelge 4.12. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında büyüme ve gelişme özelliklerine ait varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.13. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında sürgün uzunluğu (cm)	46
Çizelge 4.14. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında kök uzunluğu (cm)	48

Çizelge 4.15. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında sürgün kuru ağırlıkları (g)	50
Çizelge 4.16. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında kök kuru ağırlıkları (g)	52
Çizelge 4.17. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında kök/sürgün oranı	54
Çizelge 4.18. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında kurağa tolerans yüzdesi (%)	58

1. GİRİŞ

Dünyada insan beslenmesinde en önemli bitkiler mısır, buğday ve pirinç gibi tahıllardır. Bu bitkiler tarih boyunca büyük medeniyetlerin ana besin kaynağını oluşturmuşlardır. Eski dünya olarak adlandırılan Asya ve Avrupa'da buğday, Amerika toplumlarında mısır, Uzakdoğu'da ise pirinç ön plana çıkmıştır. İnsanoğlu tarih boyunca ihtiyaç duyduğu besin maddelerini büyük oranda bu bitkilerden sağlamıştır. Ancak küresel iklim değişiklikleri, kuraklıklar, tarım alanlarının kirlenmesi, tuzlulaşması ve toprak yorgunluğu gibi nedenler tarım bilimcileri yeni alternatif bitki arayışına sevk etmiştir. Son yıllarda adı çok sık duyulmaya başlanan kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), insan ve hayvan beslenmesinde önemli özelliklere sahip alternatif bir bitki olarak görülmektedir. Bu bitki sahip olduğu yüksek verim potansiyeli, üstün besleme değeri ve tarımsal avantajları ile dikkat çekmektedir.

Kökenini Güney Amerika'dan alan kinoa, ülkemizde kinova, kuinoa veya kenva gibi isimlerle de anılmaktadır. Kazayağıgiller veya Ispanakgiller (*Chenopodiaceae*, yeni ismi ile *Amaranthaceae*) familyasına girmekte olup çift çenekli, kazık köklü ve dik olarak 30-150 cm boylanabilen, $2n=4x=36$ kromozomlu allotetraploid bir bitkidir. Tek yıllık olup, kalın, dik ve yarı odunsu saplara sahiptir. Fizyolojik olarak kısa gün şartlarında çiçeklenen C3 bitkisi olduğu kabul edilmektedir. Yaprakları loblu ya da dişli ve genel olarak üçgen şeklinde sarmal dizilişli ve geniştir. Genç bitkiler üzerinde genellikle yeşil olan yapraklar bitki olgunlaştıkça sarı, kırmızı veya mor renk alırlar. Çiçek topluluğu sorgumları andıran salkım oluşturur. Çiçekleri hermofrodittir ve kendine tozlaşır, %10-15 oranında yabancı tozlaşmaya rastlanabilir (Risi and Galwey 1989). Salkım üzerinde kümeler halinde bulunan tohumların 1000-tane ağırlığı 2-5 g civarında ve yuvarlağımsıdır. Tohumlar siyah, turuncu, kırmızı, sarı, pembe veya beyaz renkli olabilir. Tohum rengi kabukta bulunan saponin maddesinden kaynaklanmaktadır.

Kinoa tohumları insan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan son derece besleyici bir gıda maddesidir. Bulgur ve pirinç gibi her türlü kullanılabilir. Tohumu glüten içermediği için glütene duyarlılığı olan çölyak hastaları (glüten alerjisi) için güvenli bir

besindir. Hayvansal ürün yemeyenler (vegan) için protein ve karbonhidrat ihtiyaçlarını karşılamada çok iyi bir kaynaktır. Esansiyel amino asit içeriği son derece dengelidir ve bu yüzden *tam protein bitkisi* olarak kabul edilmektedir. İnsanlar için gerekli 8 esansiyel amino asidin tamamı bu bitkinin tohumunda bulunur. Oldukça nadir görülen tam protein içeren bitkiler vejetaryenler arasında oldukça ilgi görmüştür. Kolesterol yönünden yüksek ve yağ içeren hayvansal protein kaynaklarına göre daha sağlıklı bir protein kaynağıdır. Buğday, çavdar, yulaf, darı mısır ve pirinçten çok daha fazla protein içerir. Bu bitkinin tohumlarında ham protein oranı ortalama %13 civarında olup, çeşitlere bağlı olarak %7,5 ile %22,1 arasında değişmektedir (Cardozo and Tapia 1979; Kır ve Temel, 2016). Bu yüzden kinoanın çok iyi bir protein kaynağı olduğu kabul edilmektedir. Ayrıca; mineral, lif, A, B, C ve E vitaminlerince iyi bir kaynaktır. Tahıllardan yaklaşık 2 kat daha fazla lif içeren kinoa, beslenme uzmanları tarafından ısrarla önerilen bir gıda maddesidir.

Kinoanın rahatsız edici ve baskın olmayan, kendine özgü tadı ve kokusu vardır. İnsan beslenmesinde oldukça farklı şekillerde kullanılmaktadır. Sebze ve et yemeklerine eklenerek tat kazandırırken, yemeğin besleyiciliğini yükseltir. Tohumları pilav yapımında, salatalarda ve sıcak güveçlere kadar değişik yemeklerde kullanılmaktadır. Hatta çorbaların içerisine dahi konulabilmektedir Öğütülüp un haline getirildiğinde; kurabiye, kek, hamur işleri, ekmek yapımı ve makarna yapımında kullanılmaktadır. Fermente edilerek bira benzeri içeceklerin üretiminde kullanılabilir. Yaprakları ıspanak gibi sebze yemeklerinin yapımında rahatlıkla kullanılabilir. ABD'de çoğunlukla beyaz ve sarı renkli çeşitlerin tohumları tüketilmekte olup, pilav yapımında kullanılmaktadır. Kinoadan *kispina* adı verilen ekmek yapılmaktadır. Unu makarna yapımında belirli oranda kullanılmaktadır (Keskin ve Evlice 2015).

Kinoa hayvan beslemede yaş veya kuru ot olarak kullanılmaktadır. Özellikle sığırlar tarafından sevilerek tüketilir. Bu bitki kısa zamanda hızlı büyür, verimi yüksektir. Kuru madde verimi genotiplere, bakım ve ekolojik şartlara göre 800-2000 kg/da arasında değişir. Otunun besleme değeri yüksektir. Otun ham protein oranı %12-22, sindirilme oranı %63-69 civarındadır (Van Schooten and Pinxterhuis 2003). Silolanması kolay

olduğu için silaj yapılarak da değerlendirilir. Silaj yapıldığında lezzetliliği ve hayvanlar tarafından yenmesi artmaktadır. Tohumları da kuşlar ve kumes hayvanları için rasyonlara %10-30 oranında katılarak kullanılmaktadır.

Kinoanın selüloz içeriği yüksek olduğundan kağıt ve karton üretiminde kullanılır. Tohum kabuğunda bulunan saponin Güney Amerika'da çamaşır deterjanı olarak veya cilt yaralanmalarının iyileştirilmesine katkıda bulunmak üzere antiseptik olarak kullanılmaktadır. Saponinler sulu çözeltilerde kalıcı köpük oluştururlar. Bu nedenle alkolsüz içeceklerde ve bazı gıdalarda köpük oluşumu için kinoa kaynaklı saponinler kullanılmaktadır. Kinoa tohumları 66 farklı renk tonuna sahiptir. Bu renklerde doğal boyar madde üretiminde kullanılmaktadır.

Kinoa birçok kaynakta İnka tahılı olarak adlandırılmaktadır. Tarımının MÖ 3000 yılından beri Orta ve Güney Amerika yerlileri (İnkalar) tarafından yapıldığı tahmin edilmekte, arkeolojik çalışmalara göre kinoanın, bu medeniyetlerin başlıca besin maddesini oluşturduğu bilinmektedir. İnkalar bu bitkiyi ana tahıl veya tahılların anası olarak nitelendirmişlerdir. Savaşa giden askerlerini ateş topu olarak adlandırdıkları kinoa ve yağ karışımı ile besledikleri bilinmektedir. Güney Amerika'nın 1500'lü yıllarda İspanyollar tarafından fethi ile yerel medeniyetler yıkıldığı için kinoa üretimi de azalmış, sadece uzak bölgelerdeki köylüler tarafından yetiştirilmeye devam edilmiştir. Avrupa'ya 1970'lerde getirilmiş ve ilk olarak İngiltere'de yetiştirilmiştir. Halen Peru, Ekvator, Bolivya ve şili gibi ölkelerde geniş alanlarda üretilmeye devam edilmekte ve Avrupa ölkeleri ile ABD'ye ihraç edilmektedir. En büyük kinoa üreticisi ölkeler Peru, Bolivya ve Ekvator olup, bu ölkelerde toplam 243.227 ha ekim alanı ve 192.507 ton tohum üretim mevcuttur (FAO 2014).

Kinoa tarımı son 20 yıldır diğer dünya ölkelerine yayılmaya başlamıştır. ABD (Colorado ve Kaliforniya), Kanada, Çin, Hindistan'da da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Son yıllarda çok popöler olmasında iki önemli gelişme rol oynamıştır. Bunlardan birincisi 2013 yılının FAO tarafından Dünya Kinoa Yılı ilan edilmesi, diğeri ise NASA'nın bu bitkiyi astronotların beslenmesinde kullanmaya yönelik çalışmalar

başlatmasıdır. Günümüzde Hollanda, Danimarka, Almanya, Fransa, İngiltere ve Yunanistan gibi pek çok AB ülkesinde kinoa yetiştiriciliği ve ıslahı konusunda çalışmalar yürütülmektedir. Türkiye kinoa ile son 10 yılda tanışmış ve 2010'dan beri yetiştiriciliği yapılmaya başlanmıştır. Başlangıçta Güney Amerika'dan ithal edilerek lüks marketlerde yüksek fiyatlardan satılan kinoa birkaç yıldan beri hızla yaygınlaşmaktadır. Başta Adana, Konya, Iğdır, İzmir, Adıyaman, Yozgat, Erzincan, Tekirdağ, Kırklareli, Mersin, Ankara, Niğde, Bolu, Kırşehir ve Yozgat olmak üzere çok sayıda ilimizde yetiştiricilik denemeleri yapılmaktadır.

Kinoa, Güney Amerika kıtasında deniz seviyesinden And Dağlarında 4200 m yüksekliğe kadar birçok bitkinin yetişmesinin zor olduğu yüksek rakımlara yetişmektedir (FAO 2011). İlk kültüre alındığı Peru'nun Titicaca Gölü havzasından Güney Amerika'ya dağılan kinoda 5 farklı ekotip ortaya çıkmıştır (Lescano 1989; Tapia 1990; Jancurova *et al.* 2009; FAO 2011). Bunlar 1. Sahil tipi kinoaalar, 2. Vadi tipi kinoaalar, 3. Plato tipi kinoaalar, 4. Tuzlu alan tipi kinolar ve 5. Subtropik kinoa tipleri olarak sıralanabilir.

Kinoada gelişme süresi çeşitlere göre 90-240 gün arasında değişmektedir. Yüksek rakımlarda erkenci çeşitler/ekotipler kullanılmaktadır. Güney Colorado'da kısa zamanda gelişen ve 90-125 gün içinde olgunlaşan çeşitler ekilmektedir. Bitki çok farklı şartlara adapte olabilir, örneğin yetişebildiği nispi nem sınırları %40-88, sıcaklık aralığı -4 - +38°C'dir. Kinoa besin elementi noksan marjinal alanlarda da yetişebilmektedir. Bulunduğu toprakların pH'sı çok değişken bir aralıkta olup, asitten baziğe kadar değişmektedir. Genel olarak 4,8-8,5 pH dereceleri arasında yetişmektedir. En iyi gelişmesini tınlı-kumlu topraklarda yaparsa da her türlü toprağa uyum sağlayabilir. İyi direne olmuş, hafif, orta ve ağır bünyeli topraklarda rahatlıkla yetişmektedir. Güney Amerika'da zayıf drenajlı, düşük verimli veya alkalilik yada asitlilik problemi olan marjinal topraklarda yetiştirilir.

Kuraklık ve tuzluluk dünyada tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünya tarım alanlarının yaklaşık olarak %45'i

sürekli olarak kuraklık stresine maruz kalmaktadır (Asraf and Foolad 2007). Kinoanın en önemli tarımsal özelliklerinden birisi toprak tuzluluğuna dayanıklı olmasıdır. Bolivya, Şili ve Arjantin'in güney platolarındaki 3700-3800 m rakımlı tuzlu alanlardan orijinlenen tipler tuzluluğa daha yüksek dayanıklılık gösterirler. Toprak tuzluluğu özellikle marjinal alanlarda bitki üretimini etkileyen başlıca meselelerden biridir. Toprak ve suyun entansif (yoğun) kullanımı, zayıf sulama sistemleri, yüksek evapotranspirasyon, zayıf toprak ve su yönetimi, dolaylı şekilde sekonder toprak tuzluluğunu tetiklemekte ve üretim alanlarının kullanımını kısıtlamaya neden olmaktadır (Munns 2005). FAO'ya göre dünyanın üretim yapılan alanlarının %20'sinde ve sulama yapılan alanların yarısında tuzluluk problemi vardır (FAO 2008).

Bitki ıslahında bazı genetik uygulamalarla geleneksel ürünlerin çevre şartlarına dayanıklılığında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Fakat sonuçlar her ne kadar ümit verici olsa da yetersiz seviyededir (Lauchli and Grattan 2007). Alternatif seçenek ise doğal olarak ortaya çıkmış kserofit-halofit bitki yetiştiriciliğidir. Ancak stres şartlarına dayanıklı bitkilerin genel olarak besleme değeri açısından sorunlu bitkiler olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda tuz ve kuraklık stresine dayanıklı, besleme değeri yüksek *Chenopodium quinoa* bitkisi insan ve hayvan beslenmesindeki önemi ve yüksek besin değeri ile ön plana çıkmaktadır. Kinoanın bu özelliklerinin iyi incelenip, değişik ekolojiler için değerlendirilmesi gerekir. Ülkemizde tuzluluk ve kuraklık stresinden etkilenen çok geniş tarım alanları bulunduğu düşünülürse, bu bitki sorunlu alanlar için bir umut ışığı olabilir.

Tuzluluğa dayanıklılık; morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler mekanizmalar ile ilişkili karmaşık bir kavramdır. Tuzluluğun bitki büyümesine en büyük etkisi osmotik etki aracılığıyla olmakta, bu da düşük toprak su potansiyeli ile açıklanmaktadır. Düşük potansiyel bitkinin topraktan su alımını düşürüp büyümeyi kısıtlar, ayrıca su eksikliğinde ortaya çıkan bir takım fizyolojik ve morfolojik değişikliklere sebep olur.

Kinoa birçok kaynakta tuzluluğa orta-yüksek derecede dayanıklı (150-750 mM NaCl) bitkiler sınıfına girmektedir (Jacobsen 2003; Hariadi *et al.* 2011; Razzaghi *et al.* 2011; Eisa *et al.* 2012; Adolf *et al.* 2013; Ruiz *et al.* 2015). Kinoanın tuzluluğa dayanıklılığı bitkinin gelişme dönemine göre değişmektedir (Sanchez *et al.* 2003; Garcia *et al.* 2003; Jacobsen *et al.* 2003). Kotiledon döneminde dayanıklılık tamamen metabolik dengesi ile alakalıdır. Bundan sonraki dönemde ise çeşitli fizyolojik ve yapısal adaptasyonlar etkili olmaktadır. Bu sebeplerden kinoa derin ve yoğun bir kök sistemi oluşturarak, yaprak alanını azaltarak, yaprak dökerek, özel kesecikler oluşturarak, stomalarını kapatarak, küçük ve kalın çeperli hücreleriyle osmotik basınç etkisini egale ederek, tuzluluğun etkisinden kurtulabilmektedir (Jensen *et al.* 2000; Adolf *et al.* 2013). Tohumlarının tuzlu ortamlarda daha kolay çimlendiği, hatta bazı çeşitlerde bitki gelişmesi ve verimin, hafif-orta derece tuzlu topraklarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Wilson *et al.* 2002).

Shanmon and Grieve (1999) düşük tuzluluk seviyesinde (%20 deniz suyu tuzluluğu) yetiştirilen bitkilerin büyüme ve gelişmelerinin daha fazla olduğunu, bu artışın artan sürgün ağırlığının bir sonucu olduğunu ileri sürmüştür. Ayrıca, 11 dS/m tuzluluk düzeyinde yetiştirilen kinoada 3 dS/m kontrol tuzluluk düzeyinde büyüyen bitkiler ile karşılaştırıldığında hem yaprak alanının, hem de kuru kütle artışının daha fazla olduğunu da bildirmiştir. Bu sonuçlar göstermektedir ki kinoa tuza dayanıklı ve üretken bir bitkidir.

Kinoa C3 bitkisi olmasına rağmen suyu çok etkili kullanan ve kurağa dayanıklılık gösteren bir bitkidir. Yüksek su kullanım etkinliğine sahip olduğundan 100-200 mm yağış alan yerlerde bile yetişebilir (Garcia *et al.* 2003, 2007; Bertero *et al.* 2004). Kuraklık ile birlikte bitkinin sapı lifli yapıya dönüşmekte, kök ise büyüyüp güçlenmektedir. Bu sürecin sonunda yağmur gelirse bitki fizyolojik aktivitelerini normale döndürüp eski haline gelebilmektedir. Ancak kuraklık zararı çimlenme, çiçeklenme veya süt olum gibi hassas fenolojik evrelerde gerçekleşirse verimde önemli düşüşler görülür. Bitkinin sahip olduğu derin ve yoğun kök sistemi, kurak şartlarda transpirasyon alanını küçültmesi, dinamik stoma yapısı, kalın çeperli hücre duvarları ve

özel kabarcıklı bezeler kuraklığa karşı geliştirmiş olduğu dayanıklılık mekanizmalarıdır (Bosque *et al.* 2003; Jacobsen *et al.* 2003; Sanchez *et al.* 2003). Prolin maddesinin kinoa da kurağa dayanıklılığı ana düzenleyici madde olduğu düşünülmektedir. Şişmiş dokularda prolinin çabuk oksidasyona uğradığı bilinmekte, su kıtlığı olan bölgelerde bunun azaldığı görülmektedir. Bitki yüksek kök/sap oranıyla, yaprak oranını azaltarak, değişken stoma hareketiyle ve su kaybında parçalanmaktan korunan kalın çeperli hücrelerden oluşan kalsiyum oksalat bezecikleriyle kuraklığın olumsuz etkilerinden korunur. Kalsiyum oksalat bezeleri kinoa için oldukça özel stresten korunma mekanizmasıdır. Kalsiyum oksalat kristalleri hidroskobik olup kuraklık stresine karşı yapraklarda beyaz alanı arttırarak ve stoma bekçi hücrelerini nemli tutarak etkili olmaktadır (Jensen *et al.* 2000).

Yukarıda bahsedildiği gibi kinoa çevre şartlarına dayanıklı bir bitki olup tarım bilimcilerin gündemini meşgul etmektedir. Bu nedenle yoğun olarak bilimsel çalışmalara konu olmaktadır. Ancak kinoanın Güney Amerika'da binlerce çeşit ve popülasyonu bulunmaktadır. Bu önemli genetik materyalin çevre şartlarına dayanıklılıklarının belirlenmesinde fayda vardır. Bu çerçevede planlanan bu çalışma farklı kaynaklardan temin edilen kinoa çeşit veya popülasyonlarının farklı seviyelerdeki tuzluluk ve sulama uygulamalarına tepkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünyanın farklı bölgelerindeki ekolojik koşullarda kinoa çeşit ve popülasyonlarının tuzluluk ve kuraklık stresine dayanıklılığının belirlenmesiyle ilgili pek çok çalışma yürütülmüştür. Ancak bu çalışmaların büyük çoğunluğu verim üzerine olan etkilerini konu almaktadır. Konu ile ilgili önemli görülen çalışmalardan bazıları gruplandırılarak aşağıda sunulmuştur.

Tuzluluk tarımsal ekosistemlerde en çok görülen stres şartlarından birisidir. Bu tür ortamlarda tuzluluğa dayanıklı bitkiler gelişebilmektedir. Çevresel faktörler ve fizyolojik etkilerle birlikte meydana gelen tuza tolerans özelliğinin esas kaynağının kalıtsal unsurlardır (Ashraf 1994). Tuza tolerans bakımından bitki türleri arasında önemli farklılıklar olduğu gibi, aynı türe ait genotipler arasında da farklılıklar bulunabilir. Adolf *et al.* (2012) 200'den fazla kinoa aksesyonunu tuzlu şartlarda test etmişler ve dayanıklılıklarının farklı olduğunu belirlemişlerdir.

Jensen *et al.* (2000) birçok kinoa çeşidinin hemen hemen deniz suyunun sahip olduğu tuzluluk derecesine kadar (40 dS/m) yüksek tuz konsantrasyonlarında yetişebildiğini ve çeşitlere bağlı olarak kinoa'nın tuzluluk sonucu oluşan kuraklığa dayanıklılıkla ilgili çeşitli mekanizmalara sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bitkinin derin ve yoğun kök sistemi, yapraklarını dökererek yaprak alanını düşürme, özel kabarcıklı bezeler, ciddi su kayıplarında bile turgoru koruyan küçük kalın duvarlı hücreler ve dinamik stoma davranışları aracılığı ile kuraklığın negatif etkilerinden korunduğunu tespit etmişlerdir.

Wilson *et al.* (2002) melez kinoa çeşitlerinde farklı elektriksel iletkenliği (3, 7, 11 ve 19 dS/m) olan suyla sulamanın etkilerini inceledikleri araştırmada 3 dS/m'luk karışımı kontrol olarak kabul etmişlerdir. 11 dS/m tuz yoğunluğundan sonra bitkilerin boylanmasında ve yaş ağırlığında önemli azalmalar olduğu belirlenmiştir. Tuzlu ortamda halofit büyüme karakteri gösteren kinoa 11 dS/m tuzlulukta kontrole göre

önemli oranda daha fazla yaprak alanına sahip olmuştur. Söz konusu tuzluluk seviyelerinde bitki yaş ağırlıkları sırasıyla 13.6, 13.9, 15.9 ve 9.4 g; bitki boyları 30.4, 31.2, 32.0 ve 23.0 cm olarak ölçülmüştür.

Karyotis *et al.* (2003) Yunanistan'da 8 kinoa hattı ile yürüttükleri çalışmalarında tuzlu topraklarda yetiştirilen hatların, kontrol toprakta yetişenlere göre daha yüksek ham protein içeriğine sahip olduğunu ve oluşan bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre hatlara ait ham protein içerikleri kontrol parsellerinde %14.30 ile %16.59 iken, bu değerlerin tuzlu topraklarda %17.41 ile %19.03 arasında değişim gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Jacobsen *et al.* (2003), kinoa bitkisinin tuzluluğa önemli seviyede tolerans gösterdiğini de ifade etmişler; birçok çeşidin hemen hemen deniz suyu tuzluluğunda (40 dS/m) yetiştiğini ve 4 çeşidin daha yüksek toleranslı olduğunu saptamışlardır. Bitkinin yaprak su potansiyelini dengelemek için tuz iyonlarını dokularında biriktirme kabiliyeti gösterdiğini belirtmişlerdir.

Bosque Sanchez *et al.* (2003) kinoa çeşitlerinin çoğunda verimin orta derece tuzlu koşullarda, tuzsuz koşullara göre daha yüksek olduğunu tespit etmişler ve bitkinin fakültatif bir halofit olarak sınıflandırılabileceğini belirtmişlerdir.

Koyro and Eisa (2008) kinoa'nın Hualhuas çeşidinde kontrol, 100, 200, 300, 400 ve 500 mol m⁻³ NaCl konsantrasyonlarında çimlenmeyi incelemişlerdir. Hafif tuzlu ortamlarda çimlenmenin hızlandığını, 500 mol m⁻³ NaCl konsantrasyonunda ise çimlenme olmadığı belirlemişlerdir.

Gomez-Pando *et al.* (2010) tarafından 182 farklı kinoa genotipinin 3 farklı NaCl yoğunluğunda (0, 25, 30 dS/m) çimlenme oranları incelenmiştir. Tohumlar 30 dS/m tuz yoğunluğunda su ile sulandıkları zaman çimlenme oranı %60'ın altında kalmıştır. Buna karşılık 25 dS/m tuz ortamında 15 çeşidin %60'dan daha fazla çimlendiği belirlenmiştir. Tuzluluk her genotipte kök kuru madde miktarını önemli ölçüde etkilemiştir.

Adana'da yürütülen bir çalışmada tuzlu drenaj suyuyla sulamanın kinoa verimi üzerine etkileri araştırılmıştır. 5 dS/m tuzluluk derecesindeki drenaj suyuyla yapılan sulamanın verimde istatistiksel bir azalmaya yol açmadığı ortaya konmuştur (İnce Kaya 2010).

Ruiz-Carrasco *et al.* (2011) Şili'de yapılan bir araştırmada 4 farklı kinoa genotipinin, 3 farklı tuz yoğunluğunda (0, 150 ve 300 mM NaCl) çimlenme, büyüme ve gelişmesini incelemiştir. Tuzlu ortamda çimlenme genotiplere göre farklılık göstermiş, sadece BO78 genotipinde azalma görülmüştür. 150 mM NaCl konsantrasyonunda genotiplerden üçünün sürgün uzunluğu azalmıştır. Sürgün azalması 300 mM NaCl konsantrasyonunda %60'ın üzerine çıkmıştır. Genotiplerin tamamında kök uzaması 150 mM NaCl konsantrasyonuna kadar etkilenmemiştir, fakat 300 mM yoğunlukta özellikle BO78 genotipinde engellenmiştir. Genotiplerin kök/sürgün oranları tuzluluk seviyesinden farklı şekillerde etkilenmiştir. En yüksek değer PRJ genotipinde bulunurken, en düşük BO78'de tespit edilmiştir.

Eisa *et al.* (2012) kinoaada 0, 100, 200, 300, 400 ve 500 mM NaCl (0, 20, 40, 60, 80 ve %100 deniz suyuna eşdeğer) tuzluluk seviyelerinin etkilerini incelemiştir. Bitkinin büyümesinin hafif tuz konsantrasyonlarında uyarıldığı ve en uygun büyümenin 100 mM NaCl tuzlulukta olduğunu belirlemiştir. Bu durum dokularda artan su konsantrasyonu ve sukkulent yapıya bağlanmıştır. Bitkiler, yaprak su potansiyelini toprak su potansiyelinin altına düşürmüşlerdir. Daha yüksek tuzluluk seviyeleri bitki büyümesini önemli ölçüde düşürmüş, en fazla azalma %82 oranıyla en yüksek tuzluluk seviyesinde (500 mM NaCl) görülmüştür. Net fotosentez oranı tuzlulukla birlikte düşmüş, 500 mM tuzlulukta fotosentez oranı kontrolün %28'i olarak gerçekleşmiştir. Tuzluluğun fotosentezi engellemesi azalan transpirasyon oranından ileri gelmiştir. Çalışma sonucunda kinoaanın tuzlu ortamlarda biyokütle üretiminde umut verici bir bitki olduğu ve deniz suyu tuzluluğunun %40 seviyesine kadar yetiştirilebileceğine karar verilmiştir.

Verena *et al.* (2012) 14 kinoa varyetesinin tuzluluğa (400 mM NaCl) dayanıklılıklarını ve tepkilerini araştırmışlardır. Bitkilerin tuzluluğa farklı tepkiler verdiklerini, çeşitler

arasında tuzlu ortamda biyomas üretimi azalmasının %17,7-55,2, bitki boyu azalmasının %9,2-35,3 oranında gerçekleştiğini bulmuşlardır.

Fas'ta yapılan çalışmalarda Hirich *et al.* (2012) kinoanın tuzlu sulama suyunda çimlenme ve fide gelişmesini incelemişlerdir. Sonuçlar çimlenme ve fide oluşumun 24 dS/m tuzluluk seviyesine kadar gerçekleşebildiğini ortaya koymuştur. Ancak bu tuzlulukta fide oluşumu çok düşük (%10) kalmıştır. Kinoada %50 oranında fide oluşumu ancak 16 dS/m tuzluluk seviyesinde gerçekleşebilmiştir.

Panuccio *et al.* (2014) Titicaca kinoa çeşidinin değişik tuz konsantrasyonları içeren petrilere çimlenme oranını incelemişlerdir. Denemede 5 farklı NaCl konsantrasyonu (0, 100, 200, 300 ve 400 mM) kullanılmıştır. Kontrol şartlarında çimlenme oranı %100 bulunurken, 100, 200, 300 ve 400 mM tuzluluk şartlarında sırasıyla %100, %100, %95 ve %80 olarak bulunmuştur.

Yazar ve İnce Kaya (2014) tuzluluk problemi olan Çukurova tarım arazilerinde kinoanın alternatif bir bitki olduğunu vurgulamış, başka bitkilerin tolere edemediği 40 dS/m tuzluluğa sahip suyla sulandığında üretim yapabildiğini bildirmişlerdir.

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesinde kontrollü şartlarda yürütülen bir araştırmada farklı tuz seviyelerinin (0, 75, 150, 225, 300, 375 mM NaCl) kinoada tane verimi ve bazı verim özelliklerine etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, artan tuz seviyelerinin kontrolle karşılaştırıldığında verim ve verim komponentlerini olumsuz yönde etkilediğini, ancak bin tane ağırlığının etkilenmediğini göstermiştir (Dumanlıoğlu vd 2016).

Wu *et al.* (2016) farklı kinoa çeşitlerini 6 değişik tuz konsantrasyonunda (8, 16 ve 32 dS/m NaCl ve Na₂SO₄) inceleyerek tohum kalitesi ve protein oranını belirlemiştir. Çeşitlerin tohumda ham protein oranları tuzluluğa bağlı olarak %13.0-16.7 arasında değişmiştir. En yüksek protein oranı 32 dS/m Na₂SO₄ ortamında belirlenmiştir. NaCl'ün tohum kalite parametrelerine etkisi bulunmazken, Na₂SO₄'ın yüksek konsantrasyonlarında tohum yoğunluğu artmıştır.

Kinoa, Güney Amerika kökenli bir bitki olmasına rağmen, tam anlamıyla bir sıcak mevsim bitkisi değildir. Hatta büyüme ve gelişmesi yüksek sıcaklık derecelerinde zarar görmektedir (Hirich *et al.* 2012). Bitkinin birçok farklı iklime uyum sağladığı bilinmektedir. Kinoa C3 bitkisi olmasına rağmen suyu çok etkili kullanmaktadır. Kuraklık stresine karşı geliştirmiş olduğu çok sayıda mekanizma vardır. Bu mekanizmaların birçoğu kinoanın diğer abiyotik streslerden kaçınmasını veya tolerans göstermesini de sağlamaktadır.

Bolivya'nın 4000 m rakıma sahip kurak Altiplano bölgesinde (yağış 62 mm, evapotranspirasyon 186 mm) yapılan bir çalışmada kinoanın kurağa dayanıklılığı ve tepkisi araştırılmıştır (Vacher 1998). Bitkilerin kurak dönemde stomalarını hızla kapatarak yüksek yaprak su kullanım etkinliğini devam ettirdiği görülmüştür. Bitkiler kuraklığa yaprak yaşlanması ve yaprak kıvrılması şeklinde tepki vermişlerdir. Bu şartlarda kinoanın 226-243 kg/da kuru madde verimi üretebildiği belirlenmiştir.

Bosque Sanchez *et al.* (2003) Belçika'da yürütülen bir sera denemesinde kuraklık stresinin (kontrol, -0.159 MPa ve -0.279 MPa) *Real* kinoa çeşidi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, kinoanın kuraklığa dayanıklılık yönünden geniş bir varyasyona sahip olduğunu ve değişik stratejilerle kurağa dayanıklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ancak bitkinin ileri gelişme dönemlerinde yaşanacak bir kuraklıktan aşırı bir şekilde etkileneceği ve verimde önemli azalmaların olabileceğini rapor etmişlerdir.

Jacobsen *et al.* (2003) kinoa bitkisinin hafif kumlu topraklarda sadece 200 mm yağış ile yetiştirilebildiğini bildirmişlerdir. Bitkide erken vejetatif dönemde ortaya çıkan kuraklık stresinin büyüme sürecini uzattığını, geç büyüme dönemindeki kuraklık streslerinin ise erken olgunlaşmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Garcia *et al.* (2003), FAO'nun standart bitki su tüketimi eşitliği olan Penman-Monteith eşitliğini kullanarak kinoanın sulama gereksinimini ve oransal verimi lizimetre ve tarla

denemeleriyle belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda küçük kuraklık stresinin verimde azalmalara neden olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Spehar and Santos (2005), Brezilya'da 26 kinoa hattını iki yıl boyunca yağmurlu ve kurak sezonda yetiştirmişler ve çalışma sonucunda bitki boyu, sap kalınlığı, kuru madde verimi, tane verimi hasat indeksi ve yetiştirme sürelerinin yetiştirme koşullarına bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Geerts *et al.* (2006), 2004-2005 üretim sezonunda Bolivya'da kinoanın kuraklık stresine tepkisini araştırmışlardır. Çalışmada 8 farklı su uygulama konusunda biyolojik verim, kök uzunluğu ve ağırlığı, tane verimi, su kullanım randımanı ve hasat indeksi belirlenmiştir. Bu araştırma ile kinoanın çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve tane dolun döneminde ortaya çıkan su stresinin hem toplam verim hem de su kullanım randımanı üzerinde olumsuz etkisi olduğu saptanmıştır. Bitkinin su stresine karşı en hassas olduğu dönemin tane dolun dönemi olduğu belirtilmiştir.

Geerts *et al.* (2008), Bolivya'nın Altiplano bölgesinde iki yıl boyunca iki farklı lokasyonda yürüttükleri çalışmalarında kısıtlı sulama ile tam sulamanın Belen-2000 kinoa çeşidinde tane verimi, bin tane ağırlığı ve hasat indeksi üzerinde önemli etkilerinin olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışma sonucunda tam sulama ile dekara 204.0 kg, kısıtlı sulama ile 201.0 kg ve hiç sulanmayan koşullarda ise 168.0 kg tohum verimleri elde edilmiştir. Aynı çalışmada kinoa tohumların bin tane ağırlıkları tam sulama, kısıtlı sulama ve susuz koşullarda sırasıyla 5.6 g, 5.5 g ve 4.2 g olarak bulunmuştur. Yine hasat indekslerinin su stresine bağlı olarak azaldığı, tam sulama koşullarında %49, kısıtlı sulamada %48 ve susuz koşullarda %45 olduğu belirlenmiştir.

Gonzales *et al.* (2009) normal şartlarda yetiştirilen kinoayı kuraklık ve aşırı sulama şartlarında yetiştirilenlerle karşılaştırarak tepkilerini incelemişlerdir. Kurak şartlarda yetiştirilen kinoalarda toplam bitki ağırlığı, sürgün, kök ve çiçek kuru ağırlıklarının daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Ülkemizde kinoa üzerinde yürütülen ilk bilimsel çalışmalardan birisi olan Adana'da tam sulama, %50 geleneksel kısıtlı sulama ve %50 yarı ıslatmalı sulama konuları ele alınmıştır (İnce Kaya 2010). Geleneksel kısıtlı sulama veya yarı ıslatmalı sulamanın istatistiksel olarak verimde azalmalara neden olmadığı saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tane verimleri, bin tane ağırlıkları, hasat indeksleri ve bitki boyları tam sulama koşullarında sırasıyla 212,0 kg/da, 2,6 g, %42,0 ve 130,0 cm olarak bulunurken, kısıtlı sulama koşullarında bu değerler sırasıyla 169,0 kg/da, 2,1 g, %39,0 ve 113,0 cm olarak belirlenmiştir.

Razzaghi *et al.* (2012), Danimarka'da Titicaca çeşidi ile yürüttükleri bir çalışmada, tam sulama ile ileri kuraklık seviyelerinin tane verimi ve hasat indeksi üzerine önemli etkilerinin olduğunu, oysa sap verimi ve bin tane ağırlığını etkilemediğini ortaya koymuşlardır. Bu sonuçlara göre tam sulama yöntemi ile 187.0 kg/da tane verimi, 289.0 kg/da sap verimi, %39,0 hasat indeksi ve 3,05 g bin tane ağırlığı elde edilmiştir. İleri kuraklık seviyelerinde ise dekara 169,0 kg/da tane ve 295,0 kg/da sap verimi, %36,0 hasat indeksi ve 2,99 g bin tane ağırlığı elde etmişlerdir.

Kinoa çeşitlerini tarla kapasitesinde, %50, 30 ve 10 azaltılmış sulamada inceleyen Raney *et al.* (2014) azalan sulama ile birlikte bitki boyunun kısaldığını ve kurağa tolerans için bazı fizyolojik aktivitelerin oluştuğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar çeşitlerin kuraklığa gösterdiği tepkinin de farklı olduğunu tespit etmişlerdir.

Sırbistan'da yapılan bir araştırmada kinoa normal sulama ve kuraklık şartlarında incelenerek kuraklığa verdiği tepkiler belirlenmeye çalışılmıştır (Stikic *et al.* 2015). Kurak şartlarda yetiştirilen bitkilerde transpirasyon, stoma iletkenliği ve yaprak alanı azalmıştır. Kurak şartlarda yetişen bitkilerin boyu, sürgün ve kök kuru ağırlıkları daha düşük bulunmuştur.

Yang *et al.* (2016) büyütme kabininde yapılan bir araştırmada kinoa'nın Titicaca çeşidini 2 farklı gündüz/gece sıcaklığı rejimi (18/8°C ve 25/20°C) ve 3 farklı sulama şartlarında

(tam sulama, kısıtlı sulama ve değişken kök bölgesi kuraklığı) yetiştirmişlerdir. En yüksek bitki boyu ve sürgün kuru ağırlığı tam sulama uygulamasından elde edilmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde yer alan sera ve laboratuvar şartlarında 3 ayrı deneme olarak yürütülmüştür. Denemeler 2015 yılının Ekim ayında başlamış, farklı dönemlerde devam ettirilerek 2016 yılının Haziran ayında tamamlanmıştır. Çalışmada farklı kaynaklardan temin edilen 15 kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotip kullanılmıştır. Bu materyaller ve bazı özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan kinoa çeşit/popülasyonları ve bazı özellikleri

Çeşit/Popülasyon	Geldiği Yer	Kabuk Rengi
Popülasyon-Beyaz	Peru	Beyaz
Popülasyon-Kırmızı	Peru	Kırmızı
Popülasyon-Çin	Çin	Açık kahve
Popülasyon-Fransa	Fransa	Beyaz
Titicaca	Peru	Beyazımsı-sarı
Q-52	Danimarka	Beyazımsı-sarı
Rainbow	USA	Beyaz
Read Head	USA	Beyaz
Sandoval Mix	İngiltere	Krem
Cherry Vanilla	USA	Beyaz
French Vanilla	USA	Beyaz-krem
Mint Vanilla	USA	Parlak beyaz
Oro de Valle	USA	Sarımsı-kahve
Qhaslala Blanca	Peru	Krem
Moqu-Arochilla	Peru	Beyaz

Sera denemeleri 25/15±5°C gündüz/gece sıcaklığı rejiminde yürütülmüşlerdir. Saksı denemelerinde kullanılan toprak bahçe toprağına %10 oranında yanmış çiftlik gübresi

katılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan topraktan her bir saksıya 2 kg doldurulmuştur. Yapılan toprak analizinde saksılara doldurulan materyalin tınlı yapıda, organik maddece zengin (%4,7), tuzsuz (toplam tuz: %0,032), nötr karakterli (pH: 7,04), kireç yönünden düşük (%0,72), alınabilir fosfor yönünden yeterli (4,20 ppm) seviyede olduğu belirlenmiştir.

3.2. Metot

Bu tezde yer alan çalışmalar aşağıdaki şekli ile anlatılmış olan 3 ana başlık halinde yürütülmüştür.

3.2.1. Çimlenme dönemi tuzluluk testleri

Kinoa genel olarak tuzluluğa dayanıklı bir tür olarak bilinmektedir (Koyro and Eisa, 2008). Ancak tuzluluğa dayanıklılığın genotiplere göre farklılık göstermesi beklenen bir sonuçtur. Bu nedenle tuzluluğa dayanıklılığın genotiplere göre hangi dereceye kadar gerçekleştiğini belirlemek büyük önem taşımaktadır. Bu durum kinoa genotiplerinin tuzlu topraklarındaki potansiyelini ortaya koyacaktır. Bunun için laboratuvar şartlarında bitkilerin tuzluluğa hassas olduğu dönemlerin (çimlenme ve fide) ele alındığı 2 dayanıklılık testi yapılmıştır.

Çimlenme dönemi tuzluluğa dayanıklılık testleri tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak, $25\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ 'lik sabit ortam sıcaklığına sahip büyütme kabini içerisinde karanlık koşullarda yürütülmüştür (Şekil 3.1). Çimlendirme testleri, tabanına iki adet kurutma kâğıdı yerleştirilen 12 cm çapındaki cam petri kutularında NaCl'ün 0, 100, 200, 300, 400 ve 500 mM konsantrasyonuna sahip solüsyonları kullanılarak yapılmıştır (Prado *et al.* 2000). Tohumlar yüzey sterilizasyonu amacıyla önce 7 dakika süreyle %2'lik sodyum hipoklorit çözeltilisinde bekletilip ardından saf su içerisinde çalkalanmıştır. Her bir petri kutusuna yüzey sterilizasyonu yapılmış 100 adet tohum konularak üzerine 10 ml solüsyon ilave edilmiştir (Herrera and Pinto 2009). Deneme süresince petri kutuları her altı saatte bir kontrol edilmiştir. Kökçük boyu 2 mm'ye

ulaşan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilip kaydedilerek ortamdan uzaklaştırılmıştır (Prado *et al.* 2000). Gözlemler 4 gün boyunca (96 saat) devam etmiştir. Çimlendirme denemelerinde çimlenme oranı (%), %50 çimlenmenin gerçekleştiği süre (saat) ve hassaslık indeksi (HI) belirlenmiştir (Garcia-Huidobro *et al.* 1982; Foolad and Lin 1997; Elkoca *et al.* 2007; Yıldırım and Güvenç 2006; Güldüren ve Elkoca 2012). Genotiplerin hassaslık indeksleri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

HI = Tuz uygulamasındaki %50 çimlenme zamanı / kontrol uygulamasındaki %50 çimlenme zamanı



Şekil 3.1. Çimlenme dönemi tuzluluk testlerinden görüntüler

3.2.2. Fide dönemi tuzluluk testleri

Fide dönemi denemeleri sera koşullarında tesadüf parselleri deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür (Şekil 3.2). Her saksıya 10 adet tohum ekilip çıkıştan sonra her saksıda 3 bitki bırakılmıştır. Saksılar musluk suyu ile sulanmış olup tuz uygulamalarına (0, 100, 200, 300, 400 ve 500 mM NaCl) çıkıştan on gün sonra başlanmıştır. Tuz solüsyonları hedeflenen konsantrasyona ulaşınca kadar günlük 50 mM artışla kademeli olarak uygulanmıştır. (Hariadi *et al.* 2011; Shabala *et al.* 2013). Deneme tuz uygulamaları başladıktan sekiz hafta sonra tamamlanarak; sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığı, kök/sürgün oranı ve tuz tolerans yüzdesi (TTY) belirlenmiştir (Hariadi *et al.* 2011; Ruiz-Carrasco *et al.* 2011; Adolf *et al.* 2012). Fide

dönemi tuzluluğa dayanıklılık testi 270 saksıda (15 genotip x 3 tekerrür x 6 uygulama) yapılmıştır. Sürgün ve köklerin uzunlukları yeşil materyalde milimetrik cetvelle ölçülerek belirlenmiş, kuru ağırlıkları ise 80 °C'lik kurutma fırınında sabit ağırlığa gelene kadar kurutularak bulunmuştur. Kök/sürgün oranı kök kuru ağırlıklarının sürgün kuru ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Tuz tolerans yüzdesinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$TTY = (\text{Tuz uygulamasındaki bitki kuru ağırlığı} / \text{kontrol uygulamasındaki bitki kuru ağırlığı}) \times 100$$


Şekil 3.2. Fide dönemi tuzluluk testlerinden görüntüler

3.2.3. Kurağa dayanıklılık testleri

Deneme sera koşullarında tesadüf parselleri deneme deseninde üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Her saksıya 10 adet tohum ekilmiş ve çıkıştan sonra her saksıda 3 bitki bırakılmıştır. Tarla kapasitesinde tutulan su miktarı belirlendikten sonra, kuraklık uygulamalarında saksılardaki nem miktarı tarla kapasitesinin %50 (düşük kuraklık), %25 (orta seviyede kuraklık), %10 (yüksek seviyede kuraklık) ve %5'i (şiddetli kuraklık) esas alınarak sabit tutulmuştur (Raney *et al.* 2014). Saksılar her gün aynı saatte tartılarak eksilen miktar kadar su saksılara ilave edilmiştir. Böylelikle saksılar deneme boyunca hedeflenen tarla kapasitesi seviyesinde sabit olarak tutulmuştur.

Kuraklık uygulamalarına çıkıştan 2 hafta sonra başlanmış olup bu iki haftalık sürede saksılar tarla kapasitesinde sulanmıştır. Kontrol grubundaki saksılar ise deneme boyunca tarla kapasitesinde sabit tutulmuştur. Deneme kuraklık uygulamalarına başladıktan sekiz hafta sonra tamamlanarak sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığı, kök/sürgün oranı ve kurağa tolerans yüzdesi (KTY) belirlenmiştir. (Sanchez *et al.* 2003; Gonzales *et al.* 2009; Raney *et al.* 2014). Kurağa dayanıklılık testleri 225 saksıda (15 genotip x 3 tekrür x 5 uygulama) yapılmıştır. Kurağa tolerans yüzdesi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesap edilmiştir.

$$\text{KTY (\%)} = (\text{Kuraklık uygulamasındaki bitki kuru ağırlığı} / \text{kontrol uygulamasındaki bitki kuru ağırlığı}) \times 100$$

Bu çalışmada tarla kapasitesinin belirlenmesinde Earl (2003)'ın izlediği yöntem kullanılmıştır. Bunun için önce saksılara 80 °C'de 48 saat süreyle kurutulmuş 3 kg toprak konulmuştur. Sonra kuraklık uygulamalarını kalibre etmek için içerisine 3 kg kuru toprak konulmuş dört saksı su tutma kapasitesinin üzerinde sulanmış ve hemen ardından buharlaşma kayıplarını önlemek için saksıların üstü alüminyum folyo ile sıkıca kapatılmıştır. Fazla su tamamen drene olup saksılar sabit bir ağırlığa (tarla kapasitesine) ulaşmaya kadar beklenmiş ve saksıların tarla kapasitesinde tutmuş olduğu su miktarı aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Tarla kapasitesinde tutulan su miktarı (g/saksı)} = [\text{Tarla kapasitesindeki toprağın ağırlığı} - \text{kuru ağırlık (3 kg)}]$$



Şekil 3.3. Kurağa dayanıklılık testlerinden görüntüler



Şekil 3.4. Ölçüm ve tartımlardan görüntüler

Sera ve laboratuvar analizleri sonucunda elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel olarak önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile ortaya konulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araştırmada 3 farklı denemeden elde edilen sonuçlar metot bölümünde anlatılan başlıklar halinde aşağıda ayrı ayrı ele alınmıştır.

4.1. Çimlenme dönemi tuzluluk testleri

Farklı kinoa materyallerinin (çeşit ve popülasyon) değişik tuz konsantrasyonlarında çimlenme özelliklerinin incelendiği bu çalışmada varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelgeden anlaşıldığı gibi kinoa genotiplerinin ve tuzluluk seviyelerinin çimlenme oranı, çimlenme süresi ve hassaslık indeksi değerlerine çok önemli etkileri olmuştur. Çeşit x tuzluluk interaksyonu ise sadece hassaslık indeksinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Hassaslık İndeksi
Tekerrür	3	–	–	–
Genotip	14	23,8**	4,88**	24,3**
Tuzluluk	5	244,2**	45,063**	467,4**
G x T	70	1,637	1,027	3,3**
Hata	92			
Genel	180			

** : 0.01 seviyesinde önemlilik gösterir

4.1.1. Çimlenme oranı

Araştırmanın 96 saat sonunda çimlenme oranlarını gösteren sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre kinoa çeşitlerinin çimlenme oranları çok önemli farklılık göstererek en yüksek %47,3’ten, en düşük %26,1’e kadar değişmiştir. Beyaz popülasyon, Qhaslala Blanca ve Q-52 çeşidi yüksek çimlenme oranına sahip olurken,

kırmızı popülasyon ve Fransa kökenli popülasyonlar düşük çimlenme yüzdesine sahip olmuşlardır.

Tuzluluk konsantrasyonlarına göre çimlenme oranları ise %0 ile %81,2 arasında değişmiştir. Tuzluluk olmayan kontrol uygulamasında bütün çeşitlerin ortalaması olarak %81,2 oranında çimlenme belirlenmiştir. Çimlendirme ortamına 100, 200, 300, 400 mM tuz ilave edildiği zaman çimlenme oranları %69,2 60,0 ve 10,6 ve 4,7 oranında gerçekleşmiştir. En yüksek tuz konsantrasyonunda (500 mM) ise çimlenme gerçekleşmemiştir.

Bu çalışmada çimlenme oranı üzerinde interaksiyon önemsiz bulunmuştur. Bu durum bütün çeşitlerin tüm tuz konsantrasyonlarına benzer etki gösterdiğini ifade etmektedir. Nitekim çeşitlerin tamamı en yüksek çimlenme oranını kontrol şartlarında göstermişler. Tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranları azalmış ve 500 mM tuz konsantrasyonunun da hiçbir çeşit çimlenememiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme oranları (%)

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500	
Pop. Beyaz	85,3	76,0	78,3	22,3	22,0	0	47,3 A
Pop. Kırmızı	60,6	36,6	45,0	10,6	11,3	0	27,4 B
Pop. Çin	83,3	74,0	68,0	13,3	5,0	0	40,6 AB
Pop. Fransa	75,3	52,0	19,3	7,3	2,6	0	26,1 B
Titicaca	88,0	78,6	54,6	0	0	0	36,9 AB
Q-52	98,0	92,6	63,3	0	0	0	42,3 A
Oro de Valle	84,0	70,0	58,6	2,0	0	0	35,8 AB
Mint Vanilla	80,6	72,0	72,6	2,0	0	0	37,9 AB
F. Vanilla	81,3	75,3	62,0	15,3	5,0	0	39,8 AB
Rainbow	79,3	60,6	62,6	4,6	0	0	34,5 AB
S. Mix	81,3	74,6	62,6	2,6	0	0	36,9 AB
Red Head	80,6	72,6	62,6	20,6	0	0	39,4 AB
M. Arochilla	83,3	72,6	59,3	0	0	0	35,8 AB
C. Vanilla	78,6	58,6	63,3	22,0	0	0	37,1 AB
Q. Blanca	79,3	71,3	68,0	36,6	25,0	0	46,7 A
Ortalama*	81,2 A	69,2 B	60,0 C	10,6 D	4,7 E	0 E	37,6

LSD G: 14,5, T: 5,5, G x T: -

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Farklı özellikleri olan ve farklı kaynaklardan temin edilen kinoa materyallerinin farklı oranlarda çimlenmesi beklenen bir sonuçtur. Bu durum yapılan birçok çimlendirme çalışmasında ortaya konmuştur (Ruis-Carrasco *et al.* 2011; Hirich *et al.* 2012). Koyro and Eisa (2008), da farklı tuz konsantrasyonlarında kinoa çeşitlerinin farklı oranlarda çimlendiğini bulmuşlardır. Bu çalışmada kullanılan kinoa materyalleri farklı tohum kabuğu kalınlıklarına sahip olmaları muhtemeldir. Bu durum çimlenmenin hızı ve oranına etki yapmış olabilir.

Araştırmanın en önemli amaçlarından birisi tuzluluk seviyelerinin etkilerini ortaya koymaktır. Nitekim bu çalışmada tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranı üzerine etkisi çok belirgin olmuştur. Çimlenme ortamındaki tuzlar, osmotik basıncı yükselterek tohum tarafından su alınmasını engellemekte veya Na⁺ ve Cl⁻ gibi iyonların toksik etkisinden dolayı çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemektedir (Essa 2002). Kinoa her ne kadar bazı kaynaklarda tuzluluğa yüksek derecede dayanıklı tür olarak nitelendirilse de (Jacobsen 2003) bu çalışmada en yüksek çimlenme kontrol uygulamasında görülmüştür. Tuzluluğun artmasıyla çimlenme oranı azalmış, 500 mM tuzlulukta çimlenme 0 seviyesine inmiştir. 182 farklı kinoa genotipini 3 farklı tuz konsantrasyonunda inceleyen Gomez-Pando *et al.* (2010) da benzer sonuçlar bulmuşlardır. Panuccio *et al.* (2014) Titicaca çeşidiyle yapmış olduğu çalışmada ise tuzluluğun artması ile çimlenme oranının azaldığını fakat bu azalmanın çok yavaş olduğunu belirlemişlerdir. Jacobsen (2003) ise çimlenmenin en fazla 40 mS/cm tuzluluk seviyesine kadar devam ettiğini bildirmiştir.

4.1.2. Çimlenme süresi

Araştırmada kullanılan kinoa çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme süresi Çizelge 4.3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çeşitlerin çimlenme süreleri farklılık göstermiştir. Çimlenmesi en çabuk olan çeşit 19,7 saat ile Moqu Arrochilla çeşidi olmuştur. Titicaca ve Q-52 çeşitleri de çimlenmeleri hızlı olan çeşitlerdir. En uzun çimlenme süresi ise 39,7 saat ile Çin kaynaklı popülasyonda görülmüştür.

Çizelge 4.3. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme süreleri (saat)

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500	
Pop. Beyaz	32	32	46	38	42	0	31,7 BC
Pop. Kırmızı	30	28	38	54	44	0	32,3 BC
Pop. Çin	32	38	56	58	57	0	39,7 A
Pop. Fransa	32	32	36	40	44	0	30,7 C
Titicaca	36	38	50	0	0	0	20,7 E
Q-52	38	34	54	0	0	0	21,0 E
Oro de Valle	34	34	50	60	0	0	29,7 CD
Mint Vanilla	28	28	42	48	0	0	22,8 DE
F. Vanilla	30	30	56	56	60	0	37,8 AB
Rainbow	28	34	42	42	0	0	24,3 DE
S. Mix	32	32	58	60	0	0	30,3 C
Red Head	26	38	52	56	0	0	28,7 CD
M. Arochilla	36	36	46	0	0	0	19,7 E
C. Vanilla	30	36	56	57	0	0	29,1 CD
Q. Blanca	28	24	34	32	45	0	26,4 CDE
Ortalama*	31,4 C	32,9 C	47,7 A	40,1 B	19,5 D	0	28,6

LSD G: 7,0, T: 4,0 G x T: -

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenmeye bırakılan kinoa çeşitleri farklı sürelerde çimlenmişlerdir. Tuz uygulamalarının çimlenme süresi üzerinde genel olarak geciktirici etkide bulunduğu gözlemlenmiştir. Tuzun bulunmadığı kontrol ortamında çimlenme süresi 31,4 saatte gerçekleşirken, tuz konsantrasyonunun artmasıyla çimlenme süresindeki gecikme 47,7 saate kadar uzamıştır. 300 mM seviyesi ile birlikte bazı çeşitlerin çimlenmeleri durduğu için ortalamalar küçülmüştür. Kontrol ve 100 mM tuz konsantrasyonundaki çimlenme süreleri benzerlik gösterirken 200, 300 ve 400 mM tuzluluğun olduğu şartlarda çimlenme süreleri istatistiksel olarak farklı gruplar oluşturmuşlardır. 500 mM tuz konsantrasyonunda çimlenme olmadığı için çimlenme süresi 0 olarak yazılmış ve gruptandırmaya dahil edilmemiştir (Çizelge 4.3).

Çeşitlerin aynı ortamda farklı sürelerde çimlenme gerçekleştirmeleri genetik özelliklerinden kaynaklanan bir sonuçtur. Çünkü tohum kabuğu kalınlıklarının veya sertliğinin farklı olması su alıp çimlenmenin başlamasını kolaylaştırmakta veya zorlaştırmaktadır. Bu da çimlenme süresinin uzunluğuna etki etmektedir. Aynı zamanda tohumun bünyesinde çimlenme esnasında meydana gelen biyokimyasal olayların hızı da genetik yapı ile ilişkili olabilir. Tuzluluğun çimlenmeyi geciktirmesi ise bütün bitki türlerinde görülebilen bir olaydır. Çünkü çimlenme esnasında tohumun ortamdan su alabilmesi gerekir. Eğer ortamdaki su potansiyeli düşük ise tohum su alamayacak ve çimlenme başlayamayacaktır ya da daha yavaş seyredecektir. Elkoca *et al.* (2007) su potansiyeli azaldıkça nohutta çimlenmenin geciktiğini belirlemişlerdir. Bu durum başka bitki türleri ile yapılan çalışmalarda da rapor edilmiştir (Kırtok *et al.* 1994; Kaya vd 2005; Güldüren ve Elkoca 2012). Ancak bazı bitkiler bu aşamada sahip oldukları bazı mekanizmalarla dayanıklılık gösterebilmektedirler. Yapılan bazı çalışmalar kinoanın da böyle bir dayanıklılığa sahip olduğunu ileri sürmektedir. Nitekim çalışmamızda da düşük tuz konsantrasyonlarında çimlenme süresinin çok fazla değişmediği görülmektedir. Koyro and Eisa (2008) kinoanın Hualhusa çeşidinde hafif tuzlu ortamlarda çimlenmenin hızlandığını belirlemişlerdir. Fakat artan tuzluluk su alımını engellediği için çimlenme süresini uzatmış, 500 mM seviyesinde ise çimlenmeyi tamamen durdurmuştur. Adolf *et al.* (2012) kinoada bazı çeşitlerdeki tuzluluğa dayanıklılığın fizyolojik özelliklerden kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. Fooland and Lin (1997) farklı ülkelerden temin edilmiş 42 domates çeşidinde çimlenmenin genetik yapıya bağlı olduğunu, tuzlu şartlarda çimlenme süresi ve hassaslık indeksinin çeşitler arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

4.1.3. Çimlenme hassaslık indeksi

Farklı kaynaklardan temin edilmiş 15 farklı kinoa genotipinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme hassaslık indeksi değerleri istatistiki analize tabii tutulmuş ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Hassaslık indeksi üzerinde çeşit ve tuzluluk konsantrasyonları $p < 0.01$ ihtimal seviyesinde önemli etki yapmış ve bunlara ait interaksiyon da önemli bulunmuştur.

Çalışmada incelenen kinoa genotiplerinin çimlenme hassaslık indeksleri 1,43 ile 2,48 arasında değişmiştir (Çizelge 4.4). Hassasiyeti en fazla olan çeşit Qhaslala Blanca (2,48) olurken; Q-52 (1,43), Çin popülasyon (1,47) ve Rainbow (1,48) hassasiyeti en düşük genotipler olmuşlardır. Sandoval Mix, kırmızı popülasyon, Red Head ve Cherry Vanilla hassasiyetleri nispeten düşük olan diğer materyallerdir.

Çizelge 4.4. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme hassaslık indeksi değerleri

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500**	
Pop. Beyaz	1,00	2,00	2,00	4,00	4,30	0	2,22 AB
Pop. Kırmızı	1,00	1,30	1,53	3,00	3,00	0	1,64 D-G
Pop. Çin	1,00	0,90	1,73	2,17	3,00	0	1,47 FG
Pop. Fransa	1,00	1,67	2,67	3,33	4,00	0	2,11 BC
Titicaca	1,00	1,00	2,33	3,00	4,00	0	1,89 CD
Q-52	1,00	0,70	1,90	2,00	3,00	0	1,43 G
Oro de Valle	1,00	1,00	2,83	3,50	4,00	0	1,81 DE
Mint Vanilla	1,00	1,17	2,00	2,50	3,83	0	1,75 DEF
F. Vanilla	1,00	0,90	2,40	2,70	3,50	0	1,75 DEF
Rainbow	1,00	0,70	1,70	2,50	3,00	0	1,48 FG
S. Mix	1,00	1,00	1,97	2,50	3,00	0	1,58 EFG
Red Head	1,00	0,90	1,90	2,17	3,17	0	1,53 EFG
M. Arochilla	1,00	1,10	2,33	2,57	3,33	0	1,73 DEF
C. Vanilla	1,00	1,47	1,90	2,43	3,17	0	1,66 D-G
Q. Blanca	1,00	2,70	3,50	3,63	4,00	0	2,48 A
Ortalama*	1,00 E	1,23 D	2,18 C	2,80 B	3,49 A	0	2,23

LSD G: 0,28, T: 0,17, G x T: 0,62

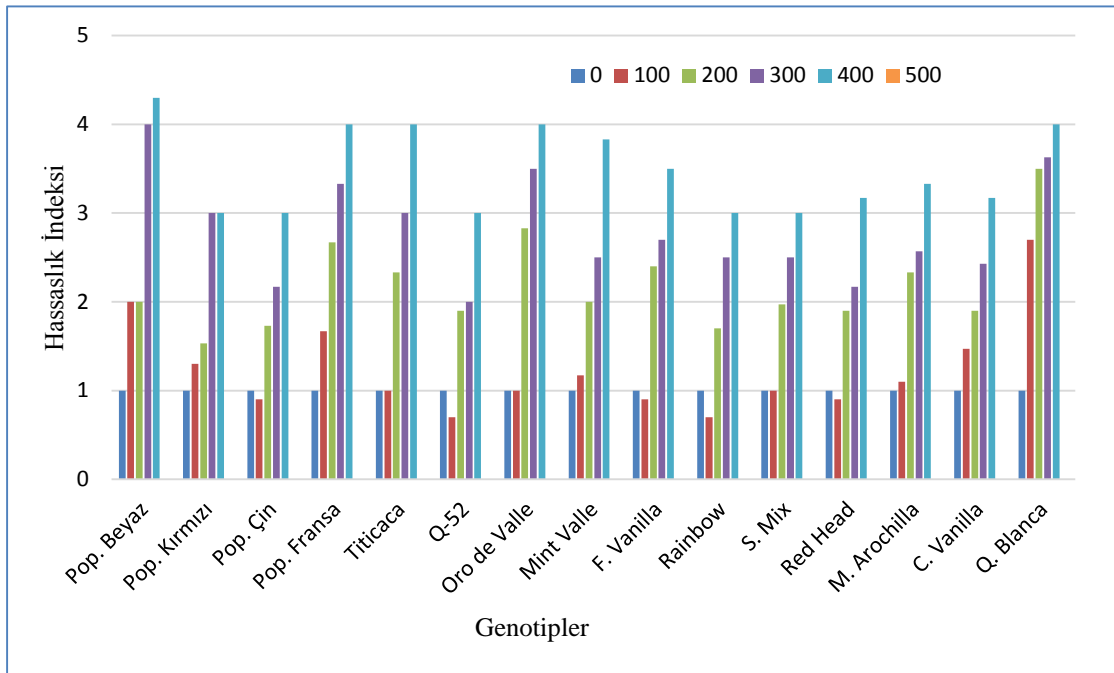
* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

** %50 çimlenme olmadığı için hesaplanmamıştır (aşırı hassasiyet)

Tuzluluk konsantrasyonlarına göre çimlenme hassaslık indeksleri 0 mM'de 1,00; 100 mM'de 1,23; 200 mM'de 2,18; 300 mM'de 2,80 ve 400 mM'de 3,49 olarak hesaplanmıştır. Tuzluluk arttıkça çeşitlerin hassasiyet gösterdikleri görülmektedir. Bu

hassasiyet değerlerinin her biri ayrı bir istatistik grubunu oluşturmuşlardır. 500 mM'da çimlenme olmadığı için 0 olarak kaydedilmiş ve harflendirmeye dahil edilmemiştir.

Çeşitlerin tuzluluk konsantrasyonlarına gösterdikleri tepki incelendiğinde farklı sonuçlar olduğu ve bunun da önemli bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4.4; Şekil 4.1). Genel olarak genotiplerin hassasiyet değeri tuzluluk konsantrasyonu arttıkça yükselmiştir. Fakat Çin popülasyonu, Q-52, French Vanilla, Rainbow ve Read Head çeşitlerinde 100 mM tuz konsantrasyonunda, kontrol konsantrasyonu olan 0 mM'a göre hassaslık indeksi daha düşük bulunmuştur. Bu durum interaksiyonun önemli çıkmasının sebeplerindedir. Bu örnekte de görüldüğü gibi genotiplerin tuzluluk derecelerine verdikleri tepkiler farklılık göstermiştir.



Şekil 4.1. Çimlenme hassaslık indeksinde çeşit x tuzluluk interaksiyonu

Bitkilerin çevresel stres kaynaklarına gösterdikleri tepkiler genotiplere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bu durum cinsler, türler hatta aynı tür içerisinde varyeteler arasında da görülmektedir (Fooland and Lin 1997). Nitekim bu çalışmada da kinoa genotiplerinin çimlenme hassaslık indeksleri farklılık göstermiştir. Çin popülasyonu, Q-

52 ve Rainbow hassasiyeti en düşük olan çeşitlerdir. Zaten bu çeşitlerin çimlenme süreleri genel olarak kısadır. Hassasiyet indeksi en yüksek olan Qhaslala Blanca ise en uzun sürede çimlenen çeşittir. (Çizelge 4.3). Bu sonuçlara göre çimlenme döneminde tuzluluğa en dayanıklı genotiplerin Çin popülasyonu, Q-52 ve Rainbow; en hassas çeşidin ise Qhaslala Blanca olduğu söylenebilir. Çeşitlerin ortalaması olarak tuzluluk seviyesi arttıkça çimlenme hassaslık indeksi artmıştır. Bu durum artan tuzluluğun çimlenme süresini uzatmasından kaynaklanmıştır. Ancak bazı çeşitlerde hafif tuzluluk konsantrasyonlarında (100 mM) kontrolden daha düşük hassasiyet bulunmuştur. Çin kaynaklı popülasyon, Q-52, French Vanilla, Rainbow ve Read Head çeşitlerinde bu durum görülmektedir. Bu sonuçlar kinoa'nın tuzluluğa dayanıklılık göstermesinin sebeplerinden birisini ortaya koymaktadır. Bazı çeşitler hafif tuzlu ortamlarda daha çabuk ve daha fazla çimlenebilmektedirler. Ancak bu durum bütün genotiplerde görülmeyip bazılarında ortaya çıkmaktadır. Bu da tuzluluk konusunda yapılacak çalışmaların tür içerisinde büyük varyasyonlar gösterdiğini, bu durumun araştırmacılara önemli fırsatlar sunduğunu ortaya çıkarmaktadır. Aynı türe giren genotiplerin tuzlu ortamdaki çimlenme performansları arasında önemli farklar yer almakta ve bu durum çimlenme döneminde tuza dayanıklı genotiplerin belirlenmesine imkan sağlamaktadır (Elkoca vd 2003).

4.2. Fide Dönemi Tuzluluk Testleri

Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında büyüme ve gelişme özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök/sürgün oranı ve tuz tolerans yüzdesi değerlerinde genotipe ve tuz konsantrasyonuna göre çok önemli farklılıklar bulunmuştur. Çeşit x tuzluluk interaksyonu kök/sürgün oranı ve tuz tolerans yüzdesi hariç 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında büyüme ve gelişme özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	Sürgün Uzun.	Kök Uzun.	Sürgün K. Ağ.	Kök K. Ağ.	Kök/Sür. Or.	Tuz Tol. Yüz.
Tekerrür	2	–	–	–	–	–	–
Genotip	14	37,6**	4,3**	29,9**	15,4**	1,8*	5,8**
Tuzluluk	5	79,2**	15,0**	77,1**	59,3**	3,4**	53,1**
G x T	70	5,2**	2,1**	2,9**	3,8**	1,2	1,2
Hata	178						
Genel	269						

** : 0.01 seviyesinde önemlilik gösterir.

4.2.1. Sürgün uzunluğu

Çalışmada elde edilen sürgün uzunluğu sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre kinoa genotiplerinin sürgün uzunlukları çok önemli farklılık göstererek 8,7 cm ile 19,5 cm arasında değişmiştir. Popülasyon kırmızı, popülasyon beyaz ve Qhaslala Blanca uzun sürgün boyuna sahip olmuşlar ve ayrı bir istatistik grup oluşturmuşlardır. Buna karşılık Cherry Vanilla en kısa sürgüne (8,7 cm) sahip olmuştur.

Tuzluluk konsantrasyonlarına göre sürgün uzunluğu ise 17,7 cm ile 9,1 cm arasında değişmiştir. Kontrol konsantrasyonunda (0 Mm) sürgün uzunluğu en uzun değeri gösterirken tuzluluk konsantrasyonu arttıkça sürgün uzunluklarında azalma gerçekleşmiş ve 500 mM tuzluluk konsantrasyonunda sürgün uzunluğu en düşük değeri almıştır. İstatistiksel olarak 100 mM ile 200 mM tuzluluk seviyesi ve 300 mM ile 400 mM tuzluluk seviyesi birbirine benzerdir (Çizelge 4.6).

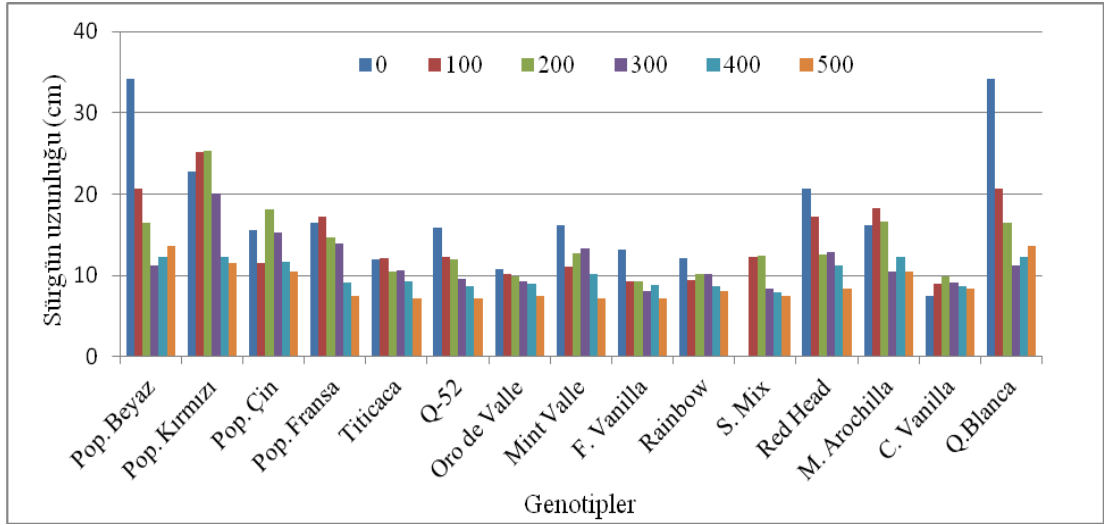
Çizelge 4.6. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında sürgün uzunluğu (cm)

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500	
Pop. Beyaz	34,2	20,6	16,4	11,2	12,3	13,6	18,1 A
Pop. Kırmızı	22,8	25,2	25,3	20,1	12,2	11,5	19,5 A
Pop. Çin	15,5	11,5	18,1	15,2	11,7	10,5	13,7 BC
Pop. Fransa	16,4	17,2	14,7	13,9	9,1	7,5	13,1 BCD
Titicaca	11,9	12,1	10,4	10,6	9,2	7,1	10,3 EFG
Q-52	15,9	12,3	11,9	9,5	8,7	7,2	10,9 EF
Oro de Valle	10,8	10,2	9,8	9,3	9,0	7,4	9,4 FG
Mint Vanilla	16,1	11,1	12,7	13,3	10,1	7,2	11,8 CDE
F. Vanilla	13,1	9,3	9,3	8,0	8,8	7,2	9,3 FG
Rainbow	12,1	9,4	10,2	10,1	8,7	8,0	9,8 EFG
S. Mix	18,0	12,3	12,4	8,3	7,9	7,5	11,1 DEF
Red Head	20,7	17,2	12,6	12,8	11,2	8,3	13,8 BC
M. Arochilla	16,2	18,3	16,6	10,4	12,2	10,4	14,0 B
C. Vanilla	7,5	8,9	9,8	9,1	8,6	8,4	8,7 G
Q. Blanca	34,2	20,6	16,4	11,2	12,3	13,6	18,1 A
Ortalama*	17,7 A	14,4 B	13,8 B	11,5 C	10,1 D	9,1 D	12,8

LSD G: 2,1, T: 1,3, G x T: 5,1

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Bu çalışmada sürgün uzunluğu bakımından tuz x çeşit etkisi istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genel olarak artan tuz konsantrasyonları sürgün uzunluğunun önemli derecede azalmasına sebep olmuştur. Ancak bazı genotiplerde hafif tuzluluk şartlarında daha uzun sürgün boyları ölçülmüştür. Örneğin kırmızı popülasyon, Fransa popülasyonu, Titicaca, Moqu Arochilla ve Cherry Vanilla çeşitlerinde 100 mM tuz konsantrasyonunda, kontrol konsantrasyonu olan 0 mM'a göre sürgün uzunluğu daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.6). Hatta kırmızı renkli popülasyonda 200 mM seviyesinde de sürgün uzunluğu yüksektir. Bu durum etkileşimin önemli çıkmasının sebeplerindedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Sürgün uzunluğunda çeşit x tuzluluk interaksyonu

Bitkilerin genetik özelliklerinin farklı olması farklı oranlarda büyüme ile sonuçlanmaktadır. Büyüme ve gelişmeyi etkileyen bütün faktörlerin aynı olduğu ortamda büyüyen bitkilerde sürgünlerin farklı büyüklüklerde olması genetik potansiyellerinin farklılığından ileri gelir. Kinoa dışında farklı bitkilerle yapılan çeşit çalışmalarında da bu sonuç teyit edilmiştir (Tavlaş ve Tan 2005; Güney vd 2010; Tan vd 2013).

Tuzluluk, bitki kök bölgesindeki tuzların yüksek miktarda bulunduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde görülen bir abiyotik stres faktörüdür. Yapılan araştırmalar kinoanın tuzluluğa orta-yüksek derecede dayanıklı (150-750 mM NaCl) bitkiler sınıfına girdiğini göstermektedir (Jacobsen 2003; Hariadi *et al.* 2011; Razzaghi *et al.* 2011; Eisa *et al.* 2012; Adolf *et al.* 2013; Ruiz *et al.* 2015). Bitki birçok araştırmada 500 mM düzeyindeki tuz yoğunluğuna sahip ortamlarda yaşamına devam etmiş (Jacobsen *et al.* 2003; Koyro and Eisa 2008) fakat veriminde önemli azalmalar meydana geldiği ortaya konmuştur (Hariadi *et al.* 2011; Verena *et al.* 2012; Peterson 2013). Ashraf (1994) tuza tolerans özelliğinin esas kaynağının kalıtsal unsurlar olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle çalışmamızda ortaya çıkan sonuçta olduğu gibi tuza tolerans bakımından aynı türe ait genotipler arasında da farklılıklar olabilmektedir. Adolf *et al.* (2012) 200'den fazla kinoa seksiyonunu tuzlu şartlarda test etmişler ve dayanıklılıklarının farklı olduğunu

belirlemişlerdir. Birçok kinoa çeşidi hemen hemen deniz suyunun sahip olduğu tuzluluk derecesine kadar (40 ds/m) yüksek tuz konsantrasyonlarında yetişebilir ve çeşitlere bağlı olarak çeşitli mekanizmalara sahiptirler (Jensen *et al.* 2000).

Ruiz-Carrasco *et al.* (2011) 4 kinoa genotipinde farklı tuz konsantrasyonlarında büyüme ve gelişmenin farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. 150 mM NaCl konsantrasyonunda genotiplerden üçünün sürgün uzunluğu azalmış, diğerinde ise artış göstermiştir. Eisa *et al.* (2012) ise kinoa bitkilerin büyümesinin hafif tuz konsantrasyonlarında uyarıldığını ve en uygun büyümenin 100 mM NaCl tuzlulukta olduğunu belirlemişlerdir. Bu durum dokularda artan su konsantrasyonu ve sukkulent yapıya bağlanmıştır. Bitkiler, yaprak su potansiyelini toprak su potansiyelinin altına düşürmüşlerdir. Daha yüksek tuzluluk seviyeleri bitki büyümesini önemli ölçüde düşürmüş, en fazla azalma %82 oranıyla en yüksek tuzluluk seviyesinde (500 mM NaCl) görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar araştırmamızın sonuçları ile uyumlu gözükmektedir.

4.2.2. Kök uzunluğu

Saksı denemesi olarak yürütülen bu çalışmada kinoa kök uzunluğu genotiplere ve tuz konsantrasyonlarına göre önemli farklılıklar göstermiştir. Ayrıca çeşit x tuzluluk interaksyonu da çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7). Elde edilen sonuçlara göre kinoa çeşit ve popülasyonlarının kök uzunluğu ortalama 7,1 cm olarak bulunmuş ve 8,4 cm ile 5,8 cm arasında değişmiştir. En uzun kök kırmızı popülasyonda (8,4 cm) bulunmuştur. Bunu azalan sıra ile popülasyon Çin (8,1 cm), Read Head (7,6 cm), Moqu Arochilla (7,6 cm), Oro de Valle (7,3 cm) ve Cherry Vanilla (7,2 cm) takip etmiştir. En kısa kök uzunluğu ise Rainbow (5,8 cm) çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında kök uzunluğu (cm)

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500	
Pop. Beyaz	9,4	7,3	6,7	5,3	6,8	7,0	7,1 BC
Pop. Kırmızı	6,8	9,7	9,4	11,2	6,6	6,6	8,4 A
Pop. Çin	8,3	7,6	7,5	9,4	8,1	7,7	8,1 AB
Pop. Fransa	8,2	8,6	6,4	7,3	5,4	4,6	6,7 CD
Titicaca	5,8	7,1	7,7	6,7	6,8	6,2	6,7 CD
Q-52	6,7	10,1	7,7	6,4	6,6	4,8	7,1 BC
Oro de Valle	8,7	8,7	6,3	6,7	6,5	6,0	7,3 ABC
Mint Vanilla	7,7	5,8	5,8	7,3	5,2	5,6	6,6 CD
F. Vanilla	8,5	7,1	5,9	6,2	7,3	5,2	6,7 CD
Rainbow	6,9	4,7	7,0	6,4	4,8	5,3	5,8 D
S. Mix	9,7	7,3	6,3	5,7	6,5	6,4	7,0 BC
Red Head	9,3	8,3	7,8	7,9	6,7	5,6	7,6 ABC
M. Arochilla	8,6	7,6	8,7	6,6	6,8	7,3	7,6 ABC
C. Vanilla	8,3	7,6	7,0	7,0	6,7	6,4	7,2 BC
Q. Blanca	9,1	7,3	6,7	5,3	6,8	7,0	7,1 BC
Ortalama*	8,2 A	7,6 AB	7,1 BC	7,0 BC	6,6 CD	6,1 D	7,1

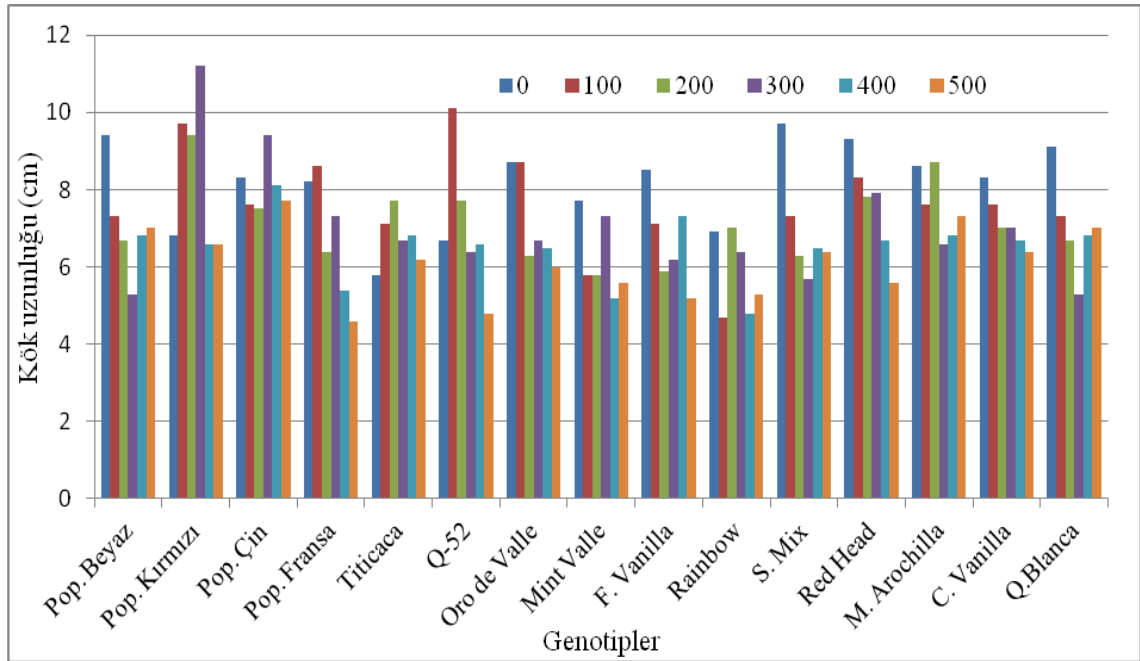
LSD G: 1,1, T: 0,7, G x T: 2,8

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Tuzluluk sürgün uzunluğunda olduğu gibi kök uzunluğunda da etkili olmuş, artan tuzluluk konsantrasyonlarında daha kısa köklenme gerçekleşmiştir. Kontrol şartlarında 8,2 cm olan kök uzunluğu artan tuz konsantrasyonlarında sırasıyla 7,6, 7,1, 7,0, 6,6 ve 6,1 cm olarak ölçülmüştür. Kontrol ile en düşük konsantrasyonunun (100 mM) benzer bulunması ve aynı istatistiksel gruba dahil olmaları dikkat çekicidir.

Tuzluluk konsantrasyonlarına bağlı olarak çeşitler arasında farklılıklar görülmektedir. İnteraksiyonun önemli bulunmasına neden olan bu durum, çeşitlerin tuzluluğa dayanıklılık derecelerinin farklı olmasından ileri gelmiştir. Genel olarak tuzluluk arttıkça kök uzunlukları azalmıştır, fakat bazı çeşitler bu genel eğilimden sapmalar

göstermişlerdir. Bunun en güzel örneği kırmızı popülasyondur. Kırmızı popülasyonda kontrol şartlarında 6,8 cm olan kök uzunluğu 100 mM konsantrasyonda azalmamış aksine önemli bir artış ile 9,7 cm olarak ölçülmüştür. Bu genotipin 300 mM tuz konsantrasyonundaki kök uzunluğu ise daha da yüksek (11,2 cm) bulunmuştur. Fakat bu konsantrasyondan sonra çok hızlı bir düşüş görülmüştür. Fransa orijinli popülasyon, Q-52 ve Titicaca'da da benzer sonuçlar görülmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Kök uzunluğunda çeşit x tuzluluk interaksyonu

Daha önce yapılan birçok araştırmada tuz uygulamasına maruz kalan bitkilerin kök uzunluklarında azalmalar olduğu bildirilmektedir (Elkoca 1997; Elkoca vd 2003; Güldüen ve Elkoca 2012). Tohumların osmotik potansiyeli yüksek bir ortamda bekletilmesi kısmi olarak tohum hidrasyonuna izin vermekte, böylece ön çimlenme başlamakta fakat birincil kök çıkışı yavaşlatılmaktadır (Elkoca *et al.* 2007). Elbette tuzluluğun köklenme üzerine olan etkisi genotiplere ve tuzluluğun derecesine göre değişiklik göstermektedir. Ruiz-Carrasco *et al.* (2011) yaptıkları çalışmada kullanılan genotiplerin tamamında kök uzamasının 150 mM NaCl konsantrasyonuna kadar etkilenmediğini, fakat 300 mM yoğunlukta özellikle BO78 genotipinde azalma olduğunu bulmuşlardır.

4.2.3. Sürgün kuru ağırlığı

Araştırmada farklı tuzluluk konsantrasyonlarından elde edilen kinoa fidelerinin sürgün kuru ağırlıkları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre kinoa çeşitleri ve tuzluluk konsantrasyonları çok önemli farklılık göstermiştir. Çeşitler arasında en yüksek sürgün ağırlığı 0,95 g ile Çin popülasyonundan elde edilirken bunu azalan sırayla popülasyon kırmızı (0,93 g), popülasyon beyaz (0,68 g), Qhaslala Blanca (0,68 g), Read Head (0,62 g) ve Moqu Arochilla (0,56 g) takip etmiştir. En az ağırlık ise 0,28 g ile French Vanilla ve Rainbow çeşitlerinde bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında sürgün kuru ağırlığı (g)

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500	
Pop. Beyaz	1,20	1,00	0,72	0,58	0,30	0,29	0,68 B
Pop. Kırmızı	1,32	1,07	1,04	1,029	0,48	0,38	0,93 A
Pop. Çin	1,22	1,21	1,09	1,08	0,58	0,50	0,95 A
Pop. Fransa	0,62	0,57	0,38	0,38	0,29	0,20	0,37 DE
Titicaca	0,45	0,49	0,36	0,41	0,30	0,20	0,37 DE
Q-52	0,64	0,44	0,48	0,31	0,32	0,17	0,39 DE
Oro de Valle	0,62	0,39	0,45	0,30	0,20	0,12	0,35 E
Mint Vanilla	0,52	0,25	0,45	0,51	0,30	0,24	0,38 DE
F. Vanilla	0,55	0,30	0,28	0,20	0,23	0,14	0,28 E
Rainbow	0,45	0,20	0,36	0,20	0,33	0,16	0,28 E
S. Mix	1,34	0,39	0,56	0,27	0,26	0,21	0,51 CD
Red Head	1,30	0,70	0,60	0,60	0,34	0,13	0,62 BC
M. Arochilla	0,75	0,63	0,55	0,45	0,50	0,46	0,56 BC
C. Vanilla	0,80	0,65	0,38	0,48	0,40	0,33	0,51 CD
Q. Blanca	1,19	1,00	0,72	0,58	0,30	0,29	0,68 B
Ortalama*	0,86 A	0,63 B	0,56 BC	0,51 C	0,34 C	0,26 C	0,53

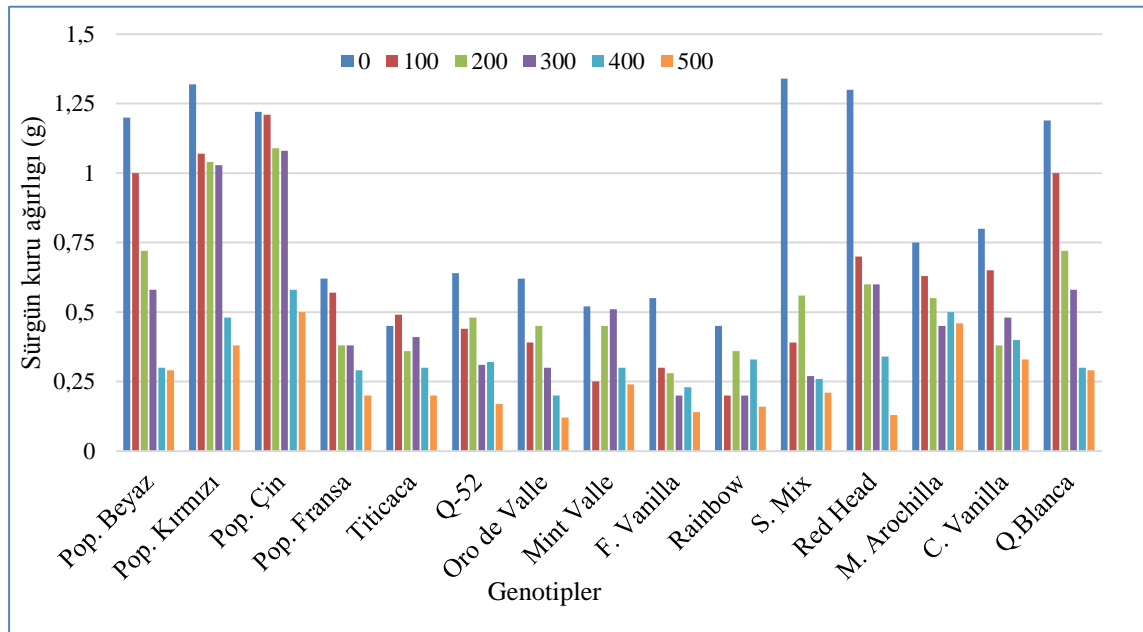
LSD G: 0,14, T: 0,09, G x T: 0,35

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tuz konsantrasyonu içermeyen kontrol şartlarında çeşitlerin ortalama sürgün kuru ağırlığı 0,86 g iken, tuz uygulamasında sırasıyla 100 mM, 200 mM, 300 mM, 400 mM, 500 mM tuz konsantrasyonlarında ki tuz uygulamasında sırasıyla 0,63 g, 0,56 g, 0,51 g,

0,34 g, 0,26 g olarak bulunmuştur. Yapılan çoklu karşılaştırma testine göre kontrol grubu yüksek ve diğerlerinden farklı bir grup oluşturmuştur. 100 ve 200 mM diğer bir grubu oluştururken, 200-500 mM konsantrasyonları birbirinden farksız olarak ayrı bir grup oluşturmuşlardır (Çizelge 4.8).

Araştırmada sürgün kuru ağırlığı üzerinde tuz x çeşit etkisi istatistiksel olarak 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5). Tuz konsantrasyonlarının artmasıyla çalışmada kullanılan kinoa çeşit ve popülasyonların sürgün kuru ağırlıkları da genel olarak azalma göstermiştir (Çizelge 4.8). Fakat genotiplerin göstermiş olduğu genel tepkiye uymayan durumlar vardır ve bunlar etkisinin önemli çıkmasına neden olmuşlardır. Örneğin Titicaca, Q-52, Oro de Valle, Mint Vanilla, Rainbow ve Sandoval Mix çeşitlerinde artan tuzlulukla birlikte sürgün kuru ağırlığının genelde azalmasına rağmen zaman zaman artışlar da görülmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Sürgün kuru ağırlığında çeşit x tuzluluk etkisi

Tuzluluk fizyolojik kuraklığa sebep olmakta ve bunun sonucu olarak bitkiler yeterince su alamamaktadır (Goertz and Coons 1991). Transpirasyon ile kaybedilen su

karşılanamadığı zaman hücrelerde turgor basıncı azalarak bitki gelişmesi sınırlanmaktadır (Ashraf, 1994). Bu nedenle bitkilerin su alamamasının sonucu olarak sürgün ağırlığında azalma ortaya çıkmaktadır. Bu araştırmada da tuz konsantrasyonları arttıkça çeşitlerin sürgün kuru ağırlıkları azalmıştır. Daha önce çeşitli bitkilerle yapılan araştırmalarda tuzlu şartlarda sürgün kuru ağırlığının azaldığı, kullanılan çeşitler arasında önemli farklılıkların bulunduğu tespit edilmiştir (Ashraf 1994; Elkoca 1997; Atak *et al.* 2006; Yıldırım *et al.* 2008). Güldüren (2012) yaptığı çalışmada tuz uygulamasının artmasıyla çeşitlerin sürgün kuru ağırlığında kontrollerine göre önemli azalmaların olduğunu belirlemiştir. Adolf *et al.* (2012) 200'den fazla kinoa seksiyonunu tuzlu şartlarda test etmişler ve dayanıklılıklarının farklı olduğunu belirlemişlerdir.

4.2.4. Kök kuru ağırlığı

Çalışmada elde edilen kök kuru ağırlığı sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre incelenen faktörler (genotip ve tuzluluk) kinoada kök kuru ağırlığına çok önemli etki yapmıştır. Kök kuru ağırlığı en fazla olan materyal Çin kaynaklı popülasyon olmuştur (0,097 g). Kırmızı renkli popülasyon ve Q. Blanca kök kuru ağırlığı yüksek olan diğer materyallerdir. Rainbow ise en düşük değere (0,018 g) sahip olmuştur (Çizelge 4.9).

Tuzluluk konsantrasyonu arttıkça bitkilerin kök kuru ağırlıklarında azalma meydana gelmiştir. Bu azalma başlangıçta daha belirgin gerçekleşirken 200 mM'den 300 ve 400 mM konsantrasyonuna geçişte daha yavaştır. Aynı şekilde 400 mM ile 500 mM konsantrasyonları arasında da istatistiksel anlamda fark yoktur. Kontrol şartlarında 0,083 g olan kök kuru ağırlığı, en yüksek tuz yoğunluğunda 0,017 g'a düşmüştür. (Çizelge 4.9).

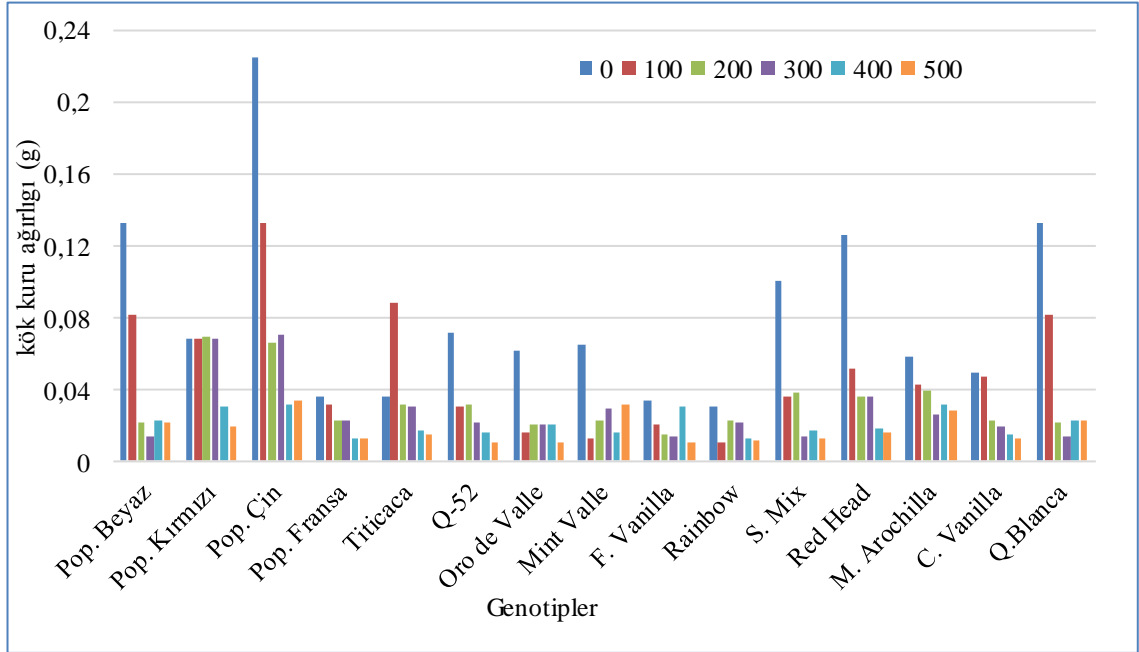
Çizelge 4.9. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında kök kuru ağırlığı (g).

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500	
Pop. Beyaz	0,132	0,081	0,021	0,014	0,023	0,021	0,049 BC
Pop. Kırmızı	0,068	0,068	0,069	0,068	0,030	0,019	0,054 B
Pop. Çin	0,225	0,133	0,066	0,070	0,031	0,034	0,097 A
Pop. Fransa	0,036	0,031	0,022	0,022	0,012	0,013	0,023 EF
Titicaca	0,036	0,088	0,031	0,030	0,017	0,015	0,036 B-F
Q-52	0,071	0,030	0,031	0,021	0,016	0,010	0,030 C-F
Oro de Valle	0,061	0,016	0,020	0,020	0,020	0,010	0,025 EF
Mint Vanilla	0,065	0,013	0,022	0,029	0,016	0,031	0,029 DEF
F. Vanilla	0,034	0,020	0,015	0,014	0,030	0,010	0,020 EF
Rainbow	0,030	0,010	0,023	0,021	0,013	0,011	0,018 F
S. Mix	0,100	0,036	0,038	0,014	0,017	0,012	0,036 B-F
Red Head	0,126	0,051	0,036	0,036	0,018	0,016	0,048 BCD
M. Arochilla	0,058	0,043	0,039	0,026	0,031	0,028	0,038 B-E
C. Vanilla	0,049	0,047	0,022	0,019	0,015	0,013	0,027 EF
Q. Blanca	0,132	0,081	0,021	0,014	0,023	0,022	0,049 BC
Ortalama*	0,083 A	0,049 B	0,031 C	0,027CD	0,020CD	0,017 D	0,038

LSD G: 0,019 T: 0,120 G x T: 0,046

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Bu çalışmada kök kuru ağırlığı bakımından tuz x çeşit etkisi istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genel olarak artan tuz konsantrasyonları kök kuru ağırlığının önemli derecede azalmasına sebep olmuştur. Fakat bu genel eğilime uymayan genotipler görülmektedir. Örneğin kırmızı renkli popülasyonun kontrol tuzluluğundan 300 mM tuzluluk konsantrasyonuna kadar kök kuru ağırlığında azalma meydana gelmemiştir. Titicaca çeşidinde ise 100 mM tuzluluk seviyesinde kontrol seviyesine oranla kök kuru ağırlığında önemli bir artış ortaya çıkmıştır. Bu iki genotipin tuzluluğa farklı tepki göstermesi etkileşiminin önemli çıkmasının sebebi olabilir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Kök kuru ağırlığında çeşit x tuzluluk interaksyonu

Abiotik faktör olarak tuz stresi, bitkilerde çimlenme gerilemesine, kök ve toprak üstü organlarının gelişiminin engellenmesine, ayrıca kök ve sap kuru ağırlıklarının azalmasına neden olmaktadır (Epstein 1985). Bu durum farklı kültür bitkileri ile yapılan pek çok çalışmada ortaya konmuştur. Bayuelo-Jimenez *et al.* (2002) 146 fasulye genotipinin tuza dayanıklılığının farklı olduğunu, aynı şekilde Çiftçi vd (2009) da fasulye genotiplerinin tuza toleransının farklılık arz ettiğini belirtmişlerdir. Şeker pancarı ile yapılan başka bir çalışmada ise bitkinin NaCl stresi altında kök kuru ağırlık oranlarının gözle görülür bir şekilde azaldığı belirlenmiştir (Ghoulam and Fares 2001). Daşgan *et al.* (2002), domateste yaptıkları tuzluluk çalışmasında domates genotiplerinin kök kuru ağırlıklarının farklılıklar gösterdiğini ve kontrol bitkilerine göre artan tuz konsantrasyonlarının kök kuru ağırlıklarında azalmaya neden olduğunu saptamışlardır. Daha önce ifade edildiği gibi kinoa tuzluluğa nispeten dayanıklı bir türdür. Ancak dayanıklılık genotipler arasında büyük farklılıklar göstermektedir. Bazı genotipler artan tuz oranlarına kök gelişmesini yavaşlatarak tepki gösterirken, bazıları hafif konsantrasyonlarda normal gelişmelerini sürdürebilmekte, hatta hafif artış dahi gösterebilmektedirler. Gomez Pando *et al.* (2010), tarafından 182 farklı kinoa genotipi

ile yapılan çalışmada tuzluluğun kök kuru madde miktarını önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur.

4.2.5. Kök/sürgün oranı

Farklı kinoa genotiplerinin değişik tuz konsantrasyonlarında incelendiği bu çalışmada elde edilen kök/sürgün oranları Çizelge 4.10'da görülmektedir. Bu sonuçlara göre kinoa kök/sürgün oranı çeşitlere ve tuz konsantrasyonlarına göre önemli değişim göstermiştir. Q-52 çeşidi kök/sürgün oranı en fazla olan materyaldir. Bunu Mint Vanilla çeşidi takip etmiştir. Cherry Vanilla ve Qhaslala Blanca çeşitleri ise kök/sürgün oranı az olan çeşitlerdir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre Q-52 ve Mint Vanilla çeşitlerinin Cherry Vanilla ve Qhaslala Blanca çeşitlerinden farklılığı önemlidir. Diğer materyaller arasında ise istatistiksel bir farklılık söz konusu değildir.

Çizelge 4.10. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında kök/sürgün oranı

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500	
Pop. Beyaz	0,111	0,080	0,029	0,024	0,074	0,073	0,065 AB
Pop. Kırmızı	0,051	0,062	0,066	0,053	0,062	0,057	0,059 AB
Pop. Çin	0,201	0,108	0,061	0,064	0,054	0,064	0,92 AB
Pop. Fransa	0,066	0,056	0,060	0,057	0,044	0,089	0,062 AB
Titicaca	0,082	0,067	0,086	0,073	0,060	0,072	0,073 AB
Q-52	0,012	0,068	0,064	0,068	0,052	0,230	0,099 A
Oro de Valle	0,098	0,052	0,044	0,067	0,100	0,083	0,074 AB
Mint Vanilla	0,144	0,052	0,049	0,056	0,178	0,132	0,102 A
F. Vanilla	0,063	0,067	0,052	0,069	0,195	0,068	0,088 AB
Rainbow	0,067	0,055	0,066	0,103	0,039	0,073	0,067 AB
S. Mix	0,087	0,088	0,066	0,052	0,098	0,060	0,075 AB
Red Head	0,078	0,067	0,067	0,059	0,052	0,130	0,079 AB
M. Arochilla	0,080	0,068	0,070	0,063	0,062	0,062	0,067 AB
C. Vanilla	0,055	0,074	0,062	0,040	0,037	0,039	0,051 B
Q. Blanca	0,091	0,080	0,045	0,032	0,030	0,025	0,050 B
Ortalama*	0,093A	0,070AB	0,059B	0,059B	0,076AB	0,084AB	0,074

LSD G: 0,043, T: 0,027, G x T: -

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tuzluluk konsantrasyonlarına göre kök/sürgün oranları düzensiz bir değişim göstermiştir. Kontrol şartlarında daha yüksek olan kök/sürgün değeri tuzluluk artışı ile birlikte düşüş göstermiştir. Fakat 400 ve 500 mM tuzluluk seviyelerinde tekrar bir miktar artış gerçekleşmiştir. Bu durum yüksek tuz konsantrasyonlarında kök gelişmesinin biraz daha az etkilenmesinden kaynaklanmıştır. Tuz konsantrasyonları arasında kontrol ile 200 ve 300 mM seviyesi arasında fark önemli görülmüştür. Diğer seviyeler istatistiksel olarak birbirine benzerdir (Çizelge 4.10).

Tuz stresi, bitkilerde vejetatif büyümeyi farklı şekillerde etkilemektedir. Bitkilerde sürgün gelişmesi, kök gelişmesine göre tuzluluğa daha fazla duyarlıdır (Delane *et al.*, 1982). Bu tepki, tuz stresi veya su stresi için morfolojik bir adaptasyon olarak düşünülmektedir (Saab *et al.* 1990). Araştırmada tuz konsantrasyonu arttıkça başlangıçta kök/sürgün oranı düşmüş, fakat yüksek tuz konsantrasyonlarında bir miktar artış göstermiştir. Bosque Sachez *et al.* (2003) kinoa da kök/sürgün oranının hafif tuzlulukta kontrol şartlarından daha yüksek olduğunu, yüksek tuzluluk şartlarında ise önemli düşüşlerin olduğunu belirlemişlerdir. Tuzluluk bir stres faktörüdür ve hem sürgün hem de kök ağırlığına olumsuz etki yapmıştır. Ancak yüksek tuz konsantrasyonlarında sürgün büyümesi daha fazla zarar gördüğü için Delane *et al.* (1982)'nin ifadesine uygun olarak bu sonuçlar ortaya çıkmış olabilir. Türlerin kök/sürgün oranları da farklılık göstermiştir. Bu durum ise her bir materyalin ayrı ayrı sahip olduğu kök ve sürgün performansının bir sonucudur. Ruiz-Carrasco *et al.* (2011) ,4 farklı kinoa genotipinin, tuzlu ortamda kök/sürgün oranlarının tuzluluk seviyesinden farklı şekillerde etkilendiğini tespit edilmişlerdir.

4.2.6. Tuz tolerans yüzdesi

Araştırmada farklı tuz konsantrasyonlarında tuz tolerans yüzdesi çeşitlere göre istatistiki olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Çizelge 4.11'e göre tuz tolerans yüzdesi en yüksek olan genotipler Titicaca ve Mint Vanilla çeşitleri olmuştur. Çin kaynaklı popülasyon, Moqu Arrochilla, Cherry Vanilla, Fransa popülasyonu ve kırmızı

popülasyon da tuz toleransı yüksek olan çeşitlerdir. Sandoval Mix çeşidi ise tuz tolerans yüzdesi en düşük materyal olarak ortaya çıkmıştır.

Tuzluluk konsantrasyonlarına göre tuz tolerans yüzdeleri önemli değişimler göstermiştir. Kontrol şartlarında %100 olan tolerans değeri 100, 200, 300, 400 ve 500 mM tuzluluk derecelerinde sırasıyla %74,47, 70,45, 62,35, 47,69 ve 33,84 olarak belirlenmiştir. Bunlar arasında 100 ile 200 mM ve 200 ile 300 mM seviyelerinin değerleri birbirine benzer olup, diğerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Bu çalışmada genotip x tuz interaksiyonu tuz tolerans yüzdesinde önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında tuz tolerans yüzdesi (%)

Çeşit/Pop.	Tuz Konsantrasyonu (mM)						Ortalama*
	0	100	200	300	400	500	
Pop. Beyaz	100	84,87	60,50	48,99	25,82	24,45	57,44 C-F
Pop. Kırmızı	100	82,29	77,86	98,50	36,76	29,49	70,81 A-D
Pop. Çin	100	100,40	91,46	89,15	49,26	40,70	78,48 AB
Pop. Fransa	100	95,78	63,29	63,69	49,17	31,97	67,31 A-E
Titicaca	100	109,03	81,26	91,68	67,96	47,13	82,84 A
Q-52	100	70,31	77,45	48,87	50,07	27,60	62,38 B-E
Oro de Valle	100	63,50	72,46	48,30	32,20	19,32	55,96 DEF
Mint Vanilla	100	59,18	100,53	106,22	76,43	51,24	82,26 A
F. Vanilla	100	54,96	59,23	42,37	44,60	29,49	55,11 DEF
Rainbow	100	43,93	82,91	45,50	73,61	35,46	63,57 B-E
S. Mix	100	32,65	45,69	23,18	26,57	22,62	41,78 F
Red Head	100	65,27	57,77	45,17	27,22	9,53	50,83 EF
M. Arochilla	100	84,77	74,66	60,63	67,99	62,63	75,11 ABC
C. Vanilla	100	85,33	51,26	74,08	61,91	51,60	70,69 A-D
Q. Blanca	100	84,87	60,50	48,99	25,82	24,45	57,44 C-F
Ortalama*	100 A	74,47B	70,45 BC	62,35C	47,69 D	33,84 E	64,80

LSD G: 18,46, T: 11,68, G x T: -

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tuz tolerans yüzdesi tuz uygulamasındaki bitki kuru ağırlığının kontrol uygulamasındaki kuru ağırlığına bölünmesiyle belirlenmektedir. Bu nedenle stres şartlarında kuru ağırlığı daha fazla olan uygulamaların tolerans yüzdeleri daha yüksek bulunmuştur. Tuz konsantrasyonu arttıkça bitkilerde kuru madde üretimi düştüğü için tuz tolerans yüzdeleri de küçülmüştür. Farklı tuz konsantrasyonlarında genotiplerin kuru ağırlıkları farklılık gösterdiği için bu farklılık tuz tolerans yüzdesinde de ortaya çıkmıştır. Bu durum özellikle kırmızı renkli ve Çin kaynaklı popülasyonlarda görülmektedir. Titicaca çeşidi ise kuru madde üretimi çok yüksek olmamasına rağmen tuzlu ortamda bu üretimini düşürmediği için dayanıklı genotipler arasında yer almıştır.

4.3. Kurağa Dayanıklılık Testleri

Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında kök ve sürgün özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, kök/sürgün oranı ve kuraklık tolerans yüzdesi değerleri genotipe ve kuraklık uygulamalarına göre çok önemli farklılıklar göstermiştir. Çeşit x kuraklık etkisi ise sürgün uzunluğu, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kök/sürgün oranında önem arz etmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında büyüme ve gelişme özelliklerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	Sürgün Uzun.	Kök Uzun.	Sürgün K. Ağ.	Kök K. Ağ.	Kök/Sür. Or.	Kur. Tol. Yüz.
Tekerrür	2	–	–	–	–	–	–
Genotip	14	44,2**	14,1**	8,3**	24,1**	12,7**	6,3**
Kuraklık	4	17,3**	5,6**	7134,1**	107,5**	2,5*	83,5**
G x K	56	1,5**	1,7	2,3**	3,5**	1,9**	1,2
Hata	150						
Genel	224						

*: 0.05 seviyesinde, **: 0.01 seviyesinde önemlilik gösterir

4.3.1. Sürgün uzunluğu

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre kinoada sürgün uzunluğu kuraklığın şiddetine ve genotiplere bağlı olarak değişmiştir. Red Head en uzun sürgüne sahip materyal olmuştur (36,6 cm). Beyaz renkli popülasyon, Fransa kökenli popülasyon ve Sandoval Mix çeşidi de uzun sürgüne sahip olan diğer çeşitlerdir. Buna karşılık Oro de Valle çeşidi en kısa sürgüne (22,9 cm) sahip olmuştur.

Tarla kapasitesinde sulanan bitkilerin sürgün uzunlukları 38,9 cm olarak ölçülmüştür. Sulama seviyesi tarla kapasitesinin %50, 25, 10 ve 5'i seviyesine düşürüldüğü zaman sürgün uzunlukları önemli seviyede azalmalarla 35,2, 29,7, 26,5 ve 20,4 cm'ye düşmüştür. Her bir seviyenin değeri istatistiksel olarak diğerlerinden farklı bulunmuştur.

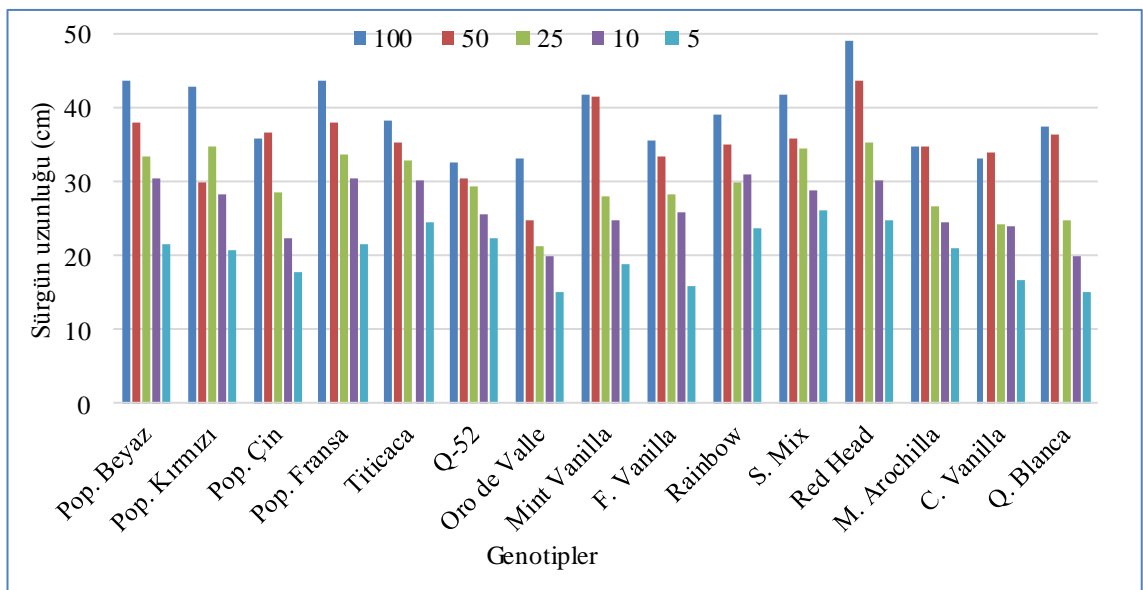
Araştırmada kinoada sürgün uzunluğunun kuraklığa tepkisi genotiplere bağlı olarak değişiklikler göstermiştir. Bu durum interaksiyonun önemli çıkmasına yol açmıştır. Çizelge 4.13 ve Şekil 4.6'da görüleceği gibi genel olarak kuraklık şiddeti arttıkça bitkilerin sürgün uzunlukları azalmıştır. Fakat azalışlar bütün genotiplerde aynı derecede olmamış, hatta bazı genotiplerde dalgalanmalar görülmüştür. Örneğin Cherry Vanilla çeşidinde tarla kapasitesinde 33,3 cm olan sürgün uzunluğu %50 sulama seviyesinde düşme göstermemiş ve 33,9 cm olarak belirlenmiştir. Benzer durum Çin kaynaklı popülasyon, kırmızı popülasyon ve Rainbow çeşidinin farklı sulama seviyelerinde de görülmektedir.

Çizelge 4.13. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında sürgün uzunluğu (cm)

Çeşit/Pop.	Sulama Seviyesi (Tarla Kapasitesinin %'si)					Ortalama*
	100	50	25	10	5	
Pop. Beyaz	43,7	38,0	33,4	30,5	21,5	33,4 AB
Pop. Kırmızı	42,8	30,0	34,8	28,3	20,6	31,3 BCD
Pop. Çin	36,0	36,8	28,7	22,3	17,8	28,3 CDE
Pop. Fransa	43,7	38,0	33,7	30,6	21,5	33,5 AB
Titicaca	38,3	35,3	32,9	30,3	24,4	32,3 B
Q-52	32,5	30,5	29,3	25,6	22,4	28,0 DE
Oro de Valle	33,2	24,9	21,2	20,0	15,0	22,9 F
Mint Vanilla	41,8	41,5	27,9	24,7	18,9	3,9 BCD
F. Vanilla	35,5	33,5	28,3	26,0	15,8	27,8 DE
Rainbow	39,0	35,2	29,8	30,9	23,7	31,7 BC
S. Mix	41,7	35,8	34,6	28,8	26,2	33,4 AB
Red Head	49,0	43,8	35,4	30,3	24,7	36,6 A
M. Arochilla	34,9	34,8	26,7	24,6	21,1	28,4 CDE
C. Vanilla	33,3	33,9	24,2	24,0	16,7	26,4 E
Q. Blanca	37,5	36,43	24,83	19,80	15,10	26,7 E
Ortalama*	38,9 A	35,2 B	29,7 C	26,5 D	20,4 E	30,1

LSD G: 0,35, K: 0,20, G x K: 0,78

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 4.6. Sürgün uzunluğunda çeşit x kuraklık etkileşimi

Bitkilerde belirli bir süre içerisinde kaybedilen suyun, alınan su miktarından fazla olması durumunda kuraklığın etkileri ortaya çıkmaya başlar. Su miktarı azalan dokular arasında suyun paylaşımı için rekabet başlar. Başka bir ifadeyle bitki dokuları arasındaki su dengesi bozulur. Stres durumunda turgor kaybı nedeniyle hücre büyümesi olumsuz olarak etkilendiğinden hücreler küçük kalırlar. Bu nedenle sürgün veya kök kısılması görülür. Bitkiler kuraklık ve benzeri stres şartlarında öncelikli olarak topraküstü yeni dokularının oluşumunu durdurarak tepki verirler. Bu durum genotiplere bağlı olarak farklılıklar gösterir (Raney *et al.* 2014). Bu çalışmada da azalan sulama ile birlikte kinoaalarda sürgün uzunlukları doğrusala yakın seviyede azalmıştır. Fakat bazı çeşitlerde azalma daha yavaş ve dalgalı gerçekleşmiştir. Yang *et al.* (2016) kinoaada su kısıtlaması ile sürgün ağırlığı ve bitki boyunun azaldığını belirlemişlerdir. Kuraklık ile bitki boyunun kısaldığını Stikic *et al.* (2015) da belirlemişlerdir.

4.3.2. Kök uzunluğu

Çalışmada farklı kuraklık uygulamalarından elde edilen sonuçlara göre kinoa çeşitlerinin kök uzunluğu önemli farklılık göstererek en yüksek 24,1 cm ile en düşük 10,8 cm arasında değişmiştir. Popülasyon kırmızı ve Titicaca çeşidi diğerlerinden daha uzun köklere sahip olurken, Mint Vanilla, popülasyon Çin ve Moqu Arrochilla daha düşük kök uzunluğuna sahip olmuşlardır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Kinoa populasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında kök uzunluğu (cm)

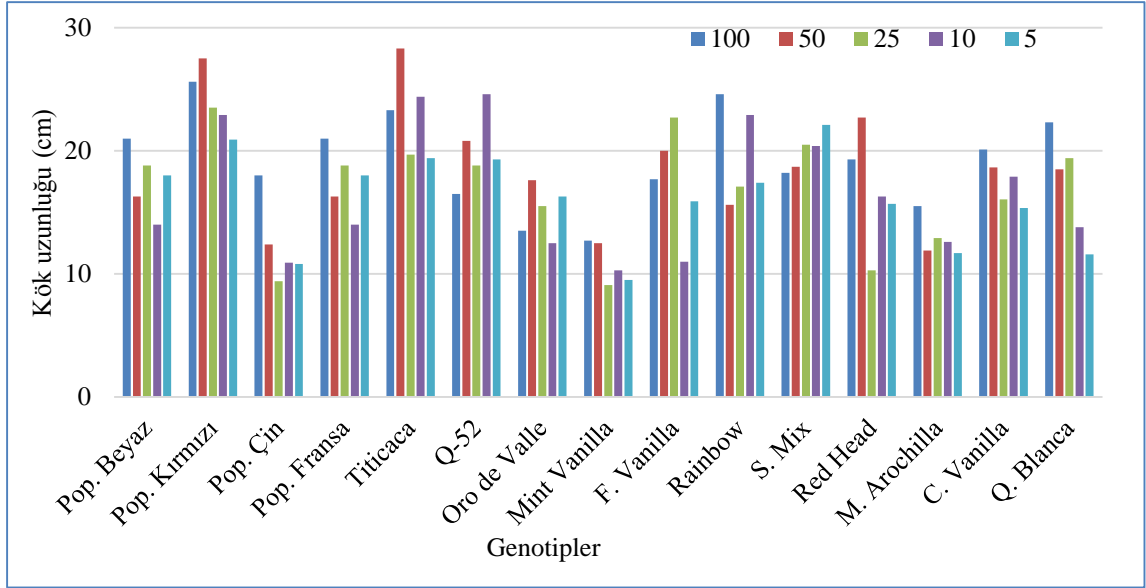
Çeşit/Pop.	Sulama Seviyesi (Tarla Kapasitesinin %'si)					Ortalama*
	100	50	25	10	5	
Pop. Beyaz	21,0	16,3	18,8	14,0	18,0	17,6 CD
Pop. Kırmızı	25,6	27,5	23,5	22,9	20,9	24,1 A
Pop. Çin	18,0	12,4	9,4	10,9	10,8	12,3 EF
Pop. Fransa	21,0	16,3	18,8	14,0	18,0	17,6 CD
Titicaca	23,3	28,3	19,7	24,4	19,4	23,0 AB
Q-52	16,5	20,8	18,8	24,6	19,3	20,0 BC
Oro de Valle	13,5	17,6	15,5	12,5	16,3	15,1 DE
Mint Vanilla	12,7	12,5	9,1	10,3	9,5	10,8 F
F. Vanilla	17,7	20,0	22,7	11,0	15,9	17,4 CD
Rainbow	24,6	15,6	17,1	22,9	17,4	19,54 BC
S. Mix	18,2	18,7	20,5	20,4	22,1	19,9 BC
Red Head	19,3	22,7	10,3	16,3	15,7	16,8 CD
M. Arochilla	15,5	11,9	12,9	12,6	11,7	12,9 EF
C. Vanilla	20,10	18,66	16,06	17,90	15,36	17,62 CD
Q. Blanca	22,3	18,5	19,4	13,8	11,6	17,1 CD
Ortalama*	19,3A	18,5AB	16,9BC	16,6BC	16,1C	17,5

LSD G: 3,6, K: 2,1, G x K: 8,2

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Kuraklık uygulamalarında kök uzunluğu ortalamalarının değişimi 19,3-16,1 cm aralığında gerçekleşmiş olup, değişim istatistiksel olarak önemlidir. Sulama seviyesinin tarla kapasitesinde olduğu kontrol uygulamasında bitkiler ortalama 19,3 cm köklenme gerçekleştirmişlerdir. Sulama miktarı tarla kapasitesinin sırasıyla %50, %25, %10, %5 seviyesine düşürüldüğünde kök uzunlukları sırasıyla 18,5, 16,9, 16,6 ve 16,1 cm olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak kontrol uygulaması ile %50 sulama seviyesi, %50, 25 ve 10 sulama seviyeleri ve %25, 10 ve 5 sulama seviyeleri benzerdir (Çizelge 4.14)

Bu çalışmada kök uzunluğu üzerinde interaksiyon önemli bulunmuştur. Bu durum çeşitlerin sulama uygulamalarına farklı tepkiler verdiğini ifade etmektedir. Kuraklığın şiddeti arttırıldığında çeşit ve popülasyonların kök uzunluğunda genel olarak azalma olmasına rağmen, bazı çeşitlerde dalgalanmalar görülmektedir (Çizelge 4.14; Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Kök uzunluğunda çeşit x kuraklık interaksyonu

Bitkilerde normal büyüme ve gelişme stres faktörlerinin olmadığı şartlarda gerçekleşir. Kuraklık gibi bir stres ortamında bitkiler bazı tepkiler vererek bu şartlara uyum sağlamaya çalışırlar. Kök uzaması özellikle erken dönemlerde kuraklıkla birlikte yavaşlar (Szira *et al.* 2008), fakat daha sonra bitkinin kurak ortamda su bulma ihtiyacından dolayı kök gelişmesinde artışların olduğu bilinmektedir. Bu durum bitki tür ve çeşitlerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bu çalışmada kırmızı renkli popülasyon ile Titicaca çeşidi daha uzun köklere sahip olmuşlardır. Stikic *et al.* (2015) kuraklığın kınoda kök uzunluğunu düşürdüğünü belirlemiştir. Kuru tarım alanlarında yapılacak üretimler için kurak şartlarda fide büyümesi ve kök uzunluğu daha iyi olan çeşitlerin tercih edilmesinde fayda vardır (Yağmur and Kaydan 2008). Ancak saksı çalışmalarında ortaya çıkan bazı sonuçlar tarla şartlarından farklılık gösterebilir. Çünkü saksıdaki bitki kökleri saksının sınırlamasından dolayı çok fazla büyüme gösterememektedirler.

4.3.3. Sürgün kuru ağırlığı

Kinoa genotiplerinin sürgün kuru ağırlıkları çok önemli farklılık göstererek 3,42 g'dan, 2,04 g'a kadar değişmiştir. Red Head çeşidi en fazla sürgün kuru ağırlığına sahip olurken, en düşük sürgün kuru ağırlığı Q-52 çeşidinde belirlenmiştir. French Vanilla, Fransa kökenli popülasyon ve beyaz renkli popülasyonun da sürgün kuru ağırlıkları yüksektir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında sürgün kuru ağırlıkları (g)

Çeşit/Pop.	Sulama Seviyesi (Tarla Kapasitesinin %'si)					Ortalama*
	100	50	25	10	5	
Pop. Beyaz	4,57	2,79	3,35	2,06	2,13	2,98 AB
Pop. Kırmızı	4,10	2,23	2,77	2,26	1,46	2,56 BCD
Pop. Çin	4,38	2,85	2,07	1,65	1,47	2,48 BCDE
Pop. Fransa	4,57	2,79	3,35	2,06	2,13	2,98 AB
Titicaca	2,52	2,36	2,17	2,13	1,37	2,11 DE
Q-52	2,36	2,23	2,05	1,93	1,64	2,04 E
Oro de Valle	4,23	2,62	1,72	1,39	1,06	2,20 CDE
Mint Vanilla	3,89	3,14	2,40	2,21	1,63	2,65 BC
F. Vanilla	4,95	3,48	3,39	2,87	1,75	3,29 A
Rainbow	3,86	1,90	2,54	2,56	1,63	2,49 BCDE
S. Mix	3,58	2,84	2,85	2,07	2,20	2,70 BC
Red Head	5,75	4,28	2,74	2,29	2,07	3,42 A
M. Arochilla	3,73	3,68	2,27	1,98	1,58	2,64 BC
C. Vanilla	4,09	3,12	1,98	2,27	1,27	2,54 BCDE
Q. Blanca	4,49	2,54	1,88	1,82	1,31	2,41 CDE
Ortalama*	4,07 A	2,86 B	2,50 C	2,11 D	1,60 E	2,63

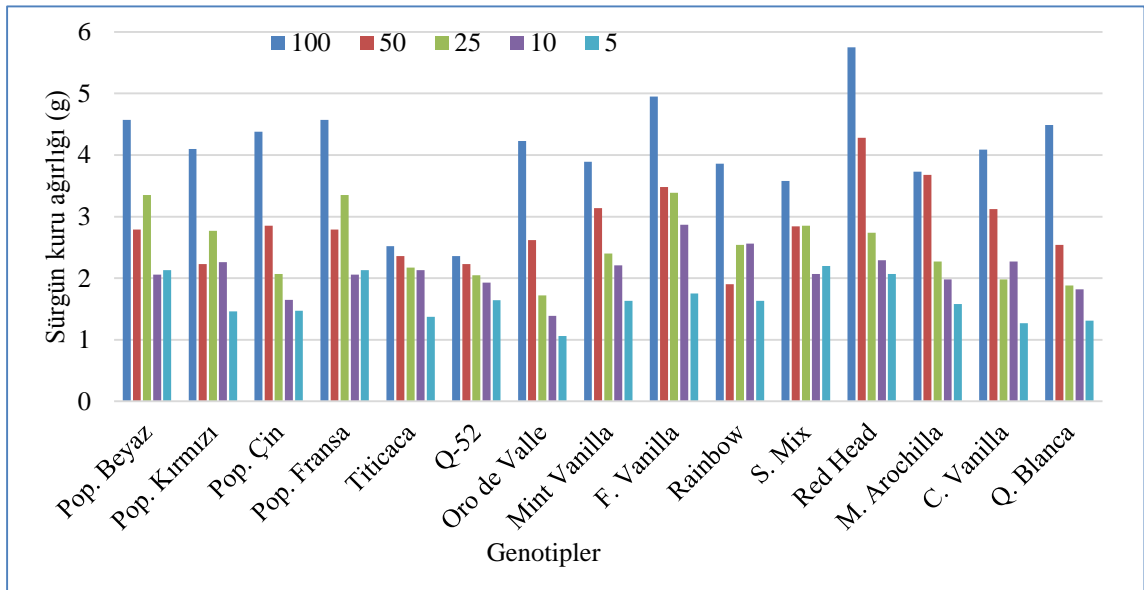
LSD G: 0,512 K: 0,295 G x K: 0,114

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Kuraklık uygulamalarına göre sürgün kuru ağırlıkları 4,07 g ile 1,60 g arasında değişmiştir. Sulama seviyesinin tarla kapasitesinde olduğu kontrol uygulamasında bütün çeşitlerin ortalaması olarak 4,07 g sürgün kuru ağırlığı bulunmuştur. Kuraklık seviyesi

tarla kapasitesinin sırasıyla %50, %25, %10, %5 seviyesine düşürüldüğünde sürgün kuru ağırlıkları çok önemli azalarak 2,86 g, 2,50 g, 2,11 g, 1,60 g seviyesine düşmüştür. Her bir ortalama ayrı bir istatistiksel grubu oluşturmuştur.

Araştırmada genotiplerin sulama uygulamalarına farklı tepkiler vermesi interaksiyonun önemli çıkmasına neden olmuştur. Genel olarak kuraklık uygulaması arttırıldığında çeşit ve popülasyonların sürgün kuru ağırlığında azalma gözlenmiştir. Fakat bazı çeşit ve popülasyonların sürgün kuru ağırlıklarında düzensiz değişimler olduğu, azalan sulamaya rağmen artışlar olduğu görülmüştür. Örneğin beyaz popülasyon, kırmızı renkli popülasyon, Fransa kökenli popülasyon ve Rainbow çeşidinde bu durum belirgin olarak görülmektedir (Çizelge 4.13; Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Sürgün kuru ağırlığında çeşit x kuraklık interaksiyonu

Daha önce sürgün uzunluğu konusunda da bahsedildiği gibi bitkiler kuraklık stresi altında topraküstü aksamının büyümesini yavaşlatmakta ve hatta durdurmaktadır. Bu çalışmada da azalan sulamaya bağlı olarak sürgün kuru ağırlıkları azalmıştır. Costa França *et al.* (2000) fasulyede, Hajibabae *et al.* (2012) mısırdaki, Bosque Sanchez *et al.* (2003) kinoa da kuraklığın yaş ve kuru sürgün ağırlığı gibi büyüme parametrelerini

olumsuz yönde etkilediğini belirlemiştir. Fakat bitkilerin sürgün ağırlıklarının kuraklığa verdiği tepki genotiplere göre değişiklik gösterebilir. Kuraklığa adapte olmuş genotiplerde kayıplar daha az olmaktadır. Gonzales *et al.* (2009) da kurak şartlarda yetiştirilen kinoada sürgün kuru ağırlığının azaldığını belirlemiştir.

4.3.4. Kök kuru ağırlığı

Kinoa çeşit/popülasyonlarının farklı kuraklık uygulamalarında kök kuru ağırlıkları önemli değişiklikler göstermiştir. En fazla kök üretimi 0,63 g ile beyaz popülasyon ve Fransa kaynaklı popülasyonda görülmüştür. En az kuru kök üretimi ise 0,18 g ile Q-52 çeşidinde belirlenmiştir. Titicaca, Mint Vanilla ve Sandoval Mix çeşitlerinin kök kuru madde üretimleri de düşüktür (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında kök kuru ağırlıkları (g)

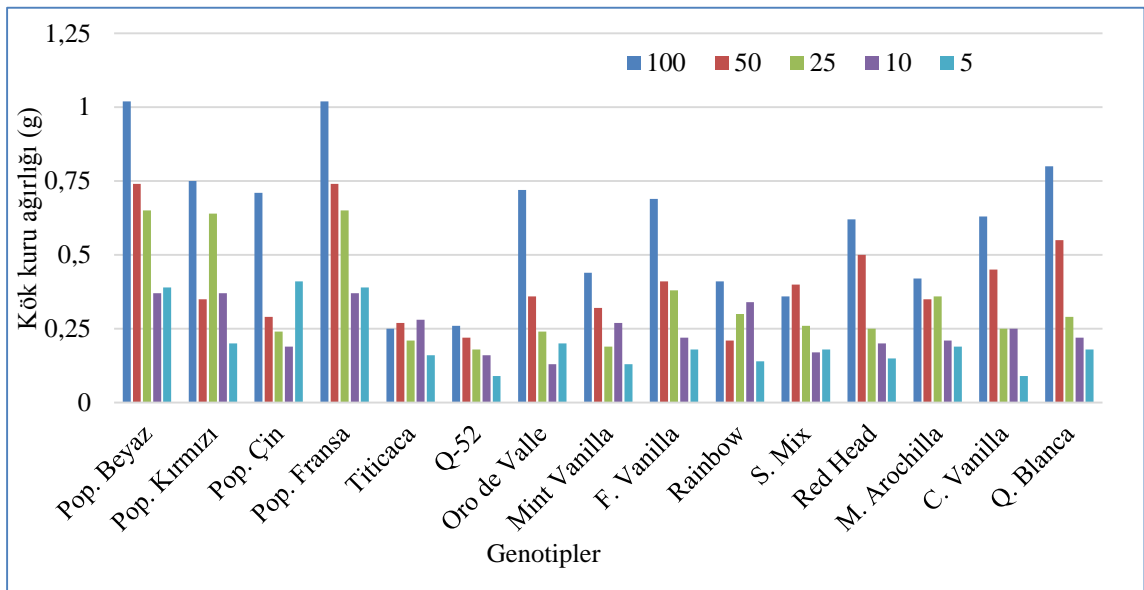
Çeşit/Pop.	Sulama Seviyesi (Tarla Kapasitesinin %'si)					Ortalama*
	100	50	25	10	5	
Pop. Beyaz	1,02	0,74	0,65	0,37	0,39	0,63 A
Pop. Kırmızı	0,75	0,35	0,64	0,37	0,20	0,46 B
Pop. Çin	0,71	0,29	0,24	0,19	0,41	0,36 B-E
Pop. Fransa	1,02	0,74	0,65	0,37	0,39	0,63 A
Titicaca	0,25	0,27	0,21	0,28	0,16	0,23 FG
Q-52	0,26	0,22	0,18	0,16	0,09	0,18 G
Oro de Valle	0,72	0,36	0,24	0,13	0,20	0,33 C-F
Mint Vanilla	0,44	0,32	0,19	0,27	0,13	0,27 EFG
F. Vanilla	0,69	0,41	0,38	0,22	0,18	0,37 BCD
Rainbow	0,41	0,21	0,30	0,34	0,14	0,28 DEF
S. Mix	0,36	0,40	0,26	0,17	0,18	0,27 EFG
Red Head	0,62	0,50	0,25	0,20	0,15	0,34 CDE
M. Arochilla	0,42	0,35	0,36	0,21	0,19	0,30 DEF
C. Vanilla	0,63	0,45	0,25	0,25	0,09	0,33 CDE
Q. Blanca	0,80	0,55	0,29	0,22	0,18	0,41 BC
Ortalama*	0,61 A	0,41 B	0,34 C	0,25 D	0,21 D	0,36

LSD G: 0,10, K: 0,06, G x K: 0,28

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Sulama uygulamaları kök kuru ağırlıklarını önemli seviyede etkilemiş, ortalamalar istatistiki olarak 4 farklı grup oluşturmuştur. Tarla kapasitesindeki sulamada kök kuru ağırlığı ortalaması en fazla değere (0,61 g) sahiptir. Tarla kapasitesinin %50 seviyesinde sulamada kök kuru ağırlığı 0,41 g, %25 seviyesinde 0,34 g, %10 seviyesinde 0,25 g ve %5 seviyesinde 0,21 g olarak belirlenmiştir. Tarla kapasitesinin %10 ve %5'i seviyesinde sulamalarda kök kuru ağırlıkları benzerlik göstererek aynı grupta bulunmuşlardır. Kontrol koşullarında yetiştirilen bitkilere göre kuraklık stresi arttıkça kök kuru ağırlıklarında azalmanın olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.16).

Bu çalışmada da sürgün kuru ağırlığında olduğu gibi sulama uygulamalarının genotiplerle olan interaksyonu önemli bulunmuştur. Genel olarak kuraklık seviyesinin artmasıyla kök kuru ağırlıklarında azalma gözlenirken bazı çeşit ve popülasyonlarda kuraklığın bazı seviyelerinde kök kuru ağırlığı artış göstermiştir. Kırmızı popülasyonda bu durum oldukça belirgindir. Bu genotipte sulamanın tarla kapasitesinin %100, %50, %25, %10 ve %5 seviyelerindeki kök kuru ağırlıkları sırasıyla 0,75 g, 0,35 g, 0,64 g, 0,37 g ve 0,20 g olarak bulunmuştur. Tarla kapasitesinin %25'i seviyesindeki sulamada kök kuru ağırlığının artması dikkat çekicidir (Çizelge 4.16; Şekil 4.8).



Şekil 4.9. Kök kuru ağırlığında çeşit x kuraklık interaksyonu

Bitki kök aksamı kurağa dayanıklılıkta çok önemli bir karakterdir. Dolayısı ile birçok araştırmacı tarafından araştırmalarda incelenen bir özellik olmuştur. Kuraklık stresinin şiddetine bağlı olarak bazı kök özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir (Adda *et al.* 2005). Yin *et al.* (2004), kuraklık stresinin bitkilerde gövde boyu, toplam ağırlık ve kök kuru ağırlıklarını düşürdüğünü belirtmişlerdir. Kurak şartlar genellikle bitki kök gelişimine olumsuz etkilemekte ve dolayısı ile nemli toprak koşullarında kök uzunluğunda artış olurken kurak koşullarda azalmalar olmaktadır. Öztürk (1999) de ekmeklik buğday da yaptığı kuraklık araştırmasında kuraklık stresinin kök ağırlığını azalttığını, en az kök ağırlığının tam kuraklık uygulamasında, en fazla kök ağırlığının ise kuraklık stresi uygulanmayan parselde belirlendiğini bildirmiştir. Ancak kurak şartlarda kök yayılımı, kök derinliği ve yoğunluğunda genotipler arasında önemli farklılıklar görülebilmektedir (Kinyua *et al.* 2006).

4.3.5. Kök/sürgün oranı

Çalışmada farklı kuraklık uygulamalarında kök/sürgün oranını gösteren sonuçlar Çizelge 4.17’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre kinoa çeşitlerinin kök/sürgün oranları çok önemli farklılıklar sergilemiştir. Beyaz renkli ve Fransa orijinli popülasyonların kök/sürgün değerleri yüksek bulunmuş, bunları kırmızı renkli popülasyon takip etmiştir. Q-52, Titicaca, Mint Vanilla, French Vanilla, Rainbow, Sandoval Mix ve Read Head ise kendi aralarında düşük kök/sürgün oranına sahip grubu oluşturmuşlardır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında kök/sürgün oranı

Çeşit/Pop.	Sulama Seviyesi (Tarla Kapasitesinin %’si)					Ortalama*
	100	50	25	10	5	
Pop. Beyaz	0,222	0,268	0,198	0,184	0,205	0,216 A
Pop. Kırmızı	0,183	0,157	0,231	0,165	0,137	0,175 AB
Pop. Çin	0,168	0,102	0,119	0,115	0,296	0,159 BC
Pop. Fransa	0,222	0,266	0,198	0,184	0,205	0,215 A
Titicaca	0,098	0,114	0,098	0,131	0,128	0,114 DE

Çizelge 4.17. (devam)

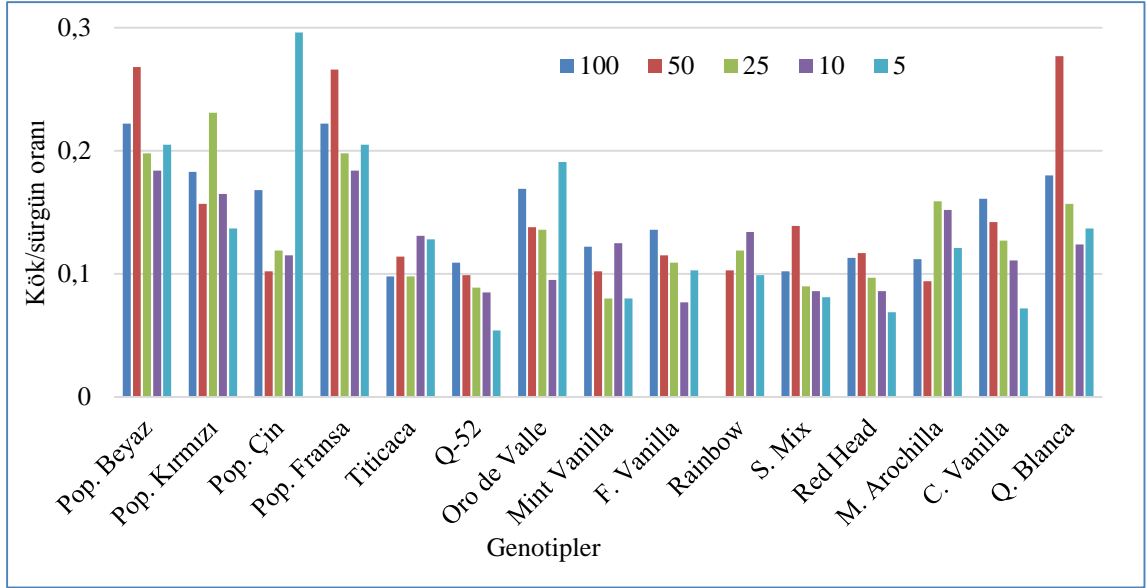
Q-52	0,109	0,099	0,089	0,085	0,054	0,087 E
Oro de Valle	0,169	0,138	0,136	0,095	0,191	0,146 BCD
Mint Vanilla	0,122	0,102	0,080	0,125	0,080	0,102 E
F. Vanilla	0,136	0,115	0,109	0,077	0,103	0,108 DE
Rainbow	0,108	0,103	0,119	0,134	0,099	0,112 DE
S. Mix	0,102	0,139	0,090	0,086	0,081	0,099 E
Red Head	0,113	0,117	0,097	0,086	0,069	0,096 E
M. Arochilla	0,112	0,094	0,159	0,152	0,121	0,128 CDE
C. Vanilla	0,161	0,142	0,127	0,111	0,072	0,123 CDE
Q. Blanca	0,180	0,277	0,157	0,124	0,137	0,175 AB
Ortalama*	0,147 A	0,149 A	0,134 AB	0,124 B	0,132 AB	0,137

LSD G: 0,040, K; 0,019, G x K: 0,098

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Kuraklık stresinin olmadığı kontrol şartlarında kinoa genotiplerinin ortalama kök/sürgün oranı 0,147 olarak hesaplanmıştır. Su uygulaması tarla kapasitesinin %50, 25, 10 ve 5'i seviyesine düşürüldüğünde elde edilen değerler sırasıyla 0,149, 0,134, 0,124 ve 0,132'dir. Yapılan çoklu karşılaştırma testine göre sadece kontrol ve %50 uygulamasıyla %10 uygulaması istatistiksel olarak farklıdır. Bu durum kuraklık şartlarında kinoa'nın sürgün gelişmesinin kök gelişmesine göre daha fazla olumsuz etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada kök/sürgün oranı üzerinde genotip x sulama seviyesi interaksyonu önemli bulunmuştur. Çeşit ve popülasyonlar ayrı ayrı incelendiğinde sulama seviyesinin azalmasına bağlı olarak kök/sürgün oranlarında artış ve azalışlar görülmektedir. Beyaz renkli popülasyonun tarla kapasitesindeki kök/sürgün oranı 0,222 iken %50 tarla kapasitesinde bu oran 0,268'e yükselmiştir. Kuraklık seviyesinin %25 seviyesine getirilmesiyle kök/sürgün oranında azalma gerçekleşmiş ve 0,198 seviyesine inmiştir. Kırmızı popülasyonda %50 seviyesinden %25 seviyesine geçişte artış görülmüş, daha sonra tekrar düşüş devam etmiştir. Benzer dalgalanmalar popülasyon Fransa, Titicaca, Mint Vanilla, Rainbow, Sandoval Mix, Read Head, Moqu Arochilla ve Qhaslala Blanca'da da görülmektedir (Çizelge 4.17; Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Kök/sürgün oranında çeşit x kuraklık interaksyonu

Kurak ve yarı kurak alanlarda bitkisel üretimi en fazla sınırlayan faktör bitkilerin yetiştirildiği ortamdaki suyun durumudur. Su, bitki metabolizmasında hücrel ve bitki düzeyinde yaşamsal role sahiptir. Kurak ortamda yetiştirilen bitkiler bu koşullara uyum sağlamak için bazı fizyolojik ve morfolojik değişimler yaparlar. Stomalardaki değişimler, yaprak alanını azaltma, yaprak kalınlığını artırma, yaprakta tüylülük ve mumsu tabaka oranlarını artırmak, kök/sürgün oranının yükseltmek bunların bazılarına örnek olarak sayılabilir. Kinoada kuraklığa dayanabilmek için bu mekanizmalardan bazılarını kullanmaktadır (Jacobsen 2003). Bosque Sanchez *et al.* (2003) hafif ve şiddetli kuraklık şartlarında kinoa kök/sürgün oranlarını kontrol şartlarında yetişenlerden daha yüksek bulmuşlardır. Çünkü kök büyümesi kurak şartlarda sürgün büyümesinden daha az etkilenmektedir (Franco S2011). Bitkilerin kök/sürgün oranlarının yüksek olması kurağa dayanıklılıklarının bir göstergesidir. Bu durum birçok bitkide olduğu gibi genotiplere göre değişim gösterir. Bu çalışmada kırmızı ve beyaz renkli popülasyonlar, Fransa orijinli popülasyon ve Qhaslala Blanca kök/sürgün oranı yüksek olan genotiplerdir. Su kısıtlamasına bağlı olarak bitkiler farklı tepkiler verirler. Genellikle kuraklıktan topraküstü aksam toprakaltı aksama göre daha fazla olumsuz etkilenir. Araştırmadaki sonuçlar da bu doğrultuda ortaya çıkmıştır. Bu durum kurağa

dayanıklılık için önem arz eder. Güçlü kök gelişimi ve yüksek kök/sürgün oranı kurağa dayanıklılığının göstergesidir (Simane *et al.* 1993).

4.3.6. Kuraklık tolerans yüzdesi

Kinoa çeşitlerinin kurağa tolerans yüzdeleri istatistiki olarak çok önemli farklılık göstererek %1 oranında önemli bulunmuştur. Çeşit ve popülasyonların kurağa tolerans değerleri %88,55 (Q-52 çeşidi) ile %52,18 (Oro de Valle çeşidi) arasında değişim göstermiştir. Q-52, Titicaca ve Sandoval Mix toleransı en yüksek olan çeşitler olarak öne çıkmaktadırlar. Bunları Mint Vanilla ve French Vanilla takip etmiştir. Qhaslala Blanca ile Oro de Valle çeşitleri ise kurağa toleransı en az olan çeşitler olarak belirlenmişlerdir (Çizelge 4.18).

Araştırmada uygulanan kuraklık derecelerine göre kurağa tolerans yüzdesi 5 farklı grup oluşturmuştur. Bu grupların her biri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Sulama seviyesinin tarla kapasitesinde olduğu kontrol uygulamasında kurağa tolerans %100 kabul edilmiştir. Kuraklık seviyesi tarla kapasitesinin sırasıyla %50, %25, %10, %5 seviyesine düşürüldüğünde kurağa tolerans değerleri sırasıyla %73,79, %64,49, %55,55 ve %42,88 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.18).

Bu çalışmada kurağa tolerans yüzdesi üzerinde interaksiyon önemli bulunmamıştır. Bu durum bütün çeşitlerin kuraklık tolerans yüzdesine benzer tepki verdiğini göstermektedir.

Çizelge 4.18. Kinoa popülasyon ve çeşitlerinin farklı kuraklık uygulamalarında kurağa tolerans yüzdesi (%)

Çeşit/Pop.	Sulama Seviyesi (Tarla Kapasitesinin %'si)					Ortalama*
	100	50	25	10	5	
Pop. Beyaz	100	61,10	73,57	45,17	46,83	65,33 CDEF
Pop. Kırmızı	100	55,52	69,00	58,16	35,56	63,65 CDEF
Pop. Çin	100	65,85	48,30	37,89	34,21	57,25 EF
Pop. Fransa	100	61,10	73,57	45,17	46,83	65,33 CDEF
Titicaca	100	93,97	86,01	84,69	54,74	83,88 AB
Q-52	100	97,58	89,22	83,33	72,62	88,55 A
Oro de Valle	100	61,84	40,75	35,02	23,32	52,18 F
Mint Vanilla	100	85,35	66,79	62,41	44,88	71,88 BCDE
F. Vanilla	100	78,45	71,24	62,02	37,82	69,90 BCDE
Rainbow	100	52,06	66,90	67,66	41,60	65,64 CDE
S. Mix	100	78,26	79,36	59,56	64,32	76,30 ABC
Red Head	100	78,02	49,96	39,74	36,25	60,80 DEF
M. Arochilla	100	103,72	62,43	54,73	43,05	72,68 BCD
C. Vanilla	100	76,82	48,22	56,64	31,86	62,71 CDEF
Q. Blanca	100	57,76	41,98	41,02	29,22	53,99 F
Ortalama*	100 A	73,79 B	64,49 C	55,55 D	42,88 E	67,34

LSD G: 15,50 K: 8,75 G x K : -

* Değişik harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Kuraklık tolerans değerleri kuraklık uygulamasındaki bitki kuru ağırlığının kontrol şartlarındaki bitki kuru ağırlığına bölünerek 100 ile çarpılmasından elde edilmektedir. Bu nedenle kuraklık şartlarında kuru madde üretimi yüksek olan uygulamaların kurağa tolerans yüzdeleri daha fazla bulunmuştur. Aksine normal şartlarda üretimi yüksek, kuraklık şartlarında düşük olan uygulamaların toleransları ise düşük çıkmaktadır. Bu çalışmada Q-52 ve Titicaca kuraklık toleransı yüksek olan çeşitlerdendir. Ancak bu çeşitler sürgün kuru ağırlığı diğerlerine göre düşük olan çeşitlerdir (Çizelge 4.18). Fakat bu iki genotip kendi içerisinde tutarlılık göstermiş, kuraklık uygulamaları ile sürgün kuru ağırlıklarında çok fazla düşüş gerçekleşmemiştir. Bu nedenle kurağa tolerans yüzdeleri yüksek bulunmuştur.

5. SONUÇ

Araştırma kinoa genotiplerinde farklı tuzluluk ve kuraklık seviyelerinde bazı özelliklere etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. 3 ayrı sera ve laboratuvar denemesi olarak yürütülen araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenmenin incelendiği laboratuvar çalışmasında tuzluluk derecesine ve genotiplere bağlı olarak çimlenme oranı, çimlenme süresi ve hassaslık indeksi değişiklik göstermiştir. Artan tuzluluk seviyesi çimlenme oranını düşürmüş, çimlenme süresini uzatmıştır. Çimlenme döneminde tuzluluğa hassasiyeti en yüksek olan genotip Qhaslala Blanca ve beyaz popülasyon olurken, en az hassasiyet Q-52 çeşidinde belirlenmiştir.
2. Fide döneminde tuz konsantrasyonları ve genotipler kök ve sürgün gelişmesine önemli etkiler yapmış, tuz tolerans yüzdesini değiştirmiştir. Sürgün ve kök uzunluğu ile kuru ağırlıklar artan tuzluluk ile birlikte azalmıştır. En fazla sürgün ve kök uzunluğu ile sürgün kuru ağırlığı kırmızı popülasyonda, en fazla kök kuru ağırlığı ise Çin kaynaklı popülasyonda belirlenmiştir. Titicaca ve French Vanilla çeşitleri tuz tolerans yüzdesi en yüksek olan çeşitler olarak bulunmuşlardır.
3. Fide döneminde uygulanan farklı seviyelerdeki sulamalar kinoada kök ve sürgün gelişmesini önemli seviyede etkilemiştir. Sulama seviyesi azaldıkça sürgün ve kök uzunlukları ile kuru ağırlıkları ve kurağa tolerans yüzdeleri düşmüştür. Kök/sürgün oranı ise tarla kapasitesinin %50'si seviyesindeki sulamada daha yüksek bulunmuştur. En fazla sürgün uzunluğu ve kuru ağırlığı Red Head, kök uzunluğu kırmızı popülasyon, kök kuru ağırlığı ve kök/sürgün oranı beyaz popülasyon ve Fransa kökenli popülasyonda bulunmuştur. Kuraklık tolerans yüzdesi en yüksek olan çeşit Q-52'dir.

Elde edilen bu sonuçlar kinoada tuzluluk ve kuraklık stresinin sürgün ve kök gelişmesine olumsuz etki yaptığını ortaya koymuştur. Ancak genotiplerin stres faktörlerine karşı gösterdikleri tepkiler farklı olmuştur. Bu nedenle elde edilen veriler tuza ve kurağa dayanıklılık ıslahında yol gösterici olabilir.

KAYNAKLAR

- Adda, A., Sahnoune, M., Kaid-Harch, M. and Othmane M.O., 2005. Impact of water deficit intensity on durum wheat seminal roots. *Plant Biology and Pathology*. C. R. Biologies 328. France, <http://www.sciencedirect.com/science>
- Adolf, V.I., Shabala, S., Andersen, MN., Razzaghi, F. and Jacobsen, S.E., 2012. Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. *Plant and Soil*, 357:117–129.
- Adolf, V.I., Jacobsen, S-E. and Shabala, S., 2013. Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Environmental and Experimental Botany*, 92:43–54.
- Ashraf, M., 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Science*, 13:17-42
- Ashraf, M., and Foolad, M. R., 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2): 206-216
- Atak, M., Kaya, M.D., Kaya, G., Killı, Y., and Ciftci, C.Y., 2006. Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of Triticale. *Turkish J. Agric. Forestry*, 30: 39-47.
- Bayuelo-Jimenez, J.S., Debouck, D.G. and Lynch, J.P., 2002. Salinity tolerance in *Phaseolus* species during early vegetative growth. *Crop Science*, 42: 2184–2192.
- Bertero, HD., De La Vega, A.J., Correa, G., Jacobsen, SE., Mujica, A., 2004. Genotype and genotype-by-environment interaction effects for grain yield and grain Size of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as revealed by pattern analysis of international multienvironment trials, *field crops research*, 89: 299-318.
- Bosque Sanchez, H., Lemeur, R., Van Damme P., Jacobsen, S.E., 2003. Ecophysiological analysis of drought and salinity stress of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, 19: 111-119.
- Cardozo, A., Tapia, ME., 1979. Valor Nutritivo. Quinoa y la Kaniwa. *Cultivos Andinos*. In: Tapia, ME. (Ed.), *Serie Libros y Materiales Educativos*, Vol. 49, *Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas*, Bogota, Columbia, pp. 149-192.
- Çiftçi, V., Şensoy, S. ve Türkmen Ö., 2009. Van-Gevaş'ta yaygın olarak yetiştirilen yalancı dermason fasulye populasyonunun seleksiyon yöntemiyle ıslahı, TÜBİTAK-TOVAG, Proje no:106O346.
- Costa França, MG., Pham-Thi, CAT., Pimentel, ROP., Rossiello, Y., Fodil, Z, Laffray, D., 2000. Differences in growth and water relations among *phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress, *Environ. Exp. Bot.*, 43: 227–237.
- Daşgan, H.Y., Aktas, H., Abak, K. and Cakmak, I., 2002. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses. *Plant Science*, 163: 695-703.
- Delane, R., Greenway, H., Munns, R., and Gibbs, J., 1982. Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue *Hordeum vulgare* growing at high external NaCl I. relationship between solute concentration and growth. *Journal of Experimental Botany*, 33(4): 557-573.

- Dumanoğlu, Z., Işık, D. ve 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.
- Earl, H.J., 2003. A precise gravimetric method for simulating drought stress in pot Experiments. Crop Science, 43(5): 1868-1873.
- Eisa, S., Hussin, S., Geissler, N. and Koyro, H.W., 2012. Effect of NaCl salinity on water relations, photosynthesis and chemical composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a potential cash crop halophyte, AJCS, 6(2): 357-368.
- Elkoca, E. 1997. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)’de Tuza Dayanıklılık Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Elkoca, E., Haliloglu, K., Esitken, A. and Ercisli, S., 2007. Hydro- and osmopriming improve chickpea germination. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 57: 193-200.
- Elkoca, E., Kantar, F., Güvenç, İ., 2003. Değişik NaCl konsantrasyonlarının kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme ve fide gelişmesine etkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (1): 1-8.
- Epstein, E., 1985. Salt-tolerant crops: origin, development, and prospects of the concept. Plant and Soil, 89: 187-198.
- Essa, T.A., 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean cultivars. Journal of Agronomy and Crop Science. 188(2):86-93.
- FAO, 2008. Land and plant nutrition management service. Available from, www.fao.org/ag/agl/agll/spush. (04.05.2017)
- FAO, 2011. Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean, http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2011/cultivo_quinoa_en.pdf (04.05.2017)
- FAO, 2014. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (04.05.2017)
- Foolad, M.R., Lin, G.Y., 1997. Genetic potential for salt tolerance during germination in *Lycopersicon* species. Hortscience, 32: 296-300.
- Franco, J., 2011. Technology and Knowledge Transfer e-Bulletin. Universidad Politecnica de Cartagena vol.2. no.6.
- Garcia, M., Raes, D. and Jacobsen, S.E., 2003. Evapotranspiration analysis and irrigation requirements of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in the Bolivian highlands. Agric. Water Manage. 60: 119–134.
- Garcia, M., Raes, D., Jacobsen, S.E. and Michel, T., 2007. Agroclimatic constraints for rainfed agriculture in the Bolivian Altiplano. J. Arid Environ. 71:109–121.
- Garcia-Huidobro, J., Monteith, J.L. and Squire, G.R. 1982. Time, temperature and germination of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. and H.). I. Constant temperature. Journal of Experimental Botany, 33: 288-296.
- Geerts S., Raes D., Garcia M., Vacher J., Mamani R., Mendoza J., Huanca R., Morales B., Miranda R., Cusicanqui J. and Taboada C., 2008. Introducing deficit irrigation to stabilize yields of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). European Journal of Agronomy, 28: 427-436.

- Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Del Castillo, C., and Buytaert, W., 2006. Agro-climatic suitability mapping for crop production in the Bolivian Altiplano: A case study for quinoa. *Agricultural and Forest Meteorology*, 129:399-412.
- Ghoulam, C., Fares, K., 2001. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Seed Science Tech.*, 29: 357-364.
- Goertz, S.H. and Coons, J.M., 1991, Tolerance of tepary and navy beans to NaCl during germination and emergence. *Hortscience*, 26: 246–249.
- Gomez-Pando, L.R., Alvarez-Castro, R. and De la Barra, E., 2010. Effect of salt stress on Peruvian germplasm of *Chenopodium quinoa* Willd: A promising crop. *J. Agron. Crop Sci.*, 196: 391-396.
- Gonzalez, J. A., Gallardo, M., Hilal, M., Rosa, M. and Prado, F.E., 2009. Physiological responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to drought and waterlogging stresses: Dry matter partitioning. *Bot. Stud.*, 50: 35–42.
- Güldüren Ş. ve Elkoca E., 2012. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan bazı Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuza toleransları. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43 (1): 29-41.
- Güldüren Ş., 2012. Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden Toplanan Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Tuza Toleransı. Yüksek Lisans, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Güney, E., Tan, M., Dumlu Gül, Z., Gül, İ., 2010. Erzurum şartlarında bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve silaj kalitelerinin belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 41(2): 105-111.
- Hajibabae M., Azizi F. and Zargari K., 2012. Effect of drought stress on some morphological, physiological and agronomic traits in various foliage corn hybrids. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, 12: 890-896.
- Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S.-E. and Shabala, S., 2011. Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plant grown at various salinity levels. *J. Exp. Bot.*, 62: 185-193.
- Herrera, J.D. and Pinto, M., 2009. Importance of ionic and osmotic components of salt stress on the germination of four quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) selections. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 69(4): 477-485.
- Hirich, A., Allah, R.C. and Beblhabib, O., 2012. Could Quinoa be alternative crop of wheat in the Mediterranean region: Case of morocco Les notes d'alerte du CIHEAM N 86.
- Ince Kaya, Ç., 2010. Effects of Various Irrigation Strategies Using Fresh and Saline Water Applied with Drip Irrigation System on Yield of Quinoa And Salt Accumulation In Soil In The Mediterranean Region And Evaluation of Saltmed Model. MSc. Thesis, Çukurova Univ., Inst. of Natural and Applied Sci., Dept. of Agricultural Structures and Irrigation, 122 p.
- Jacobsen, S.E., 2003. The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Rev Int*, 19(1–2):167–177.
- Jacobsen, S.E., Mujica, A., Jensen, A.C., 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. *Food Reviews International*, 19:1-2.
- Jancurová, M., Minarovičová, L. and Dandár, A., 2009. Quinoa – A Review, *Czech J. Food Sci.*, 27(2):71–79.

- Jensen CR., Jacobsen SE., Andersen MN., Nunez N., Andersen SD., Rasmussen L. and Mogensen VO., 2000. leaf gas exchange and water relations of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying. *European Journal of Agronomy*, 13: 11-25.
- Karyotis, T., Iliadis, C., Noulas, C., and Mitsibonas, T., 2003. Preliminary research on seed production and nutrient content for certain quinoa varieties in a saline-sodic soil. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189(6): 402-408.
- Kaya, M.D., Kaya, G. ve Kolsarıcı, Ö., 2005. Bazı *Brassica* türlerinin çimlenme ve çıkışı üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (4): 448-452.
- Keskin, Ş., Evlice, A. K., 2015. Fırın ürünlerinde kinoa kullanımı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2).
- Kinyua M.G., Njoka E.M., Gesimba RM. and Birech R.J., 2006. Selection of drought tolerant bread wheat genotypes using root characteristics at seedling stage. *International Journal of Agriculture and Rural Development*. School of Agriculture and Agricultural Technology, Federal University of Technology.
- Kır, A.E., S. Temel, 2016. Iğdır Ovası Kuru Koşullarında Farklı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşit ve Populasyonlarının Tohum Verimi ile Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Iğdır Üniv. Fen Bil. Enst. Derg.*, 6(4): 145-154.
- Kırtok, Y., Veli, S., Tükel, S., Düzenli, S. and Kılınç, M., 1994. Evaluation of salinity stress on germination characteristics and seedling growth of 3 bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-29 Nisan 1994, Cilt I, *Agronomi Bildirileri*. Ege Üniv. Zir. Fak. Ofset Basımevi, pp.56-61.
- Koyro, H.W. and Eisa. S.S., 2008. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa* Willd., *Plant Soil*, 302:79–90.
- Läuchli, A. and Grattan, S. R. ,2007. Plant Growth and Development Under Salinity Stress. In M. A. Jenks, P. M. Hasegawa and S. M. Jain (Eds.), *Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops*, (pp. 1-32): Springer Netherlands.
- Lescano JL., 1989. Avances Sobre Los Recursos Fitogenéticos Altoandinos. En: *Curso: Cultivos Altoandinos*. Potosí, Bolivia. 17–21 De Abril De 1989, Pp: 19–35.
- Munns, R., 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytol.* 167: 645–663.
- Öztürk, A., 1999. Kuraklığın kışlık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 531-540.
- Panuccio, M. R., Jacobsen, S. E., Akhtar, S. S., and Muscolo, A., 2014. Effect of saline water on seed germination and early seedling growth of the halophyte quinoa. *AOB Plants*, 6, plu047.
- Peterson, A. J., 2013. Salinity tolerance and nitrogen use efficiency of quinoa for expanded production in temperate North America, Master of Science in Crop Science, Washington State University Department of Crop and Soil Science, Washington.
- Prado FE., Boero C., Gallardo M., Gonzalez JA., 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* (Willd.) seeds. *Bot Bull Acad Sin*, 41:27–34.
- Raney J.A., D.J. Reynolds, D.B. Elzinga, Justin Page, Joshua A. Udall, Eric N. Jellen Alejandro Bonfacio, D.J. Fairbanks, P.J. Maughan, 2014. Transcriptome

- analysis of drought induced stress in *Chenopodium quinoa*. *American Journal of Plant Sciences*, 5: 338-357.
- Razzaghi, F., Ahmadi, S.H., Jacobsen, S.E., Jense, C.R. and Andersen, M.N., 2012. Effects of salinity and soil-drying on radiation use efficiency, water productivity and yield of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198(3): 173-184.
- Razzaghi, F., Plauborg, F., Jacobsen, S.-E., Jensen, C. R. and Andersen, M. N., 2011. 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.
- Risi C.J. and Galwey, N.W. 1989. *Chenopodium*, Grains of The Andes: A Crop for Temperate Latitudes. In; *New Crops for Food and Industry*, G.E. Wickens, N. Hog, And P. Day (Eds.), Pp. 222-232, Chapman and Hall London and New York.
- Ruiz K. B., Biondi S., Martínez E. A., Orsini F., Antognoni F., Jacobsen S.E., 2015. Quinoa – a model crop for understanding salt tolerance mechanisms in halophytes. *Plant Biosyst.* 150: 357–371.
- Ruiz-Carrasco, K., Antognoni, F., Coulibaly, A.K., Lizardi, S., Covarrubias, A., Martínez, E.A., Molina-Montenegro, M.A., Biondi S. and Zurita-Silva, A., 2011. Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as assessed by growth, Physiological Traits and Sodium Transporter Gene Expression, *Plant Physiology and Biochemistry*, 49:1333-1341.
- Saab, I. N., Sharp, R. E., Pritchard, J., and Voetberg, G. S., 1990. Increased endogenous abscisic acid maintains primary root growth and inhibits shoot growth of maize seedlings at low water potentials. *Plant physiology*, 93(4): 1329-1336.
- Sanchez, B., Lemeur, H., Van Damme, P. and Jacobsen, S.E., 2003. Ecophysiological analysis of drought and salinity stress of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Reviews International*, 19: 111-119.
- Shabala, S., Hariadi, Y. and Jacobsen, S.E., 2013. Genotypic difference in salinity tolerance in quinoa is determined by differential control of xylem Na⁺ loading and stomatal density. *J. Plant Physiol.*, 170: 906–914.
- Shannon MC, Grieve CM., 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Sci. Hort.* 78: 5–38.
- Simane, B., Struik, P. C., Nachit, M. M., and Peacock, J. M., 1993. Ontogenetic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. *Euphytica*, 71(3): 211-219.
- Spehar, C. R., and Santos, R. L. D. B., 2005. Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian Savannah. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(6): 609-612.
- Stikic, R., Jovanovic, Z., Marjanovic, M., Dordevic, S., 2015. The effect of drought on water regime and growth of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Original scientific paper/originalni naučni članak ratar. povrt.
- Szira, F., A.F. Bálint, A. Börner and G. Galiba, 2008. Evaluation of drought- related traits and screening methods at different developmental stages in spring barley. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194(5): 334-342.

- Tan, M., A. Koç, Z. Dumlu Gül, E. Elkoca, İ. Gül, 2013. Determination of dry matter yield and yield components of local forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotypes. *Journal of Agricultural Sci.*, 19: 289-296.
- Tapia, M. 1990. Cultivos Andinos Subexplotados Y Su Aporte a La Alimentación. Instituto Nacional De Investigación Agraria Y Agroindustrial INIAA-FAO, Oficina Para América Latina Y El Caribe, Santiago De Chile.
- Tavlaş, A., M. Tan, 2005. Doğal floradan geliştirilmiş bazı çayır üçgülü hatlarının bitki sıklığı ve kuru ot verimleri. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya, s: 819-823.
- Vacher J.J., 1998. Response of two main Andean crops, quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and papa amarga (*Solanum juzepczukii* B.) to drought on the Bolivian altiplano: significance of local adaptation. *Agric Ecosyst Environ* 68: 99-108.
- Van Schooten H.A. and Pinxterhuis, J.B., 2003. Quinoa as an alternative forage crop in organic dairy farming. *Optimal Forage Systems for Animal Production and the Environment Grassland Science in Europe*, Vol: 8.
- Verena I. A., S. Shabala, M. N. Andersen F. Razzaghi and S.E. Jacobsen, 2012. Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions, *Plant Soil*, 357: 117-129.
- Wilson, C., Read, J.J., and Abo-Kassem, E., 2002. Effect of mixed-salt salinity on growth and ion relations of a quinoa and a wheat variety, *J Plant Nutr.*, 25(12): 2689-2704.
- Wu G., Peterson, A.J., Morris, C.F. and Murphy, K.M., 2016. Quinoa seed quality response to sodium chloride and sodium sulfate salinity. *Frontiers in Plant Sci.*, 7, Article no: 790.
- Yağmur, M. and Kayden, D., (2008). Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. *African Journal of Biotechnology* Vol. 7 (13), pp. 2156-2162.
- Yang, A., Akhtar, S.S., Amjad, M., Jacobsen, S., 2016. Growth and physiological responses of quinoa to drought and temperature stress. *Journal of Agronomy and Crop Science* 202(6): 445-453.
- Yazar, A. and C. Ince Kaya, 2014. A new crop for salt affected and dry agricultural areas of turkey: quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Türk Tarım ve Doğa Bil. Derg.*, 2: 1440-1446.
- Yıldırım, B., Yaşar, F., Özpaya, T., Türközü, D., Terzioğlu, Ö. and Tamkoç, A., 2008. Variations in response to salt stress among field pea genotypes (*Pisum sativum* sp. *arvense* L.). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(8): 907- 910.
- Yıldırım, E. and Güvenç, İ., 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination and seedling growth. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30: 347-353.
- Yin, C., Wang, X., Duan, B., Luo, J., Li, C., 2004. Early growth, dry matter allocation and water use efficiency of two sympatric *Populus* species as affected by water stress. *Environmental and Experimental Botany*, 53: 315- 322.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ordu'da tamamladı. 2009 yılında Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde lisans eğitimine başladı ve 2013 yılında mezun oldu. 2015 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.