



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI BÜYÜME DÖNEMLERİ
KURAKLIĞINDA ARPA GENOTİPLERİNİN
VERİM, MORFOLOJİK, FENOLOJİK VE
FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ YÖNÜYLE
TEST EDİLMESİ

İbrahim KARA

DOKTORA TEZİ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Temmuz-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

İbrahim KARA tarafından hazırlanan “Farklı Büyüme Dönemleri Kuraklığında Arpa Genotiplerinin Verim, Morfolojik, Fenolojik ve Fizyolojik Özellikleri Yönüyle Test Edilmesi” adlı tez çalışması 06/07/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Ali TOPAL

.....

Danışman

Prof. Dr. Süleyman SOYLU

.....

Üye

Prof. Dr. Hakan ÖZKAN

.....

Üye

Doç. Dr. Ramazan AYRANCI

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Emine ATALAY

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ömer Faruk YÜKSEL
FBE Müdürü

Bu tez çalışması TAGEM tarafından TAGEM/TBAD/A/22/A7/P1/5233 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İbrahim KARA

24.07.2023

ÖZET

DOKTORA TEZİ

FARKLI BÜYÜME DÖNEMLERİ KURAKLIĞINDA ARPA GENOTİPLERİNİN VERİM, MORFOLOJİK, FENOLOJİK VE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİ YÖNÜYLE TEST EDİLMESİ

İbrahim KARA

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Süleyman SOYLU

2023, 229 Sayfa

Jüri

Danışmanın Prof. Dr. Süleyman SOYLU

Prof. Dr. Ali TOPAL

Prof. Dr. Hakan ÖZKAN

Doç. Dr. Ramazan AYRANCI

Dr. Öğr. Üyesi Emine ATALAY

Bu çalışma, kontrollü tarla koşullarında, arpanın farklı bitki gelişim dönemlerinde uygulanan kuraklığın etkisi ile verim, morfolojik, fenolojik ve fizyolojik özelliklerinin incelenerek, farklı dönemlerde kuraklığın etkilerini ve bu dönemlerde kullanılabilecek seleksiyon kriterlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme dönemlerinde Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Kuraklık Test Merkezi yağmur korunaklarında 20 arpa (13 çeşit, 7 hat) genotipi kullanılarak, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde, üç tekerrürlü yürütülmüştür.

Çalışmada arpa genotiplerinin farklı gelişim dönemlerinde kuraklığa tepkileri 4 uygulamada (U1: Sapa kalkma başlangıcı-başaklanma başlangıcı dönemi kuraklığı, U2: başaklanma başlangıcı-tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık ve U4: tam sulu koşullar), tane verimi ile birlikte 7 verim unsuru, 9 morfolojik, 5 fenolojik, 4 fizyolojik ve 4 kalite parametresi ile incelenmiştir.

Çalışma sonucunda tane verimi genel ortalaması 508.5 kg/da olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 435.8 kg/da, ikinci yılda 581.2 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek tane verimi U4'te (771.6 kg/da) görülürken bunu sırasıyla U3 (600.5 kg/da), U2 (413.9 kg/da) ve U1 (248.0 kg/da) takip etmiştir. Tane verimi yönüyle uygulamalar arasında kuraklığa en yüksek tepki %67.9 verim kaybı ile U1 uygulamasında görülürken, bunu sırasıyla %46.4 ile U2 ve %22.2 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Genotiplerden Bülbül 89, İnce 04, Baykara, Zeynelağa ve Karatay 94 tüm kuraklık uygulamalarında düşük tane verimi kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı olarak değerlendirilirken Baykara, Hat 4, Hat 7, İnce 04 ve Zeynelağa ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek verim değerleriyle ön plana çıkmışlardır.

Çalışmada sapa kalkma dönemi ile başaklanma başlangıcı dönemi kuraklığı arpa genotiplerinin kurağa en hassas dönem olduğu belirlenmiştir. Sapa kalkma döneminde meydana gelen kuraklıkta metrekarede başak sayısının belirleyici bir parametre olduğu söylenebilir. Ayrıca sapa kalkma dönemi kuraklığında biyolojik verim özelliği, kuraklığa toleransı destekleyen önemli bir seleksiyon parametresi olarak önerilebilir. Morfolojik özellikler bakımından, üst boğum uzunluğu, bitki boyu, bayrak yaprak boyu özellikleri kurağa adaptasyonu destekleyen önemli seleksiyon parametreleri olarak ön plana çıkmıştır. Fenolojik özellikler bakımından, kısa başaklanma ve çiçeklenme süresi ile uzun tane dolum süresi özellikleri, kuraklığı destekleyen önemli fenolojik seleksiyon parametreleri olarak ön plana çıkmıştır. Fizyolojik özellikler bakımından, yaprak nispi su içeriği ve yaprak nispi su kaybı parametreleri kontrollü şartlarda genetik materyalin karakterizasyonunda kullanılabilir. Kurağa adaptasyonu destekleyici sonuçlar veren bitki örtüsü sıcaklığı ve bayrak yaprak klorofil içeriği parametreleri pratik kullanılabilecek parametreler olarak belirlenmiştir.

Kuraklık stresine yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip genotipler, kuraklık stresi toleransını artırmak için genetik kaynak olarak kullanılabilir. Bu çalışmada, arpa genotiplerinin farklı dönemde meydana gelen kuraklık stresine verdikleri tepkiler kolay, hızlı ve uygulanabilir tekniklerle derinlemesine incelenmiştir. Kuraklığa karşı gösterilen tepkinin taranması için ıslah prosedürlerini değiştirmek önemli bir adımdır. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, bu çerçevede değerlendirildiğinde ele alınan parametrelerin tamamı genetik materyalin karakterizasyonunda kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Arpa, fenoloji, fizyoloji, kuraklık, morfoloji, verim

ABSTRACT

Ph.D THESIS

TESTING BARLEY GENOTYPES FOR YIELD, MORPHOLOGICAL, PHENOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS UNDER DROUGHT OF DIFFERENT GROWTH PERIODS

İbrahim KARA

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN DEPARTMENT OF FIELD CROPS**

Advisor: Prof. Dr. Süleyman SOYLU

2023, 229 Pages

Jury

Advisor Prof. Dr. Süleyman SOYLU

Prof. Dr. Ali TOPAL

Prof. Dr. Hakan ÖZKAN

Assoc. Prof. Dr. Ramazan AYRANCI

Asst. Prof. Dr. Emine ATALAY

This study was carried out under controlled field conditions to determine the effects of drought on yield, morphological, phenological and physiological characteristics of barley at different plant development stages and to determine the effects of drought at different stages and selection criteria that can be used in these stages. The study was carried out in the rain shelters of Konya Bahri Dagdas International Agricultural Research Institute Drought Test Center in the 2020-2021 and 2021-2022 growing periods, using 20 barley (13 cultivars, 7 breeding lines) genotypes, in a split-plot design in randomized complete block design with three replications.

In the study, the responses of barley genotypes to drought in different growth stages were examined in 4 treatments (U1: Beginning of stem elongation – beginning of heading, U2: Beginning of heading - grain filling period, U3: General drought representing long years average and U4: Fully irrigated conditions), with grain yield, 7 yield components, 9 morphological, 5 phenological, 4 physiological and 4 quality parameters.

As a result of the study, the general average of grain yield was determined as 508.5 kg/da and this value was realized as 435.8 kg/da in the first year and 581.2 kg/da in the second year. The highest grain yield among the treatments was observed in U4 (771.6 kg/da), followed by U3 (600.5 kg/da), U2 (413.9 kg/da) and U1 (248.0 kg/da). In terms of grain yield, the highest response to drought among the treatments was observed in U1 treatment with 67.9% yield loss, followed by U2 and U3 treatments with 46.4% and 22.2%, respectively. Genotypes Bulbul 89, İnce 04, Baykara, Zeynelağa and Karatay 94 were considered tolerant due to their low grain yield loss in all drought applications, while

Baykara, Line 4, Line 7, İnce 04 and Zeynelağa stood out with their high yield values in all drought applications.

In the study, it was determined that the barley genotypes were the most sensitive to drought in the drought period of the stem elongation stage and the beginning of the heading. It can be said that the number of spike per square meter is a determining parameter in drought occurring during the stem elongation stage. In addition, biological yield trait can be suggested as an important selection parameter that supports drought tolerance in drought at stem elongation stage. In terms of morphological traits, peduncle length, plant height and flag leaf length were important selection parameters supporting drought adaptation. In terms of phenological traits, short heading and flowering time and long grain filling time were important phenological selection parameters favoring drought adaptation. In terms of physiological traits, leaf relative water content and leaf relative water loss parameters can be used for characterization of genetic material under controlled conditions. The parameters of canopy temperature and flag leaf chlorophyll content were determined as the parameters that can be used practically.

Genotypes with high adaptability to drought stress can be used as genetic resource to increase drought stress tolerance. In this study, the responses of barley genotypes to drought stress occurring at different stages were investigated in depth with easy, rapid and applicable techniques. Modifying breeding procedures to screen the response to drought is an important step. When the results obtained in this study are evaluated in this framework, all of the parameters considered can be used in the characterization of genetic material.

Keywords: Barley, phenology, physiology, drought, morphology, yield,

ÖNSÖZ

Arpa, üretim miktarı bakımından Dünya’da dördüncü, Türkiye’de ise ikinci sırada yer alması, yem sanayinin başlıca hammaddelerinden biri olması, geniş adaptasyon kabiliyetine sahip olması ve muhafazasının kolay ve uzun süreli olması gibi nedenlerle oldukça önemli bir serin iklim tahılıdır. Türkiye’de arpa büyük oranda yağışa dayalı alanlarda yetiştirilmektedir. Küresel iklim değişikliği ve kuraklık nedeniyle yağışların yetersiz ve sezon içerisinde dengesiz dağılımı diğer tarımsal ürünleri olduğu gibi arpa üretimini de tehdit etmektedir. Arpanın farklı gelişim dönemlerinde meydana gelebilecek kuraklığa tepkilerini belirlemek, değişen iklim şartlarına uyum sağlayabilen, bu şartlarda verim kaybını en aza indirebilen genotiplerini tespit etmek oldukça önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, arpanın farklı bitki gelişim dönemlerinde meydana gelebilecek kuraklığın etkileri çeşitli yönleri ile incelenerek, bu dönemlerde kuraklığın genotiplere etkileri ve kullanılabilecek seleksiyon kriterini belirlemek, ayrıca denemede kullanılan materyalin kuraklığa karşı tolerans düzeylerinin belirlenerek, toleranslı genotiplerin bu amaçla yapılacak ıslah çalışmalarında gen kaynağı olarak kullanılmasının sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmanın tüm aşamalarında her türlü katkılarından dolayı başta danışman hocam sayın Prof. Dr. Süleyman SOYLU olmak üzere, tez izleme komitemin değerli üyeleri Prof. Dr. Ali TOPAL ve Doç. Dr. Ramazan AYRANCI hocalarıma saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Doktora projemin yürütülmesinde bütçe ve imkân sağlayan, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü ile arazi ve altyapı desteği sunan Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’ne teşekkür ederim.

Doktora çalışmamın her aşamasında yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen başta Zir. Yük. Müh. Enes YAKIŞIR, Dr. Cevat ESER ve tüm emeği geçen mesai arkadaşlarıma, ayrıca bu zor ve yoğun süreçte manevi desteğin yanı sıra arazi ve laboratuvar çalışmalarında da yardımcı olan sevgili eşim Fatma KARA ile çocuklarım Alperen, Elif ve Bekir’e en içten duygularıyla çok teşekkür ediyorum.

İbrahim KARA
KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Bitkisel materyal.....	21
3.1.2. Deneme yeri ve özellikleri.....	23
3.1.2.1. Deneme yeri ve yılı.....	23
3.1.2.2. Deneme yerinin iklim özellikleri	24
3.1.2.3. Deneme yerinin toprak özellikleri	27
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1. Deneme deseni.....	27
3.2.2. Denemelerin yürütülmesi.....	29
3.2.3. Kuraklık Test Merkezi yağmur korunakları	30
3.2.4. Araştırmada incelenen özellikler	33
3.2.4.1. Verim ve verim unsurları.....	33
3.2.4.2. Morfolojik parametreler.....	35
3.2.4.3. Fenolojik parametreler.....	37
3.2.4.4. Fizyolojik parametreler.....	39
3.2.4.5. Kalite parametreleri	41
3.2.5. İstatistik analizi ve değerlendirmeler.....	43
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	44
4.1. Verim ve Verim Unsurları	44
4.1.1. Tane verimi	44
4.1.2. Kuraklık hassasiyet indeksi (KHİ).....	53
4.1.3. Metrekarede başak sayısı	56
4.1.4. Başak uzunluğu.....	61
4.1.5. Başakta tane sayısı	65
4.1.6. Başakta tane ağırlığı.....	70
4.1.7. Biyolojik verim.....	74
4.1.8. Hasat indeksi.....	80
4.2. Morfolojik Parametreler	86
4.2.1. Bitki boyu	86
4.2.2. Üst boğum uzunluğu.....	90

4.2.3. Bayrak yaprak ayası boyu.....	96
4.2.4. Bayrak yaprak ayası eni.....	102
4.2.5. Bayrak yaprak ayası alanı	107
4.2.6. Kılçık uzunluğu.....	113
4.2.7. Bayrak yaprak kınında mumsuluk	118
4.2.8. Bayrak yaprak kıvrılması.....	120
4.2.9. Bayrak yaprak dikliği.....	122
4.3. Fenolojik Parametreler.....	124
4.3.1. Erken dönemde toprak yüzeyini kapatma (NDVI)	124
4.3.2. Başaklanma süresi.....	126
4.3.3. Çiçeklenme süresi	131
4.3.4. Fizyolojik olum süresi	135
4.3.5. Tane doldurma süresi.....	140
4.4. Fizyolojik Parametreler.....	144
4.4.1. Yaprak nispi su içeriği	144
4.4.2. Yaprak nispi su kaybı	150
4.4.3. Bitki örtüsü sıcaklığı.....	156
4.4.4. Bayrak yaprak klorofil içeriği.....	165
4.5. Kalite Parametreleri	171
4.5.1. Protein oranı.....	171
4.5.2. Bin tane ağırlığı	175
4.5.3. Hektolitreye ağırlığı.....	181
4.5.4. Elek analizi	185
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	198
KAYNAKLAR	210
ÖZGEÇMİŞ	224

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°	Boylam
'	Enlem
°C	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
K	Potasyum
m	Metre
cm	Santimetre
mm	Milimetre
g	Gram
kg	Kilogram
da	Dekar
ha	Hektar
m ²	Metrekare
cm ³	Santimetre küp
mm	Milimetre
%	Yüzde
N	Azot
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Fosfor pentaoksit
K ₂ O	Potasyum oksit
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat

Kısaltmalar

AACC: American Association of Cereal Chemist
BDUATE: Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü
DAP: Diamonyum Fosfat
DNA: Deoksiribo Nükleik Asit
EC: Electrical Conductivity
FAO: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GÇİ: Genotip - Çevre İnteraksiyonu
GKTAE: Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü
LSD: Least Significant Difference
MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NDVI: Normalize Edilmiş Vejetasyon İndeksi
pH: Potential of Hydrogen
SPAD: Single-Photon Avalanche Diode
TARM: Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
TEPGE: Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TK: Tarla Kapasitesi
TMO: Toprak Mahsulleri Ofisi
TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu
UHK: Ulusal Hububat Konseyi
UYO: Uzun Yıllar Ortalaması
WWF: World Wildlife Fund
ZD: Zadoks Dönemi

1. GİRİŞ

Arpa, *Poaceae* familyasına, *Triticeae* oymağına ve *Hordeum* cinsine ait, yabani ve kültüre alınmış olanlar da dahil olmak üzere yaklaşık 32 türden oluşan, tek yıllık, diploid ($2n=14$) bir tahıl ve yem bitkisidir. Kültürü yapılan arpa (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare*), kültüre alınan en eski bitkilerden biridir. Ancak yaygın arpanın menşei tartışmalıdır. Åberg (1940), Tibet'te bulunan altı sıralı yabani arpanın (*Hordeum vulgare* ssp. *agriocrithon*) yaygın arpanın atası olduğunu öne sürmüştür ancak Harlan (1976), arpanın güneybatı Asya'da iki sıralı yabani arpadan (*H. vulgare spontaneum*) kültüre alındığını öne sürmüştür. Arpa genellikle düşük girdi gereksinimi ve sorunlu ve marjinal arazilere daha yüksek adaptasyon sağlaması nedeniyle dar gelirli çiftçinin bitkisi olarak kabul edilir.

Arpa, küresel tahıl üretiminin %7'lik payıyla mısır, çeltik ve buğdaydan sonra dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2022). Dünyada üretilen arpanın yaklaşık %67'si yem, %21'i sanayi amaçlı kullanılmaktadır. Gıda olarak kullanımı ise arpa tüketiminin %5'ini oluşturmaktadır. Dünya ekonomisinde olduğu gibi Türkiye ekonomisinin de temelini oluşturan tahıllardan olan arpanın insan beslenmesinde doğrudan kullanımı çok azdır. Hayvansal üretim faaliyetinde ise yem rasyonlarına doğrudan katılarak tüketilebilme özelliğine sahiptir. Ayrıca arpa malt sanayinin de önemli bir ham maddesini oluşturmaktadır. İlave olarak etanol üretiminde özellikle AB'de az miktarda kullanılmaktadır (TEPGE, 2021). Sadece yem, gıda ve malt amaçlı değil, aynı zamanda içerdiği β -glukan kardiyovasküler hastalık riskini düşürmede de faydalı olmaktadır (Kumar ve ark., 2014).

Türkiye'de 2021-2022 yetiştirme sezonu için arpa üretimi 30.7 milyon dekar alanda 263 kg/da ortalama verim ile 8.1 milyon tondur. Üretimde önemli artışa sahip ilk üç il Konya (1.1 milyon ton), Ankara (718 bin ton) ve Afyonkarahisar (396 bin ton)'dır (TÜİK, 2022). Ülkemizde 2023 yılı itibarıyla 186 tescilli ve 27 üretim izinli arpa çeşidi bulunmaktadır. Tescil edilen arpa çeşitlerinin %58'i özel sektör kuruluşları tarafından kayıt altına alınırken, %42'si kamu ve üniversiteler tarafından kayıt altına alınmıştır (TTSM, 2023). Geniş alanlarda üretimi yapılan çeşit sayısı ancak 20-25 civarındadır. Türkiye'de arpa üretiminin yaklaşık %70-80'lik kısmı kurak ve yarı kurak alanlarda gerçekleşmektedir. Dolayısıyla tane verimi bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Arpa üretiminin yağışa dayalı koşullarda gerçekleşmesi, değişik çevresel ve iklimsel koşullara uyum sağlayan çeşitlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Arpa, kuraklığa, soğuğa,

tuzluluğa ve yüksek rakım dahil olmak üzere diğer tüm tahıllardan daha geniş çevrelere karşı toleransı nedeniyle çeşitli iklim ve toprak koşullarına geniş ölçüde adaptasyon sağlayabilir (Van Gool ve Vernon, 2006). Ülkemizde arpa, erkencilik özelliği ile kuraktan kaçış mekanizması olan bir tahıl olup, büyük ölçüde yağışa bağlı koşullarda çoğunlukla da kurak iklim kuşağında tarımı yapılmaktadır (UHK, 2020). Fakat, her koşulda arpanın kuraklığa karşı buğdaydan daha toleranslı olduğu söylenemez (Cossani ve ark., 2009). Çünkü arpa geç dönemde (generatif dönem) gelen kuraklıktan kaçarak (erkencilikle) buğdaya karşı üstünlük sağlarken, erken dönemde (vejetatif dönem) oluşan kuraklığa ise buğday kadar tolerans gösterememektedir (Wiegmann ve ark., 2019).

Kuraklık, dünya çapında tarımsal üretimi sınırlayan en yıkıcı abiyotik streslerden biridir. Tarım bağlamında kuraklık, verimi olumsuz yönde etkileyebilecek şekilde yetersiz bitki-su kaynağı ile uzun bir zamansal dönem (haftalar, aylar, büyüme mevsimi) olarak tanımlanır. İster yağışlarda kısa süreli gecikmeler olsun, ister daha büyük iklimsel eğilimlerin bir parçası olsun, kuraklık koşulları çiftçilerin geçim kaynaklarını ve küresel gıda güvenliğini tehdit etmektedir (Ceccarelli ve ark., 2010). Yağışların yıldan yıla değiştiği birçok kurak ve yarı kurak çevrede ciddi bir sorundur. Türkiye, mütemadiyen değişen büyüklük, süre ve kapsamda bu tür bir kuraklık krizi durumu ile karşı karşıya kalmıştır. Örneğin, son 40 yılda toplam 2.5 milyon hektarlık sulanabilen alanın yarısının kaybedildiği Türkiye'de 2007 yılında kuraklıktan en fazla etkilenen bölge Konya ve çevresi olmuştur. 2007'de yaşanan kuraklıkla birlikte tarımda %7.3 oranında küçülme meydana gelmiştir (WWF, 2014). Aynı dönemde bir önceki yıla göre ulusal arpa üretimi 8.6 milyon tondan %23 düşüşle 6.6 milyon tona gerilemiştir (TÜİK, 2007).

Kuraklık ve yüksek sıcaklık streslerinin eş zamanlı oluşumlarının sıklığı ve şiddetindeki olası artışlar ve bunun sonucunda arpa yetiştirme kuşaklarının (özellikle kışlık arpa kuşağının) tehdit altında olabileceği tahmin edilmektedir. Kışlık arpa kuşağında iklim değişiminden kaynaklanacak verim istikrarsızlığı, doğrudan hayvancılık (beslenme) sektörünü olumsuz etkileyecektir. Çünkü bu kuşak, Türkiye'nin arpa ekim alanının yarısından fazlasını kapsamaktadır (TMO, 2020). Kısacası, tüm iklim değişimi senaryoları dikkate alındığında Türkiye'nin arpa üretiminin olumsuz etkilenebileceği öngörülmektedir. Bu nedenle, daha yüksek verimli arpa üretimi ve kuraklığın olumsuz etkilerini azaltmak için kuraklığa toleranslı çeşitlerin seleksiyonu ve geliştirilmesi büyük öncelik taşımaktadır (Dorostkar ve ark., 2016). Bunun yanı sıra ülkemizde bazı yağışa bağlı çevrelerin marjinal alanlarında arpanın yerini yüksek verimli buğday çeşitleri

aldığından, arpa verimliliğini artırmanın en önemli yolu şüphesiz kuraklığa toleranslı çeşit ıslahı ve kurak, yarı kurak bölgelerde su kullanım etkinliğini artırmaktır.

Bitkilerin kurak çevrelerde büyümesini ve hayatta kalmasını sağlayan çeşitli bitki özellikleri tanımlanmıştır (Blum, 2005). Bir bitkinin kuraklığa toleransı genellikle kuraklık stresi altındaki verimi ile ölçülür, ancak stres altındaki verim aynı zamanda bir genotipin verim potansiyeli ve fenolojisine de bağlıdır. Kurak çevrelerde verim genellikle bitki fenolojisini su mevcudiyeti ile eşleştirerek geliştirilmeye çalışılmıştır. Su kıtlığı olan çevrelerde birinci strateji, bir ürünün yaşam döngüsünü terminal kuraklık başlamadan önce tamamladığı kuraklıktan kaçıştır (Loss ve Siddique, 1994). Zaharieva ve ark. (2001), kuraklık stresinden kaçışın büyüme döngüsünün kısaltılmasıyla sağlanabileceğini vurgulamıştır. Bitkiler başaklanma, çiçeklenme, tane doldurma ve fizyolojik olgunluk süreleri gözlemlenerek erkencilik yönüyle seçilebilir. Geç dönem kuraklığın olduğu çevrelerde erken çiçeklenme daha iyi bir seçenek olabilir, ancak öngörülemeyen ve aralıklı kuraklığın olduğu çevrelerde bu etkili olmayabilir. Bunun yanı sıra vejetasyon süresi uzun olan bazı çeşitlerin iyi koşullar altında yüksek verimli olduğu gözlenebilir. Dolayısıyla kuraklıkla mücadele etmek için kuraklıktan kaçış kullanılırsa, potansiyel verimin bir kısmının feda edilmesi anlamına gelebilir. Su kıtlığı olan çevreler için ikinci strateji kuraklıktan kaçınmadır. Kaçınma diğer bir ifadeyle dehidrasyondan kaçınma, bitkinin toprak veya atmosferik su stresi koşulları altında nispeten daha yüksek seviyelerde su tutma kabiliyetidir. Yüksek bitki-su durumu korunarak, büyüme ve verimle ilgili süreçler stresten etkilenmez. Bitkiler, toprak nemini daha iyi kullanarak, su kaybını azaltarak ve bitki-su potansiyelindeki azalmaya rağmen hücresel hidrasyonu koruyarak dehidrasyondan kaçınırlar (Blum, 2005). Stomalar, su eksikliği ve düşük atmosferik nem koşullarında kapanma yoluyla su kaybını kontrol etmede önemlidir (Turner, 1991). Ayrıca belirli bir bitki-su potansiyelinde daha yüksek turgoru muhafaza etmenin bir yolu olarak ozmotik ayarlama, dehidrasyondan kaçınmanın önemli bir bileşenidir (Blum, 1998). Dehidrasyondan kaçınmadan sonraki ikinci savunma mekanizması kuraklık toleransıdır. Tolerans, kökler tarafından su alımı ve sürgünler tarafından su salınımı arasında sürdürülebilir bir dengeye ulaşmak için, bitkinin fizyolojik fonksiyonlarının sınırlı bir su kaynağına ve azalan bitki hücre su potansiyeline adaptasyonunu ifade etmektedir (Kosova ve ark., 2014). Tahıllarda, kuraklığa dayanıklılık stratejileri temel olarak hücre su potansiyelinin korunmasına, yani kuraklıktan kaçınmaya dayalıdır.

Arpadaki kuraklık tolerans mekanizmalarının araştırılması, kuraklık toleransının genetik temellerinin daha iyi anlaşılmasını kolaylaştırabilir ve böylece kuraklık toleransını iyileştirmek için bu yaklaşımların etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir. Arpanın yaşam döngüsü boyunca optimum gelişimi, bitkinin maksimum genetik potansiyelini ifade etmesini engelleyebilen çevresel faktörlere bağlıdır. Olumsuz çevresel koşullara yanıt verebilme yeteneği, genotip, fizyoloji, gelişme dönemleri ve stres koşullarına maruz kalma süresi gibi çeşitli faktörler tarafından belirlenir. Arpanın önemini ve verimini etkileyen kuraklığı hesaba katarak, stres koşulları altında bitkilerin fenotiplenmesine yarayan analizler, strese tepki mekanizmaları hakkında fikir edinmeye yardımcı olabilir. Su ve enerji kaynaklarının sınırlı olması ve çevresel faktörleri değiştirmenin imkansızlığı, bitkilerin çevreye uygun hale getirilmesi, bitkilere uyacak şekilde çevreyi değiştirmekten daha sürdürülebilir bir stratejidir. Bu nedenle, temel soru, stres faktörleri mevcut olduğunda bitkilerin ve genotiplerin verim açısından genetik olarak farklılık gösterip göstermediği ve bu farklılıklardan yararlanıp yararlanamayacağımızdır.

Bu problemler bağlamında, Konya’da kontrollü yağmur korunağı şartlarında farklı bitki gelişim dönemlerinde görülebilen kuraklık tiplerinin arpa genotipleri ile modellendiği bu çalışmada; arpa çeşit ve ıslah hatları üzerinde parametrelerin kullanılabilirliği ve kuraklık tipleri ile olası ilişkileri araştırılmıştır. Ayrıca farklı dönemlerdeki kuraklık stresine verim ve verim unsurları yönüyle ve bitkilerin fenolojik, morfolojik, fizyolojik ve kalite parametreleri açısından en etkin olanları belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kuraklığın etkisiyle önce toprağın, daha sonra da bitkinin su içeriği azalmaktadır. Kuraklık, turgor basıncının düşmesine, stomaların kapanmasına, yaprak büyümesinin azalmasına ve fotosentez oranının düşmesine neden olur. Kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde gelişimin sınırlanması, daha düşük kuru madde üretimi, hastalık ve zararlılara hassasiyet artışı, ürün kalitesi ve miktarında azalma meydana gelmektedir (Monti, 1987).

Sinha (1987), kurak ve yarı kurak çevrelerde yetiştirilen tahıllarda daha hızlı erken gelişim gösteren, az kardeşlenen, çiçeklenme dönemine kadar yaklaşık 500 g/m² kuru madde üretebilen, çiçeklenme döneminde yeterli yaprak alanına sahip, çiçeklenmeden sonra 300 g/m²'den daha fazla kuru madde üretebilen, metrekarede 250-300 başak ve her başakta 35-40 tane üretebilen, erkenci ya da orta-erkenci ve orta-uzun veya uzun boylu genotiplerin kuraklığa daha toleranslı olabileceğini bildirmiştir. Aynı zamanda koleoptil uzunluğu, kök uzunluğu ve derinliği fazla, yaprak mumsuluğu yüksek, yaprak alanı küçük, pedunkula boyu uzun olan genotiplerin kuraklık stresi şartlarında daha verimli olduğunu rapor etmiştir.

Acevedo ve Ceccarelli (1989), Uluslararası Kurak Alanlar Tarımsal Araştırma Merkezi'nde (ICARDA), yapılan çalışmalar neticesinde arpanın kuraklık stresi altında; gelişme tabiatı, erken gelişme gücü, bitki boyu, erkencilik, üst boğum uzunluğu ve tane doldurma süresi özelliklerinin yüksek tane verim performansı ile ilgili özellikler olduğunu ve genellikle bu özelliklerin tane verimi ile arasında pozitif ve önemli korelasyonlar olduğunu bildirmişlerdir.

Matin ve ark. (1989), kuraklığa hassas ve toleranslı, iki ve altı sıralı arpa genotiplerinde yaptıkları çalışmada kuraklığa tolerans için seleksiyon kriterleri olarak yaprak su potansiyeli ve yaprak nispi su içeriği özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yaprak nispi su içeriklerinin iki sıralı arpalarda %78.1 ile %92.2 arasında, altı sıralı arpalarda %84.4 ile %94.8 arasında olduğunu, yapılan istatistik analizinde yaprak su potansiyeli ve yaprak nispi su içeriği özelliklerinin kuraklığa hassas ve toleranslı genotipler arasında $P<0.01$ seviyesinde önemli olduğunu ve bu özelliklerin arpada kuraklığa tolerans için seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceklerini bildirmişlerdir.

Ceccarelli ve Grando (1991), kuraklık stresinin arpada çimlenme ve çıkışın gecikmesine dolayısıyla çimlenme ve çıkış oranının düşmesine neden olduğunu bildirmişlerdir.

Garcia del Moral ve ark. (1991), arpanın tane veriminin, çevre şartları dışında metrekaresindeki başak sayısı, başaktaki tane sayısı ve bin tane ağırlığı özellikleri tarafından belirlendiğini; ayrıca tane doldurma süresi ve vejetasyon süresinin de tane verimine büyük ölçüde katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Bitkilerin kuraklığa karşı toleransı gelişme dönemine, kuraklığın süresi ve şiddeti ile genotiplerin genetik özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Erken gelişme döneminde meydana gelen kuraklık, bitki boyu, yaprak alanı, fertil kardeş sayısı ve çiçeklenme gün sayısında azalmaya neden olmaktadır (Robertson ve Giunta, 1994).

Bitkilerin metabolizma faaliyetleri, yaprak nispi su içeriği ile belirlenen yaprak-su durumuna bağlıdır. Kuraklık stresi şartlarında bitkinin su içeriğini yüksek tutması, metabolik faaliyetlerini devam ettirebilmesi için önemlidir. Yaprak nispi su içeriği, kuraklık stresi altında bitki su durumunun önemli bir göstergesidir (Dhanda ve Sethi, 1998).

Arpada tane doldurma döneminde meydana gelen kuraklık stresi, yaprak su potansiyelini ve bayrak yaprak net fotosentez oranını azaltarak verim düşüklüğüne neden olmaktadır (Savin ve Nicolas, 1999).

González ve ark. (1999), kuraklık stresi altında arpa genotiplerinde ozmotik potansiyel, yaprak nispi su içeriği ve stoma iletkenliği özelliklerinin tane verimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, ozmotik potansiyel ile yaprak nispi su içeriği, stoma iletkenliği ve tane verimi arasında pozitif ve önemli korelasyonlar tespit etmişlerdir. Ayrıca kuraklık stresi altında erken başaklanan ve ozmotik potansiyelleri yüksek olan genotiplerin yüksek tane verimine sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Subhani ve Chowdhry (2000), buğdayda kuraklık stresi koşullarında tane veriminin bayrak yaprak alanı, bitki boyu ve bin tane ağırlığı özellikleri ile pozitif ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kuraklığa karşı tolerans, ilk yaprak çıkışı, çiçeklenme, koleoptil uzunluğu, kılçık oluşumu, stoma yoğunluğu, kardeşlenme kapasitesi, kök özellikleri, hücre membran stabilitesi, düşük transpirasyon oranı, yüksek su kullanım etkinliği, stoma yoğunluğu, osmotik basınç, nispi su içeriği, yaprak turgoru, prolin birikimi, nitrat redüktaz aktivitesinin artması özelliklerinin bir fonksiyonu olarak ortaya çıkmaktadır (Mitra, 2001).

Tahıllarda hasat indeksi (tanenin toplam toprak üstü biyokütleyle oranı) ve tane verimi, en çok terminal kuraklık stresinden, yani çiçeklenme ve tane doldurma sırasındaki stresten etkilenmektedir. Tane doldurma sırasında meydana gelebilecek kuraklık stresi

tane dolum süresinde kısalmaya neden olacağından tane verimini olumsuz etkilemekte, dolayısıyla da hasat indeksi değerini düşürmektedir (Araus ve ark., 2002).

Bitkilerde kuraklığa tolerans mekanizmaları kuraklıktan kaçış, kaçınma ve tolerans olarak üçe ayrılır (Blum, 2011). Kuraklıktan kaçış, kurak şartlar gelmeden veya kurak dönemden sonra nemin mevcut olduğu dönemde bitkilerin yaşam döngüsünü tamamlaması için geliştirilen mekanizmaların tamamıdır (Yue ve ark., 2006). Kuraklıktan kaçınma bitkinin su kaybını azaltması ve topraktan su alımını artırması şeklinde gerçekleşmektedir (Fang ve Xiong, 2015). Tahıllarda kuraklıktan kaçış mekanizması olan erken çiçeklenme ve erken olgunlaşmanın terminal kuraklık stresini azaltması bakımından önemli olduğu (Debaeke ve Aboudrare, 2004); kuraklığın kardeşlenme-sapa kalkma döneminde etkili olduğu çevrelerde ise başaklanma döneminin uzatılmasının (geçcilik) suya ulaşma anlamında kuraklığa tolerans sağladığı (Xu ve ark., 2005), ayrıca kurak şartlarda tane verim stabilitesini koruyan genotiplerin, toleranslı genotipler olarak kabul edilebileceği (Teulat ve ark., 2003) bildirilmiştir.

Bitkilerin kuraklığa toleransını ölçmek için kullanılan metotlardan biri de bitki örtüsü sıcaklığıdır. Kuraklık stresi şartlarında bitkiler stomalarını kapatarak transpirasyon yoluyla buharlaşmayı azaltmaktadır. Dolayısıyla kuraklık stresinin etkisi ile bitki örtüsü sıcaklığı yükselmektedir (Jones, 2004).

İslah çalışmalarında kuraklık stresi şartları altında yapılan seleksiyonda genetik olarak su kaybını azaltan özelliklere doğru yönelim oluşmaktadır. Dehidrasyon toleransı olan bitkiler kuraklık stresi altında, bitki-su içeriğini yüksek düzeyde sürdürebilme kabiliyetine sahiptirler. Ancak bu bitkilerde erken başaklanma, düşük biyolojik verim, küçük yaprak alanı ve düşük kardeş sayısı nedeniyle tane veriminde azalmalar meydana gelmektedir. Kurak şartlara toleranslı çeşit geliştirme çalışmalarında teorik olarak yüksek verim potansiyeli ile kuraktan korunma özelliklerini birleştirmek mümkün olabilir. Bunun için yüksek verimi engellemeyen kuraktan korunma özelliklerinin genotiplere aktarılması gerekmektedir (Blum, 2005).

Karimi (2005), arpa genotiplerinin kuraklık stresinin etkisiyle olgunlaşma gün sayısı, bitki boyu, üst boğum uzunluğu, tane verimi, bin tane ağırlığı ve hasat indeksi değerlerinde önemli ölçüde azalmalar meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Samarah ve ark. (2009), arpanın gelişmesi ve tane verimi üzerine kuraklık stresinin etkilerini incelediği çalışmada, kurak şartlarda normal şartlara göre genotiplerin tane doldurma süresinin, kardeş sayısının, bitkide başak sayısının, başakta tane sayısının

ve tane ağırlığının önemli ölçüde azalmasından dolayı tane veriminin de azaldığını bildirmiştir.

Li ve ark. (2006), arpada bayrak yaprak klorofil içeriği ile kuraklığa tolerans arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, kuraklığa toleransı düşük olan genotiplerin bayrak yaprak klorofil oranlarının kuraklığa toleranslı olan genotiplere göre daha düşük gerçekleştiğini; bayrak yaprak klorofil içeriği ile tane verimi arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, bayrak yaprak klorofil içeriği özelliğinin ıslah çalışmalarında kuraklığa tolerans için seleksiyon kriteri olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Farklı gelişme dönemlerindeki kuraklığın, buğdayda tane verimi ve verim unsurlarını nasıl ve ne ölçüde etkilediğinin daha iyi anlaşılması ve bunları değerlendirebilecek uygun parametrelerin belirlenmesi, ekolojik koşulları belli olan bir bölgeye hakim kuraklık tipine göre, daha iyi adapte olabilecek ve daha yüksek verimli genotiplerin ıslahında ilerlemeler sağlamasına ve daha yüksek başarılarla ulaşılmasına yardımcı olabilecektir. Son yıllarda kuraklık tipinde önemli değişkenlikler yaşanmakta, kuraklığa toleransta yıllardır kullanılan erkencilik özelliği, birçok yılda kuraklığa tolerans mekanizması olarak yetersiz kalmakta ve bu sebeple yeni seleksiyon kriterlerine olan ihtiyaç açıkça kendisini göstermektedir (Sade, 2008).

Szira ve ark. (2008), arpa genotiplerinde kuraklık stresinin farklı gelişme dönemlerinde etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, kuraklık stresinin çimlenme ve ilk gelişme döneminde; çimlenme yüzdesi, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, toprak altı ve toprak üstü kuru ağırlıklar, nispi su içeriği ve ozmotik potansiyel üzerine olumsuz ve önemli etkilerde bulunduğunu; bu durumun geç gelişme döneminde bin tane ağırlığını ve tane verimini önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada kullanılan arpa genotipleri içerisinde kuraklığa toleranslı olanların yaprak nispi su içeriği ve tane verimlerinin daha yüksek olduğu belirtmişlerdir.

Blum (2009), tahıllarda kısa gelişme döneminin (erkencilik) özellikle tane doldurma döneminde meydana gelen kuraklıktan kaçış için yararlı bir özellik olduğunu, bununla birlikte uzun gelişme döneminin genellikle yüksek verim potansiyeli anlamına gelebileceğini; sonuç olarak erkenciliğin kuraklığın geliş dönemi önceden tahmin edilemeyen çevrelerde düşük verim ile sonuçlanabileceğini, bu özelliğin daha çok kuraklık stresinin önceden tahmin edilebilir bölgelerde daha yararlı ve kullanılabilir bir özellik olabileceğini bildirmiştir.

Samarah ve ark. (2009), arpada tane doldurma döneminde meydana gelen kuraklığın tane verimi ve bitki gelişimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, dört arpa çeşidini sera ve tarla koşullarında üç kuraklık uygulaması (tarla kapasitesi %75, %50 ve %25) ile yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda araştırmacılar kuraklık stresi arttıkça fotosentez hızının, bitki su potansiyelinin, bitki boyunun, tane doldurma süresinin, metrekaresindeki başak sayısının, başakta tane sayısının, bin tane ağırlığının, tane veriminin ve hasat indeksinin azaldığını rapor etmişlerdir.

Arpada kuraklık stresi şartlarına iyi adaptasyonun, biyolojik verim, erken dönemde toprak yüzeyini kapatma, kardeş sayısı ve üst boğum uzunluğu gibi özellikler ile doğrudan ilişkili olduğu bildirilmiştir (Shakhatreh ve ark., 2010).

Arpada, bitki boyu ile tane verimi arasında pozitif korelasyon olmasına rağmen bitki boyunun uzun olması yatmaya sebep olabilmektedir. Bu olumsuzluğu ortadan kaldırmak amacıyla ıslah çalışmalarında bitki boyunun azaltılması için seleksiyon yapılırken dikkatli olunması gerekmektedir. Çünkü bitki boyunun aşırı kısılması toplam biyokütlede ve dolayısıyla tane veriminde önemli bir düşüşe yol açabilmektedir (Pržulj ve ark., 2010).

Kuraklık stresi altında meydana gelen morfolojik ve fizyolojik varyasyonlar, bitki genetik çeşitliliğinin kuraklık toleransına yansımalarıdır. Kuraklık stresine toleransı yüksek olan arpa genotipleri ıslah çalışmalarında kuraklığa toleransı artırmak amacıyla gen kaynağı olarak kullanılabilirler. Kuraklığa toleranslı arpa çeşitlerinin ıslahı, kuraklık stresinin verim üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek için en etkili ve ekonomik yaklaşım gibi görünmektedir. Bununla birlikte, özellikle modern ıslah ve agronomik uygulamalar arpada genetik çeşitliliği büyük oranda daraltmıştır (Nevo ve Chen, 2010).

Pakniyat (2010), İran'da 2005-2006 yıllarında 16 arpa genotipi ile iki farklı sulama uygulamasında (stresli-stressiz) yürüttükleri çalışmada çiçeklenme döneminden fizyolojik olgunluğa kadar kuraklık uygulamasının tane veriminde kuraklık uygulanmayanlara göre %57 azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, arpada başaklanma başlangıcı ve tane doldurma dönemi gibi farklı gelişme dönemlerinde meydana gelen kuraklık stresinin tane verimini ciddi şekilde olumsuz etkileyebileceğini bildirmişlerdir.

Sonbahar ve kış aylarında oluşan kuraklık, kışlık ekilen tahıllarda yeterli çimlenme ve çıkış olmadan veya kardeşlenme dönemine ulaşmadan bitkilerin kışa girmesine neden olmaktadır. Bu durum verim kayıpları ile sonuçlanmaktadır. Sonbaharda zamanında ve uygun bir çıkış gerçekleşse bile kışın ve ilkbaharda uzun süreli olarak

gerçekleşen kuraklıklar, kardeşlenme, sapa kalkma ve başaklanma dönemini de içine alacağı için, kardeş sayısında azalma, hücre büyümesi ve bölünmesindeki azalmaya bağlı olarak bitki boyunda kısalma, başakçık ve çiçek sayısında azalma meydana getirir. Normal şartlarda erkencilik kuraklıktan kaçış mekanizması olarak faydalı bir özellik olmakla birlikte; kuraklığın kış ve ilkbahar aylarını kapsayan dönemde uzun süreli olması halinde, erkencilik kuraklıktan daha fazla etkilenme nedeni olabilmektedir. Arpa diğer tahıllara nazaran daha erkenci olması nedeniyle bu tip bir kuraklıktan daha çok etkilenmektedir (Kutlu, 2010).

Vaezi ve ark. (2010), arpa genotiplerinin kuraklığa toleranslarının belirlenmesi amacıyla İran'da yaptıkları bir çalışmada 12 arpa genotipini optimum ve kuraklık stresi koşulları altında test etmişlerdir. Çalışma sonucunda incelenen fenolojik ve fizyolojik özellikler ve verim unsurlarının birçoğu ile tane verimi arasında korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca kuraklık stresinin tane veriminde %28.1 azalmaya neden olduğunu, yine kuraklık stresi altında başaklanma süresi ve olgunlaşma süresi ile verim arasında negatif korelasyon gözlemlendiğini, bin tane ağırlığı, başakta tane sayısı ve yaprak nispi su içeriği arasında pozitif korelasyon olduğunu, bitki boyunun tane verimi ile her iki stres koşulunda da diğer özelliklerin korelasyonundan daha düşük korelasyon elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Liu ve ark. (2011), kurak şartlar oluştuğunda yaprak nispi su içeriğini azaltmayan genotiplerin stomalarını kapatmadan, transpirasyon vasıtasıyla bitki örtüsü sıcaklıklarını düşük tuttuklarını, düşük bitki örtüsü sıcaklığına sahip genotiplerin daha fazla fotosentez yapabildiği için tane verimlerinin daha yüksek gerçekleştirebildiğini; bu nedenle bitki örtüsü sıcaklığı ve kuraklık toleransı arasında negatif korelasyonlar olduğunu, bu özelliğin kuraklığa toleranslı genotiplerin seleksiyonunda kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Lakew ve ark. (2011), Akdeniz'in düşük yağışa sahip çevrelerinde 70 arpa genotipi ile 9 lokasyonda 3 yıl yürüttükleri çalışmalarında; normal şartlara göre kuraklık stresi şartlarında tane veriminin %52.5, başaklanma gün sayısının %11.0, bitki boyunun %63.4, başak uzunluğunun %30.0, üst boğum uzunluğunun %58.0, bin tane ağırlığının %12.5 ve başakta tane sayısının %19.0 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca kuraklık stresi şartlarında, üst boğum uzunluğu ve bitki boyu özellikleri ile tane verimi arasında pozitif ve önemli korelasyonlar, fenolojik özellikler ile tane verimi arasında ise önemsiz ilişkiler belirlediklerini rapor etmişlerdir.

Ajalli ve Salehi (2012), arpada (*Hordeum vulgare* L.) kuraklığa tolerans indekslerinin değerlendirilmesi amacıyla, on genotip ile tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak normal ve stresli şartlarda yürüttükleri çalışmalarında, kuraklık stresinin incelenen özelliklerin çoğu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, kuraklık stresine toleranslı genotiplerin seleksiyonunda başak uzunluğu, başakta tane sayısı, tane verimi ve biyolojik verim özelliklerinin dikkate alınması gerektiğini; kurak şartlarda tane verimini artırmak için başakta tane sayısı ve biyolojik verim gibi özelliklerin seleksiyon indeksleri olarak kullanılabileceği rapor etmişlerdir.

Ayrancı (2012), Orta Anadolu Bölgesi'nde farklı bitki gelişme dönemlerinde görülebilen kuraklık tiplerinin modellendiği kontrollü tarla şartlarında, ekmeklik buğday genotiplerinde kurağa toleranslı genotiplerin ve en etkili seleksiyon parametrelerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Bölgenin uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık (K1), sapa kalkma başlangıcı - başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı (K2), başaklanma başlangıcı - çiçeklenme sonu dönemi kuraklığı (K3), tane doldurma dönemi kuraklığı (K4) ve tam sulu koşullar'da (K5) yürütülen çalışmada morfolojik özelliklerin genel olarak kuraklık stresi uygulamalarından negatif yönde etkilendiğini ve kurak stresi altında, genotiplerin kurağa adaptasyonuna üst boğum uzunluğu, bitki boyu, bayrak yaprak boyu ve mumsuluğun daha çok katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Ayrıca fenolojik özelliklerden başaklanma, çiçeklenme ve fizyolojik olum süresi kuraklık uygulamalarının hepsinde verimle negatif ilişkili bulunurken, erken dönemde toprak yüzeyini kapatma, tane dolum süresinin uzunluğu ve verim arasında pozitif korelasyon katsayıları belirlendiğini, fizyolojik özelliklerden düşük bitki örtüsü sıcaklığı, bayrak yaprak klorofil içeriği, stoma iletkenliği, yüksek yaprak nispi su içeriği (YNSİ) ve düşük yaprak nispi su kaybı (YNSK) özelliklerinin genotiplerin kurağa adaptasyonunu daha çok desteklediğini rapor etmiştir.

Varshney ve ark. (2012), Suriye'de 223 arpa genotipi ile kurak ve normal şartlarda yaptıkları çalışmada kuraklık stresi altında arpa genotiplerinde incelenen özelliklerden tane veriminin %67.4, biyolojik veriminin %59.0, bitki boyunun %39.9, üst boğum uzunluğunun %28.0, bin tane ağırlığının %14.9 ve bayrak yaprak klorofil içeriğinin %8.4 oranında azaldığını, başak uzunluklarının %2.5 arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca normal ve kuraklık stresi şartlarında tane verimi ile biyolojik verim arasında önemli, bin tane ağırlığı arasında ise önemsiz bir ilişki olduğunu rapor etmişlerdir.

Abdel-Ghani ve Al-Majali (2013), arpanın farklı gelişme dönemlerinde kuraklık stresinin etkilerini incelemek amacıyla 14 arpa çeşidi kullanarak üç farklı kuraklık

uygulamasında yaptıkları çalışmada, çeşitler arasında incelenen özellikler açısından önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmişlerdir. Çimlenme ve ilk gelişme döneminde kuraklık stresi arttıkça, koleoptil uzunluğu, sürgün ve kök uzunluğu, toprak altı ve toprak üstü yaş ağırlık değerlerinin azaldığını; geç dönemde meydana gelen kuraklık stresinin ise tane verimi, bitkide fertil başak sayısı ve tane ağırlığını önemli düzeyde azalttığını tespit etmişlerdir.

Rollins ve ark. (2013), arpanın kuraklık ve sıcaklık stresine karşı fizyolojik ve morfolojik tepkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada bitkilerin generatif dönemlerinde uygulanan kuraklık stresinin etkisi ile tane veriminde ve biyolojik verimlerinde önemli düşüşlerin olduğunu ancak fotosentetik performansın değişmediğini rapor etmişlerdir.

Suzuki ve ark. (2014), tahılların büyümesi ve gelişmesi üzerindeki kuraklık etkisini inceledikleri çalışmalarında; kuraklığın tipik sonuçlarının bitki boyunun, metrekaresindeki başak sayısının ve tohum ağırlığının azalması şeklinde ortaya çıktığını belirtmişlerdir.

Jedowski ve ark. (2015), arpada kuraklığın biyokütle birikimini ve tane verimini azalttığını, sıcaklığın ise özellikle çiçek gelişimini etkilediğini bildirmişlerdir.

Jouyban ve ark. (2015), arpa genotiplerinin kuraklık stresi koşullarında bazı morfolojik özelliklerini değerlendirmek amacıyla, 2014-2015 üretim sezonunda tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü 10 arpa çeşidi ile bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada; tane verimi, hasat indeksi, bitki boyu, başak uzunluğu, başak ağırlığı, kılçık uzunluğu, gövde çapı, tohum uzunluğu, tohum çapı ve sap uzunluğu özellikleri yönüyle çeşitler arasında önemli derecede farklılıklar olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, tane verimi ile hasat indeksi ve bin tane ağırlığı arasında pozitif ve önemli korelasyon olduğunu, bu nedenle bu özelliklerin kuraklık stresi altında tane verimini artırmak için kullanılabileceğini; ek olarak hasat indeksi, bitki boyu, üst boğum uzunluğu, kılçık uzunluğu ve bin tane ağırlığı gibi özelliklerin ise stres koşullarında yüksek performanslı çeşitlerin göstergesi olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Singh ve ark. (2015), 27 arpa genotipi ile kuraklık stresi altında ve normal şartlarda, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde dört tekerrürlü olarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada başaklanma ve fizyolojik olum gün sayısı, bitki boyu, üst boğum uzunluğu, başak uzunluğu, bayrak yaprak boyu ve eni, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tane verimi özellikleri incelenmiş, bu özelliklerin hepsinde kuraklık stresinin etkisi ile önemli azalmalar meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca

yapılan korelasyon analizinde bitki boyu, bayrak yaprak uzunluğu, bayrak yaprak genişliği ve başakta tane sayısı ile tane verimi arasında pozitif ve önemli bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir.

Wu ve ark. (2015), arpa genotiplerinde tane doldurma dönemindeki kuraklık stresinin tane ağırlığı, β -glukan içeriği, β -amilaz ve limit dekstrinaz (LD) aktiviteleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada kuraklık stresinin tüm genotiplerin biyokütle birikimi (%20) ile tane ağırlığını (%22) azalttığını, protein içeriğini (%13) ise artırdığını bildirmişlerdir.

Ihsan ve ark. (2016), buğdayda yaptığı çalışmada kuraklık stresinin, birim alanda kardeş ve başak sayısı ile başakta tane sayısı ve tane ağırlığını azaltarak tane verimini düşürdüğünü; şiddetli kuraklık stresine maruz kalan bitkilerin, strese maruz kalmayan bitkilerden daha erken olgunlaştığını bildirmişlerdir.

Aktaş (2017), Diyarbakır'da 10 arpa çeşidinde tane verimi ve bazı agronomik karakterlerin belirlenmesi amacıyla, yağışa dayalı (stresli) ve destek sulamalı (stressiz) koşullarda iki yıl süreyle, tesadüf blokları deneme deseninde, dört tekerrürlü bir çalışma yürütmüştür. Çalışma sonucunda iki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin stressiz koşullardaki tane verimi ortalama 491 kg/da, stresli koşullarda ise 336 kg/da olarak belirlenmiştir. İncelenen diğer özelliklerden stressiz ve stresli koşullarda elde edilen değerler sırasıyla, bin tane ağırlığı için 41 g ve 38 g, hektolitre ağırlığı için 68 kg/hl ve 62 kg/hl, metrekaresindeki başak sayısı için 513 adet/m² ile 367 adet/m², bitki boyu için 94 cm ile 73 cm olarak belirlenmiştir. Stresli koşullarda stressiz koşullara göre incelenen tüm özelliklerde kayıplar tespit edilmiştir. Bu kayıplar tane veriminde %31.6, bin tane ağırlığında %7.3, hektolitre ağırlığında %8.8, metrekaresindeki başak sayısında %28.5 ve bitki boyunda %22.3 olarak gerçekleşmiştir.

El-Shawy ve ark. (2017), Mısır Sakha Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde 2013-2014 ve 2014-2015 yetiştirme sezonlarında, arpa genotiplerini kuraklık toleransı ve verim stabilitesi yönüyle değerlendirmek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışma 15 arpa genotipi kullanılarak, normal ve kurak şartlarda tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışma sonucunda normal şartlara göre stres şartlarında başaklanma gün sayısında %2-10, fizyolojik olum süresinde %1-5, bayrak yaprak klorofil içeriğinde %3-18, bitki boyunda %9-28, başak uzunluğunda %2-54, başakta tane sayısında %3-47, metrekaresindeki başak sayısında %2-25, bin tane ağırlığında %1-17, biyolojik verimde %2-43, tane veriminde %4-40 arasında azalma meydana geldiğini, ayrıca genotiplerin kuraklık hassasiyet indekslerinin 0.19 ile 1.85

arasında değiştiği belirlemişlerdir. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda, kuraklık stresi şartları oluştuğunda yapılacak olan seleksiyonun kurağa toleranslı arpa genotiplerini belirlemede daha etkin olabileceğini bildirmişlerdir.

Hasanuzzaman ve ark. (2016), arpada yaprak kuru maddesi ve yaprak nispi su içeriğindeki varyasyonun kuraklık toleransındaki genotipik farkla önemli bir ilişki göstermediğini, bayrak yaprak klorofil içeriğinin ise arpa gen havuzunun kuraklık toleransı açısından taranmasında oldukça önemli bir gösterge olabileceğini bildirmişlerdir.

Paknejad ve ark. (2017), arpa genotiplerinde yaptıkları çalışmada kuraklık stresinin tane verimi, toplam kuru ağırlık, bin tane ağırlığı, metrekaresindeki başak sayısı, başakta tane ağırlığı, bitki boyu, st boğum uzunluğu ve hasat indeksinde önemli kayıplara neden olduğunu; ayrıca tane veriminin bin tane ağırlığı, metrekaresindeki başak sayısı, hasat indeksi, bitki boyu ve st boğum uzunluğu gibi bazı özelliklerle pozitif korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

Soleimani ve ark. (2017), İran'da çiçeklenme dönemi kuraklığının etkilerini belirlemek ve kuraklığa toleranslı arpa genotiplerini seçmek amacıyla normal ve kuraklık stresi koşulları olmak üzere iki uygulama ile bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda arpa genotiplerin tane verimlerinin kuraklık stresi koşullarında normal şartlara göre %31.5 daha düşük, kuraklığa hassasiyet indeksi değerlerinin ise ortalama 0.97 (0.27-1.55) olarak gerçekleştiği belirlemiştir. Araştırmacılar, normal koşullarda biyolojik verim ve fertil kardeş sayısının, kuraklık stresi koşullarında ise biyolojik verimin tane verimi üzerinde etkili en önemli özellikler olduğunu, biyolojik verim özelliğinin hem normal şartlarda hem de kuraklık stresi koşullarında arpa veriminin iyileştirilmesi için yapılan ıslah çalışmalarında en önemli özelliklerden biri olabileceğini rapor etmişlerdir.

Afshari-Behbahanzadeh ve ark. (2018), arpada kuraklık stresinin etkisiyle, stresin meydana gelme zamanına bağlı olarak başakta tane sayısı ve tane ağırlığının azalmasıyla tane veriminin düşebileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, tane boyutunun, ağırlığının ve kalitesinin kuraklık stresinden önemli ölçüde ($P<0.01$) etkilendiğini; tüm genotiplerde çiçeklenme döneminde kuraklık stresinin etkisiyle tanede nişasta içeriğinin azalarak protein içeriğinin arttığını bildirmişlerdir.

Alghabari ve Ihsan (2018), arpada kuraklık stresinin bitki büyümesi, tane doldurma süresi, tane şekli, verim ve kalite özelliklerine etkisini araştırmak amacıyla bitkilerin çiçeklenme başlangıcında üç farklı kuraklık stresi (TK %100, %50, %30) uygulayarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda kuraklık stresinin etkisi,

bitki biyokütle birikimi, tane verimi ve tane doldurma süresi üzerinde daha belirgin olurken; toplam kardeş sayısı ve tane protein içeriği üzerinde ise önemsiz bir etkiye sahip olmuştur. Kuraklık stresinin yoğunluğu arttıkça arpanın büyüme ve verim özellikleri önemli ölçüde azalmıştır. Su stresi bitki boyunu ve biyokütle birikimini kademeli olarak kısaltmıştır. %30 tarla kapasitesi uygulamasında kuraklık stresi bayrak yaprak klorofil içeriğinde %29-41 ve tane kalite özelliklerinde %10-27 oranında, tane veriminde ise %42 oranında kayıplara neden olmuştur. Tane verimindeki kaybın tane doldurma süresinin kısalmamasından kaynaklandığı, kuraklık stresinin tane gelişimini ve tane dolum süresini bozarak arpa verimini etkilediğini; kuraklık stresi şartlarında ıslah programlarında seleksiyon kriteri olarak çeşitlerin tane doldurma süresi özelliğine odaklanılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Arpada yaprak nispi su içeriği, yaprak nispi su kaybı ve bayrak yaprak klorofil içeriği değerleri bitkinin kuraklık stresine toleransının ölçüsünü gösteren önemli özelliklerdendir. Kuraklık stresi şartlarında yüksek yaprak nispi su içeriği ve bayrak yaprak klorofil içeriği ile düşük yaprak nispi su kaybı değerlerine sahip olan genotiplerin metabolik faaliyetlerini sürdürebildikleri ve dolayısıyla kuraklığa daha toleranslı oldukları bildirilmiştir (Iqbal, 2018).

Kızılgeçi ve ark. (2018), arpa çeşitleri ile yaptıkları çalışmada incelenen özelliklerden bayrak yaprak klorofil içeriği değerinin 30.9-35.4, yaprak alan indeksi (YAI) değerinin 1.70-2.30, NDVI değerinin 0.51-0.53, bitki örtüsü sıcaklığı değerinin 15.5 °C -17.9 °C, tane veriminin 1958-3093 kg/ha, bin tane ağırlığının 32.6-46.3 g, hektolitre ağırlığının 66.4-73.4 kg/hl, protein içeriğinin %8.1-9.0, nişasta içeriğinin %63.1-66.5 arasında değişim gösterdiğini; tane verimi ile bitki örtüsü sıcaklığı arasında pozitif ve önemli ($r=0.989^{**}$) ilişki bulunduğunu bildirmişlerdir.

Mohammadi ve ark. (2018), İran'ın Batı Azerbaycan Eyaleti'nde tam sulama ve kuraklık stresi koşullarında arpada yaptıkları çalışmada tam sulama koşullarında, tane verimine bayrak yaprak fotosentez miktarı ve biyokütlenin pozitif ve önemli, başakta tane ağırlığı ve başakta tane sayısının ise negatif ve önemli bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, kuraklık stresi şartlarında tane ağırlığının tane verimi ile pozitif ve önemli, başakta tane sayısının ise negatif ve önemli etkilerinin olduğunu rapor etmişlerdir.

Yildiz ve Tari (2018), Harran Ovası koşullarında arpa için en uygun tamamlayıcı sulama programını belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada, yetiştirme sezonu boyunca bitkinin fenolojik gelişme dönemleri göz önüne alınarak

uygulanen tamamlayıcı sulamaların arpada verim, kalite, verim bileşenleri, bitki su tüketimi ve su kullanım randımanı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla bitkinin üç farklı büyüme dönemi dikkate alınarak (sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemleri) 9 farklı sulama programı uygulamışlardır. Araştırma sonucunda arpa genotiplerinin tane verimlerinin 270-569 kg/da, başakta tane sayılarının 33.0- 43.7, başakta tane ağırlıklarının 1.50-2.13 g, bin tane ağırlıklarının 38.3-48.2 g, protein oranlarının %9.4-11.1 ve selüloz oranlarının %6.1-7.2 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Bayhan ve ark. (2019), Diyarbakır'da kuraklık stresi altında verim ve fizyolojik özellikler yönünden incelenmesi amacıyla 9 arpa genotipi kullanarak, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada bitki çıkış süresi (gün), başaklanma süresi (gün), çiçeklenme süresi (gün), fizyolojik olum süresi (gün), NDVI değeri, yaprak alan indeksi, bitki boyu (cm), bin tane ağırlığı (g) ve tane verimi (kg/da) özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre ortalama bitki çıkış süresi 52.7- 53.7 gün, başaklanma süresi 129-140 gün, çiçeklenme süresi 132-143 gün, fizyolojik olum süresi 178.0-184.7 gün, NDVI değeri 0.35-0.53, yaprak alan indeksi 0.90-1.73, bitki boyu 45-60 cm, bin tane ağırlığı 30.0-37.7 g ve tane verimi 91.5-180.2 kg/da değerleri elde edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca, NDVI değeri ve yaprak alan indeksi ile başaklanma süresi arasında, fizyolojik olum süresi ile tane verimi arasında ve yaprak alan indeksi ile NDVI değeri arasında pozitif bir korelasyon olduğunu; NDVI değeri ile bin tane ağırlığı arasında ise negatif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Carter ve ark. (2019), arpada büyüme ve gelişme özelliklerinin karşılaştırılması yoluyla normal ve kuraklık stresi koşullarında çeşitlerin farklı performanslarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda arpa genotiplerinin kuraklık stresi altında stres uygulanmayanlara göre ortalama 3.0 gün daha erken çiçeklendiklerini, fizyolojik olgunluğa ise 7.5 gün daha erken ulaştıklarını; tane verimlerinin %28.8, biyolojik verimlerinin %26.9, hasat indeksi değerlerinin %12.1, bin tane ağırlıklarının %32.6 ve bitki boylarının %3.0 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, kuraklık stresi şartlarında tane verimi ile bitki boyu, erken çiçeklenme ve erken olgunlaşma arasında pozitif ilişkiler belirlediklerini rapor etmişlerdir.

Hellal ve ark. (2019), Nubaria Deneysel Araştırma İstasyonu'nda 2016-2017 ve 2017-2018 yetiştirme sezonlarında Akdeniz arpasının verim ve verim bileşenlerini

incelemek amacıyla kuraklık stresi altında (%40 TK) ve normal (%75 TK) şartlarda bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışma sonucunda normal şartlara göre kuraklık stresi altında incelenen özelliklerden bitki boyu %16.5, metrekaresindeki başak sayısı %22.0, başakta tane ağırlığı %27.8, bin tane ağırlığı %17.8, biyolojik verim %23.3 ve tane veriminde %20.7 kayıplar meydana geldiğini; hasat indeksinin %3.7 arttığını, kuraklık hassasiyet indeksinin ise %0.53 ile 1.74 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Kebede ve ark. (2019), arpada kuraklık stresi şartlarında erken gelişme, bitki boyu, başak mumsuluğu ve bin tane ağırlığı gibi yüksek verim performansı ile ilişkili özelliklerin, kuraklığa toleranslı arpa ıslahında faydalı seleksiyon kriterleri olabileceğini bildirmişlerdir.

Kuraklık stresi, bitkinin farklı büyüme dönemlerinde meydana gelerek bitkiye çevre şartlarına göre değişmekle birlikte farklı şekil ve oranlarda etki etmektedir. Genotipler farklı büyüme dönemlerinde kurağa toleransları açısından test edilip performansları belirlenmelidir. Çünkü bazı genotipler çimlenme ve fide döneminde kurağa karşı toleranslı olurken, çiçeklenme ve tane doldurma dönemlerinde çok hassas olabilirler. Bitkilerde kuraklık toleransını ölçmek, toleranslı ve hassas genotipleri ayırt edebilmek için kullanılabilecek özellikler iyi belirlenmelidir. Herhangi bir kuraklık çalışmasında, kuraklığa toleransın ölçülmesini sağlayacak özellikleri belirlemek ve kullanmak çok önemlidir. Kuraklık stresi altında yapılan üretim faaliyetlerinin karlılığı için, ıslah çalışmalarında kuraklık toleransı ile verim paralel olarak iyileştirilmelidir (Sallam ve ark., 2019).

Sallam ve ark. (2019), bitkilerde bazı agronomik, morfolojik, fizyolojik ve metabolik özelliklerin, kuraklık toleransı ile önemli ölçüde ilişkili olduğu ve bunların arpa ıslah programlarında kuraklığa toleranslı çeşit geliştirmek amacıyla seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği bildirmişlerdir.

Feizi ve ark. (2020), arpada kuraklık stresi koşulları altında morfo-fizyolojik özelliklerin değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, üç farklı kuraklık (toprakta kullanılabilir su içeriğine göre %70, %35 ve %10 sulama) uygulamasında genotipleri test etmişlerdir. Çalışma sonucunda kuraklık seviyelerinin incelenen morfo-fizyolojik özelliklerin çoğunu önemli ölçüde etkilediğini ve bunun sonucunda verimde ve çalışılan diğer özelliklerde önemli düşüslere neden olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, birim alanda kardeş sayısı, başak sayısı, biyolojik verim ve bin tane ağırlığı en fazla olan genotiplerin tüm kuraklık uygulamalarında tane verimlerinin daha

yüksek olduğunu bu nedenle, bu özelliklerin ıslah programlarında kurağa toleranslı genotip seleksiyonu için faydalı özellikler olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir.

Kuraklık, diğer abiyotik streslerden çok daha fazla verim kaybına neden olan en yıkıcı çevresel strestir. Neredeyse tüm iklim bölgelerinde meydana gelir ve kuraklık riski taşıyan alanlar, dünya çapında ekilebilir tarım alanlarının %16.2-41.2'sini oluşturmaktadır. Kuraklık, bitki yaşam döngüsü boyunca büyüme ve gelişmenin hemen hemen tüm aşamalarını etkileyerek fotosentezde dramatik düşüşe, çiçek anormalliklerine, başakçık / çiçek kısırlığına, tane verimi ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. Kuraklık stresinin arpada tane verimini ciddi şekilde (%49-87 oranında) azaltabileceği bildirilmiştir (Cai ve ark., 2020).

Mahmood (2020), Irak Kalar Teknik Enstitüsü'nde iki yıl süre ile yürüttükleri çalışmasında; arpada kanopi sıcaklık depresyonu (CTd) ve yaprak yaşlanma özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışmada sulanan ve kurak şartlarda kanopi sıcaklıklarının kuraklık nedeniyle her iki yılda da yaklaşık bir derece arttığını tespit etmiştir.

Fahmideh ve ark. (2021), İran'ın Zabol Üniversitesi Biyoteknolojik Araştırma Enstitüsü'nde arpa genotipleri ile tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü ve üç farklı kuraklık stresi (TK %50, %75 ve %100) uyguladıkları çalışmalarında kontrol uygulamasına (normal şartlar) kıyasla kuraklık stresi uygulamalarında arpa genotiplerinin tanede protein oranlarının ve yaprak nispi su içeriklerinin azaldığını rapor etmişlerdir.

Karami ve ark. (2021), kuraklığa toleranslı arpa genotiplerini seçmede en uygun yöntemi belirlemek amacıyla bazı çok değişkenli istatistiksel yöntemleri ve çeşitli stres tolerans indekslerini karşılaştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 10 farklı arpa çeşidi sulanan ve yağışa dayalı şartlar altında dört yıl boyunca test etmişlerdir. Çalışmada yer alan arpa genotiplerinin tane verimi ile verim bileşenleri arasında istatistiki önemli farklılıklar ($P<0.01$) olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonucunda kuraklık stresi altında arpa genotiplerinin normal şartlara göre biyolojik verimde %53.6, bin tane ağırlığında %12.0, başak ağırlığında %14.6, başakta tane sayısında %10.9, bitki boyunda %17.8, kılçık uzunluğunda %6.5 kayıp meydana geldiğini, ayrıca çiçeklenme gün sayısı (3.3 gün), tane doldurma süresi (3.4 gün) ve fizyolojik olum süresinin (6.3 gün) daha erken gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Gyawali (2021), Kenya'da yazlık ve kışlık arpalarda fizyolojik ve fenotipik yaklaşımlarla kuraklığa tolerans gösteren genotipleri belirlemek amacıyla serada tesadüf parsellerinde üç tekerrürlü bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada 32 arpa genotipi kullanılmış ve iki uygulama (% 20 ve % 80 tarla kapasitesi) yapılmıştır. Deneme

materyalinden alınan fenotipik ve fizyolojik verilerin değerlendirilmesi sonucunda, büyüme, kardeşlenme kabiliyeti, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığı bakımından kışlık ve yazlık arpa genotipleri arasında önemli farklılıklar ($P<0.05$) belirlemişlerdir. Yazlık arpalar özellikle boy, başakta tane sayısı ve tohum ağırlığı açısından kışlık arpaya göre kuraklığa daha yüksek tolerans göstermiştir. Araştırmacılar Kenya'da yetişen çoğu kışlık ve yazlık genotiplerde fenotipik ve fizyolojik yöntemlerin kuraklığa karşı toleransı doğruladığını belirtmişlerdir. Ayrıca kardeşlenme kabiliyeti, bitki boyu, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığı özelliklerinin arpa genotiplerinde kuraklık stresi altında olumsuz etkilenen özellikler olduğunu bildirmişlerdir.

Firoozabadi ve ark. (2023), arpadaki morfo-fizyolojik özellikler ve bunların tane verimi ile ilişkisini araştırmak ve terminal kuraklık stresi koşullarında seleksiyon için en iyi kriterleri belirlemek amacıyla, iki hasat sezonunda, 20 arpa genotipi kullanarak, kuraklık stresi (başaklanma döneminden itibaren kuraklık uygulanması) ve stressiz şartlarda tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada başaklanma süresi, olgunlaşma süresi, fertil kardeş sayısı, bitki boyu, üst boğum uzunluğu, üst boğum ağırlığı, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, biyolojik verim, hasat indeksi ve tane verimi özellikleri incelenerek değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizine göre birçok özellik yönüyle genotipler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Araştırmacılar ayrıca kuraklık stresi koşullarında tane verimine en fazla hasat indeksi, biyolojik verim ve üst boğum uzunluğu özelliklerinin etkili olduğunu; bu özelliklerin terminal kuraklık stresi koşullarında tane verimini iyileştirmek için yapılan arpa ıslah çalışmalarında kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Jabbari ve ark. (2022), kuraklık stresi koşullarında yazlık arpada fenolojik özelliklerle ilişkili DNA markörlerinin tanımlanması amacıyla, 148 arpa çeşidi ile iki yılda, normal ve kuraklık stresi koşullarında yürüttükleri çalışmada çimlenme süresi, kardeşlenme süresi, sapa kalkma başlangıcı süresi, başaklanma süresi, tane doldurma süresi, fizyolojik olum süresi, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tane verimi özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda araştırmacılar incelenen özelliklerde kuraklık stresinin etkisiyle kayıplar meydana geldiğini ve bu özellikler bakımından denemede kullanılan çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

Saed-Moucheshi ve ark. (2022), tolerans indekslerine göre kuraklık stresine toleranslı arpa çeşitlerinin taranması, kuraklık stresine tepkilerinin değerlendirilmesi ve toleranslı olanların tespiti ile birlikte her bir verim bileşeninin tane verimi üzerindeki

etkisinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Yapılan çalışmada 25 arpa genotipi, normal şartlar (%100 tarla kapasitesi) ve kuraklık stres şartlarında (%50 tarla kapasitesi) olmak üzere iki sulama rejimi altında değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda tane verimini etkileyen özelliklerin normal şartlarda başak ağırlığı, yaprak alanı ve başakta tane sayısı olduğunu, stresli şartlarda ise fertil başak sayısı ve başakta tane sayısı olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar kuraklık stresi uygulanan genotiplerin stres uygulanmayanlara göre üst boğum uzunluğunda %13.0, başak uzunluğunda %6.0, yaprak alanında %2.9, başakta tane sayısında %17.8, bin tane ağırlığında, %16.2, kılçık uzunluğunda %9.3, hasat indeksi değerlerinde %17.9, tane veriminde %12.5, başak ağırlığında %13.0 ve yaprak nispi su içeriğinde %8.6 oranında kayıplar meydana geldiğini; biyolojik verim değerlerinin ise ortalama %7.7 artış meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Kuraklığa toleranslı arpa çeşit ıslahında, kuraklığa toleransı etkileyen mekanizmaların bilinmesi oldukça önemlidir. Arpanın kurağa toleransını geliştirmeye yönelik geleneksel bitki ıslahı yöntemlerinin başarısı, kuraklık toleransına katkıda bulunan çeşitli genetik faktörler nedeniyle sınırlı kalmaktadır. Kuraklığa tepki farklı morfo-fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerden sorumlu birkaç gen ve lokus tarafından belirlenmektedir. Bu nedenle, arpada verimi etkilemeden kuraklık toleransını artırmak için moleküler, biyokimyasal ve fizyolojik mekanizmaların anlaşılması gerekmektedir (Elakhdar ve ark., 2023).

Feroun ve ark. (2023), Fas'ta 9 arpa çeşidinde fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikleri incelemek amacıyla kuraklık stresi koşulları (TK %40) ve normal koşullarda (TK %90) yürüttükleri çalışmalarında kuraklık stresinin arpa çeşitlerinde yaprak nispi su içeriğini ve bayrak yaprak klorofil içeriğini azalttığını; fizyolojik toleransın, arpada kuraklığa toleranslı çeşitlerin seleksiyonunda iyi bir kriter olabileceğini bildirmişlerdir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitkisel materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak 13 çeşit, 7 ileri kademe ıslah hattı olmak üzere 20 arpa genotipi kullanılmıştır. Denemede kullanılan çeşitler Orta Anadolu Bölgesi'nin farklı Enstitüleri tarafından geliştirilen çeşitlerdir. İleri kademe ıslah hatları Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde yürütülmekte olan Arpa Islah Projesi kapsamında geliştirilmiş ıslah hatlarıdır. Arpa genotipleri tescil edilme amaçları, genetik ve morfolojik farklılıkları dikkate alınarak, kuraklık toleransını kapsamlı bir şekilde değerlendirmeye yönelik seçilmiştir. Denemede kullanılan arpa genotiplerine ait bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiş olup çizelgenin devamında detaylı bilgiler sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan bitkisel materyal

GN	Çeşit/ Hat Adı	Orijini	Tescil Yılı	Pedigri	Yetiştirme Şekli
1	Aydanhanım	TARM	2002	Winter Barley GK omega/2149	Sulu
2	Ayrancı	BDUTAE	2018	Osk 4.197/12-84//HB 854/Astrix/3/Rod/4/Slad/3/Vict//Yrm/Lhfm	Kuru
3	Baykara	BDUTAE	2021	Efes-4/İnce 04	Kuru
4	Burakbey	TARM	2013	COSS/OWB 71080-44-1H//Obruk	Sulu
5	Bülbül 89	TARM	1989	60TH/657	Kuru
6	Fırtına	BDUTAE	2022	Perun/Tarm-92	Sulu
7	İnce 04	GKTAE	2004	4671/Tokak//4648/p12-119/3/WBCB-4	Kuru
8	Karatay 94	BDUTAE	1994	Vontage/Güzak//Taplani/3/Rekal/CUT50/Rigic	Kuru
9	Keykubad	BDUTAE	2020	Slad/5/Yrm/4/Yky387/3/Api/Cm67//Manch/6/Flam/W M/7/KT2169	Kuru
10	Konevi 98	BDUTAE	1998	CO55/OWB710-80(WBCB)	Sulu
11	Larende	BDUTAE	2006	ALM(4662)/Tokak//342TH/P12-119/3/W.BELT22	Sulu
12	Tarm 92	TARM	1992	Tokak/4857	Kuru
13	Zeynelağa	TARM	2003	Antares/Ky63-1294//Lignee131	Sulu
14	Hat 1	BDUTAE		Zarjon80-5151/3/DICTO-MS/WA1094-67//OWB 753265 C- 01 H/OWB 763182 M/4/İnce 04/5/Larende	Kuru
15	Hat 2	BDUTAE		CWB117-5-9-5/Melissa//Altinova-1	Kuru
16	Hat 3	BDUTAE		Kikai-Hadoka J 820/CWB117-5-9-5// Altinova-1	Kuru
17	Hat 4	BDUTAE		2925/Güzak//İtalyan mutant-67/3/Tarm 92	Kuru
18	Hat 5	BDUTAE		ST4369/3/BKF/Magnelone 1604//Alouette	Kuru
19	Hat 6	BDUTAE		Erginel-90/3/342TH//3896/Güzak	Kuru
20	Hat 7	BDUTAE		4672/Tokak//Özdemir05	Kuru

GN: Genotip no, TARM: Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, BDUTAE: Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, GKTAE: Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü

Aydanhanım: Taban ve destek sulama yapılan alanlar için geliştirilen, kışlık gelişme tabiatında, uzun başaklı, uzun boylu, yatmaya dayanıklı, kardeşlenme kapasitesi yüksek, tane özellikleri iyi, orta-geççi ve geniş alanlarda ekimi yapılan bir çeşittir.

Ayrancı: Kuru alanlar için geliştirilen çeşit, iki sıralı, beyaz taneli, uzun başaklı, orta boylu, yatmaya dayanıklı, kardeşlenme kapasitesi çok yüksek, kışlık gelişme tabiatlıdır. Verim potansiyeli oldukça yüksektir. Kuru alanlar için tavsiye edilmekle birlikte, iyi şartlarda verimini yükseltebilmektedir.

Baykara: Kuru alanlar için geliştirilen çeşit iki sıralı, beyaz taneli, uzun boylu ve alternatif gelişme tabiatındadır. Verim potansiyeli oldukça yüksektir. Yağışa dayalı ve sulanamayan (kuru) alanlar için tavsiye edilmektedir. Bununla birlikte toprak ve iklim şartlarının iyileştiği yıllarda ve bölgelerde yani yağışların yüksek olduğu yıllar ve alanlar ile sulanabildiği durumlarda verim potansiyeli oldukça artmaktadır. Kuraklık, düşük sıcaklıklar ve yatma gibi olumsuz çevre şartlarına toleranslıdır.

Burakbey: Destek sulu koşullar için geliştirilen çeşit uzun ve düzgün başaklı, beyaz ve iri taneli, uzun boylu, sağlam saplı, yatmaya dayanıklı, kardeşlenme kapasitesi yüksek, alternatif gelişme tabiatında ve yüksek verimlidir.

Bülbül 89: Kuru alanlar için geliştirilen beyaz taneli, ince-koyu yeşil yapraklı, bitki boyu 90-100 cm, kardeşlenme kapasitesi yüksek, alternatif gelişme tabiatında ve orta geççi bir çeşittir.

Fırtına: Sulanan alanlar için geliştirilen çeşit iki sıralı, beyaz ve iri taneli, uzun kılçıklı, uzun boylu ve alternatif gelişme tabiatındadır. Soğuğa ve yatmaya toleranslıdır. Verim potansiyeli oldukça yüksektir. Sulanabilen ve yüksek yağışlı bölgelerde yüksek verim alınmakla birlikte, düşük yağışlı ve kurak alanlarda da oldukça tatminkar verim değerlerine ulaşmaktadır.

İnce 04: Kuru alanlar için geliştirilen çeşidin başak ve dane rengi beyaz, bitki boyu (95-105 cm) ortadır. Kardeşlenmesi orta düzeyde, orta erkenci, alternatif gelişme tabiatında, iyi çevre şartlarında yüksek verimli, Orta Anadolu ve Geçit Bölgeleri'nin taban ve yarı taban alanları için tavsiye edilen bir çeşittir.

Karatay 94: Kuru alanlar için geliştirilen çeşit iki sıralı, beyaz ve iri taneli, uzun boylu, kardeşlenme kapasitesi oldukça yüksek ve kışlık gelişme tabiatlıdır. Soğuğa ve kurağa toleranslı bir çeşittir.

Keykubad: Kuru alanlar için geliştirilen çeşit, iki sıralı, beyaz taneli, uzun kılçıklı, orta boylu, yatmaya dayanıklı, kardeşlenme kapasitesi yüksek ve alternatif

gelişme tabiatlıdır. Verim potansiyeli oldukça yüksektir. Kuru alanlar için tavsiye edilmekle birlikte, şartlar iyileştikçe verimini yükseltebilmektedir.

Konevi 98: Taban ve sulanan alanlar için geliştirilen iki sıralı, beyaz başaklı, orta-uzun boylu, yatmaya ve soğuğa toleranslı, alternatif gelişme tabiatlı bir çeşittir.

Larende: Taban ve sulanan alanlar için geliştirilmiş ve başta Orta Anadolu olmak üzere bir çok bölgede geniş ekim alanına sahip olan çeşit iki sıralı, beyaz taneli, orta-uzun boylu, yatmaya dayanıklı, kardeşlenme kapasitesi çok yüksek, alternatif gelişme tabiatlıdır. Verim potansiyeli yüksektir. Sulu alanlar için tavsiye edilmekle birlikte, kuru şartlarda da verimi oldukça iyi bir çeşittir.

Tarm 92: Kuru alanlar için geliştirilen ve Orta Anadolu bölgesinde geniş ekim alanına sahip olan çeşit uzun başaklı, kavuzlu-beyaz daneli, ince uzun yapraklı, bitki boyu 90-100 cm'dir. Çeşit alternatif gelişme tabiatında, yatmaya dayanıklı, kurak ve mikro element (Çinko ve Bor) toksisitesine toleranslı, kardeşlenme kapasitesi yüksektir.

Zeynelağa: Destek sulu koşullar için geliştirilen orta boylu, yatmaya dayanıklı, açık yeşil yapraklı alternatif gelişme tabiatında ve erkenci bir çeşittir.

Hatlar (1-7): Arpa ıslah programında kuru alanlar için çeşit geliştirmek amacıyla yürütülen denemelerden verim ve bölge verim kademesindeki yüksek verimli, bitki, yaprak, başak ve tane morfolojik özellikleri kuru şartlar için uygun olduğu öngörülen hatlar arasından seçilen genotiplerdir.

3.1.2. Deneme yeri ve özellikleri

3.1.2.1. Deneme yeri ve yılı

Bu çalışma, 2020-2021 ve 2021-2022 arpa yetiştirme dönemlerinde iki yıl süre ile Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Kuraklık Test Merkezi yağmur korunaklarında yürütülmüştür. Deneme yeri 1007 m rakım, 37° 51' kuzey enlemi ve 32° 33' doğu boylamında yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Deneme yerinin uydu görüntüsü

3.1.2.2. Deneme yerinin iklim özellikleri

Konya ili coğrafi konumu itibarıyla doğu, kuzey ve batı bölgelerinde büyük ovaların yer aldığı, güney bölgesinde oldukça engebeli arazilerin bulunduğu alanı kapsayan Konya kapalı havzasında yer almaktadır. Havzanın orta ve kuzey kesimlerinde kışları soğuk ve kısmen yağışlı, yazları sıcak ve kurak geçen karasal iklim, güneyinde ise kışları ılık ve yağışlı yazları sıcak ve kurak geçen Akdeniz iklimi hakimdir. Konya'da uzun yıllar (1991-2020 ortalaması) ve çalışmanın yürütüldüğü 2020-2021 ve 2021-2022 yılları yetiştirme dönemlerine ait bazı iklim verilerinin aylık ortalama değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Konya ilinde uzun yıllar ortalama sıcaklık 11.5°C 'dir. Sıcaklık ortalamaları Temmuz ayında 24.1°C ile en yüksek aylık ortalama sıcaklığa sahip olurken, Ocak ayında -0.3°C ile en düşük ortalama sıcaklık değerinde gerçekleşmiştir. Uzun yıllara ait tespit edilen maksimum sıcaklık değeri 40.6°C , minimum sıcaklık değeri ise -28.2°C 'dir. Çalışmanın ilk yılı olan 2020-2021 yetiştirme döneminde ortalama sıcaklık uzun yıllar ortalamasına göre 0.8°C artarak, 12.7°C değerine ulaşmıştır.

Çizelge 3.2. Konya İli'nde bazı iklim parametrelerinin uzun yıllar ortalaması ve deneme yıllarına ait aylık ortalamaları

	Aylar	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Yıllık
UYO**	Ortalama Sıcaklık (°C)	19.4	13.4	6.2	1.5	-0.3	1.3	6.0	10.9	15.9	20.5	24.1	24.0	11.9
	Maksimum Sıcaklık (°C)	38.8	31.6	25.4	21.8	17.6	23.8	28.9	30.9	34.4	36.7	40.6	39.0	40.6
	Minimum Sıcaklık (°C)	-3.0	-8.4	-20.0	-26.0	-28.2	-26.5	-16.4	-8.6	-1.2	1.8	6.0	5.3	-28.2
	Yağış (mm)	15.9	29.7	34.5	45.6	35.9	23.1	27.4	34.2	38.2	27.8	6.5	6.5	325.3
	Nispi Nem (%)	47.0	60.3	72.3	78.9	78.0	73.4	64.7	59.9	56.5	48.3	42.4	42.2	60.3
2020-2021	Ortalama Sıcaklık (°C)	21.3	15.8	5.4	4.2	2.2	2.4	4.4	11.6	18.3	19.0	24.1	23.2	12.7
	Maksimum Sıcaklık (°C)	39.3	31.8	17.6	14.7	20.6	20.1	22.1	29.5	33.4	31.9	38.2	36.4	39.3
	Minimum Sıcaklık (°C)	7.4	1.7	-1.0	-8.3	-12.7	-17.3	-9.7	-2.3	0.7	4.0	9.1	8.5	-17.3
	Yağış (mm)	3.3	2.3	14.5	7.1	24.0	0.3	32.6	16.6	0.7	19.5	0.1	3.0	124.0
	Nispi Nem (%)	51.1	54.6	75.6	83.5	81.3	72.7	72.8	61.7	47.6	58.8	44.5	45.0	62.4
2021-2022	Ortalama Sıcaklık (°C)	17.2	11.7	7.7	0.7	-2.4	1.0	0.6	12.9	14.6	20.4	22.5	26.0	11.1
	Maksimum Sıcaklık (°C)	33.0	26.6	22.2	18.3	14.8	15.4	19.5	29.3	32.5	32.5	36.3	36.2	36.3
	Minimum Sıcaklık (°C)	-1.1	-2.9	-9.6	-24.2	-25.9	-12.7	-10.2	-6.2	2.0	8.4	9.9	14.4	-25.9
	Yağış (mm)	20.1	0.0	11.1	52.8	34.6	24.4	20.3	0.9	30.6	14.5	3.8	2.6	215.7
	Nispi Nem (%)	57.5	58.0	74.2	86.8	86.8	87.8	77.4	49.7	64.6	59.3	46.7	45.7	66.2

**UYO: 1991-2020 dönemine ait ortalama değerler (MGM, 2022)

Bu yetiştirme dönemi için esas olarak dikkat çeken durum, kış aylarındaki sıcaklıklar olup, Aralık (4.2 °C), Ocak (2.2 °C) ve Şubat (2.4 °C) aylarındaki ortalama sıcaklıklar, uzun yıllar ortalamasında aynı döneme rastlayan Aralık (1.5 °C), Ocak (-0.3 °C) ve Şubat (1.3 °C) aylarındaki ortalama sıcaklıklara göre yüksek gerçekleşmiştir. Çalışmanın ikinci yılı olan 2021-2022 yetiştirme döneminde ise ortalama sıcaklıklar (11.1 °C) uzun yıllar ortalamasından (11.9 °C) 0.8 °C daha düşük gerçekleşirken; kış ayları ortalama sıcaklıkları da birinci yılın aksine uzun yılların kış sıcaklıklarından daha düşük gerçekleşmiştir. Genel olarak denemenin ikinci yılı birinci yılına göre daha soğuk geçmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da en düşük sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalamasından (-28.2 °C) daha düşük (sırasıyla -17.3 °C ve -25.9 °C) gerçekleşmiştir. Arpanın vejetasyon dönemi dikkate alındığında, çalışmanın yürütüldüğü yıllarda kardeşlenme dönemini kapsayan sürecin (Aralık-Mart), uzun yıllar ortalamasına göre birinci yılda daha sıcak, ikinci yılda ise daha soğuk geçtiği görülmüştür. Ayrıca, sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde de sıcaklık ortalamalarının uzun yıllar ortalamasından daha yüksek olduğu, tane doldurma döneminde ise uzun yıllara göre birinci yıl daha düşük, ikinci yılda hemen hemen aynı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Uzun yıllar yağış miktarı 325.3 mm olarak gerçekleşmiştir. Bölgemizde kışlık arpanın vejetasyon dönemi olan Ekim-Haziran ayları arasında alınan miktarı 296.4 mm'dir. Bu yağışın %21.7'si sonbaharda ekimden kışa kadar olan dönemde (Ekim-Kasım), %35.3'ü kış döneminde (Aralık-Ocak-Şubat) geriye kalan %57.0'lik kısmı da bitkilerin aktif gelişme gösterdiği dönem (Mart-Nisan-Mayıs) ile olgunlaşma döneminde (Haziran) alınmaktadır.

Çalışmanın birinci yılında kışlık arpanın vejetasyon dönemi olan Ekim-Haziran aylarında 116.6 mm olarak gerçekleşen yağış miktarı, uzun yıllar ortalamasından (296.4) %60 daha düşük gerçekleşmiştir. İkinci yılda vejetasyon döneminde 189.2 mm olarak gerçekleşen yağış miktarı birinci yıla göre fazla olmasına rağmen, uzun yıllar ortalamasından %36 daha düşük gerçekleşmiştir. Her iki deneme yılı kış yağışları (Kasım-Şubat) yönünden değerlendirildiğinde birinci yılda 45.9 mm, ikinci yılda 122.9 mm yağış gerçekleşmiştir (Çizelge 3.2).

Yıllık ortalama %60.3 olarak tespit edilen nispi nem, en yüksek değere %78.9 ile Aralık ayında ulaşırken, en düşük değer ise %42.2 ile Ağustos ayında gerçekleşmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü her iki yılda da yıllık ortalama nispi nem sırasıyla (%62.4, %66.2) uzun yıllar ortalamasından daha yüksek gerçekleşmiştir (Çizelge 3.2).

3.1.2.3. Deneme yerinin toprak özellikleri

Denemenin yürütüldüğü toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, toprak profilinin 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinden toprak örnekleri alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 3.3’de verilmiştir. Çizelge 3.3 incelendiğinde denemenin yürütüldüğü toprak killi-tınlı bünyeye sahip olup, organik madde içeriği orta düzeydedir (%2.6 ve %1.8). Kireç içeriği yüksek olan (%23.1 ve %32.6) deneme alanı alkali (pH: 7.8 ve 8.1) reaksiyon göstermektedir. Tuzluluk problemi olmayan ve fosfor miktarı 17.5 - 16.2 kg/da arasında olan deneme alanı toprağı, potasyum bakımından (111 - 108 kg/da) zengin durumdadır.

Çizelge 3.3. Araştırma sahası topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Toprak Özellikleri	Derinlik (cm)	
	0-30	30-60
Kum (%)	6.4	8.9
Silt (%)	27.7	29.2
Kil (%)	66.0	61.9
Bünye Sınıfı	CL	CL
Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	1.19	1.25
Tarla Kapasitesi (%)	24.2	25.1
Solma Noktası (%)	17.1	18.2
Organik Madde (%)	2.6	1.8
pH	7.8	8.1
EC (dS/m)	0.81	0.77
Fosfor (P ₂ O ₅) (kg/da)	17.5	16.2
Potasyum (K ₂ O) (kg/da)	111	108
Kireç (CaCO ₃) (%)	23.1	32.6

* Toprak analizleri Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü’nde yapılmıştır.

3.2. Yöntem

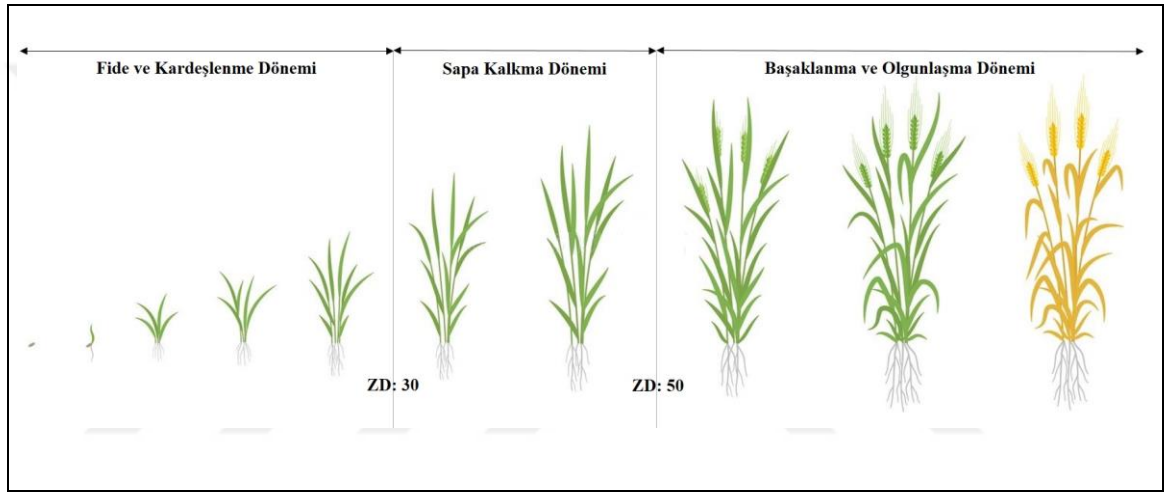
3.2.1. Deneme deseni

Deneme, “tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde” üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede uygulamalar ana parsel, genotipler alt parsellere yerleştirilmiştir. Parseller, 0.4 m² (0.4 m x 1.0 m) ebadında, her parselde 2 sıra olacak şekilde 20 cm sıra arası ve 40 cm parsel arası olacak şekilde dizayn edilmiştir. Alt

parsellerde yer alan 20 genotip tekerrürlere şansa bağlı olarak dağıtılmıştır. Denemede ele alınan kontrollü uygulamalar yağmur korunaklarında, tam sulama uygulaması (kontrol) yağmur korunaklarının bitişiğinde doğal şartlarda yürütülmüştür.

Ana konu olarak ele alınan uygulamalarda bitki gelişim dönemleri Zadoks skalası (ZD) (Zadoks ve ark., 1974) dikkate alınarak belirlenmiştir (Şekil 3.2).

Denemede yağmur korunaklarında yer alan (U1, U2, U3) uygulamalarda bitkiler sapa kalkma başlangıcı dönemine (ZD:30) kadar açıkta bırakılmış, ZD:30'dan itibaren hasata kadar ise yağmur korunaklarının otomasyon sistemi aktif hale getirilerek, sensörler ile yağış başladığında kapanması sağlanmış ve bitkilerin yağış alması engellenmiştir.



Şekil 3.2. Arpa bitkisinin bitki gelişim dönemleri

U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı; Ekimden itibaren sapa kalkma başlangıcına kadar (ZD:30) yağmur korunağı açık bırakılmış ve kış yağışlarının alınması sağlanmıştır. Sapa kalkma başlangıcından başaklanma başlangıcına kadar geçen dönemde (ZD:30-ZD:50) yağmur korunağı kapatılarak kuraklık uygulanmış, başaklanma başlangıcından itibaren tane doldurma döneminin sonuna kadar 60 mm (uzun yıllar meteorolojik verilere göre bu dönemde alınan yaklaşık yağış miktarı) damla sulama ile dört dönem halinde sulama yapılmıştır.

U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı; Başaklanma başlangıcından fizyolojik olgunluğa kadar olan bu dönemde, bitkilerin ekimden sapa kalkma başlangıcına kadar (ZD:30) yağmur korunağı açık bırakılarak kış yağışlarını alması sağlanmıştır. Sapa kalkma başlangıcından başaklanma başlangıcına kadar 40 mm (uzun yıllar ortalama yağış) damla sulama ile su verilmiştir. Başaklanma başlangıcından

(ZD:50) fizyolojik olum dönemi sonuna kadar (ZD:94) geçen dönemde kuraklık uygulanmıştır.

U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık: Bu parsellere bölgenin uzun yıllar yağış ortalamasını temsil eden genel kuraklığı test etmek amacıyla, sapa kalkma başlangıcından (ZD:30) itibaren tüm bitki gelişim dönemlerinde, her dönemin uzun yıllar yağış ortalamasına yaklaşık seviyede (ZD:30 – 50 arası 40 mm; ZD:50 – 94 arası 60 mm) damla sulama ile su verilmiştir.

U4: Tam sulu koşullar (kontrol): Bu uygulamada denemede yer alan arpa genotiplerinin optimum şartlarda verim potansiyellerinin ve kuraklık uygulamalarına tepkilerinin belirlenmesinde kontrol olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla parsellere açık tarla şartlarında vejetasyon boyunca aldıkları yağışlara ilaveten, sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı (ZD:30-50) döneminde 40 mm, başaklanma başlangıcı – fizyolojik olgunluk (ZD:50-94) döneminde 40 mm olacak şekilde damla sulama ile ilave sulama uygulaması yapılmıştır.

3.2.2. Denemelerin yürütülmesi

Deneme nadas-tahıl ekim sistemine göre nadastan sonra kurulmuştur. Her iki deneme yılında da Kasım ayında deneme planına uygun olarak parselasyon yapılmıştır. Sıra arası 20 cm olacak şekilde, yaylı tırmık ile 5-6 cm derinlikte çiziler açılmış ve açılan bu çizilere, denemede yer alan her bir genotip için daha önceden 2.25 mm' lik elekten geçirilen ve m²'ye 550 adet ekim normu uygulanarak hazırlanmış olan tohumlar elle ekilmiştir. Ekimler denemenin her iki yılında da Kasım ayının ikinci haftasında yapılmıştır (Şekil 3.3).

Ekimle birlikte taban gübresi olarak (DAP formunda) 2.7 kg azot (N) ve 7 kg fosfor (P₂O₅) ile ilkbaharda sapa kalkma başlangıcında 4.3 kg azot (N) (üre formunda) tüm uygulamalara verilmiştir. Sulu uygulama olan U4 uygulamasına ise pratikte sulu koşullardaki uygulamalar için gübreleme programlarına uygun olması açısından U1, U2 ve U3 uygulamalarından farklı olarak 5 kg/da azot (amonyum sülfat formunda) sulama ile birlikte verilmiştir. Parseldeki bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde, her iki yılda da temmuz ayının ilk haftasında orakla biçilerek hasat edilmiştir.



Şekil 3.3. Denemelerin parselasyon ve ekimi

3.2.3. Kuraklık Test Merkezi yağmur korunakları

Farklı bitki gelişim dönemlerinde oluşturulan yapay kuraklık uygulamaları, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Kuraklık Test Merkezi'nde tesis edilmiş olan yağmur korunaklarında yürütülmüştür. Yağmur korunakları üzerinde şeffaf polietilen malzeme kullanılarak kapatılmış, raylı sistemde hareket edebilen, herhangi bir yağış başladığında sensör yardımı ile yağışı algılayarak deneme üzerini otomatik kapatabilen ve yağış bittiğinde tekrar açılacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 3.4). Doğal koşullar yağmur korunağı yanında açık alandaki tarla koşullarıdır. Doğal tarla koşullarını taklit ederek iklimin öngörülemez olaylarına karşı yapılan yağmur korunakları kuraklık çalışmalarında büyük öneme sahiptir. Yağmur korunakları, taşınabilir veya sabit ve manuel, yarı otomatik ya da tam otomatik olabilir (Ries ve Zachmeier, 1985). Yağmur korunakları tahıllarda ve birçok farklı bitkide kontrollü kuraklık uygulamaları için başarıyla test edilmiştir (Kundel ve ark., 2018; Wimmerová ve ark., 2018). Dolayısıyla arpada tarla koşullarında kuraklık toleransı çalışmaları için en iyi seçenek olmaktadır.

Deneme, U1, U2 ve U3 uygulamalarında ekimden sapa kalkma başlangıcına (ZD:0-30) kadar doğal koşullarda bırakılmıştır (kuraklık uygulamalarında yağmur korunağı açık). Kuraklık uygulamalarının başlatıldığı sapa kalkma başlangıcından (ZD:30) fizyolojik olum tamamlanana kadar (ZD:94) yağmur korunağı otomatik konuma alınmıştır. Bu periyot içerisinde normal günlerde açık olan korunaklar herhangi bir yağış (yağmur, kar, dolu) durumunda otomatik olarak hızlı bir şekilde kapatmaya programlanmıştır.



Şekil 3.4. Kuraklık Test Merkezi yağmur korunakları



U1



U2



U3



U4

Şekil 3.5. Uygulamalardan görüntüler

Uygulamalar için belirlenen sulama programı uygun zamanlarda ve miktarlarda gerçekleştirilmiştir. Denemede yer alan genotiplerin optimum performanslarını belirlemek ve kontrol olarak değerlendirilmek amacıyla oluşturulan U4 uygulaması doğal tarla koşullarında hem yağıştan faydalanmış hem de dönemsel ilave sulama uygulamaları yapılmıştır (Şekil 3.5).

Denemede tüm uygulamalara sulama, damlama sulama yöntemi ile yapılmış olup, uygulanacak su miktarı her uygulama için hassas su saati ile ölçülerek ayrı ayrı verilmiştir. Tüm uygulamalara verilen su miktarları, ekimden itibaren alınan yağış miktarı ve stres süreleri 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme dönemleri için sırasıyla Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. 2020-2021 yetiştirme döneminde uygulamalara göre yağış/sulama ve kuraklık stres durumları

Dönem	Yağış / Sulama (mm)				Stresli gün sayısı (gün)	Bitki Gelişme Evresi
	U1*	U2	U3	U4		
19 Kasım - 10 Aralık	0.5/30	0.5/30	0.5/30	0.5/30	-	Çimlenme
11 Aralık - 08 Nisan	79.5/30	79.5/30	79.5/50	79.5/30	-	Kardeşlenme
09 Nisan - 13 Mayıs	0/0	0/40	0/40	1.2/80	38	(ZD: 30 - 50)**
14 Mayıs - 20 Haziran	0/60	0/0	0/60	20.2/80	38	(ZD: 50 - 94)
Toplam	200	180	260	321.4		

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar
 **(ZD:30-50): Sapa kalkma başlangıcı- başaklanma başlangıcı, (ZD:50-94): Başaklanma başlangıcı- fizyolojik olum sonu

Çizelge 3.5. 2021-2022 yetiştirme döneminde uygulamalara göre yağış/sulama ve kuraklık stres durumları

Dönem	Yağış / Sulama (mm)				Stresli gün sayısı (gün)	Bitki Gelişme Evresi
	U1*	U2	U3	U4		
17 Kasım - 14 Aralık	15/20	15/20	15/20	15/20	-	Çimlenme
15 Aralık - 15 Nisan	125/0	125/0	125/0	125/0	-	Kardeşlenme
16 Nisan - 18 Mayıs	0/0	0/40	0/40	27.1/55	33	(ZD: 30 - 50)**
19 Mayıs - 20 Haziran	0/60	0/0	0/60	16.1/85	33	(ZD: 50 - 94)
Toplam	220	200	260	343.2		

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar
 **(ZD:30-50): Sapa kalkma başlangıcı- başaklanma başlangıcı, (ZD:50-94): Başaklanma başlangıcı- fizyolojik olum sonu.

3.2.4. Araştırmada incelenen özellikler

Araştırmada çıkıştan fizyolojik olgunluğa kadar fenolojik gelişme dönemleri izlenmiştir. Parametreler “UPOV” (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. Gözlemler tahılların büyüme ve gelişmelerini ölçmek için geliştirilen Zadoks skalası (Zadoks ve ark., 1974) esas alınarak arpa bitkisinin farklı gelişme dönemlerinde alınmıştır. Ölçüm ve gözlemler, (Fischer ve Maurer, 1978; Clarke, 1987; Williams ve ark., 1988; Geçit ve Adak, 1990; Ludlow ve Muchow, 1990; Clarke ve ark., 1992; Ristic ve ark., 1992; Adamsen ve ark., 1999; Committee, 2000; Kandemir ve ark., 2000; Elgün ve ark., 2001; Dönmez ve ark., 2008; Chloupek ve ark., 2010; Lakew ve ark., 2011; Soylu ve Bayram, 2016), tarafından bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır.

3.2.4.1. Verim ve verim unsurları

3.2.4.1.1. Tane verimi

Her parselden elde edilen tane ürünü hassas terazide tartılarak, kg/da olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.6.).

3.2.4.1.2. Kuraklık hassasiyet indeksi (KHI)

Her bir genotip için tam sulu koşullar (U4) uygulamasından elde edilen değer, U1, U2 ve U3 uygulamalarından elde edilen değerler ile karşılaştırılarak her genotip için aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. Kuraklık şiddeti denemede yer alan tüm genotiplerin ortalama verim değerlerinden, kuraklık hassasiyet indeksi ise her bir genotipin verim değerlerinden hesaplanmıştır.

$$\text{Kuraklık Şiddeti} = \frac{(\text{U4 Ortalama Verim}) - (\text{U1, U2, U3 Ortalama Verim})}{\text{U4 Ortalama Verim}}$$

$$\text{KHI} = \frac{(\text{U4 Verim}) - (\text{U1, U2, U3 Verim})}{\text{U4 Verim}} / \text{Kuraklık Şiddeti}$$

3.2.4.1.3. Metrekarede başak sayısı

Hasat öncesinde ve her parselde 1 m'lik sıradan fertil başaklar sayılıp, bu değerler m²'ye çevrilerek hesaplanmıştır.

3.2.4.1.4. Başak uzunluğu

Her parselden hasattan sonra 40 başak örneği alınıp, başak alt boğumundan kılçıklar hariç başakta en üst başakçık ucuna kadar ölçülüp (cm) ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Şekil 3.7).

3.2.4.1.5. Başakta tane sayısı

Her parselden rastgele seçilen 40 başağın başakta tane sayısı sayılarak ortalaması alınmıştır (Şekil 3.7).

3.2.4.1.6. Başakta tane ağırlığı:

Her parselden rastgele seçilen 40 başağın başakta tane ağırlığı tartılarak (g) ortalaması alınarak hesaplanmıştır (Şekil 3.7).

3.2.4.1.7. Biyolojik verim

Her parselde 1 m'lik sıradan hasat edilen bitkiler tarlada 3 gün kurutulup tartılarak (tane + sap) toplam verim (biyolojik verim) kg/da olarak belirlenmiştir (Şekil 3.6).

3.2.4.1.8. Hasat indeksi

Her parselde 1 m'lik sıradan hasat edilen bitkilerden elde edilen tane verimi, biyolojik verime (tane + sap) bölünerek % olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Arpa genotiplerinde tane verimi, biyolojik verim ve hasat indeksi parametrelerinin belirlenmesi



Şekil 3.7. Başak uzunluğu, kılçık uzunluğu, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı parametrelerinin belirlenmesi

3.2.4.2. Morfolojik parametreler

3.2.4.2.1. Bitki boyu

Fizyolojik olum döneminde, 10 adet başaklı sapın, toprak seviyesinden en üst başakcık ucuna kadar olan kısmı (kılçıklar hariç) ölçülmüş (cm) ve ortalaması alınarak belirlenmiştir

3.2.4.2.2. Üst boğum arası uzunluğu

Bitki boyu ölçümü yapılan 10 adet başaklı sapta, üst boğum ile başak ekseninin ilk boğumu arasındaki uzunluk (cm) belirlenmiştir.

3.2.4.2.3. Bayrak yaprak ayası boyu

Her parselde şansa bağlı olarak belirlenen 10 bitkinin ana sapında bayrak yaprak ayası boyu ölçülerek (cm) belirlenmiştir.

3.2.4.2.4. Bayrak yaprak ayası eni

Her parselde şansa bağlı olarak belirlenen 10 bitkinin ana sapında bayrak yaprak eni, en geniş yerinden, ölçülerek (cm) belirlenmiştir.

3.2.4.2.5. Bayrak yaprak ayası alanı

Bayrak yaprak eni x bayrak yaprak boyu x 0.75 denklemine göre hesaplanmıştır.

3.2.4.2.6. Kılçık uzunluğu

Bitkiler fizyolojik olgunluk dönemini tamamladıktan sonra, her parselden şansa bağlı olarak belirlenen 10 başakta, bütün iç kavuz kılçıkları (cm) ölçülerek, ortalaması alınmıştır (Şekil 3.7).

3.2.4.2.7. Bayrak yaprak kınında mumsuluk

1 - 5 skalası kullanılmıştır. 1: mumsuluk en az, 5: mumsuluk en fazla.

3.2.4.2.8. Bayrak yaprak kıvrılması

1-5 skalası kullanılmıştır. 1: kıvrılma en az, 5: kıvrılma en fazla.

3.2.4.2.9. Bayrak yaprak dikliği

1-5 skalası kullanılmıştır. 1: diklik en az, 5: diklik en fazla.

3.2.4.3. Fenolojik parametreler

3.2.4.3.1 Erken dönemde toprak yüzeyini kapama (NDVI)

Denemede kullanılan genotiplerin erken dönemde oluşturdukları biyokütle ve toprak yüzeyini kapama oranını belirlemek amacıyla, kıştan çıkışı takiben Trimble Green Seeker taşınabilir el sensörü kullanılarak NDVI değeri belirlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Erken dönemde toprak yüzeyini kapama (NDVI) ölçümü

3.2.4.3.2. Başaklanma süresi

Başaklanma süresi, 1 Ocak tarihinden itibaren parseldeki bitkilerin %50'sinin başak çıkardığı tarihe kadar geçen süre, gün sayısı olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.3.3. Çiçeklenme süresi

Çiçeklenme süresi, 1 Ocak tarihinden itibaren parseldeki bitkilerin %50'sinin çiçeklendiği tarihe kadar geçen süre, gün sayısı olarak hesaplanmıştır. Arpada çiçeklenme tarihinin tespiti, gözlemlenebilmesinin güç olmasından (bazı genotiplerde başaklar bayrak yaprak kınından çıkmadan çiçeklenme gerçekleştiğinden) dolayı başaklanmadan itibaren bayrak yaprak kınları ve kavuzlar elle açılarak kontrol edilmek suretiyle yapılmıştır.

3.2.4.3.4. Fizyolojik olum süresi

Fizyolojik olum süresi, 1 Ocak tarihinden itibaren parseldeki bitkilerin sarardığı tarihe kadar geçen süre gün olarak belirlenmiştir (Şekil 3.9).

3.2.4.3.5. Tane doldurma süresi

Parseldeki bitkilerin %50 çiçeklenmesinden itibaren parseldeki tüm bitkilerin sarardığı (kılçıkların renklerini kaybettiği) tarihe kadar geçen süre, gün sayısı olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.9. Arpa genotiplerinde fizyolojik olum süresinin belirlenmesi

3.2.4.4. Fizyolojik parametreler

3.2.4.4.1 Yaprak nispi su içeriği

Çiçeklenme başlangıcında, tüm genotipler yaprakların turgor basıncının en yüksek olduğu sabah 8.30 – 9.30 saatleri arasında örneklenmiştir. Her parselde şansa bağlı seçilen 10 bitkide birer kardeşin bayrak yaprak ayası kını ile birleştiği yerden kesilerek, rutubet kaybını engellemek için, hızlı bir şekilde daha önce daraları alınmış ağzı kapaklı tüplerin içerisine konarak, buz kutusu içerisine yerleştirilmiştir. Laboratuara taşınan örnekler 0.001 g hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Tüpler ağzına kadar saf su ile doldurulduktan sonra turgor basıncına ulaşması için 4 °C’de bir gece bekletilmiş, su içerisinden çıkartılan örnekler hemen kurutma kağıdı ile kurularak tartılmış ve turgor ağırlığı tespit edilmiştir. Daha sonra örnekler etüvde 70 °C’de 24 saat bekletilerek tekrar tartılmış ve kuru ağırlıkları bulunmuştur. Elde edilen değerlerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak nispi su içeriği (YNSİ) hesaplanmıştır (Şekil 3.10).

$$\text{YNSİ (\%)} = \frac{\text{Yaş Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}}{\text{Turgor Ağırlığı} - \text{Kuru Ağırlık}} \times 100$$



Şekil 3.10. Yaprak nispi su içeriği ve yaprak nispi su kaybı parametrelerinin belirlenmesi

3.2.4.4.2. Yaprak nispi su kaybı

Başaklanma döneminde, her parselden şansa bağlı seçilen 15 bitkide, yaprak nispi su içeriğinin belirlenmesinde olduğu gibi örneklenmiştir. Laboratuara taşınan örnekler 0.001 g hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Örnekler etüvde 30 °C’de 2 saat bekletildikten sonra tekrar tartılmış ve solgun ağırlık tespit edilmiştir. Daha sonra örnekler etüvde 70 °C’de 24 saat bekletilerek tekrar tartılıp kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen değerlerden aşağıdaki formüle göre, yüzde yaprak nispi su kaybı hesaplanmıştır (Şekil 3.10).

$$\text{YNSK (\%)} = \frac{\text{Yaş Ağırlık} - \text{Solgun Ağırlık}}{\text{Yaş Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}} \times 100$$

3.2.4.4.3. Bitki örtüsü sıcaklığı

Bitki örtüsü sıcaklığı, taşınabilir bir infrared termometre ile (°C) ölçülmüştür. Sıcaklığın yüksek olduğu öğle saatinde (12.00-14.00 arasında) okuma yapılırken, cihaz zeminden 30°’lik bir açıyla (yapraklara hakim görüşe sahip en uygun açı) tutulmuştur. Her parsel için kuzeyden ve güneyden olmak üzere iki ölçüm yapılarak ortalaması alınmıştır. Ölçüm esnasında havanın bulutlu ve rüzgarlı olmamasına dikkat edilmiştir. Ölçümler başaklanma başlangıcında (ZD:50) ve çiçeklenmenin tamamlandığı dönemde (ZD:70) yapılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinin belirlenmesi

3.2.4.4. Bayrak yaprak klorofil içeriği

Bayrak yaprak klorofil içeriği, oransal olarak ve SPAD biriminde ölçen Minolta marka alet ile başaklanma başlangıcında (ZD:50) ölçülmüştür. Ölçüm her parsel için üç adet bayrak yaprağında üçer defa yapılmıştır. İlk ölçüm yaprak ayasının tabanından, ikinci ölçüm yaprak ayasının ortasından üçüncü ölçüm ise yaprak ayasının uç kısmına yakın yerden alınmıştır. Ölçülen bu üç değerin ortalaması alınarak yaprağın klorofil miktarı % olarak SPAD cinsinden hesaplanmıştır. Ölçülen 3 yaprağa ait verilerin aritmetik ortalaması alınarak her parselin ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği oransal olarak belirlenmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerinin belirlenmesi

3.2.4.5. Kalite parametreleri

3.2.4.5.1. Protein oranı

Değirmende öğütülen tane örneklerinde, Leco.528 cihazı ile kalibre edilmiş Near Infrared Reflectance (NIR) spektroskopi cihazı (Foss2500F) ile AACC metodu 39-10'a göre belirlenmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Protein ölçüm cihazı

3.2.4.5.2. Bin tane ağırlığı

Her parselden elde edilen tane ürününden Pfeuffer Contador marka cihaz ile 1000 adet tohum sayılmış ve tartılarak gram cinsinden ağırlığı gravimetrik olarak belirlenmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Bin tane ağırlığı ölçüm cihazı

3.2.4.5.3. Hektolitre ağırlığı

Her parselden elde edilen tane ürününde 1 litrelik hektolitre ağırlık ölçme aleti ile (kg/hl) tespit edilmiştir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Hektolitre ağırlığı ve elek değerleri ölçüm cihazları

3.2.4.5.4. Elek analizleri

100 g numune 4 dk. elenerek 2.2 mm altı ve 2.5 mm üstü (g) ayrı ayrı hesaplanarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.15).

3.2.5. İstatistik analizi ve değerlendirmeler

Denemelerden elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde, varyans analizleri yapılmış ve farklılıkları önemli olan özelliklerin ortalama değerleri LSD (0.05) testine göre gruplandırılmıştır. Verilerin analizinde JUMP 11.2.1 istatistik programı kullanılmıştır. Biplot grafiklerinin oluşturulmasında Microsoft Office Excel 2016 programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Konya’da kontrollü yağmur korunağı şartlarında farklı bitki gelişim dönemlerinde görülebilen kuraklık tiplerinin arpa genotipleri ile modellendiği bu çalışmada; arpa çeşit ve ıslah hatları üzerinde parametrelerin kullanılabilirliği ve kuraklık tipleri ile olası ilişkileri araştırılmıştır. Ayrıca farklı dönemlerdeki kuraklık stresine verim ve verim unsurları yönüyle ve bitkilerin fenolojik, morfolojik, fizyolojik ve kalite parametreleri açısından en etkin olanları belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmada elde edilen bulgular aşağıda ayrı başlıklar altında verilmiştir. Tüm parametrelerde birinci ve ikinci yıl elde edilen veriler üzerinden varyansların homojenliği test edilmiştir (Bartlett, 1937). Varyans homojenliği gösteren parametrelerde yılların birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir.

4.1. Verim ve Verim Unsurları

4.1.1. Tane verimi

Deneme, 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında Konya’da kontrollü yağmur korunağı şartlarında 20 arpa genotipi (13 çeşit + 7 hat) kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotiplerin tane verimi bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile yıl x kuraklık uygulaması, genotip x yıl, genotip x kuraklık uygulaması ve genotip x kuraklık uygulaması x yıl interaksyonları arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca denemeye ait varyasyon katsayısı (CV) değerinin % 20’den düşük (%9.7) ve belirtme katsayısı (R^2) değerinin ise 0.95 olması deneme hatasının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Bowley, 1999) (Çizelge 4.1).

Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması (%74.8) tane verimi üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur. Diğer taraftan yıl (%10.2) ve genotip (%6.6) etkilerinin payı kuraklık uygulaması etkisinin payından daha düşük gerçekleşmiştir. Genotip x yıl, genotip x kuraklık uygulaması ve genotip x yıl x kuraklık uygulaması interaksyonlarının (GÇİ) payı ise %4.3’de kalmıştır (Çizelge 4.1).

Tane verimi genel ortalaması 508.5 kg/da olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 435.8 kg/da iken, ikinci yılda 581.2 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen tane verimlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	2538830	2538830	736.96**	10.2
Tekerrür [Yıl]	4	13673	3418	0.99	0.1
Kuraklık Uygulaması (U)	3	18539544	6179848	1793.86**	74.8
Y*U int.	3	208361	69454	20.16**	0.8
Hata (1)	12	41337	3445	1.42	0.2
Genotip (G)	19	1643690	86510	35.72**	6.6
G*Y int.	19	192422	10127	4.18**	0.8
G*U int.	57	627071	11001	4.54**	2.5
G*U*Y int.	57	248648	4362	1.80**	1.0
Hata (2)	304	736390	2422		3.0
Genel	479	24789966			
** (P<0.01) CV (%): 9.7 R ² : 0.95 Ort.: 508.5					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Denemenin ikinci yılında elde edilen tane verimi artışının (birinci yıla göre %33.3 artış) bu sezonda iklim özelliklerinin arpa genotipleri açısından birinci yıla göre daha uygun olmasından ve yağışın mevsimsel dağılımının büyüme ve gelişim için daha elverişli olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırmanın yürütüldüğü Konya’da uzun yıllar yağış ortalaması 325.3 mm, birinci yılda 124.0 mm, ikinci yılda 215.7 mm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3.2).

Araştırmada ekimden sapa kalkma dönemine kadar birinci yılda 80 mm, ikinci yılda 140 mm (birinci yıldan %75 fazla) yağış alınmıştır. Bunun yanı sıra sapa kalkma döneminden itibaren tane doldurma döneminin sonuna kadar alınan yağış ve uygulanan su miktarları dışında birinci yıl 78 gün, ikinci yıl 66 gün arpa genotipleri strese maruz kalmışlardır. Ayrıca arpa genotiplerinin başaklanma dönemi (ZD:50) ile çiçeklenme ve tane doldurma döneminin bir kısmını kapsayan Mayıs ayında, ikinci yılın birinci yıla nazaran daha düşük ortalama sıcaklık değerlerinin bir sonucu olarak evapotranspirasyon ile nem kaybının daha az olması ikinci yıl tane verimi değerlerine olumlu yansımıştır.

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama tane verimi 248.0 kg/da (U1) ile 771.6 kg/da (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda 205.9 kg/da (U1) ile 671.2 kg/da (U4) arasında değişirken, ikinci yılda 290.1 kg/da (U1) ile 872.1 kg/da (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.1).

Çizelge 4.2. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen tane verimleri (kg/da)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	194.2 z++	267.7 z++	518.3 z++	694.3 p-x	418.6 m-p	2022	325.0 z++	433.7 z++	642.0 u+	839.7 e-i	560.1 fg	2021-2022 Ort	259.6 z++	350.7 z++	580.2 q-t	767.0 efg	489.4 gh
Ayrancı		193.0 z++	322.5 z++	523.3 z++	715.0 m-u	438.5 k-n		235.0 z++	475.3 z++	647.0 t+	906.3 de	565.9 efg		214.0 z++	398.9 z++	585.2 p-s	810.7 de	502.2 fgh
Baykara		226.0 z++	405.8 z++	540.0 z++	733.3 k-s	476.3 jk		481.7 z++	597.0 z++	755.3 j-q	954.7 cd	697.2 a		353.8 z++	501.4 v-x	647.7 mno	844.0 cd	586.7 b
Burakbey		174.3 z++	330.0 z++	546.7 z++	648.3 t+	424.8 l-o		311.7 z++	498.7 z++	647.0 t+	836.3 e-i	573.4 ef		243.0 z++	414.3 z+	596.8 o-q	742.3 ghi	499.1 fgh
Bülbül 89		225.8 z++	365.0 z++	501.7 z++	549.2 z++	410.4 m-q		350.0 z++	572.0 z++	632.0 v+	783.0 h-n	584.3 def		287.9 z++	468.5 w-z	566.8 q-u	666.1 mn	497.3 fgh
Fırtına		195.0 z++	339.2 z++	578.3 z++	803.3 g-k	479.0 ij		344.0 z++	560.3 z++	782.0 t-n	1111.3 a	699.4 a		269.5 z++	449.8 x+	680.2 k-n	957.3 a	589.2 b
İnce 04		211.7 z++	404.2 z++	594.3 z++	630.0 w+	460.0 jkl		338.3 z++	562.0 z++	678.7 q-z	836.0 e-i	603.8 cde		275.0 z++	483.1 v-y	636.5 nop	733.0 g-k	531.9 de
Karatay 94		213.3 z++	392.5 z++	485.8 z++	577.5 z++	417.3 m-p		320.0 z++	467.0 z++	645.3 t+	793.0 h-m	556.3 fg		266.7 z++	429.8 y+	565.6 q-u	685.3 j-n	486.8 gh
Keykubad		202.5 z++	329.2 z++	530.8 z++	675.8 r+	434.6 lmn		240.0 z++	520.3 z++	792.0 h-m	1059.7 ab	653.0 b		221.3 z++	424.8 z+	661.4 mn	867.8 abc	543.8 cd
Konevi 98		171.7 z++	246.2 z++	458.3 z++	660.0 s+	384.0 pqr		195.0 z++	373.7 z++	610.3 y+	841.3 e-i	505.1 hi		183.3 z++	309.9 z++	534.3 s-v	750.7 fgh	444.6 jk
Larende		210.8 z++	337.0 z++	520.0 z++	723.3 l-t	447.8 j-m		291.7 z++	458.7 z++	688.7 p-y	878.0 d-g	579.3 ef		251.3 z++	397.8 z++	604.3 opq	800.7 def	513.5 efg
Tarm 92		205.8 z++	335.0 z++	476.7 z++	602.5 z+	405.0 n-q		261.7 z++	465.3 z++	705.3 n-w	796.3 h-l	557.2 fg		233.8 z++	400.2 z++	591.0 p-r	699.4 h-m	481.1 hi
Zeynelağa		221.3 z++	415.0 z++	505.8 z++	637.5 u+	444.9 j-m		380.0 z++	511.3 z++	691.0 p-x	838.0 e-i	605.1 cde		300.7 z++	463.2 w-z	598.4 o-q	737.8 g-j	525.0 def
Hat 1		165.8 z++	270.8 z++	393.0 z++	554.7 z++	346.1 r		128.3 z++	312.0 z++	577.0 z++	774.7 t-o	448.0 j-m		147.1 z++	291.4 z++	485.0 v-y	664.7 mn	397.0 l
Hat 2		191.8 z++	260.0 z++	431.7 z++	607.5 z+	372.8 qr		315.0 z++	382.0 z++	597.0 z++	721.3 l-t	503.8 hi		253.4 z++	321.0 z++	514.3 u-w	664.4 mn	438.3 jk
Hat 3		215.8 z++	419.2 z++	696.7 o-x	710.0 n-v	510.4 hi		202.0 z++	560.3 z++	765.3 t-p	949.7 cd	619.3 bcd		208.9 z++	489.8 v-x	731.0 g-l	829.8 cd	564.9 bc
Hat 4		280.8 z++	422.0 z++	595.0 z++	817.5 f-j	528.8 gh		418.3 z++	627.0 w+	795.3 h-l	1011.3 bc	713.0 a		349.6 z++	524.5 t-v	695.2 h-m	914.4 ab	620.9 a
Hat 5		170.0 z++	275.0 z++	476.7 z++	620.0 x+	385.4 o-r		115.0 z++	402.0 z++	573.7 z++	756.3 j-q	461.8 jkl		142.5 z++	338.5 z++	525.2 t-v	688.2 t-n	423.6 kl
Hat 6		204.5 z++	261.7 z++	478.3 z++	668.3 s+	403.2 n-q		186.7 z++	404.3 z++	592.0 z++	861.3 e-h	511.1 hi		195.6 z++	333.0 z++	535.2 r-v	764.8 efg	457.1 ij
Hat 7		243.8 z++	470.8 z++	601.0 z+	795.8 h-l	527.9 gh		363.3 z++	505.3 z++	750.3 j-r	893.0 def	628.0 bc		303.6 z++	488.1 v-x	675.7 lmn	844.4 cd	577.9 b
Ortalama		205.9 g	343.4 e	522.6 c	671.2 b	435.8 b		290.1 f	484.4 d	678.4 b	872.1 a	581.2 a		248.0 d	413.9 c	600.5 b	771.6 a	508.5

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 11.7

LSD (0.05) U: 16.5

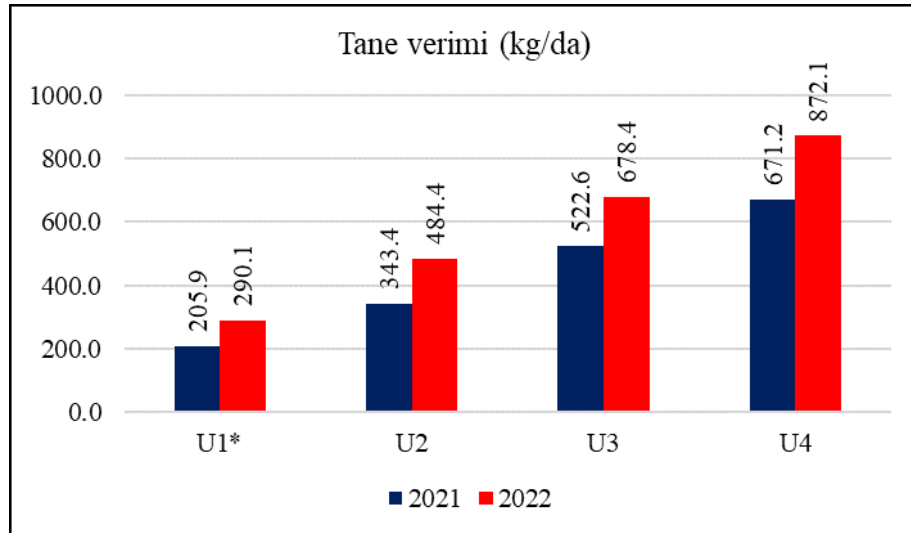
LSD (0.05) Y*U int.: 23.4

LSD (0.05) G: 28.0

LSD (0.05) G*Y int: 39.5

LSD (0.05) G*U int.: 55.9

LSD (0.05) G*U*Y int.: 79.1



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.1. Kuraklık uygulamalarında ortalama tane verimi değerleri

İki yılın ortalaması olarak uygulamalara ait LSD testine göre, U4 uygulaması (771.6 kg/da) “a” grubunda yer almıştır. U3 uygulaması (600.5 kg/da) “b” grubunda yer alırken, U2 uygulaması (413.9 kg/da) “c” grubu ile bunu izlemiştir. U1 uygulaması (248.0 kg/da) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.2). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede verim kayıplarına uğradığı ve en yüksek verim kaybının sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) görüldüğü ifade edilebilir. Yin ve ark. (2005), arpada tane verimi yönüyle, sapa kalkma döneminde meydana gelen kuraklıktan daha sonraki gelişim dönemlerinin de olumsuz etkilendiğini bildirmişlerdir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama tane verimi 397.0 kg/da (Hat 1) ile 620.9 kg/da (Hat 4) arasında değişmiştir. Bu değerler, birinci yılda 346.1 kg/da (Hat 1) ile 528.8 kg/da (Hat 4) arasında, ikinci yılda ise 448.0 kg/da (Hat 1) ile 713.0 kg/da (Hat 4) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Hat 4 (620.9 kg/da) “a” grubunda yer alırken Fırtına (589.2 kg/da), Baykara (586.7 kg/da) ve Hat 7 (577.9 kg/da) “b” grubunda yer alarak ön plana çıkan genotipler olmuştur. Hat 3 (564.9 kg/da) “bc”, Keykubad (543.8 kg/da) “cd”, İnce 04 (531.9 kg/da) “de”, Zeynelağa (525.0 kg/da) “def” ve Larenden (513.5 kg/da) “efg” grubu ile genel ortalamanın üzerinde performans göstermişlerdir. Ayrancı (502.2 kg/da), Burakbey (499.1 kg/da) ile Bülbül 89 (497.3 kg/da) “fgh”, Aydanhanım (489.4 kg/da) ve Karatay 94 (486.8 kg/da) “gh”, Tarm 92 (481.1 kg/da) “hi” grubu ile genel ortalamanın

altında yer alırken; Hat 6 (457.1 kg/da) “ij”, Konevi 98 (444.6 kg/da) ve Hat 2 (438.3 kg/da) “jk”, Hat 5 (423.6 kg/da) “kl” ve Hat 1 (397.0 kg/da) “l” grupları ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.2). El-Shawy ve ark. (2017), düşük sulama seviyesiyle karşılaştırıldığında, iyi sulanan genotiplerin %39 daha fazla tane verimine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum, kuraklığa toleranslı genotiplerin, su stresinin olumsuz etkilerini azaltmada önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Denemede yer alan kuraklık uygulamaları ile genotipler arasındaki interaksiyonlar incelendiğinde, kuraklık uygulamalarının genotiplerin tane verimi üzerine farklı etkilerde bulunarak, uygulamadan uygulamaya değişen önemli varyasyonlar oluşturduğu görülmektedir. Uygulamalar arasındaki dönemsel kuraklık farklılıklarının ve vejetasyon süresinde bitkilerin kullandıkları toplam su miktarındaki farklılıkların genotipler üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.3. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen tane verimlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları		
	U1*	U2	U3
Aydanhanım	66.2	54.3	24.4
Ayrancı	73.6	50.8	27.8
Baykara	58.1	40.6	23.3
Burakbey	67.3	44.2	19.6
Bülbül 89	56.8	29.7	14.9
Fırtına	71.8	53.0	29.0
İnce 04	62.5	34.1	13.2
Karatay 94	61.1	37.3	17.5
Keykubad	74.5	51.1	23.8
Konevi 98	75.6	58.7	28.8
Larende	68.6	50.3	24.5
Tarm 92	66.6	42.8	15.5
Zeynelağa	59.2	37.2	18.9
Hat 1	77.9	56.2	27.0
Hat 2	61.9	51.7	22.6
Hat 3	74.8	41.0	11.9
Hat 4	61.8	42.6	24.0
Hat 5	79.3	50.8	23.7
Hat 6	74.4	56.5	30.0
Hat 7	64.0	42.2	20.0
Ortalama	67.9	46.4	22.2

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama verim değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % verim kayıpları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %67.9 tane verimi kaybı ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %46.4 ile U2 ve %22.2 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Ahmadizadeh ve ark. (2011), kuraklıktan kaynaklanan verim kayıplarının farklı dönemlere göre %17-70 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Samarah ve ark. (2009), farklı çevrelerde çeşitli arpa genotipleri için şiddetli kuraklığın bir sonucu olarak tane veriminde %73-87 azalma olduğunu bildirmişlerdir.

El-Shawy ve ark. (2017), arpa genotipleri ile yürüttükleri bir çalışmada ciddi derecede düşük, düşük, orta ve yüksek derecede kuraklık uygulamaları ile elde ettikleri tane veriminde değişen sulama seviyelerinin, tane verimini önemli ölçüde etkilediğini, artan sulama seviyesinin tane verimini kademeli olarak arttırdığını gözlemlemişlerdir.

Hossain ve ark. (2012), kuraklığın genellikle çift halka döneminden fizyolojik olgunluğa kadar arpanın gelişim süreçlerini kesintiye uğratabileceğini ve bitkilerin tane veriminde ve kuru madde birikiminde azalmalara neden olabileceğini bildirmişlerdir. Yıldız ve Tari (2018), farklı gelişim dönemlerini kapsayan dokuz sulama konusunda arpada yürüttükleri çalışmada ilave sulamaya göre sapa kalkma dönemi ile başaklanma dönemi arasında kuraklık uygulamasının (ZD:30-ZD:50 arası kuraklık) tane veriminde %65 azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca arpada yağışa ilave olarak verilen tamamlayıcı sulamanın hem verimi hem de kaliteyi artırdığını ve sulama imkanı olan çevrelerde tamamlayıcı sulamanın sapa kalkma döneminde yapılmasının tane verimi açısından daha faydalı olabileceğini bildirmişlerdir. Pakniyat (2010), arpa genotipleri ile iki farklı sulama rejiminde (stresli-stressiz) yürüttükleri çalışmada çiçeklenme döneminden fizyolojik olgunluğa kadar kuraklık uygulamasının tane veriminde kuraklık uygulanmayanlara göre %57 azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Arpada, başaklanma başlangıcı ve tane doldurma süresi gibi farklı gelişme dönemleri, tane verimini ciddi şekilde etkileyebilir.

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde, genotiplerden ortalama 248.0 kg/da verim elde edilmiştir. Baykara çeşidi 353.8 kg/da ile en yüksek tane verimine sahip olurken bunu Hat 4 (349.6 kg/da), Hat 7 (303.6 kg/da), Zeynelağa (300.7 kg/da) ve Bülbül 89 (287.9 kg/da) çeşitleri takip etmiştir. İnce 04 (275.0 kg/da), Fırtına (269.5 kg/da), Karatay 94 (266.7 kg/da), Aydanhanım (259.6 kg/da), Hat 2 (253.4 kg/da) ve Larende (251.3 kg/da) ortalamasının üzerinde tane verimlerine sahip

olurken; Burakbey (243.0 kg/da), Tarm 92 (233.8 kg/da), Keykubad (221.3 kg/da) ve Ayrancı (214.0 kg/da) çeşitleri ortalamanın altında tane verimlerine sahip olmuşlardır. Hat 3 (208.9 kg/da), Hat 6 (195.6 kg/da), Konevi 98 (183.3 kg/da), Hat 1 (147.1 kg/da) ve Hat 5 (142.5 kg/da) ise düşük tane verimi değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.2). U1 uygulamasında genotipler arasında önemli bir varyasyonun bulunduğu dikkat çekmektedir. Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama verim kaybı %67.9 olarak gerçekleşmiştir. Düşük verim kaybı gösteren Bülbül 98 (%56.8), Baykara (%58.1) ve Zeynelağa (%59.2) diğer genotiplere kıyasla sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönemi kuraklığına daha toleranslı genotipler olarak belirlenmiştir. Yüksek verim kaybına uğrayan Hat 5 (%79.3), Hat 1 (%77.9) ve Konevi 98 (%75.6) genotiplerinin ise sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönemi kuraklığına hassas oldukları anlaşılmaktadır (Çizelge 4.3)

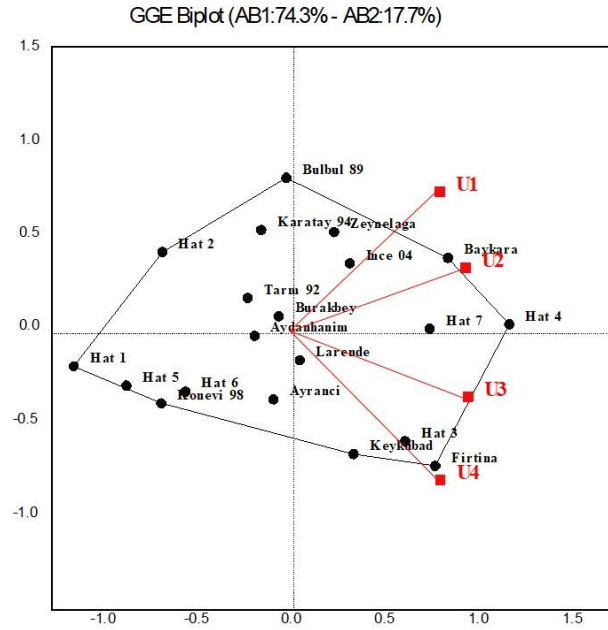
U2 uygulamasında genotiplerden ortalama 413.9 kg/da verim elde edilmiştir. Hat 4 genotipi 524.5 kg/da ile en yüksek tane verimine sahip olurken bunu Baykara (501.4 kg/da), Hat 3 (489.8 kg/da), Hat 7 (488.1 kg/da) ve İnce 04 (483.1 kg/da) çeşitleri takip etmiştir. Bülbül 89 (468.5 kg/da), Zeynelağa (463.2 kg/da), Fırtına (449.8 kg/da), Karatay 94 (429.8 kg/da), Keykubad (424.8 kg/da) ve Burakbey (414.3 kg/da) çeşitleri ortalamanın üzerinde tane verimlerine sahip olurken, Tarm 92 (400.2 kg/da), Ayrancı (398.9 kg/da), Larende (397.8 kg/da) ve Aydanhanım (350.7 kg/da) çeşitleri ortalamanın altında tane verimlerine sahip olmuşlardır. Hat 5 (338.5 kg/da), Hat 6 (333.0 kg/da), Hat 2 (321.0 kg/da), Konevi 98 (309.9 kg/da) ve Hat 1 (291.4 kg/da) ise düşük tane verimi değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.2). Baykara çeşidi ile Hat 7'nin, sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı kuraklığı (U1) uygulamasında olduğu gibi, başaklanma dönemi – tane doldurma dönemi kuraklığında da (U2) başarılı birer genotip oldukları anlaşılmaktadır. U2 uygulamasında genotiplerin ortalama verim kaybı %46.4 olarak gerçekleşmiştir. Bu kayıp genotipler arasında %29.7 (Bülbül 89) ile %58.7 (Konevi 98) arasında değişim göstermiştir. Düşük verim kaybı gösteren Bülbül 98 (%29.7), İnce 04 (%34.1), Zeynelağa (%37.2) ve Karatay 94 (%37.3) çeşitleri diğer genotiplere kıyasla başaklanma dönemi – tane doldurma dönemi kuraklığına daha toleranslı genotipler olarak belirlenmiştir. Yüksek verim kaybına uğrayan Konevi 98 (%58.7), Hat 6 (%56.5), Hat 1 (%56.2) ve Aydanhanım (%54.3) genotiplerinin ise başaklanma dönemi – tane doldurma dönemi kuraklığına hassas oldukları anlaşılmaktadır (Çizelge 4.3).

Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık (U3) uygulamasında genotiplerden ortalama 600.5 kg/da verim elde edilmiştir. Hat 3 genotipi 731.0 kg/da ile en yüksek tane verimine sahip olurken bunu Hat 4 (695.2 kg/da), Fırtına (680.2 kg/da), Hat 7 (675.7 kg/da) ve Keykubad (661.4 kg/da) çeşitleri takip etmiştir. Baykara (647.7 kg/da), İnce 04 (636.5 kg/da), Larende (604.3 kg/da), Zeynelağa (598.4 kg/da), Burakbey (596.8 kg/da) ve Tarm 92 (591.0 kg/da) çeşitleri ortalama ve ortalama üzerinde tane verimlerine sahip olurken, Ayrancı (585.2 kg/da), Aydanhanım (580.2 kg/da), Bülbül 98 (566.8 kg/da) ve Karatay 94 (565.6 kg/da) çeşitleri ortalamanın altında tane verimlerine sahip olmuşlardır. Hat 6 (535.2 kg/da), Konevi 98 (534.3 kg/da), Hat 5 (525.2 kg/da), Hat 2 (514.3 kg/da) ve Hat 1 (485.0 kg/da) ise düşük tane verimi değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.2). Çalışmada varyasyon oluşturmak amacıyla denemeye alınan ve sulu şartlar için tescil ettirilen Fırtına çeşidi uzun yıllar ortalamasını temsil eden kuraklık uygulamasında 680.2 kg/da tane verimi ile bu uygulamada iyi performansa sahip olmuştur. Bunun yanı sıra U1 ve U2 kuraklık uygulamalarında da ortalamanın üzerinde performansa sahip olmuştur. Bu durum, Fırtına çeşidinin sulanan koşullarda yüksek verim potansiyelinin yanında kurağa adaptasyonla ilgili bazı özelliklere de sahip olduğunu göstermektedir. U3 uygulamasında genotiplerin ortalama verim kaybı %22.2 olarak gerçekleşmiştir. Bu kayıp genotipler arasında %11.9 (Hat 3) ile %30.0 (Hat 6) arasında değişim göstermiştir. Düşük verim kaybı gösteren Hat 3 (%11.9), İnce 04 (%13.2), Bülbül 89 (%14.9), Tarm 92 (%15.5) ve Karatay 94 (%17.5) çeşitleri diğer genotiplere göre uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklığa daha toleranslı genotipler olduğu belirlenmiştir. Hat 6 (%30.0) bu uygulamanın en hassas genotipi olarak belirlenmiştir. Ayrıca Fırtına (%29.0), Konevi 98 (%28.8), Ayrancı (%27.8) ve Hat 1 (%27.0)'in de yüksek verim kaybı gösteren genotipler olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa, Bülbül 89, İnce 04, Baykara, Zeynelağa ve Karatay 94 çeşitlerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük verim kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Baykara, Hat 4, Hat 7, İnce 04 ve Zeynelağa genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek tane verim performansı ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır. Abdel-Ghani ve ark. (2015), kuraklık stresi koşullarına yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip genleri taşıyan toleranslı genotiplerin seleksiyonunun, herhangi bir ıslah programında mutlak gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

Tam sulu koşullar (U4) uygulamasında genotiplerden ortalama 771.6 kg/da verim elde edilmiştir. Fırtına çeşidi 957.3 kg/da ile en yüksek tane verimine sahip olurken bunu Hat 4 (914.4 kg/da), Keykubad (867.8 kg/da), Hat 7 (844.4 kg/da) ve Baykara (844.0 kg/da) çeşitleri takip etmiştir. Hat 3 (829.8 kg/da), Ayrancı (810.7 kg/da) ve Larende (800.7 kg/da) çeşitleri ortalamanın üzerinde tane verimlerine sahip olurken, Aydanhanım (767.0 kg/da), Hat 6 (764.8 kg/da), Konevi 98 (750.7 kg/da), Burakbey (742.3 kg/da), Zeynelağa (737.8 kg/da) ve İnce 04 (733.0 kg/da) çeşitleri ortalamanın altında tane verimlerine sahip olmuşlardır. Tarm 92 (699.4 kg/da), Hat 5 (688.2 kg/da), Karatay 94 (685.3 kg/da), Bülbül 89 (666.1 kg/da), Hat 1 (664.7 kg/da) ve Hat 2 (664.4 kg/da) genotipleri ise tam sulama uygulamasında düşük tane verimi değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.2). Bu uygulamada yağışa bağlı koşullar için geliştirilen Keykubad, Baykara, Ayrancı çeşitleri ile Hat 3, Hat 4 ve Hat 7 genotiplerinin ilave sulamaya karşı gösterdikleri yüksek performans dikkat çekici olmuştur.

Denemede kullanılan genotiplerin kolay, hızlı ve etkili bir şekilde yorumlanabilmesi için elde edilen biplot grafiği Şekil 4.2’de verilmiştir.



U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.2. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen tane verimlerinin GGE Biplot grafiği

Genotip x çevre (genotip x uygulama) interaksyonunun istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda ilk iki ana bileşenin (AB1 ve AB2) toplam varyasyonun en az

%70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch Jr, 1988). GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni (sırasıyla AB1 = %74.3 ve AB2 = %17.7), toplam varyasyonun %92'sini açıklamıştır (Şekil 4.2). Yan ve ark. (2000), Kanada'nın Ontario Eyaleti'nde kışlık buğday verim denemelerine GGE-Biplot tekniğini uygulamışlar ve biplotu oluşturmak için yapılan analizde birinci eksenin (AB1) %35-70, ikinci eksenin (AB2) ise %15-24 arasında pay aldığını belirlemişlerdir.

Biplotu oluşturan ilk ana eksenin (AB1) pozitif kısmında yer alan genotiplerin tane verimi değerleri genel ortalamanın üzerinde, negatif kısmında yer alan genotipler ise tane verimi genel ortalamanın altındadır (Yan, 2001). Buna göre Hat 4, Baykara, Hat 7, Fırtına, Hat 3, İnce 04, Keykubad, Zeynelağa ve Larenden genotiplerinin tane verimleri genel ortalamanın (508.5 kg/da) üzerinde olup performansları yüksek iken diğer genotiplerin tane verimleri genel ortalamanın altında olup, performansları da düşüktür (Şekil 4.2.).

Biplot'u oluşturan ikinci ana eksen (AB2), genotiplerin stabilitelerini göstermektedir (Yan, 2001). Stabil genotiplerin mutlak AB2 değerleri sıfıra yakın olmaktadır. Buna göre stabil olmayan genotiplerin AB2 değerleri yüksek olduğundan biplotun orijininin uzakta yer almaktadır. Denemede kullanılan genotiplerden Hat 4, Hat 7 ve Larenden yüksek verimli ve stabil, Baykara, İnce 04, Zeynelağa, Hat 3, Keykubad ve Fırtına yüksek verimli ve stabil olmayan, Aydanhanım, Burakbey, Tarm 92 ve Hat 1 düşük verimli ve stabil, Hat 5, Hat 6, Konevi 98, Ayrancı, Hat 2, Karatay 94 ve Bülbül 89 düşük verimli ve stabil olmayan olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2).

Sonuç itibariyle denemede kullanılan arpa genotiplerinin farklı bitki gelişim dönemlerinde kuraklık uygulamasının yapıldığı çalışmada; bazı genotiplerin kuraklık uygulamalarında yüksek tane verimi değerine sahip olmaları nedeniyle kurak çevreler için çiftçi çeşit tavsiye listelerinde yer alması uygun olabilir. Ayrıca bu genotiplerin gelecekte yapılacak yüksek verim için kurağa toleranslı ıslah çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılması da tavsiye edilebilir. Fakat bazı genotiplerin tam sulu koşullara göre gerçekleşen verim kayıplarının düşük olması da bu genotiplerin değerlendirilmeleri açısından dikkate alınmalıdır.

4.1.2. Kuraklık hassasiyet indeksi (KHI)

Kontrollü yağmur korunağı şartlarında, farklı dönem kuraklık uygulamalarının yapıldığı çalışmada, elde edilen kuraklık hassasiyet indeksi değerleri Çizelge 4.4'de

verilmiştir. Farklı kuraklık uygulamalarında yer alan genotiplerin uygulama ortalamaları üzerinden hesaplanan ve tam sulu koşullar uygulamasına göre belirlenen oransal verim kaybı, ilgili uygulamanın kuraklık şiddetini oluşturmaktadır. Her bir uygulamada yer alan genotipler için ayrı ayrı belirlenen oransal verim kayıplarının ilgili uygulamanın kuraklık şiddetine oranı ise o genotipin o uygulamadaki kuraklık hassasiyetini göstermektedir.

Çizelge 4.4. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen tane verimine ilişkin kuraklık hassasiyet indeksi değerleri

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları			Ortalama
	U1*	U2	U3	
Aydanhanım	0.97	1.17	1.10	1.08
Ayrancı	1.08	1.10	1.25	1.14
Baykara	0.86	0.88	1.05	0.93
Burakbey	0.99	0.95	0.88	0.94
Bülbül 89	0.84	0.64	0.67	0.72
Fırtına	1.06	1.14	1.31	1.17
İnce 04	0.92	0.74	0.59	0.75
Karatay 94	0.90	0.80	0.79	0.83
Keykubad	1.10	1.10	1.07	1.09
Konevi 98	1.11	1.27	1.30	1.23
Larende	1.01	1.09	1.11	1.07
Tarm 92	0.98	0.92	0.70	0.87
Zeynelağa	0.87	0.80	0.85	0.84
Hat 1	1.15	1.21	1.22	1.19
Hat 2	0.91	1.12	1.02	1.02
Hat 3	1.10	0.88	0.54	0.84
Hat 4	0.91	0.92	1.08	0.97
Hat 5	1.17	1.10	1.07	1.11
Hat 6	1.10	1.22	1.35	1.22
Hat 7	0.94	0.91	0.90	0.92
Kuraklık Şiddeti (%)	67.9	46.4	22.2	45.5

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Çizelge 4.4 incelendiğinde, kuraklık şiddeti ortalaması %45.5 olarak belirlenmiştir. Denemede yer alan genotiplerin kuraklık şiddeti, U1 uygulamasında %67.9 olarak gerçekleşirken, U2 uygulamasında %46.4, U3 uygulamasında ise %22.2 olarak belirlenmiştir. U1 uygulamasında kuraklık şiddetinin yüksek gerçekleşmesi, arpa genotiplerinin sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında uygulanan kuraklıktan daha fazla etkilendiği anlamına gelmektedir.

Ortalama KHİ değerlerine göre genotipler incelendiğinde, Bülbül 89 (0.72), İnce 04 (0.75), Karatay 94 (0.83), Zeynelağa (0.84) ve Hat 3 (0.84) genotiplerinin düşük değerler alarak KHİ yönüyle kuraklığa toleranslı; Konevi 98 (1.23), Hat 6 (1.22), Hat 1

(1.19), Fırtına (1.17) ve Ayrancı (1.14) genotiplerinin ise yüksek değerler olarak kuraklığa hassas genotipler oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

En şiddetli kuraklığın yaşandığı sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı (U1) uygulamasında, KHİ değerleri 0.84 (Bülbül 89) ile 1.17 (Hat 5) arasında değişim göstermiştir. Bu uygulamada, Bülbül 89 çeşidi düşük KHİ değeri ile kurağa en toleranslı, Hat 5 ise yüksek KHİ değeri ile en hassas genotip olarak belirlenmiştir. Baykara (0.86), Bülbül 89 (0.84), Hat 4 (0.91), Hat 7 (0.94) ve Zeynelağa (0.87) genotipleri U1 uygulamasında yüksek tane verimi ve düşük KHİ değerleri ile ön plana çıkmışlardır (Çizelge 4.4).

Başaklanma başlangıcı ile tane doldurma dönemi arasında gerçekleşen kuraklık uygulamasında (U2), KHİ değerleri 0.64 (Bülbül 89) ile 1.27 (Konevi 98) arasında gerçekleşmiştir. Bu uygulamada Bülbül 89 (0.64), İnce 04 (0.74), Karatay 94 (0.80), Zeynelağa (0.80), Baykara (0.88) ve Hat 3 (0.88) genotipleri düşük KHİ değerleri ile kurağa toleranslı genotipler olurken Konevi 98 (1.27), Hat 6 (1.22), Hat 1 (1.21), Aydanhanım (1.17) ve Fırtına (1.14) genotipleri ise yüksek KHİ değerleri ile kuraklığa hassas genotipler oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

U3 uygulamasında ise KHİ değerleri 0.54 (Hat 3) ile 1.35 (Hat 6) arasında gerçekleşmiştir. Bu uygulamada Hat 3 (0.54), İnce 04 (0.59), Bülbül 89 (0.67), Tarm 92 (0.70) ve Karatay 94 (0.79) genotipleri düşük KHİ değerleri ile kurağa toleranslı genotipler olurken Hat 6 (1.35), Fırtına (1.31), Konevi 98 (1.30), Ayrancı (1.25) ve Hat 1 (1.22) genotipleri ise yüksek KHİ değerleri ile kuraklığa hassas genotipler oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Kuraklık uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde KHİ değerleri yönüyle denemede kullanılan genotiplerden Konevi 98, Hat 1 ve Hat 6 hassas olurken, Bülbül 89, Baykara, İnce 04, Karatay 94 ve Zeynelağa ise daha toleranslı bir durum sergilemişlerdir. Ancak, Bülbül 89, Karatay 94 ve Zeynelağa çeşitleri düşük KHİ değerlerine sahip olmalarına rağmen U3 uygulamasında ortalamanın altında tane verimi performansına sahip olmuşlardır. Hat 3 genotipinin hem KHİ değerlerinin düşük olması hem de tane verimi yönüyle üst sıralarda olması kuraklığa tolerans bakımından ümitvar genotiplerden biri olduğunu göstermektedir. Bülbül 89 çeşidinin KHİ değerleri kuraklık uygulamalarında düşük gerçekleşirken tane verimi performansı deneme ortalamasının altında kalmıştır. Bunun tersi olarak yüksek KHİ değerlerine sahip olan Hat 4 ve Fırtına genotipleri tane verimi yönüyle çok iyi performans gösterdikleri görülmektedir. Baykara çeşidinin özellikle U1 ve U2 uygulamalarında KHİ değerleri ve verim yönüyle üst

sıralarda yer alması oldukça dikkat çekici ve kurak şartlara iyi adapte olabilen bir çeşit olduğunu göstermektedir. Baykara çeşidinin ayrıca U3 uygulamasında KHİ değerinin 1'in üzerinde olması, tane veriminin de hem U3, hem de U4 uygulamalarında üst sıralarda yer alması nedeniyle suya tepkisinin de iyi olduğu sonucu çıkarılabilir.

Denemeden elde edilen bu sonuçlar arpada kuraklık toleransı ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Nitekim Mardeh ve ark. (2006), kuraklığa toleranslı genotipleri ayırt etmede KHİ'nin faydalı olduğunu, KHİ değerleri düşük olan genotiplerin nispeten kuraklığa daha toleranslı olduklarını bildirmişlerdir. Saed-Moucheshi ve ark. (2022), 25 arpa genotipi ile yaptıkları çalışmada KHİ değerlerinin 0.36-1.58 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Yine benzer şekilde Karami ve ark. (2021), bazı arpa genotiplerinde kuraklık stresi şartlarında artan tane verimi ile düşük KHİ değerleri elde ederken, kuraklık stresi olmayan normal koşullarda artan tane veriminin KHİ değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir.

4.1.3. Metrekarede başak sayısı

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen veriler üzerinden yılların birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin metrekarede başak sayısı bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık $P<0.01$, genotip x yıl interaksiyonu arasındaki farklılık $P<0.05$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması (%51.6) metrekarede başak sayısı üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur. Diğer taraftan yıl etkisi %17.1 olurken, genotip etkisi %7.4 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.5).

Metrekarede başak sayısı genel ortalaması 670 adet olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 608 adet iken, ikinci yılda 732 adet olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.6).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama metrekarede başak sayısı değerleri 488 adet (U1) ile 764 adet (U4) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.3).

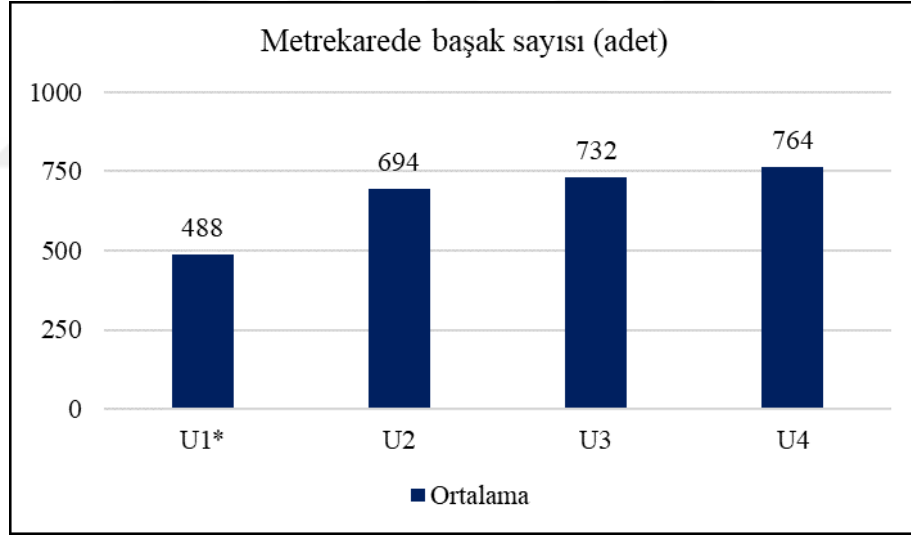
LSD testine göre, U4 uygulaması (764 adet) "a" grubunda yer alırken, U3 uygulaması (732 adet) "b", U2 uygulaması (694 adet) "c", U1 uygulaması (488 adet) ise "d" grubunda yer almıştır (Çizelge 4.6). Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, arpa genotiplerinin metrekarede başak sayısı değerlerinde, en fazla düşüş sapa kalkma

başlangıcı - başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) görülmüştür.

Çizelge 4.5. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen metrekarede başak sayılarına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	1850586	1850586	263.58**	17.1
Tekerrür [Yıl]	4	79968	19992	2.85	0.7
Kuraklık Uygulaması (U)	3	5587388	1862463	265.27**	51.6
Y*U int.	3	62766	20922	2.98	0.6
Hata (1)	12	84253	7021	1.04	0.8
Genotip (G)	19	804361	42335	6.25**	7.4
G*Y int.	19	218891	11521	1.70*	2.0
G*U int.	57	41960	736	0.11	0.4
G*U*Y int.	57	35257	619	0.09	0.3
Hata (2)	304	2057750	6769		19.0
Genel	479	10823180			
* ($P<0.05$), ** ($P<0.01$) CV (%): 12.3 R ² : 0.70 Ort.: 670					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.3. Kuraklık uygulamalarında ortalama metrekarede başak sayısı değerleri

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama metrekarede başak sayısı değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen metrekarede başak sayısı değerleri (adet)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	393	517	562	611	521 k	2022	437	647	697	720	625 f-j	2021-2022 Ort	415	582	630	665	573 e
Ayrancı		489	682	707	770	662 def		557	840	877	897	793 a		523	761	792	834	727 a
Baykara		479	639	703	726	637 e-h		527	740	790	840	724 bcd		503	690	747	783	680 bc
Burakbey		453	622	653	693	605 f-j		550	780	823	838	748 abc		502	701	738	765	677 bc
Bülbül 89		473	651	709	772	651 e-h		563	753	803	873	748 abc		518	702	756	823	700 abc
Fırtına		395	606	620	670	573 jk		470	687	717	760	658 d-g		432	646	668	715	615 de
İnce 04		452	628	647	691	605 f-j		567	813	830	857	767 abc		509	721	739	774	686 abc
Karatay 94		462	622	660	693	609 f-j		570	833	883	887	793 a		516	728	772	790	701 abc
Keykubad		457	657	671	704	622 f-j		560	780	803	867	753 abc		508	718	737	785	687 abc
Konevi 98		423	622	629	692	592 hij		570	813	843	847	768 abc		497	718	736	770	680 bc
Larende		441	640	692	710	621 f-j		543	773	817	847	745 abc		492	706	754	778	683 abc
Tarm 92		478	681	717	737	653 e-h		557	787	825	833	750 abc		517	734	771	785	702 abc
Zeynelağa		442	611	662	691	602 f-j		537	787	820	827	743 abc		490	699	741	759	672 bc
Hat 1		411	633	657	670	593 g-j		437	660	697	717	628 f-j		424	647	677	693	610 e
Hat 2		400	580	625	644	562 jk		417	617	663	707	601 f-j		408	598	644	675	582 e
Hat 3		440	639	671	698	612 f-j		470	720	790	830	703 cde		455	679	730	764	657 cd
Hat 4		478	617	695	737	632 f-i		592	833	850	880	789 ab		535	725	772	809	710 ab
Hat 5		458	628	661	676	606 f-j		563	817	843	873	774 ab		511	723	752	775	690 abc
Hat 6		433	606	639	656	583 jk		577	787	837	847	762 abc		505	696	738	751	673 bc
Hat 7		450	639	664	698	613 f-j		543	787	847	890	767 abc		497	713	755	794	690 abc
Ortalama		446	626	662	694	608 b		530	763	803	832	732 a		488 d	694 c	732 b	764 a	670

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 16.7

LSD (0.05) U: 23.6

LSD (0.05) Y*U int.: öd

LSD (0.05) G: 46.7

LSD (0.05) G*Y int: 66.1

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

Çizelge 4.7. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen metrekarede başak sayısı değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	37.7	12.6	5.4
Ayrancı	37.3	8.7	5.0
Baykara	35.8	11.9	4.6
Burakbey	34.4	8.4	3.6
Bülbül 89	37.0	14.6	8.1
Fırtına	39.5	9.6	6.6
İnce 04	34.2	6.9	4.6
Karatay 94	34.6	7.8	2.3
Keykubad	35.2	8.5	6.1
Konevi 98	35.5	6.7	4.4
Larende	36.7	9.2	3.1
Tarm 92	34.1	6.5	1.8
Zeynelağa	35.5	7.9	2.4
Hat 1	38.9	6.7	2.4
Hat 2	39.5	11.3	4.6
Hat 3	40.4	11.1	4.4
Hat 4	33.9	10.3	4.5
Hat 5	34.0	6.7	2.9
Hat 6	32.8	7.3	1.8
Hat 7	37.4	10.2	4.9
Ortalama	36.1	9.2	4.2

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Çizelge 4.7 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %36.1 metrekarede başak sayısı kaybı ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %9.2 ile U2 ve %4.2 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. U1 uygulamasında en az kayıp %32.8 ile Hat 6'dan elde edilirken en fazla kayıp %40.4 ile Hat 3'den elde edilmiştir. U2 uygulamasında Tarm 92 %6.5 ile en düşük metrekarede başak sayısı kaybına uğrarken Bülbül 89 %14.6 ile en yüksek metrekarede başak sayısı kaybına uğramıştır. U3 uygulamasında meydana gelen kayıplar genotipler arasında %1.8 (Tarm 92, Hat 6) ile %8.1 (Bülbül 89) arasında değişim göstermiştir. Düşük metrekarede başak sayısı kaybı gösteren Tarm 92 (%1.8), Hat 6 (%1.8), Karatay 94 (%2.3), Zeynelağa (%2.4) ve Hat 1 (%2.4) genotipleri diğer genotiplere göre uzun yıllar yağış ortalamasını temsil eden genel kuraklığa daha toleranslı oldukları belirlenmiştir. Yin ve ark. (2005), sapa kalkma döneminde uygulanan kuraklığın bitki boyunda ve metrekarede başak sayısında önemli azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca arpa genotiplerinde yürütülen bir çalışmada,

başaklanma öncesi oluşan kuraklığın metrekaresindeki başak sayısını %25.4 azalttığı ve bunun da tane verimini düşürdüğü rapor edilmiştir (Singh ve ark., 2015). Benzer şekilde Hellal ve ark. (2019), arpa genotiplerinin kurak şartlarda normal şartlara göre ortalama %22.0 daha az metrekaresinde başak sayısına sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama metrekaresinde başak sayısı değerleri 573 adet (Aydanhanım) ile 727 adet (Ayrancı) arasında değişmiştir. Bu değerler, birinci yılda 512 adet (Aydanhanım) ile 662 adet (Ayrancı) arasında, ikinci yılda ise 601 adet (Hat 2) ile 793 adet (Ayrancı) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Ayrancı (727 adet) “a” grubunda yer alırken, Hat 4 (710 adet) “ab” grubunda yer alarak ön plana çıkan genotipler olmuştur. Tarm 92 (702 adet), Karatay 94 (701 adet), Bülbül 89 (700 adet), Hat 5 (690 adet), Hat 7 (690 adet), Keykubad (687 adet), İnce 04 (686 adet) ve Larende (683 adet) “abc” grubunda, Baykara (680 adet), Konevi 98 (680 adet), Burakbey (677 adet), Hat 6 (673 adet) ve Zeynelağa (672 adet) “bc” grubunda yer alarak genel ortalamanın üzerinde performans göstermişlerdir. Hat 3 (657 adet), “cd”, Fırtına (615 adet), “de”, Hat 1 (610 adet), Hat 2 (582 adet) ve Aydanhanım (573 adet) “e” grupları ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.6). Kuru koşullar için geliştirilmiş olan bazı çeşitlerin (Ayrancı, Tarm 92, Karatay 94), sulu koşullar için geliştirilen çeşitlere (Aydanhanım, Fırtına) göre daha fazla metrekaresinde başak sayılarına sahip oldukları dikkat çekici olmuştur.

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa, Tarm 92, İnce 04, Karatay 94, Hat 5 ve Hat 6 genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük metrekaresinde başak sayısı kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Ayrancı, Hat 4, Tarm 92, Karatay 94 ve Bülbül 89 genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek metrekaresinde başak sayısı performansı ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır. İstanbullu ve ark. (2020), kuraklık stresinin metrekaresindeki başak sayısında ciddi azalmalara sebep olduğunu ve tane verimi yüksek olan genotiplerin aynı zamanda birim alanda başak sayısında yüksek olduğunu bu nedenle, metrekaresindeki başak sayısı özelliğinin ıslah programlarında faydalı olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca Samarah (2005), arpada metrekaresinde başak sayısı, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığındaki artışların kurak şartlara nazaran sulanan ya da iyi yağış alan bölgelerde daha fazla olduğunu ve nihayetinde tane verimininde arttığını bildirmiştir.

4.1.4. Başak uzunluğu

2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında farklı dönem kuraklık uygulamalarında 20 arpa genotipi kullanılarak yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen veriler üzerinden yılların birleştirilmesi ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin başak uzunluğu bakımından yıl, kuraklık uygulaması, yıl x kuraklık uygulaması interaksyonu ve genotipler arasındaki farklılık $P<0.01$, genotip x yıl interaksyonu arasındaki farklılık ise $P<0.05$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması (%25.8) başak uzunluğu üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur. Diğer taraftan genotip etkisi %25.7 olurken, yıl etkisi ise %20.5 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başak uzunluklarına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	127.92	127.920	164.98**	20.5
Tekerrür [Yıl]	4	2.33	0.583	0.75	0.4
Kuraklık Uygulaması (U)	3	161.08	53.693	69.25**	25.8
Y*U int.	3	8.79	2.931	3.78**	1.4
Hata (1)	12	9.30	0.775	2.01	1.5
Genotip (G)	19	160.71	8.459	21.94**	25.7
G*Y int.	19	12.51	0.658	1.71*	2.0
G*U int.	57	16.13	0.283	0.73	2.6
G*U*Y int.	57	8.60	0.151	0.39	1.4
Hata (2)	304	117.21	0.386		18.8
Genel	479	624.58			
* ($P<0.05$), ** ($P<0.01$) CV (%): 7.3 R ² : 0.70 Ort.: 8.51					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Başak uzunluğu genel ortalaması 8.51 cm olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 7.99 cm iken, ikinci yılda 9.03 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.9).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama başak uzunluğu değerleri 7.55 cm (U1) ile 9.06 cm (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda 6.84 cm (U1) ile 8.71 cm (U4) arasında değişirken, ikinci yılda 8.25 cm (U1) ile 9.41 (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.9. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başak uzunluğu değerleri (cm)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	7.87	9.17	9.40	9.59	9.01 e-h	2022	8.50	10.17	10.19	10.47	9.83 ab	2021-2022 Ort	8.18	9.67	9.80	10.03	9.42 a
Ayrancı		6.72	9.29	9.61	9.78	8.85 f-ı		8.97	10.16	10.42	10.44	10.00 a		7.84	9.72	10.02	10.11	9.42 a
Baykara		7.44	8.77	9.33	9.87	8.85 f-ı		8.89	9.87	10.23	10.19	9.79 abc		8.17	9.32	9.78	10.03	9.32 a
Burakbey		7.39	8.44	9.01	9.99	8.71 ghı		8.66	9.61	10.03	10.11	9.60 a-d		8.02	9.03	9.52	10.05	9.15 ab
Bülbül 89		7.13	8.07	8.29	8.68	8.04 l-o		8.73	9.50	9.54	9.49	9.32 c-f		7.93	8.78	8.91	9.08	8.68 cde
Fırtına		7.30	8.01	8.03	8.34	7.92 m-p		8.22	9.06	8.96	9.02	8.82 ghı		7.76	8.54	8.49	8.68	8.37 efg
İnce 04		6.49	7.32	8.03	8.13	7.49 pqr		8.41	9.12	9.04	9.35	8.98 e-h		7.45	8.22	8.54	8.74	8.24 fg
Karatay 94		6.46	7.51	7.84	7.98	7.45 pqr		7.83	8.88	9.04	9.31	8.77 ghı		7.14	8.19	8.44	8.64	8.11 g
Keykubad		6.41	8.37	8.88	9.09	8.19 j-n		8.32	9.37	9.54	9.39	9.16 d-g		7.37	8.87	9.21	9.24	8.67 cde
Konevi 98		6.62	7.33	7.37	7.90	7.31 qr		7.13	8.29	8.31	8.67	8.10 k-o		6.88	7.81	7.84	8.28	7.70 hı
Larende		6.82	8.51	9.08	9.23	8.41 r-m		8.39	9.41	9.83	10.22	9.46 b-e		7.61	8.96	9.46	9.73	8.94 bc
Tarm 92		6.97	7.70	8.26	8.76	7.92 m-p		8.22	8.82	8.63	8.60	8.57 h-k		7.60	8.26	8.44	8.68	8.24 fg
Zeynelağa		6.79	7.41	7.79	7.82	7.45 pqr		7.30	7.81	7.98	8.23	7.83 nop		7.04	7.61	7.89	8.03	7.64 ı
Hat 1		6.29	7.93	8.38	8.74	7.84 nop		8.70	9.53	9.50	9.84	9.40 b-e		7.49	8.73	8.94	9.29	8.62 cde
Hat 2		6.44	8.25	8.77	9.28	8.18 j-n		8.88	9.92	10.07	10.03	9.73 a-d		7.66	9.08	9.42	9.66	8.95 bc
Hat 3		6.41	7.40	7.98	7.97	7.44 pqr		8.04	8.76	8.77	8.93	8.63 hj		7.23	8.08	8.37	8.45	8.03 gh
Hat 4		6.99	8.08	8.47	8.94	8.12 k-o		8.17	8.88	9.01	9.24	8.82 f-ı		7.58	8.48	8.74	9.09	8.47 def
Hat 5		7.32	8.02	8.24	8.53	8.03 l-o		9.01	9.56	9.60	9.87	9.51 a-d		8.17	8.79	8.92	9.20	8.77 cd
Hat 6		6.80	7.80	7.86	8.22	7.67 opq		7.99	8.76	8.66	8.52	8.48 ı-l		7.39	8.28	8.26	8.37	8.07 g
Hat 7		6.17	7.19	7.24	7.40	7.00 r		6.68	8.04	7.99	8.27	7.74 n-q		6.42	7.62	7.62	7.83	7.37 ı
Ortalama		6.84 e	8.03 d	8.39 bc	8.71 bc	7.99 b		8.25 cd	9.18 a	9.27 a	9.41 a	9.03 a		7.55 c	8.60 b	8.83 ab	9.06 a	8.51

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.18

LSD (0.05) U: 0.25

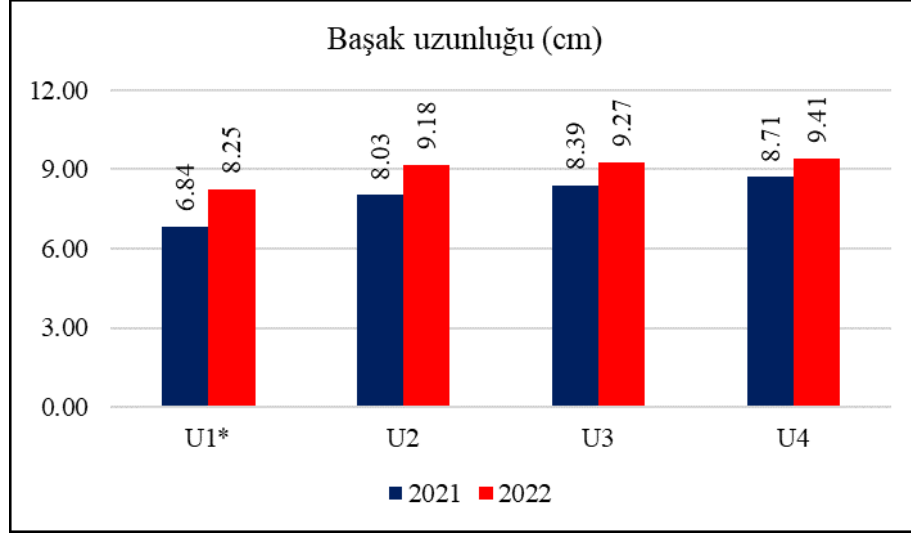
LSD (0.05) Y*U int.: 0.35

LSD (0.05) G: 0.35

LSD (0.05) G*Y int.: 0.50

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.4. Kuraklık uygulamalarında ortalama başak uzunluğu değerleri

LSD testine göre, U4 uygulaması (9.06 cm) “a” grubunda yer almıştır. U3 uygulaması (8.83 cm) “ab” grubunda yer alırken, U2 uygulaması (8.60 cm) “b” grubu ile bunu izlemiştir. U1 uygulaması (7.55 cm) ise “c” grubunda yer almıştır. Araştırmada elde edilen bulgulara göre, arpa genotiplerinin başak uzunluğu değerlerinde, en fazla kayıp sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) görülmüştür (Çizelge 4.9).

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama başak uzunluğu değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %16.7 başak uzunluğu kaybı ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %5.1 ile U2 ve %2.5 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. U1 uygulamasında en az kayıp %10.6 ile Fırtına çeşidinden elde edilirken en fazla kayıp %22.4 ile Ayrancı çeşidinden elde edilmiştir. U2 uygulamasında ise en az kayıp %1.1 ile Hat 6’dan, en fazla kayıp ise %10.2 ile Burakbey çeşidinden elde edilmiştir. U3 uygulamasında meydana gelen performans kayıpları genotipler arasında %0.3 (Keykubad) ile %5.4 (Konevi 98) arasında değişim göstermiştir. Düşük başak uzunluğu kaybı gösteren Keykubad (%0.3), Hat 3 (%0.9), Ayrancı (%0.9) ve Hat 6 (%1.4) genotipleri uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklığa daha toleranslı genotipler olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan Konevi 98 (%5.4) ve Burakbey (%5.3) çeşitleri bu uygulamanın yüksek başak uzunluğu kaybı gösteren genotipler olmuşlardır. Khalili ve ark. (2016), arpada kuraklık stresi uygulamasının stres

uygulanmayanlara göre başak uzunluklarında %9.0-25.0 arasında daha düşük gerçekleştiğine dair bulgular, bu çalışmada vurgulanan sapa kalkma döneminde başak uzunluğunun kuraklık stresinden olumsuz etkilendiği yönündeki sonuçları doğrular niteliktedir. El-Shawy ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada arpa genotiplerinin başak uzunluklarının kuru koşullarda ortalama 6.48 cm, sulanan koşullarda ise 8.60 cm olduğunu, kuraklığın başak uzunluklarında yaklaşık %25.0 azalmaya sebep olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.10. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başak uzunluğu değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	18.4	3.6	2.3
Ayrancı	22.4	3.8	0.9
Baykara	18.6	7.1	2.4
Burakbey	20.2	10.2	5.3
Bülbül 89	12.7	3.3	1.9
Fırtına	10.6	1.7	2.2
İnce 04	14.8	6.0	2.3
Karatay 94	17.4	5.2	2.3
Keykubad	20.3	4.0	0.3
Konevi 98	17.0	5.7	5.4
Larende	21.8	7.9	2.8
Tarm 92	12.5	4.8	2.7
Zeynelağa	12.2	5.2	1.7
Hat 1	19.4	6.0	3.8
Hat 2	20.7	5.9	2.5
Hat 3	14.5	4.4	0.9
Hat 4	16.7	6.8	3.9
Hat 5	11.2	4.5	3.0
Hat 6	11.7	1.1	1.4
Hat 7	18.0	2.8	2.8
Ortalama	16.7	5.1	2.5

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama başak uzunluğu değerleri 7.37 cm (Hat 7) ile 9.42 cm (Aydanhanım ve Ayrancı) arasında değişmiştir. Bu değerler birinci yılda 7.00 cm (Hat 7) ile 9.01 cm (Aydanhanım) arasında, ikinci yılda ise 7.74 cm (Hat 7) ile 10.00 cm (Ayrancı) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Ayrancı (9.42 cm), Aydanhanım (9.42 cm) ve

Baykara (9.32 cm) “a” grubunda yer alırken, Burakbey (9.15 cm) “ab” grubunda, Hat 2 (8.95 cm) ve Larende (8.94 cm) “bc” grubunda yer alarak ön plana çıkan genotipler olmuşlardır. Hat 5 (8.77 cm) “cd” grubunda, Bülbül 89 (8.68 cm), Keykubad (8.67 cm) ve Hat 1 (8.62 cm) “cde” grubunda yer alarak genel ortalamanın üzerinde performans göstermişlerdir. Hat 4 (8.47 cm) “def”, Fırtına (8.37cm) “efg”, Tarm 92 (8.24 cm) ve İnce 04 (8.24 cm) “fg” grupları ile genel ortalamanın altında yer alırken; Karatay 94 (8.11 cm) ve Hat 6 (8.07 cm) “g”, Hat 3 (8.03 cm) “gh”, Konevi 98 (7.70 cm) “hi”, Zeynelağa (7.64 cm) ve Hat 7 (7.37 cm) “ı” grupları ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.9).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa, Fırtına, Bülbül 89, Hat 3 ve Hat 6 genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük başak uzunluğu kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Ayrancı, Aydanhanım, Baykara ve Burakbey çeşitlerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek başak uzunluğu performansı ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır.

4.1.5. Başakta tane sayısı

Araştırmada birinci ve ikinci yıl elde edilen başakta tane sayısı değerleri üzerinden yılların birleştirilmesi ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin başakta tane sayısı bakımından yıl, kuraklık uygulaması, yıl x kuraklık uygulaması interaksyonu, genotipler ve genotip x yıl interaksyonu arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde yıl % 63.8 ile başakta tane sayısı üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur. Diğer taraftan kuraklık uygulaması etkisi % 15.6, genotip etkisi ise % 8.4 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.11).

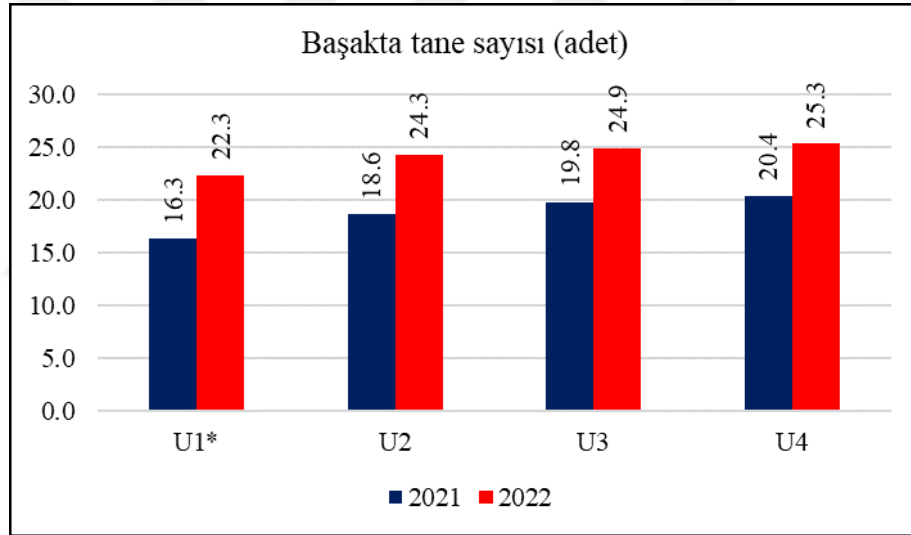
Başakta tane sayısı genel ortalaması 21.5 adet olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 18.7 adet, ikinci yılda 24.2 adet olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.12).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama başakta tane sayısı değerleri 19.3 adet (U1) ile 22.8 adet (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda 16.3 adet (U1) ile 20.4 adet (U4) arasında değişirken, ikinci yılda 22.3 adet (U1) ile 25.3 adet (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.5).

Çizelge 4.11. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başakta tane sayılarına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	3572.5	3572.50	8235.24**	63.8
Tekerrür [Yıl]	4	6.0	1.50	3.46*	0.1
Kuraklık Uygulaması (U)	3	872.4	290.81	670.37**	15.6
Y*U int.	3	25.4	8.46	19.50**	0.5
Hata (1)	12	5.2	0.43	0.41	0.1
Genotip (G)	19	468.6	24.66	23.79**	8.4
G*Y int.	19	229.8	12.10	11.67**	4.1
G*U int.	57	66.3	1.16	1.12	1.2
G*U*Y int.	57	39.8	0.70	0.67	0.7
Hata (2)	304	315.1	1.04		5.6
Genel	479	5601.0			
* ($P<0.05$), ** ($P<0.01$) CV (%): 4.7 R ² : 0.91 Ort.: 21.5					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.5. Kuraklık uygulamalarında ortalama başakta tane sayısı değerleri

LSD testine göre, U4 uygulaması (22.8 adet) “a” grubunda yer almıştır. U3 uygulaması (22.3 adet) “b” grubunda yer alırken, U2 uygulaması (21.4 adet) “c” grubu ile bunu izlemiştir. U1 uygulaması (19.3 adet) ise “d” grubunda yer almıştır. Araştırmada elde edilen bulgulara göre arpa genotiplerinin başakta tane sayısı değerlerinde en fazla kayıp sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık uygulamasında (U1) görüldüğü ifade edilebilir.

Çizelge 4.12. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başakta tane sayısı değerleri (adet)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	18.5	20.9	22.5	23.4	21.3 l	2022	25.4	27.1	28.4	28.7	27.4 a	2021-2022 Ort	22.0	24.0	25.5	26.0	24.4 a
Ayrancı		16.0	18.8	20.0	20.8	18.9 m-p		22.2	26.2	27.9	28.3	26.2 b		19.1	22.5	23.9	24.6	22.5 b
Baykara		17.0	18.2	18.9	19.1	18.3 opq		24.9	25.4	26.1	26.4	25.7 bc		20.9	21.8	22.5	22.8	22.0 b-e
Burakbey		15.2	18.6	20.4	20.8	18.8 m-p		23.9	25.6	26.6	28.1	26.0 b		19.6	22.1	23.5	24.5	22.4 b
Bülbül 89		17.6	19.1	20.0	20.2	19.2 mn		21.6	23.1	23.2	23.4	22.8 ijk		19.6	21.1	21.6	21.8	21.0 ghi
Fırtına		17.4	19.2	20.0	21.1	19.4 m		21.6	23.9	24.1	24.6	23.5 ghi		19.5	21.6	22.0	22.9	21.5 efg
İnce 04		15.2	17.8	19.7	20.2	18.2 opq		21.2	23.5	24.3	24.7	23.4 hij		18.2	20.7	22.0	22.5	20.8 hij
Karatay 94		15.3	17.0	18.4	19.2	17.5 q		21.3	24.3	24.6	24.9	23.8 gh		18.3	20.7	21.5	22.1	20.6 ij
Keykubad		14.4	17.3	19.9	20.7	18.1 pq		23.2	24.2	24.7	25.2	24.3 efg		18.8	20.8	22.3	22.9	21.2 f-i
Konevi 98		16.7	19.7	20.6	20.9	19.4 m		23.2	25.0	25.7	26.1	25.0 cde		19.9	22.3	23.1	23.5	22.2 bc
Larende		15.8	19.0	20.0	20.6	18.9 m-p		23.2	24.9	25.2	25.3	24.7 def		19.5	22.0	22.6	22.9	21.8 c-f
Tarm 92		15.3	18.0	19.1	20.1	18.1 pq		20.2	22.8	23.3	23.5	22.5 k		17.8	20.4	21.2	21.8	20.3 jk
Zeynelağa		16.1	18.5	18.8	19.4	18.2 opq		20.0	21.6	21.8	22.0	21.3 l		18.1	20.0	20.3	20.7	19.8 k
Hat 1		15.2	17.2	18.6	18.9	17.5 q		23.1	26.0	26.4	26.8	25.6 bc		19.1	21.6	22.5	22.8	21.5 d-g
Hat 2		16.4	18.8	19.6	21.2	19.0 mno		23.2	25.1	25.8	26.5	25.2 cd		19.8	21.9	22.7	23.9	22.1 bcd
Hat 3		17.4	19.3	20.4	20.4	19.4 mn		21.8	23.6	24.3	24.7	23.6 ghi		19.6	21.4	22.4	22.5	21.5 efg
Hat 4		14.4	18.1	20.2	20.7	18.4 op		20.6	22.2	22.9	23.0	22.2 k		17.5	20.2	21.6	21.8	20.3 jk
Hat 5		16.9	18.8	19.4	20.0	18.8 m-p		22.6	24.3	24.1	25.0	24.0 fgh		19.7	21.6	21.8	22.5	21.4 fgh
Hat 6		17.7	18.6	19.3	19.9	18.9 m-p		22.3	24.3	24.6	25.2	24.1 fgh		20.0	21.4	21.9	22.6	21.5 efg
Hat 7		16.6	18.9	19.3	19.7	18.6 nop		21.0	23.0	23.3	23.3	22.7 jk		18.8	20.9	21.3	21.5	20.6 ij
Ortalama		16.3 h	18.6 g	19.8 f	20.4 e	18.7 b		22.3 d	24.3 c	24.9 b	25.3 a	24.2 a		19.3 d	21.4 c	22.3 b	22.8 a	21.5

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.13

LSD (0.05) U: 0.19

LSD (0.05) Y*U int.: 0.26

LSD (0.05) G: 0.58

LSD (0.05) G*Y int.: 0.82

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

Samarah ve ark. (2009), arpada başakta tane sayısının kuru koşullarda 10.0 – 18.0 adet ve sulu koşullarda 17.0 –23.0 adet arasında değiştiği şeklindeki bulguları, bu araştırmada elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama başakta tane sayısı değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başakta tane sayısı değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	15.6	7.7	2.1
Ayrancı	22.2	8.4	2.5
Baykara	8.1	4.3	1.2
Burakbey	20.1	9.8	3.9
Bülbül 89	10.2	3.1	0.8
Fırtına	14.8	5.8	3.6
İnce 04	18.9	8.0	2.2
Karatay 94	16.9	6.3	2.5
Keykubad	17.9	9.4	2.9
Konevi 98	15.1	5.0	1.7
Larende	14.9	4.3	1.5
Tarm 92	18.5	6.5	2.7
Zeynelağa	12.9	3.3	2.2
Hat 1	16.2	5.4	1.5
Hat 2	16.9	8.0	4.9
Hat 3	12.8	4.9	0.7
Hat 4	19.8	7.6	1.3
Hat 5	12.3	4.2	3.2
Hat 6	11.3	4.9	2.7
Hat 7	12.6	2.6	0.7
Ortalama	15.4	6.1	2.2

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Çizelge 4.13. incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %15.4 başakta tane sayısı kaybı ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %6.1 ile U2 ve %2.2 ile U3 takip etmiştir. U1 uygulamasında en az kayıp %8.1 ile Baykara çeşidinde görülürken, en fazla kayıp %22.2 ile Ayrancı çeşidinden elde edilmiştir. U2 uygulamasında en az kayıp %2.6 ile Hat 7’de, en fazla kayıp ise %9.8 ile Burakbey çeşidinden elde edilmiştir. U3 uygulamasında ise meydana gelen kayıplar genotipler arasında %0.7 (Hat 3) ile %4.9

(Hat 2) arasında değişim göstermiştir. Düşük başakta tane sayısı kaybı gösteren Hat 3 (%0.7), Hat 7 (%0.7), Bülbül 89 (%0.8) ve Baykara (%1.2) genotipleri diğerler genotiplere nazaran uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklığa daha toleranslı genotipler olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan Hat 2 (%4.9) ve Burakbey (%3.9) genotipleri bu uygulamanın yüksek başakta tane sayısı kaybı gösteren genotipleri olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). El-Shawy ve ark. (2017), arpada kurak koşullarda verime en çok katkı yapan özelliklerden birinin başaktaki tane sayısı olduğunu bildirmişlerdir. Yıldız ve Tari (2018), arpada en fazla başakta tane sayısı azalmasının %15.8 ile erken dönem kuraklığında görüldüğünü, geç dönem kuraklığında bu oranın %6.5 olduğunu bildirmişlerdir. Gyawali (2021), kuraklık stresi altındaki arpa genotiplerinde başakta tane sayılarının önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Saed-Moucheshi ve ark. (2022), arpada kuraklık stresi uygulamasının stres uygulanmayanlara göre başakta tane sayısında ortalama %17.8 daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama başakta tane sayısı değerleri 19.8 adet (Zeynelağa) ile 24.4 adet (Aydanhanım) arasında değişmiştir. Bu değerler, birinci yılda 17.5 adet (Hat 1, Karatay 94) ile 21.3 adet (Aydanhanım) arasında, ikinci yılda ise 21.3 adet (Zeynelağa) ile 27.4 adet (Aydanhanım) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Aydanhanım (24.4 adet) “a” grubunda yer alırken; Ayrancı (22.5 adet) ve Burakbey (22.4 adet) “b”, Konevi 98 (22.2 adet) “bc”, Hat 2 (22.1 adet) “bcd”, Baykara (22.0 adet) “b-e” grubunda yer alarak ön plana çıkan genotipler olmuştur. Larende (21.8 adet) “c-f”, Hat 1 (21.5 adet) “d-g”, Fırtına (21.5 adet), Hat 6 (21.5 adet) ve Hat 3 (21.5 adet) “efg” grubunda yer alarak genel ortalamanın üzerinde performans göstermişlerdir. Hat 5 (21.4 adet) “fgh”, Keykubad (21.2 adet) “f-i”, Bülbül 89 (21.0 adet) “ghi”, İnce 04 (20.8 adet) “hij” ve Karatay 94 (20.6 adet) ile Hat 7 (20.6 adet) “ij” grubu ile genel ortalamanın altında yer alırken; Tarm 92 (20.3 adet) ve Hat 4 (20.3 adet) “jk”, Zeynelağa (19.8 adet) “k” grubunda yer alarak başakta tane sayısı sıralamasında düşük performans göstermişlerdir (Çizelge 4.12).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa, Baykara, Bülbül 89, Hat 3, Hat 5 ve Hat 7 genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında başakta tane sayısı kaybının düşük olması nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Aydanhanım, Ayrancı, Burakbey, Konevi 98 ve Hat 2 genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek başakta sayısı performansı ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır.

4.1.6. Başakta tane ağırlığı

2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede yılların birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin başakta tane ağırlığı bakımından yıl, kuraklık uygulaması, genotipler ile yıl x kuraklık uygulaması ve genotip x yıl interaksyonları arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması (%52.3) başakta tane ağırlığı üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur. Diğer taraftan yıl etkisi %12.9 olurken, genotip etkisi ise %8.6 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başakta tane ağırlıklarına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	2.119	2.119	483.96**	12.9
Tekerrür [Yıl]	4	0.084	0.021	4.80*	0.5
Kuraklık Uygulaması (U)	3	8.592	2.864	654.24**	52.3
Y*U int.	3	0.319	0.106	24.29**	1.9
Hata (1)	12	0.053	0.004	0.55	0.3
Genotip (G)	19	1.411	0.074	9.27**	8.6
G*Y int.	19	0.704	0.037	4.62**	4.3
G*U int.	57	0.309	0.005	0.68	1.9
G*U*Y int.	57	0.399	0.007	0.87	2.4
Hata (2)	304	2.435	0.008		14.8
Genel	479	16.423			
* ($P<0.05$), ** ($P<0.01$) CV (%): 8.3 R ² : 0.77 Ort.: 1.08					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Başakta tane ağırlığı genel ortalaması 1.08 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 1.01 g, ikinci yılda 1.14 g olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.15).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama başakta tane ağırlığı değerleri 0.90 g (U2) ile 1.23 g (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda 0.81 g (U2) ile 1.18 g (U4) arasında değişirken, ikinci yılda 0.99 g (U2) ile 1.27 g (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.6).

LSD testine göre, U4 uygulaması (1.23 g) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (1.18 g) “b”, U1 uygulaması (0.99 g) “c” ve U2 uygulaması (0.90 g) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.15). Araştırmada elde edilen bulgulara göre, arpa genotiplerinin başakta tane ağırlığı değerlerinde, en fazla kayıp başaklanma başlangıcı ile olgunlaşma arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U2) görüldüğü ifade edilebilir.

Çizelge 4.15. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başakta tane ağırlığı değerleri (g)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	1.00	0.98	1.23	1.34	1.14 e-j	2022	1.27	1.07	1.33	1.35	1.26 bc	2021-2022 Ort	1.14	1.02	1.28	1.34	1.20 a
Ayrancı		0.95	0.85	1.16	1.20	1.04 l-p		1.02	1.00	1.33	1.35	1.17 def		0.98	0.93	1.24	1.27	1.11 bcd
Baykara		0.96	0.93	1.19	1.28	1.09 h-n		1.37	1.11	1.39	1.46	1.33 a		1.17	1.02	1.29	1.37	1.21 a
Burakbey		0.94	0.91	1.15	1.29	1.07 i-n		1.03	1.01	1.19	1.23	1.12 e-k		0.99	0.96	1.17	1.26	1.09 b-e
Bülbül 89		0.88	0.78	1.14	1.15	0.98 o-r		1.07	1.01	1.14	1.16	1.09 g-m		0.98	0.89	1.14	1.15	1.04 f-i
Fırtına		0.92	0.81	1.09	1.27	1.02 m-q		1.15	1.09	1.23	1.37	1.21 bcd		1.04	0.95	1.16	1.32	1.12 bc
İnce 04		0.84	0.76	1.11	1.16	0.97 qrs		1.04	0.95	1.23	1.28	1.13 e-j		0.94	0.85	1.17	1.22	1.05 e-i
Karatay 94		0.83	0.75	1.09	1.12	0.95 rs		1.02	1.04	1.28	1.28	1.16 d-h		0.93	0.90	1.19	1.20	1.05 e-h
Keykubad		0.83	0.78	1.14	1.18	0.98 o-r		1.15	1.03	1.23	1.25	1.16 d-g		0.99	0.90	1.18	1.22	1.07 b-g
Konevi 98		0.88	0.73	1.05	1.05	0.93 rs		1.04	0.91	1.16	1.18	1.07 i-n		0.96	0.82	1.11	1.31	1.00 i
Larende		0.89	0.90	1.21	1.26	1.06 j-n		1.15	0.96	1.27	1.37	1.19 cde		1.02	0.93	1.24	1.18	1.12 b
Tarm 92		0.90	0.90	1.15	1.14	1.02 m-q		1.03	0.87	1.16	1.23	1.07 i-n		0.97	0.89	1.15	1.12	1.05 e-i
Zeynelağa		0.86	0.83	1.10	1.12	0.98 pqr		0.98	0.97	1.08	1.12	1.04 l-p		0.92	0.90	1.09	1.23	1.01 hi
Hat 1		0.81	0.75	1.01	1.03	0.90 s		1.23	1.04	1.34	1.42	1.26 b		1.02	0.90	1.18	1.15	1.08 b-f
Hat 2		0.84	0.72	1.16	1.06	0.95 rs		1.04	0.98	1.17	1.25	1.11 f-l		0.94	0.85	1.16	1.21	1.03 ghi
Hat 3		0.91	0.78	1.22	1.24	1.03 m-q		1.06	0.93	1.15	1.18	1.08 i-n		0.98	0.86	1.18	1.27	1.06 d-h
Hat 4		0.84	0.77	1.21	1.26	1.02 n-q		1.05	0.94	1.26	1.28	1.13 e-j		0.95	0.85	1.23	1.22	1.08 b-g
Hat 5		0.96	0.78	1.16	1.20	1.03 m-q		1.09	1.01	1.23	1.24	1.14 d-i		1.03	0.89	1.20	1.23	1.08 b-f
Hat 6		1.03	0.77	1.19	1.21	1.05 k-o		1.00	0.96	1.15	1.26	1.09 g-m		1.02	0.87	1.17	1.16	1.07 c-g
Hat 7		0.87	0.79	1.12	1.15	0.98 o-r		0.98	0.92	1.12	1.17	1.05 k-p		0.92	0.85	1.12	1.11	1.01 hi
Ortalama		0.90 g	0.81 h	1.14 d	1.18 c	1.01 b		1.09 e	0.99 f	1.22 b	1.27 a	1.14 a		0.99 c	0.90 d	1.18 b	1.23 a	1.08

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.01

LSD (0.05) U: 0.02

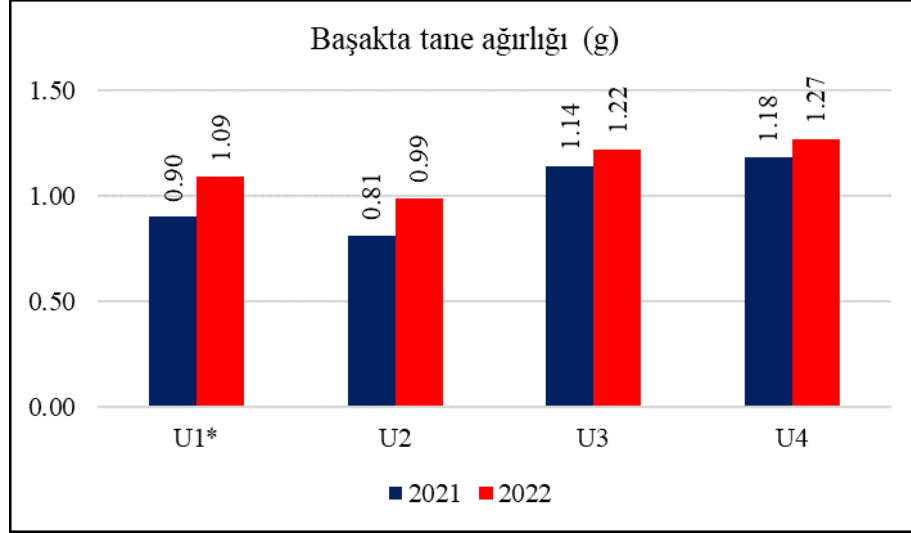
LSD (0.05) Y*U int.: 0.03

LSD (0.05) G: 0.05

LSD (0.05) G*Y int.: 0.07

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.6. Kuraklık uygulamalarında ortalama başakta tane ağırlığı değerleri

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama başakta tane ağırlığı değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %26.8 başakta tane ağırlığı kaybı ile U2’den elde edilirken, bunu sırasıyla %19.5 ile U1 ve %5.8 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. U1 uygulamasında en az kayıp %11.4 ile Hat 1’de görülürken, en fazla kayıp ise %27.0 ile Konevi 98 çeşidinde görülmüştür. U2 uygulamasında yer alan genotiplerde en az kayıp %20.8 ile Tarm 92 çeşidinden elde edilirken, en fazla kayıp %37.6 ile Konevi 98 çeşidinden elde edilmiştir. U2 uygulamasında başakta tane ağırlığının düşük gerçekleşmesi genotiplerin kuraklık stresinin etkisi ile tane doldurma süreçlerini tamamlayamadan olgunlaşması olarak görülebilir. U3 uygulamasında meydana gelen kayıplar genotipler arasında %0.9 (Karataş 94) ile %15.6 (Konevi 98) arasında değişim göstermiştir. Hellal ve ark. (2019), kuraklık stresi altındaki arpa genotiplerinde başakta tane ağırlığının kurak şartlarda normal şartlara göre ortalama %27.8 azalmanın meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Yıldız ve Tari (2018), arpada tane doldurma döneminde meydana gelen kuraklık stresinin başakta tane ağırlığında %26.8 azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama başakta tane ağırlığı değerleri 1.00 g (Konevi 98) ile 1.21 g (Baykara) arasında değişmiştir. Bu değerler, birinci yılda 0.90 g (Hat 1) ile 1.14 g (Aydanhanım) arasında, ikinci yılda ise 1.04 g (Zeynelağa) ile 1.33 g (Baykara) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre iki yıllık ortalamalar

üzerinden değerlendirildiğinde Baykara (1.21 g) ve Aydanhanım (1.20 g) “a”, grubunda yer alırken Larende (1.12 g) “b” grubunda ve Fırtına (1.12 g) “bc” grubunda yer alarak ön plana çıkan genotipler olmuştur. Ayrancı (1.11 g) “bcd”, Burakbey (1.09 g) “b-e”, Hat 5 (1.08 g) ile Hat 1 (1.08 g) “b-f” ve Hat 4 (1.08 g) ile Keykubad (1.07 g) “b-g”, grubunda yer alarak genel ortalama seviyesinde ve üzerinde performans göstermişlerdir. Hat 6 (1.07 g) “c-g”, Hat 3 (1.06 g) “d-h” grubunda, Karatay 94 (1.05 g) “e-h” ve Tarm 92 (1.05 g) ile İnce 04 (1.05 g) “e-i” grupları ile genel ortalamanın altında yer alırken; Bülbül 89 (1.04 g) “f-i”, Hat 2 (1.03 g) “ghi”, Hat 7 (1.01 g) ile Zeynelağa (1.01 g) “hi” ve Konevi 98 (1.00 g) “i” grupları ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başakta tane ağırlığı değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	15.5	24.0	4.9
Ayrancı	22.7	27.1	2.4
Baykara	14.9	26.0	6.0
Burakbey	21.7	24.0	7.4
Bülbül 89	15.2	22.4	1.1
Fırtına	21.3	27.7	11.9
İnce 04	23.0	30.1	4.0
Karatay 94	22.6	25.0	0.9
Keykubad	18.2	25.7	2.7
Konevi 98	27.0	37.6	15.6
Larende	13.9	21.4	+4.4
Tarm 92	13.4	20.8	+3.2
Zeynelağa	24.6	26.7	11.0
Hat 1	11.4	22.3	+1.8
Hat 2	22.5	29.6	3.7
Hat 3	22.5	32.5	6.7
Hat 4	22.2	29.9	+1.1
Hat 5	16.8	27.6	3.1
Hat 6	12.5	25.3	+1.0
Hat 7	17.0	23.4	+0.6
Ortalama	19.5	26.8	5.8

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık
+ Performans artışını göstermektedir

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Hat1, Hat 6, Tarm 92, Larende ve Bülbül 89

genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük başakta tane ağırlığı kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Baykara, Aydanhanım, Larende, Fırtına ve Ayrancı çeşitlerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek başakta tane ağırlığı performansı ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır.

4.1.7. Biyolojik verim

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen verilerin birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin biyolojik verimleri bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile yıl x kuraklık uygulaması, genotip x yıl, genotip x kuraklık uygulaması ve genotip x kuraklık uygulaması x yıl interaksyonu arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması %70.1 ile biyolojik verim üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur. Diğer taraftan yıl (%12.8) ve genotip (%5.7) etkilerinin payı kuraklık uygulaması etkisinin payından daha düşük gerçekleşmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen biyolojik verimlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	15134736	15134736	1058.28**	12.8
Tekerrür [Yıl]	4	128688	32172	2.25**	0.1
Kuraklık Uygulaması (U)	3	83183454	27727818	1938.84**	70.1
Y*U int.	3	462442	154147	10.78**	0.4
Hata (1)	12	171615	14301	0.93	0.1
Genotip (G)	19	6790787	357410	23.17**	5.7
G*Y int.	19	1529763	80514	5.22**	1.3
G*U int.	57	3979697	69819	4.53**	3.4
G*U*Y int.	57	2533811	44453	2.88**	2.1
Hata (2)	304	4688602	15423		4.0
Genel	479	118603595			
** ($P<0.01$) CV (%): 7.4 R ² : 0.94 Ort.: 1684					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Biyolojik verim genel ortalaması 1684 kg/da olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 1506 kg/da iken, ikinci yılda 1861 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen biyolojik verimleri (kg/da)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	967 z++	1138 z++	1857 y+	2015 q+	1494 m-q	2022	1307 z++	1600 z++	2070 m-w	2427 d-g	1851 cde	2021-2022 Ort	1137 z++	1369 z++	1963 l-p	2221 def	1672 fg
Ayrancı		970 z++	1253 z++	1681 z++	2042 o-z	1487 m-q		1070 z++	1804 z++	1858 y+	2448 c-f	1795 efg		1020 z++	1529 z+	1770 s-w	2245 cde	1641 gh
Baykara		963 z++	1457 z++	1742 z++	2008 q+	1542 mno		1868 x+	1966 s+	2240 g-o	2462 cde	2134 a		1416 z++	1711 t-x	1991 k-o	2235 de	1838 b
Burakbey		887 z++	1311 z++	1652 z++	1998 q+	1462 opq		1332 z++	1773 z++	2003 q+	2373 d-j	1870 b-e		1109 z++	1542 y+	1828 p-u	2186 e-h	1666 fg
Bülbül 89		983 z++	1337 z++	1645 z++	1749 z++	1429 qr		1397 z++	1952 s+	1975 s+	2390 d-ı	1928 bc		1190 z++	1644 w-z	1810 r-v	2070 g-m	1678 fg
Fırtına		942 z++	1287 z++	1816 z++	2180 j-r	1556 l-o		1380 z++	1937 s+	2197 l-q	2833 a	2086 a		1161 z++	1612 x+	2006 j-n	2506 a	1821 bc
İnce 04		954 z++	1516 z++	1823 z++	1962 s+	1564 k-n		1410 z++	1836 z++	2080 l-u	2492 bcd	1954 b		1182 z++	1676 v-y	1951 l-q	2227 de	1759 cde
Karatay 94		992 z++	1453 z++	1688 z++	1863 x+	1499 m-q		1365 z++	1702 z++	2058 n-x	2275 e-l	1850 c-f		1178 z++	1578 x+	1873 n-s	2069 g-m	1675 fg
Keykubad		973 z++	1316 z++	1643 z++	1983 r+	1479 m-q		1047 z++	1765 z++	2233 g-o	2686 ab	1933 bc		1010 z++	1541 y+	1938 m-r	2334 bcd	1706 efg
Konevi 98		880 z++	1057 z++	1680 z++	2072 m-v	1422 qr		958 z++	1532 z++	2054 n-y	2468 cde	1753 fgh		919 z++	1294 z++	1867 n-s	2270 cde	1588 hi
Larende		1035 z++	1312 z++	1645 z++	2018 q+	1502 m-q		1305 z++	1600 z++	2058 n-x	2345 d-j	1827 c-f		1170 z++	1456 z++	1851 o-t	2182 e-h	1665 fg
Tarm 92		937 z++	1319 z++	1672 z++	1962 s+	1472 n-q		1165 z++	1676 z++	2093 l-t	2308 d-k	1811 def		1051 z++	1497 z++	1883 n-s	2135 e-j	1641 gh
Zeynelağa		1043 z++	1481 z++	1700 z++	1890 u+	1529 m-p		1592 z++	1739 z++	2029 p+	2368 d-j	1932 bc		1318 z++	1610 x+	1865 o-s	2129 e-k	1730 def
Hat 1		875 z++	1177 z++	1445 z++	1833 z++	1333 r		613 z++	1302 z++	1877 v+	2258 f-m	1513 m-q		744 z++	1240 z++	1661 w-z	2046 h-m	1423 k
Hat 2		972 z++	1139 z++	1595 z++	1982 r+	1422 qr		1326 z++	1483 z++	1950 s+	2097 l-t	1714 ghi		1149 z++	1311 z++	1772 s-w	2039 i-m	1568 ij
Hat 3		933 z++	1467 z++	2092 l-t	2118 k-s	1653 l-l		838 z++	1911 t+	2392 d-ı	2642 abc	1945 bc		886 z++	1689 u-x	2242 cde	2380 abc	1799 bcd
Hat 4		1175 z++	1536 z++	1901 t+	2253 f-n	1716 ghi		1610 z++	2017 q+	2418 d-h	2633 abc	2170 a		1393 z++	1776 s-w	2160 e-ı	2443 ab	1943 a
Hat 5		883 z++	1143 z++	1709 z++	1983 r+	1430 pqr		593 z++	1590 z++	1935 s+	2185 j-q	1576 j-m		738 z++	1367 z++	1822 q-u	2084 f-l	1503 j
Hat 6		1016 z++	1173 z++	1698 z++	1999 q+	1472 n-q		923 z++	1558 z++	1846 z+	2353 d-j	1670 hij		970 z++	1366 z++	1772 s-w	2176 e-ı	1571 hij
Hat 7		1027 z++	1624 z++	1872 w+	2120 k-s	1661 h-k		1417 z++	1708 z++	2223 h-p	2298 d-k	1912 bcd		1222 z++	1666 w-z	2048 h-m	2209 d-g	1786 bcd
Ortalama		970 g	1325 e	1728 d	2001 c	1506 b		1226 f	1722 d	2080 b	2417 a	1861 a		1098 d	1524 c	1904 b	2209 a	1684

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistikî açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 23.8

LSD (0.05) U: 33.6

LSD (0.05) Y*U int.: 47.6

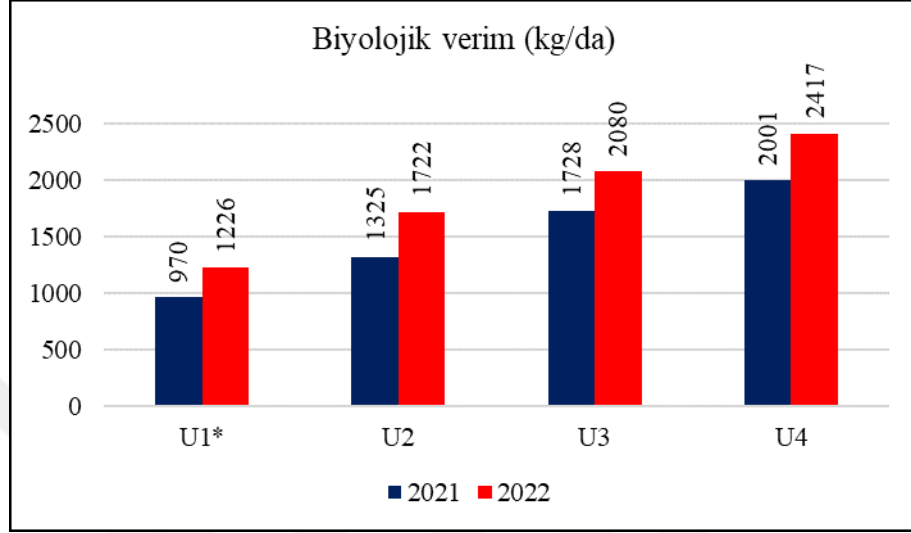
LSD (0.05) G: 70.6

LSD (0.05) G*Y int: 99.8

LSD (0.05) G*U int.: 141.1

LSD (0.05) G*U*Y int.: 199.5

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama biyolojik verim değerleri 1098 kg/da (U1) ile 2209 kg/da (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda 970 kg/da (U1) ile 2001 kg/da (U4) arasında değişirken, ikinci yılda 1226 kg/da (U1) ile 2417 kg/da (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.7).



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.7. Kuraklık uygulamalarında ortalama biyolojik verim değerleri

LSD testine göre, U4 uygulaması (2209 kg/da) “a” grubunda yer almıştır. U3 uygulaması (1904 kg/da) “b” grubunda yer alırken, U2 uygulaması (1524 kg/da) “c” grubu ile bunu izlemiştir. U1 uygulaması (1098 kg/da) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.18). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin biyolojik verimlerinde, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın da sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) görüldüğü ifade edilebilir. U3 uygulamasında genotipler U1 ve U2 uygulamalarına göre daha az stres ile karşılaştığından tam sulu koşullara en yakın biyolojik verim ortalaması elde edilmiş, U1 uygulamasında genotiplerin metrekaresindeki sap sayısı ve bitki boyunun düşük kalması bu uygulamada biyolojik verim kayıplarının fazla olmasına sebep olmuştur.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama biyolojik verim değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen biyolojik verimlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	48.8	38.3	11.6
Ayrancı	54.6	31.9	21.2
Baykara	36.6	23.4	10.9
Burakbey	49.3	29.5	16.4
Bülbül 89	42.5	20.6	12.5
Fırtına	53.7	35.7	19.9
İnce 04	46.9	24.7	12.4
Karatay 94	43.1	23.8	9.5
Keykubad	56.7	34.0	17.0
Konevi 98	59.5	43.0	17.8
Larende	46.4	33.3	15.1
Tarm 92	50.8	29.9	11.8
Zeynelağa	38.1	24.4	12.4
Hat 1	63.6	39.4	18.8
Hat 2	43.7	35.7	13.1
Hat 3	62.8	29.0	5.8
Hat 4	43.0	27.3	11.6
Hat 5	64.6	34.4	12.6
Hat 6	55.5	37.2	18.6
Hat 7	44.7	24.6	7.3
Ortalama	50.3	31.0	13.8

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Çizelge 4.19 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %50.3 biyolojik verim kaybı ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %31.0 ile U2 ve %13.8 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Karami ve ark. (2021), kuraklık stresi uygulanan genotiplerin biyolojik verimlerinde stressiz şartlarda yetiştirilenlere göre oldukça önemli bir azalma (% 53.6) meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Hellal ve ark. (2019) ve Istanbuli ve ark. (2020), kuraklık uygulamalarının kontrole kıyasla arpa genotiplerinin biyolojik verimlerinde önemli kayıplara neden olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Samarah ve ark. (2009), arpa genotiplerinde şiddetli kuraklık stresinin %67.4, orta derecede kuraklık stresinin %46.8 oranında biyolojik verimde kayıplara neden olduğu şeklindeki bulguları bu araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama biyolojik verimi 1423 kg/da (Hat 1) ile 1943 kg/da (Hat 4) arasında değişmiştir. Bu değerler, birinci yılda 1333 kg/da (Hat 1) ile 1716 kg/da (Hat 4) arasında, ikinci yılda ise 1513 kg/da (Hat 1) ile 2170 kg/da

(Hat 4) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Hat 4 (1943 kg/da) “a”, grubunda yer alırken Baykara (1838 kg/da), “b”, Fırtına (1821 kg/da), “bc”, Hat 3 (1799 kg/da) ve Hat 7 (1786 kg/da) “bcd” grubunda yer alarak ön plana çıkan genotipler olmuştur. İnce 04 (1759 kg/da) “cde”, Zeynelağa (1730 kg/da) “def” ve Keykubad (1706 kg/da) “efg” grubunda yer alarak genel ortalamanın üzerinde performans göstermişlerdir. Bülbül 89 (1678 kg/da), Karatay 94 (1675 kg/da), Aydanhanım (1672 kg/da), Burakbey (1666 kg/da) ve Larendede (1675 kg/da) “fg”, Ayrancı (1641 kg/da) ve Tarm 92 (1641 kg/da) “gh” grubu ile genel ortalamasının altında yer alırken; Konevi 98 (1588 kg/da) “hi”, Hat 6 (1571 kg/da) “hij”, Hat 2 (1568) “ij”, Hat 5 (1503 kg/da) “j” ve Hat 1 (1423kg/da) “k” grupları ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.18).

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde, genotiplerden ortalama 1098 kg/da biyolojik verim elde edilmiştir. Baykara çeşidi 1416 kg/da ile en yüksek biyolojik verime sahip olurken bunu Hat 4 (1393 kg/da), Zeynelağa (1318 kg/da), Hat 7 (1221 kg/da) ve Bülbül 89 (1190 kg/da) çeşitleri takip etmiştir. İnce 04 (1182 kg/da), Karatay 94 (1178 kg/da), Larendede (1169 kg/da), Fırtına (1161 kg/da), Hat 2 (1149 kg/da), Aydanhanım (1137 kg/da), ve Burakbey (1109 kg/da) ortalamasının üzerinde biyolojik verime sahip olurken, Tarm 92 (1051 kg/da), Ayrancı (1020 kg/da), Keykubad (1010 kg/da) ve Hat 6 (970 kg/da) genotipleri ortalamasının altında biyolojik verime sahip olmuşlardır. Konevi 98 (919 kg/da), Hat 3 (886 kg/da), Hat 1 (744 kg/da) ve Hat 5 (738 kg/da) genotipleri ise düşük biyolojik verim değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.18). U1 uygulamasında biyolojik verim değerleri bakımından genotipler arasında önemli bir varyasyonun bulunduğu dikkat çekmektedir. Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama biyolojik verim kayıpları %50.3 olarak gerçekleşirken genotipler arasında %36.6 (Baykara) ile %64.6 (Hat 5) arasında değişim göstermiştir. U1 uygulamasında Baykara çeşidi yüksek biyolojik verim performansı ve düşük biyolojik verim kaybı ile dikkat çekmektedir (Çizelge 4.19).

U2 uygulamasında genotiplerin ortalama biyolojik verimleri 1524 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Hat 4 1776 kg/da ile en yüksek biyolojik verime sahip olurken bunu Baykara (1711 kg/da), Hat 3 (1689 kg/da), İnce 04 (1676 kg/da), Hat 7 (1666 kg/da) ve Bülbül 89 (1644 kg/da) genotipleri takip etmiştir. Fırtına (1612 kg/da), Zeynelağa (1610 kg/da), Karatay 94 (1578 kg/da), Burakbey (1542 kg/da) Keykubad (1541 kg/da) ve Ayrancı (1529 kg/da) çeşitleri ortalamasının üzerinde biyolojik verime sahip olurken; Tarm 92 (1497 kg/da), Larendede (1456 kg/da), Aydanhanım (1369 kg/da), Hat 5 (1367 kg/da)

ve Hat 6 (1366 kg/da) genotipleri ortalamanın altında biyolojik verime sahip olmuşlardır. Hat 2 (1311 kg/da), Konevi 98 (1294 kg/da) ve Hat 1 (1240 kg/da) ise düşük biyolojik verim değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.18). Burada Hat 4 ve Baykara çeşidinin, sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı kuraklığı (U1) uygulamasında olduğu gibi, başaklanma dönemi – tane doldurma dönemi kuraklığında da başarılı birer genotip oldukları anlaşılmaktadır. U2 uygulamasında genotiplerin ortalama verim kayıpları % 31.0 olarak gerçekleşmiştir. Bu kayıplar genotipler arasında %20.6 (Bülbül 89) ile %43.0 (Konevi 98) arasında değişim göstermiştir. Düşük biyolojik verim kaybı gösteren Bülbül 98 (%20.6), Baykara (%23.4), Karatay 94 (%23.8), Zeynelağa (%24.4) ve Hat 7 (%24.6) genotipleri diğer genotiplere kıyasla başaklanma dönemi – tane doldurma dönemi kuraklığına biyolojik verim kaybı yönüyle daha toleranslı genotipler olarak belirlenmiştir. Yüksek biyolojik verim kaybına uğrayan Konevi 98 (%43.0), Hat 1 (%39.4), Aydanhanım (%38.3) ve Hat 6 (%37.2) genotiplerinin ise başaklanma dönemi – tane doldurma dönemi kuraklığına hassas oldukları anlaşılmaktadır (Çizelge 4.19).

Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık (U3) uygulamasında genotiplerden ortalama 1904 kg/da biyolojik verim elde edilmiştir. Hat 3 (2242 kg/da) en yüksek biyolojik verime sahip olurken; bunu Hat 4 (2160 kg/da), Hat 7 (2048 kg/da), Fırtına (2007 kg/da) ve Baykara (1997 kg/da) genotipleri takip etmiştir. Aydanhanım (1963 kg/da), İnce 04 (1951 kg/da) ve Keykubad (1938 kg/da) çeşitleri ortalamanın üzerinde biyolojik verime sahip olurken; Tarm 92 (1883 kg/da), Karatay 94 (1873 kg/da) Konevi 98 (1867 kg/da), Zeynelağa (1865 kg/da), Larendi (1852 kg/da), Burakbey (1828 kg/da) ve Hat 5 (1822 kg/da) genotipleri ortalamanın altında biyolojik verime sahip olmuşlardır. Bülbül 89 (1810 kg/da), Hat 2 (1772 kg/da) Hat 6 (1772 kg/da), Ayrancı (1770 kg/da) ve Hat 1 (1661 kg/da) genotipleri ise düşük biyolojik verim değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.18). U3 uygulamasında genotiplerin ortalama verim kayıpları %13.8 olarak gerçekleşmiştir. Bu kayıplar genotipler arasında %5.8 (Hat 3) ile %21.2 (Ayrancı) arasında değişim göstermiştir. Düşük biyolojik verim kaybı gösteren Hat 3 (%5.8), Hat 7 (%7.3), Karatay 94 (%9.5) ve Baykara (%10.9) genotiplerinin uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklığa daha toleranslı genotipler olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan Ayrancı (%21.2), Fırtına (%19.9), Hat 1 (%18.8) ve Hat 6 (%18.6) bu uygulamanın yüksek biyolojik verim kaybı gösteren genotipler olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa, Bülbül 89, Baykara, Hat 3, Hat 7 ve Karatay

94 genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük biyolojik verim kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Hat 4, Baykara, Fırtına ve Hat 7 genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek biyolojik verim performansı ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır.

Tam sulama (U4) uygulamasında genotiplerden ortalama 2209 kg/da biyolojik verim elde edilmiştir. Fırtına çeşidi 2506 kg/da ile en yüksek biyolojik verime sahip olurken bunu Hat 4 (2443 kg/da), Hat 3 (2380 kg/da) ve Keykubad (2334 kg/da) genotipleri takip etmiştir. Konevi 98 (2270 kg/da), Ayrancı (2245 kg/da), Baykara (2235 kg/da) İnce 04 (2227 kg/da), Aydanhanım (2221 kg/da) ve Hat 7 (2209 kg/da) genotipleri ortalamanın üzerinde biyolojik verim değerlerine sahip olurken; Burakbey (2186 kg/da), Larende (2182 kg/da), Hat 6 (2176 kg/da) Tarm 92 (2135 kg/da) ve Zeynelağa (2129 kg/da) genotipleri ortalamanın altında biyolojik verim değerlerine sahip olmuşlardır. Hat 5 (2084 kg/da), Bülbül 89 (2070 kg/da), Karatay 94 (2069 kg/da), Hat 1 (2046 kg/da) ve Hat 2 (2039 kg/da) genotipleri ise bu uygulamada düşük biyolojik verim değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.18). Bu uygulamada yağışa bağlı koşullar için geliştirilen Keykubad, Ayrancı ve Baykara, çeşileri ile Hat 4 ve Hat 3 genotiplerinin biyolojik verim değerleri bakımından tam sulamaya karşı gösterdikleri yüksek performans dikkat çekici olmuştur.

4.1.8. Hasat indeksi

Farklı dönem kuraklık uygulamalarında yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen verilerin birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin hasat indeksi bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile genotip x kuraklık uygulaması interaksyonu arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması %76.5 ile hasat indeksi üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur. Diğer taraftan genotip etkisi %8.4 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.20).

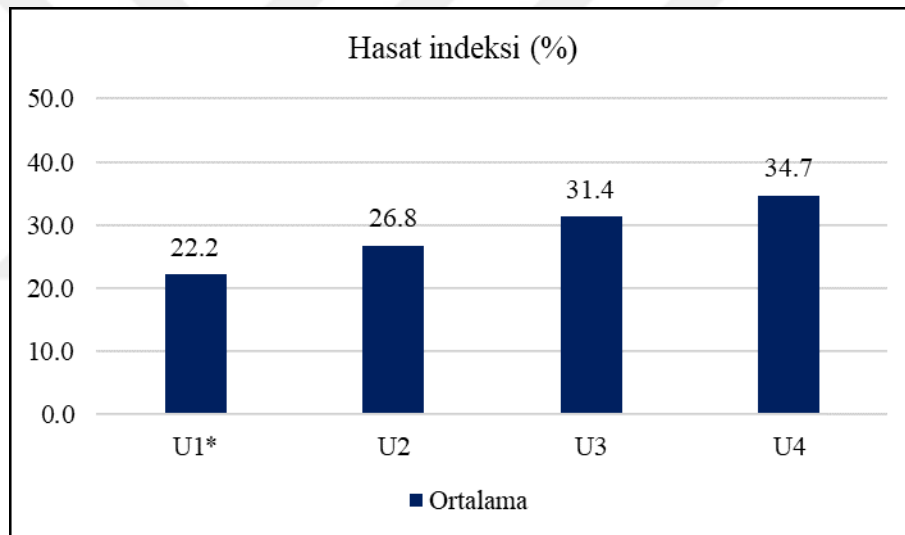
Hasat indeksi genel ortalaması %28.8 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda %27.6 iken, ikinci yılda %29.9 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.21).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama hasat indeksi değerleri %22.2 (U1) ile %34.7 (U4) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.8).

Çizelge 4.20. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen hasat indeksi değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	619.89	619.89	222.32**	4.4
Tekerrür [Yıl]	4	0.67	0.17	0.06	0.0
Kuraklık Uygulaması (U)	3	10735.9	3578.63	1283.48**	76.5
Y*U int.	3	3.92	1.31	0.47	0.0
Hata (1)	12	33.46	2.79	1.06	0.2
Genotip (G)	19	1179	62.05	23.59**	8.4
G*Y int.	19	60.56	3.19	1.21	0.4
G*U int.	57	451.13	7.91	3.01**	3.2
G*U*Y int.	57	149.44	2.62	1.00	1.1
Hata (2)	304	799.5	2.63		5.7
Genel	479	14033.47			
** ($P < 0.01$) CV (%): 5.6 R ² : 0.91 Ort.: 28.8					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.8. Kuraklık uygulamalarında ortalama hasat indeksi değerleri

LSD testine göre, U4 uygulaması (%34.7) “a” grubunda yer almıştır. U3 uygulaması (%31.4) “b” grubunda yer alırken, U2 uygulaması (%26.8) “c” grubu ile bunu izlemiştir. U1 uygulaması (%22.2) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.21). Araştırmada elde edilen bulgulara göre, arpa genotiplerinin hasat indeksi değerlerinde, en fazla kayıp sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) görüldüğü ifade edilebilir. U1 uygulamasının hasat indeksi değerlerinin düşük gerçekleşmesi, bu uygulamadaki kuraklık stresinin doğrudan genotiplerde tane kaybına sebep olması ile açıklanabilir.

Çizelge 4.21. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen hasat indeksi değerleri (%)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	20.0	23.6	28.0	34.4	26.5	2022	24.8	27.0	31.0	34.6	29.3	2021-2022 Ort	22.4 x-z+	25.3 r-u	29.5 k-l	34.5 d-g	27.9 fg
Ayrancı		19.9	25.8	31.4	35.0	28.0		21.9	26.3	34.5	37.0	29.9		20.9 z++	26.0 q-t	32.9 g-ı	36.0 bcd	29.0 de
Baykara		23.5	27.9	31.0	36.5	29.7		25.8	30.3	33.7	38.7	32.1		24.6 t-w	29.1 l-m	32.3 h-ı	37.6 ab	30.9 a
Burakbey		19.7	25.2	33.1	32.5	27.6		23.4	28.1	32.3	35.2	29.8		21.5 z++	26.6 p-s	32.7 h-ı	33.8 e-h	28.7 def
Bülbül 89		23.0	27.3	30.6	31.4	28.1		25.1	29.3	32.2	32.8	29.8		24.0 u-y	28.3 l-p	31.4 r-j	32.1 h-ı	28.9 de
Fırtına		20.7	26.4	31.9	36.9	29.0		25.0	28.9	35.6	39.2	32.2		22.8 w-z+	27.6 m-q	33.7 e-h	38.1 a	30.6 ab
İnce 04		22.2	26.7	32.6	32.1	28.4		24.0	30.6	32.7	33.7	30.2		23.1 v-z+	28.6 l-o	32.6 h-ı	32.9 g-ı	29.3 cd
Karatay 94		21.5	27.0	28.8	31.0	27.1		23.3	27.4	31.1	34.8	29.1		22.4 x-z+	27.2 n-q	30.0 j-l	32.9 g-ı	28.1 efg
Keykubad		20.8	25.0	32.3	34.1	28.1		22.8	29.3	35.5	39.5	31.7		21.8 z-z+	27.1 o-r	33.9 e-h	36.8 abc	29.9 bc
Konevi 98		19.6	23.3	27.3	31.9	25.5		20.3	24.4	29.7	34.1	27.1		20.0 z++	23.9 u-y	28.5 l-o	33.0 f-ı	26.3 ı
Larende		20.4	25.7	31.6	35.9	28.4		22.3	28.6	33.5	37.5	30.5		21.3 z++	27.2 n-q	32.6 h-ı	36.7 abc	29.4 cd
Tarm 92		22.0	25.5	28.5	30.8	26.7		22.4	27.7	33.8	34.5	29.6		22.2 y-z+	26.6 p-s	31.2 r-k	32.6 h-ı	28.1 efg
Zeynelağa		21.3	28.0	29.8	33.7	28.2		23.9	29.4	34.0	35.4	30.7		22.6 x-z+	28.7 l-o	31.9 r-ı	34.6 d-g	29.4 cd
Hat 1		19.0	23.1	27.2	30.3	24.9		20.4	24.0	30.7	34.1	27.3		19.7 z++	23.5 u-z+	29.0 l-n	32.2 h-ı	26.1 ı
Hat 2		19.8	22.8	27.1	30.7	25.1		23.7	25.4	30.6	34.3	28.5		21.7 z++	24.1 u-x	28.8 l-o	32.5 h-ı	26.8 gı
Hat 3		23.1	28.6	33.3	33.6	29.6		24.1	29.2	31.9	36.0	30.3		23.6 u-z+	28.9 l-o	32.6 h-ı	34.8 def	30.0 bc
Hat 4		23.9	27.5	31.3	36.3	29.8		26.0	31.1	33.0	38.4	32.1		24.9 s-u	29.3 l-m	32.2 h-ı	37.4 ab	30.9 a
Hat 5		19.2	24.0	27.9	31.3	25.6		19.4	25.2	29.8	34.6	27.2		19.3 z++	24.6 t-w	28.8 l-o	32.9 f-ı	26.4 hı
Hat 6		20.2	22.3	28.2	33.4	26.0		20.2	25.9	31.8	36.7	28.6		20.2 z++	24.1 u-x	30.0 j-l	35.1 cde	27.3 gh
Hat 7		23.7	29.0	32.1	37.6	30.6		25.6	29.6	33.8	38.9	32.0		24.7 t-v	29.3 l-m	33.0 f-ı	38.2 a	31.3 a
Ortalama		21.2	25.7	30.2	33.5	27.6 b		23.2	27.9	32.6	36.0	29.9 a		22.2 d	26.8 c	31.4 b	34.7 a	28.8

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 0.33

LSD (0.05) U: 0.47

LSD (0.05) Y*U int.: öd

LSD (0.05) G: 0.92

LSD (0.05) G*Y int.: öd

LSD (0.05) G*U int.: 1.84

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

Ghaffar ve ark. (2018), tane verimi ve verim farklılıklarının hasat indeksi değerlerinde varyasyona neden olduğunu bildirmişlerdir. Dirik ve ark. (2022), arpada hasat indeksinin %17.1–38.3 arasında değiştiğini, benzer şekilde Ertuğrul (2021)'un kurak koşullarda arpada hasat indeksi değerlerinin %23.2–33.7 arasında değiştiği şeklindeki bulguları, bu araştırmada elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama hasat indeksi değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22 incelendiğinde, uygulamalar arasında %36.0 ile en fazla hasat indeksi kaybı U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %22.8 ile U2 ve %9.5 ile U3 uygulamaları takip etmiştir.

Çizelge 4.22. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen hasat indeksi değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	35.1	26.8	14.6
Ayrancı	41.9	27.7	8.6
Baykara	34.5	22.6	14.0
Burakbey	36.4	21.3	3.4
Bülbül 89	25.1	11.8	2.2
Fırtına	40.0	27.4	11.4
İnce 04	29.9	12.9	0.8
Karatay 94	32.0	17.5	9.0
Keykubad	40.7	26.3	7.8
Konevi 98	39.5	27.6	13.6
Larende	41.8	25.9	11.2
Tarm 92	32.0	18.5	4.5
Zeynelağa	34.7	17.0	7.8
Hat 1	38.8	26.9	10.0
Hat 2	33.2	25.9	11.3
Hat 3	32.0	16.9	6.2
Hat 4	33.3	21.6	13.9
Hat 5	41.4	25.3	12.4
Hat 6	42.4	31.2	14.5
Hat 7	35.4	23.4	13.8
Ortalama	36.0	22.8	9.5

U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama hasat indeksi değerleri %26.1 (Hat 1) ile %31.3 (Hat 7) arasında değişmiştir. Bu değerler, birinci yılda %24.9 (Hat 1) ile %30.6 (Hat 7) arasında, ikinci yılda ise %27.1 (Konevi 98) ile %32.2 (Fırtına) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Hat 7 (%31.3), Hat 4 (%30.9) ve Baykara (%30.9) “a”, grubunda yer alırken, Fırtına (%30.6) “ab”, Hat 3 (%30.0) ve Keykubad (%29.9) “bc” grubunda yer alan genotipler olmuştur. Zeynelağa (%29.4), Larende (%29.4) ve İnce 04 (%29.3) “cd”, Ayrancı (%29.0) ve Bülbül 89 (%28.9) “de” grubunda yer alarak genel ortalamanın üzerinde performans göstermişlerdir. Burakbey (%28.7) “def”, Tarm 92 (%28.1) ve Karatay 94 (%28.1) ise “efg” grubu ile genel ortalamanın altında yer alırken; Aydanhanım (%27.9) “fg”, Hat 6 (%27.3) “gh”, Hat 2 (%26.8) “gı”, Hat 5 (%26.4) “hı” ve Konevi 98 (%26.3) ile Hat 1 (%26.1) “i” grupları ile son gruplarda yer almışlardır (Çizelge 4.21).

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde, genotiplerden ortalama %22.2 hasat indeksi değeri elde edilmiştir. Hat 4 genotipi %24.9 ile en yüksek hasat indeksi değerine sahip olurken, bunu Hat 7 (%24.7), Baykara (%24.6) ve Bülbül 89 (%24.0) genotipleri takip etmiştir. Hat 3 (%23.6), İnce 04 (%23.1), Fırtına (%22.8), Zeynelağa (%22.6), Karatay 94 (%22.4), Aydanhanım (%22.4) ve Tarm 92 (%22.2) genotipleri ortalamanın üzerinde hasat indeksi değerlerine sahip olurken, Keykubad (%21.8), Hat 2 (%21.7), Burakbey (%21.5), Larende (%21.3) ve Ayrancı (%20.9) genotipleri ortalamanın altında hasat indeksi değerlerine sahip olmuşlardır. Hat 6 (%20.2), Konevi 98 (%20.0), Hat 1 (%19.7) ve Hat 5 (%19.3) ise düşük hasat indeksi değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.21). U1 uygulamasında yer alan genotiplerin ortalama hasat indeksi kayıpları % 36.0 olarak gerçekleşmiştir. Bu uygulamadaki en az kayıp %25.1 ile Bülbül 89 çeşidinden elde edilirken en fazla kayıp %42.4 ile Hat 6 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.22). Saed-Moucheshi ve ark. (2022), arpa genotiplerinde hasat indeksinin su stresinden önemli şekilde etkilendiği bildirmişlerdir.

U2 uygulamasında ortalama hasat indeksi % 26.8 olarak gerçekleşmiştir. Hat 4 ve Hat 7 %29.3 ile en yüksek hasat indeksi değerlerine sahip olurken bunları Baykara (%29.1), Hat 3 (%28.9), Zeynelağa (%28.7) ve İnce 04 (%28.6) genotipleri takip etmiştir. Bülbül 89 (%28.3), Fırtına (%27.6), Karatay 94 (%27.2), Larende (%27.2) ve Keykubad (%27.1) çeşitleri ortalamanın üzerinde hasat indeksi değerlerine sahip olurken; Burakbey (%26.6), Tarm 92 (%26.6), Ayrancı (%26.0) ve Aydanhanım (%25.3) çeşitleri ortalamanın altında hasat indeksi değerlerine sahip olmuşlardır. Hat 5 (%24.6), Hat 6

(%24.1), Hat 2 (%24.1), Konevi 98 (%23.9) ve Hat 1 (%23.5) ise düşük hasat indeksi değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.21). Burada Hat 4, Hat 7 ve Baykara genotipleri, sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı kuraklığı (U1) uygulamasında olduğu gibi, başaklanma dönemi – tane doldurma dönemi kuraklığında da başarılı birer genotip oldukları anlaşılmaktadır. U2 uygulamasında genotiplerin ortalama verim kayıpları %22.8 olarak gerçekleşmiştir. Bülbül 89 %11.8 ile en düşük hasat indeksi değeri kaybına uğrarken Hat 6 %31.2 ile en yüksek hasat indeksi kaybına uğramıştır (Çizelge 4.22). U2 uygulamasında başaklanma başlangıcından olgunlaşmaya kadar geçen sürede uygulanan kuraklık etkisi genotiplerin yeterli fotosentetik ürün birikimi yapamadıklarından dolayı tane veriminde yaşanan düşüklüğün bir sonucu olarak hasat indeksinde de azalmaya sebep olduğu düşünülebilir.

U3 uygulamasında genotiplerden ortalama %31.4 hasat indeksi değeri elde edilmiştir. Keykubad (%33.9) çeşidi en yüksek hasat indeksi değerine sahip olurken bunu Fırtına (%33.7), Hat 7 (%33.0), Ayrancı (%32.9) ve Burakbey (%32.7) genotipleri takip etmiştir. İnce 04 (%32.6), Hat 3 (%32.6), Larende (%32.6), Baykara (%32.3), Hat 4 (%32.2), Zeynelağa (%31.9) ve Bülbül 89 (%31.4) genotipleri ortalamanın üstünde hasat indeksine sahip olurken; Tarm 92 (%31.2), Hat 6 (%30.0), Karatay 94 (%30.0) ve Aydanhanım (%29.5) genotipleri ortalamanın altında hasat indeksine sahip olmuşlardır. Hat 1 (%29.0), Hat 5 (%28.8), Hat 2 (%28.8) ve Konevi 98 (%28.5) genotipleri ise düşük hasat indeksi değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.21). U3 uygulamasında genotiplerin ortalama hasat indeksi kayıpları % 9.5 olarak gerçekleşmiştir. Bu kayıplar genotipler arasında %0.8 (İnce 04) ile %14.6 (Aydanhanım) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.22).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa, Bülbül 89, İnce 04, Hat 3 ve Tarm 92 genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük hasat indeksi kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Baykara, Hat 4 ve Hat 7 genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek hasat indeksi performansları ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır.

Tam sulama (U4) uygulamasında genotiplerden ortalama %34.7 hasat indeksi değeri elde edilmiştir. Hat 7 %38.2 ile en yüksek hasat indeksi değerine sahip olurken bunu Fırtına (%38.1), Baykara (%37.6), Hat 4 (%37.4), Keykubad (%36.8) ve Larende (%36.7) genotipleri takip etmiştir. Ayrancı (%36.0), Hat 6 (%35.1), Hat 3 (%34.8), Zeynelağa (%34.6) ve Aydanhanım (%34.5) genotipleri ortalamanın üzerinde hasat

indeksi değerlerine sahip olurken; Burakbey (%33.8), Konevi 98 (%33.0), Hat 5 (%32.9), Karatay 94 (%32.9) ve İnce 04 (%32.9) genotipleri ortalamanın altında hasat indeksine sahip olmuşlardır. Tarm 92 (%32.6), Hat 2 (%32.5), Hat 1 (%32.2) ve Bülbül 89 (%32.1) genotipleri ise düşük hasat indeksi değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.21).

4.2. Morfolojik Parametreler

4.2.1. Bitki boyu

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen verilerin birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda denemede kullanılan genotiplerin bitki boyu bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile yıl x kuraklık uygulaması ve genotip x yıl interaksiyonları arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması (%40.8) ve yıl (%40.4) bitki boyu üzerine en fazla etki eden unsurlar olurken, genotip (%7.8) etkisinin payı kuraklık uygulaması ve yıl etkilerine göre oldukça düşük gerçekleşmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bitki boylarına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	24233	24233	1095.7**	40.4
Tekerrür [Yıl]	4	194.8	48.69	2.2	0.3
Kuraklık Uygulaması (U)	3	24477.1	8159.03	368.91**	40.8
Y*U int.	3	948.8	316.27	14.3**	1.6
Hata (1)	12	265.4	22.12	2.44	0.4
Genotip (G)	19	4667.5	245.66	27.12**	7.8
G*Y int.	19	881.1	46.37	5.12**	1.5
G*U int.	57	765.2	13.43	1.48	1.3
G*U*Y int.	57	749.6	13.15	1.45	1.3
Hata (2)	304	2753.9	9.06		4.6
Genel	479	59936.4			
** ($P<0.01$) CV (%): 3.6 R ² : 0.93 Ort.:84.1					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Bitki boyu genel ortalaması 84.1 cm olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 76.9 cm iken, ikinci yılda 91.2 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bitki boyları (cm)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	73.0	83.5	89.2	92.0	84.4 k	2022	81.3	95.7	97.7	105.2	95.0 ab	2021-2022 Ort	77.2	89.6	93.4	98.6	89.7 a
Ayrancı		65.4	73.5	77.0	85.3	75.3 pq		74.0	86.8	90.8	94.0	86.4 ijk		69.7	80.2	83.9	89.7	80.9 hi
Baykara		69.5	78.3	84.3	92.8	81.3 l		83.3	93.0	96.5	102.0	93.7 bc		76.4	85.7	90.4	97.4	87.5 b
Burakbey		68.8	75.2	79.3	94.8	79.5 lmn		81.8	95.8	102.7	105.3	96.4 a		75.3	85.5	91.0	100.1	88.0 b
Bülbül 89		67.3	75.3	78.5	81.8	75.8 pq		76.2	92.5	96.0	98.7	90.8 def		71.8	83.9	87.3	90.3	83.3 fg
Fırtına		72.9	76.3	82.6	86.2	79.5 lmn		76.2	93.0	94.5	104.0	91.9 cde		74.5	84.7	88.6	95.1	85.7 cde
İnce 04		69.8	80.7	81.7	85.2	79.3 lmn		74.7	91.0	95.2	97.5	89.6 efg		72.3	85.8	88.4	91.3	84.5 ef
Karatay 94		69.0	74.2	76.8	83.7	75.9 p		80.3	96.8	98.3	100.0	93.9 bc		74.7	85.5	87.6	91.8	84.9 def
Keykubad		67.2	72.3	74.5	80.0	73.5 qr		74.8	90.8	93.2	94.2	88.3 ghi		71.0	81.6	83.9	87.1	80.9 hi
Konevi 98		67.2	73.0	76.8	84.9	75.5 pq		79.5	90.7	92.5	95.0	89.4 fgh		73.4	81.8	84.7	90.0	82.4 gh
Larende		64.8	71.3	73.5	79.4	72.2 r		76.0	88.5	91.2	92.8	87.1 hij		70.4	79.9	82.3	86.1	79.7 i
Tarm 92		66.0	75.0	78.7	86.4	76.5 op		78.5	93.8	97.2	101.0	92.6 bcd		72.3	84.4	87.9	93.7	84.6 ef
Zeynelağa		61.2	68.5	71.2	75.3	69.0 s		72.2	86.0	90.2	93.2	85.4 jk		66.7	77.3	80.7	84.3	77.2 j
Hat 1		62.4	70.4	78.3	93.4	76.1 p		81.0	96.7	97.5	104.0	94.8 ab		71.7	83.5	87.9	98.7	85.5 cde
Hat 2		71.3	78.3	80.3	89.5	79.9 lm		78.2	95.5	99.7	103.3	94.2 abc		74.8	86.9	90.0	96.4	87.0 bc
Hat 3		71.3	78.2	80.3	84.7	78.6 mno		78.5	96.7	99.7	101.7	94.1 abc		74.9	87.4	90.0	93.2	86.4 bcd
Hat 4		68.4	76.3	80.8	84.7	77.6 m-p		81.5	94.7	97.8	100.7	93.7 bc		75.0	85.5	89.3	92.7	85.6 cde
Hat 5		65.2	74.8	78.2	85.6	75.9 p		74.8	90.3	92.2	94.2	87.9 ghi		70.0	82.6	85.2	89.9	81.9 gh
Hat 6		67.0	75.8	79.5	86.8	77.3 nop		82.8	93.0	97.0	102.8	93.9 bc		74.9	84.4	88.3	94.8	85.6 cde
Hat 7		69.8	76.3	77.3	79.7	75.8 pq		70.7	85.0	89.3	91.5	84.1 k		70.3	80.7	83.3	85.6	80.0 i
Ortalama		67.9 g	75.4 f	78.9 e	85.6 d	76.9 b		77.8 e	92.3 c	95.5 b	99.1 a	91.2 a		72.8 d	83.8 c	87.2 b	92.3 a	84.1

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.94

LSD (0.05) U: 1.32

LSD (0.05) Y*U int.: 1.87

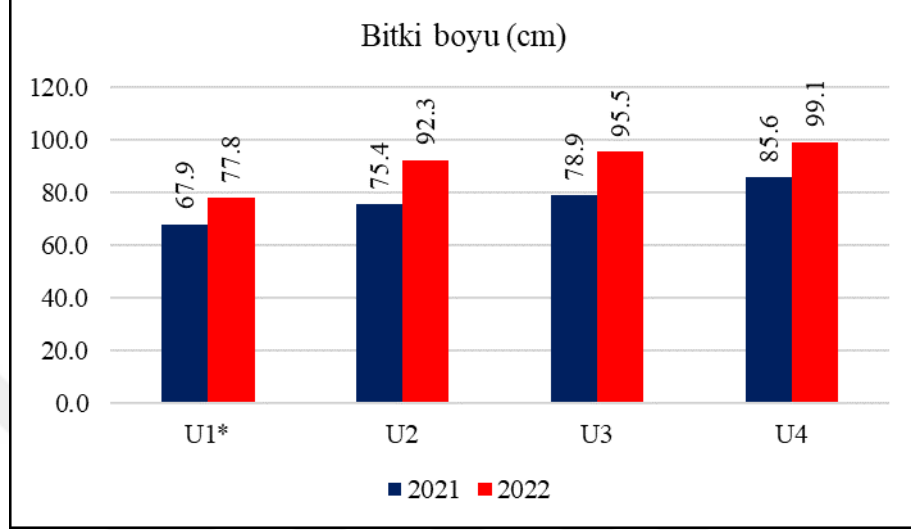
LSD (0.05) G: 1.71

LSD (0.05) G*Y int.: 2.42

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama bitki boyu değerleri 72.8 cm (U1) ile 92.3 cm (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda 67.9 cm (U1) ile 85.6 cm (U4) arasında değişirken, ikinci yılda 77.8 cm (U1) ile 99.1 cm (U4) arasında gerçekleşmiştir. (Şekil 4.9).



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.9. Kuraklık uygulamalarında ortalama bitki boyu değerleri

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama bitki boyu değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %21.1 bitki boyu kaybı ile U1 uygulamasında görülürken, bunu sırasıyla %9.2 ile U2 ve %5.5 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. U1, U2 ve U3 uygulamalarında en az kayıp Hat 7 genotipinden elde edilirken en fazla kayıp ise Hat 1 genotipinden elde edilmiştir. Sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında uygulanan (U1) kuraklık stresi bitkilerin sapa kalkma ve boy uzatma dönemlerine denk gelmesinden dolayı diğer uygulamalara göre kuraklıktan daha fazla etkilenmişlerdir. Başaklanma döneminde kuraklık stresinin sona ermesiyle boy uzaması bir miktar daha devam etmiş ancak kısıtlı kalmıştır. Elde edilen sonuçlar daha önce yapılan birçok çalışma ile paralellik göstermektedir. Nitekim Samarah ve ark. (2009), arpa genotiplerinin stressiz şartlara göre şiddetli kuraklık stresi uygulamasında %15.5, orta derecede kuraklık uygulamasında %6.9 oranında bitki boyunda azalma meydana geldiğini, kuraklık şiddetinin artmasına bağlı olarak bitki boyunun kısaldığını bildirmişlerdir. Hellal ve ark. (2019), kuraklık stresi altındaki arpa

genotiplerinde bitki boylarında normal şartlara göre %16.5 düzeyinde azalmanın meydana geldiğini; Karami ve ark. (2021), benzer şekilde kuraklık stresi uygulanan genotiplerin bitki boylarında stressiz şartlarda yetiştirilenlere göre önemli bir düşüş (%17.8) meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.25. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bitki boylarında tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	21.7	9.1	5.2
Ayrancı	22.3	10.6	6.4
Baykara	21.6	12.1	7.2
Burakbey	24.8	14.6	9.1
Bülbül 89	20.5	7.0	3.3
Fırtına	21.6	11.0	6.9
İnce 04	20.9	6.0	3.2
Karatay 94	18.7	6.9	4.6
Keykubad	18.5	6.3	3.7
Konevi 98	18.5	9.0	5.9
Larende	18.2	7.2	4.4
Tarm 92	22.9	9.9	6.2
Zeynelağa	20.9	8.3	4.3
Hat 1	27.4	15.4	11.0
Hat 2	22.5	9.9	6.7
Hat 3	19.6	6.2	3.4
Hat 4	19.1	7.7	3.6
Hat 5	22.1	8.1	5.2
Hat 6	21.0	11.0	6.9
Hat 7	17.9	5.7	2.6
Ortalama	21.1	9.2	5.5

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama bitki boyu değerleri 77.2 cm (Zeynelağa) ile 89.7 cm (Aydanhanım) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 69.0 cm (Zeynelağa) ile 84.4 cm (Aydanhanım) arasında değişirken, ikinci yılda 84.1 cm (Hat 7) ile 96.4 cm (Burakbey) arasında gerçekleşmiştir. LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Aydanhanım (89.7 cm) “a” grubunda yer alırken Burakbey (88.0 cm) ve Baykara (87.5 cm), “b”, Hat 2 (87.0 cm) “bc” ve Hat 3 (86.4 cm) “bcd” grubunda yer alarak ön plana çıkan genotipler olmuştur. Fırtına (85.7 cm), Hat 4 (85.6 cm), Hat 6 (85.6 cm) ve Hat 1 (85.5 cm) “cde”, Karatay 94 “def”, Tarm

92 (84.6 cm) ve İnce 04 (84.5 cm) “ef” grubunda yer alarak genel ortalamanın üzerinde bir performans göstermişlerdir. Bülbül 89 (83.3 cm) “fg”, Konevi 98 (82.4 cm) ve Hat 5 (81.9 cm) “gh”, Ayrancı (80.9 cm) ve Keykubad (80.9 cm) “hi” grubu ile genel ortalamanın altında yer alırken; Hat 7 (80.0 cm) ve Larende (79.7) “i”, Zeynelağa (77.2 cm) ise “j” grubu ile bitki boyu yönüyle son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.24).

Çalışmada kullanılan arpa genotipleri tüm kuraklık uygulamalarında birlikte değerlendirildiğinde, Aydanhanım, Baykara, Hat 3, Burakbey ve Hat 2 genotiplerinin bitki boyu yönüyle yüksek değerlere sahip oldukları, Keykubad, Hat 7, Ayrancı, Larende ve Zeynelağa genotiplerinin ise düşük değerlere sahip oldukları belirlenmiştir. Bitki boyu, arpada yatmaya toleransın önemli bir bileşeni olurken, tane verimi oluşumunda da çok önemli bir rol oynamaktadır. Arpanın yatmaya karşı belirgin duyarlılığı göz önüne alındığında, bitki boyunun azaltılması arzu edilen bir hedef olmaktadır. Öte yandan, bitki boyu ile tane verimi arasında var olan pozitif korelasyonlar, bitki boyunun azaltılması için seleksiyon yapılırken dikkatli olunmasını gerektirir, çünkü bitki boyunun aşırı kısılması toplam biyokütlede ve dolayısıyla tane veriminde önemli bir düşüşe yol açabilmektedir (Pržulj ve ark., 2010). Dolayısıyla yüksek bitki boyuna sahip olan arpa genotiplerinde yatmaya toleranslı ve tane verimi yönüyle üstün genotiplerin seleksiyonu önem kazanmaktadır. Bu anlamda Baykara çeşidinin yüksek bitki boyu ve tane verimi ile biyolojik verim performansının yüksek olması ayrıca yatmaya karşı toleransı bu çeşidi diğer arpa genotiplerinden ayırt eden pozitif özellikler yönüyle dikkat çekmektedir.

4.2.2. Üst boğum uzunluğu

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede iki yıllık verilerin birleştirilmesi ile analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda denemede kullanılan genotiplerin üst boğum uzunluğu bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile genotip x yıl ve genotip x kuraklık uygulaması interaksiyonları arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması %64.5 ile üst boğum uzunluğu üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur. Diğer taraftan genotip (%13.8) ve yıl (%7.2) etkilerinin payı kuraklık uygulaması etkisinin payından daha düşük gerçekleşmiştir (Çizelge 4.26).

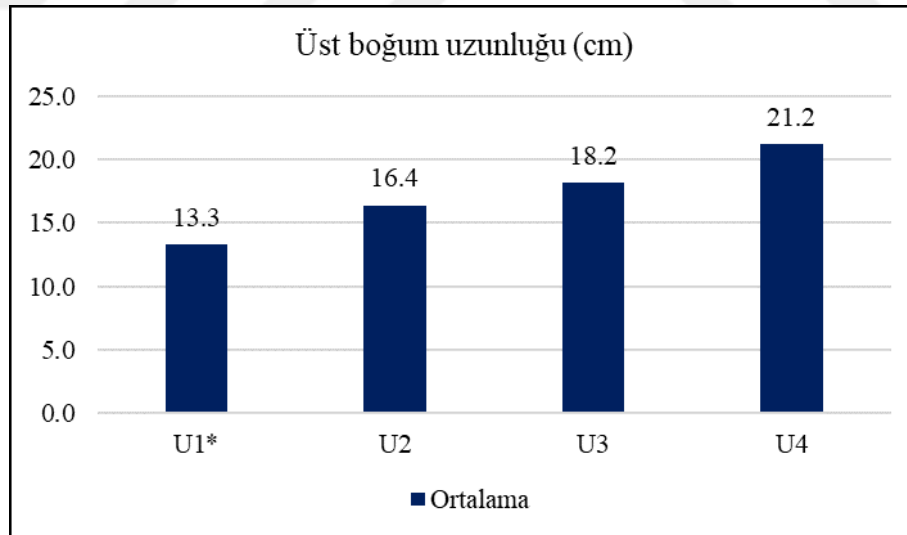
Çizelge 4.26. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen üst boğum uzunluklarına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	445.548	445.548	443.67**	7.2
Tekerrür [Yıl]	4	14.9178	3.729	3.71*	0.2
Kuraklık Uygulaması (U)	3	3966.17	1322.057	1316.48**	64.5
Y*U int.	3	5.1212	1.707	1.70	0.1
Hata (1)	12	12.0508	1.004	0.58	0.2
Genotip (G)	19	849.1	44.691	25.81**	13.8
G*Y int.	19	74.2882	3.910	2.26**	1.2
G*U int.	57	165.083	2.896	1.67**	2.7
G*U*Y int.	57	88.047	1.545	0.89	1.4
Hata (2)	304	526.3069	1.731		8.6
Genel	479	6146.672			
* ($P<0.05$), ** ($P<0.01$) CV (%): 7.6 R ² : 0.87 Ort.: 17.3					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Üst boğum uzunluğu genel ortalaması 17.3 cm olarak belirlenirken, bu değer birinci yılda 16.3 cm, ikinci yılda ise 18.2 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.27).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama üst boğum uzunlukları 13.3 cm (U1) ile 21.2 cm (U4) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.10).



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulı koşullar

Şekil 4.10. Kuraklık uygulamalarında ortalama üst boğum uzunluğu değerleri

Çizelge 4.27. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen üst boğum uzunlukları (cm)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	14.7	16.6	17.9	21.9	17.8 f-k	2022	15.3	20.7	21.3	25.5	20.7 ab	2021-2022 Ort	15.0 y-z+	18.7 h-o	19.6 g-l	23.7 ab	19.2 ab
Ayrancı		11.1	14.0	16.7	18.3	15.0 qr		13.6	18.8	19.5	21.2	18.3 d-h		12.4 z++	16.4 s-z	18.1 l-r	19.7 g-j	16.6 fg
Baykara		14.5	15.8	17.3	23.2	17.7 f-k		15.5	17.4	19.5	24.5	19.3 cd		15.0 y-z+	16.6 r-x	18.4 t-p	23.8 ab	18.5 cd
Burakbey		13.6	16.5	17.5	23.2	17.7 f-k		14.9	20.3	21.8	23.0	20.0 bc		14.3 z++	18.4 t-p	19.7 g-k	23.1 abc	18.8 bc
Bülbül 89		11.4	13.6	15.1	17.9	14.5 r		11.8	15.3	18.1	18.5	15.9 n-q		11.6 z++	14.5 z++	16.6 s-x	18.2 k-q	15.2 ı
Fırtına		12.9	15.4	17.9	21.6	17.0 k-n		14.8	16.9	19.1	23.5	18.6 d-h		13.9 z++	16.2 u-z+	18.5 t-o	22.5 bcd	17.8 de
İnce 04		12.3	13.9	17.0	19.4	15.7 opq		12.9	14.7	17.5	19.9	16.3 m-p		12.6 z++	14.3 z++	17.3 n-v	19.7 g-k	16.0 gh
Karatay 94		10.8	14.9	15.9	19.5	15.3 pqr		15.1	17.4	20.3	23.2	19.0 cde		13.0 z++	16.2 t-z+	18.1 l-r	21.3 def	17.1 ef
Keykubad		12.2	14.9	15.8	17.3	15.0 qr		12.6	15.9	16.7	20.7	16.5 mno		12.4 z++	15.4 x-z+	16.2 t-z+	19.0 g-m	15.8 hı
Konevi 98		11.2	14.1	15.8	18.9	15.0 qr		14.0	16.0	16.4	19.9	16.6 l-o		12.6 z++	15.1 y-z+	16.1 u-z+	19.4 g-l	15.8 hı
Larende		11.9	14.8	16.2	17.3	15.1 qr		14.2	16.1	17.4	20.1	17.0 k-n		13.1 z++	15.5 x-z+	16.8 q-x	18.7 h-n	16.0 gh
Tarm 92		11.4	15.4	16.1	18.2	15.3 pqr		12.1	16.3	18.8	21.5	17.2 t-m		11.7 z++	15.8 v-z+	17.5 n-u	19.9 f-ı	16.2 gh
Zeynelağa		13.2	18.0	19.3	22.3	18.2 e-ı		16.5	20.9	23.7	24.7	21.4 a		14.8 z++	19.5 g-l	21.5 de	23.5 abc	19.8 a
Hat 1		14.5	17.1	19.9	23.5	18.8 def		15.0	18.7	20.7	24.9	19.8 bc		14.7 z++	17.9 m-s	20.3 efg	24.2 a	19.3 ab
Hat 2		12.8	16.1	17.8	21.2	17.0 k-n		13.1	17.3	18.8	22.9	18.0 e-j		12.9 z++	16.7 r-x	18.3 j-p	22.0 cd	17.5 e
Hat 3		11.8	16.0	19.4	21.0	17.0 j-m		14.3	17.0	20.0	23.3	18.7 d-g		13.0 z++	16.5 s-y	19.7 g-j	22.2 cd	17.8 de
Hat 4		12.3	15.6	16.6	18.4	15.7 opq		13.7	16.5	18.7	21.8	17.7 g-k		13.0 z++	16.0 u-z+	17.7 m-t	20.1 e-h	16.7 fg
Hat 5		11.5	14.5	16.5	19.0	15.4 pqr		13.4	15.4	17.9	21.7	17.1 j-m		12.5 z++	14.9 z+	17.2 o-v	20.4 efg	16.2 gh
Hat 6		13.4	16.3	17.8	22.8	17.6 h-l		15.2	17.7	19.2	24.2	19.1 cde		14.3 z++	17.0 p-w	18.5 t-o	23.5 abc	18.3 cd
Hat 7		12.6	15.0	17.0	17.8	15.6 opq		14.7	16.4	18.6	21.6	17.8 f-k		13.6 z++	15.7 w-z+	17.8 m-s	19.7 g-j	16.7 fg
Ortalama		12.5	15.4	17.2	20.1	16.3 b		14.1	17.3	19.2	22.3	18.2 a		13.3 d	16.4 c	18.2 b	21.2 a	17.3

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 0.20

LSD (0.05) U: 0.28

LSD (0.05) Y*U int.: öd

LSD (0.05) G: 0.75

LSD (0.05) G*Y int: 1.06

LSD (0.05) G*U int.: 1.49

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

LSD testine göre, U4 uygulaması (21.2 cm) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (18.2 cm) “b”, U2 uygulaması (16.4 cm) “c”, U1 uygulaması (13.3 cm) ise “d” grubunda yer almıştır. Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin üst boğum uzunluklarında, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık uygulamasında (U1) görüldüğü ifade edilebilir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama üst boğum uzunluğu değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen üst boğum uzunluklarında tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	36.7	21.2	17.4
Ayrancı	37.3	16.7	8.2
Baykara	36.9	30.2	22.7
Burakbey	38.2	20.3	14.7
Bülbül 89	36.5	20.5	9.0
Fırtına	38.5	28.3	17.8
İnce 04	36.0	27.3	12.3
Karatay 94	39.3	24.3	15.0
Keykubad	34.9	19.0	14.6
Konevi 98	35.2	22.5	17.3
Larende	30.1	17.4	10.4
Tarm 92	40.9	20.2	12.0
Zeynelağa	36.9	17.2	8.7
Hat 1	39.2	26.2	16.2
Hat 2	41.3	24.3	16.7
Hat 3	41.3	25.5	10.9
Hat 4	35.4	20.3	12.3
Hat 5	38.8	26.6	15.5
Hat 6	39.1	27.7	21.0
Hat 7	30.9	20.6	9.7
Ortalama	37.3	22.6	14.2

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Çizelge 4.28 incelendiğinde kuraklığa en yüksek tepki %37.3 üst boğum uzunluğu kaybı ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu %22.6 ile U2 ve %14.2 ile U3

uygulamaları takip etmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda kuraklık stresinin etkisiyle arpada üst boğum uzunluklarında düşüşler meydana geldiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Nitekim Singh ve ark. (2015), arpa genotiplerinde yaptıkları çalışmada kuraklık stresi şartlarında üst boğum uzunluklarında ortalama %21.9 oranında kayıplar meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Yine benzer şekilde Saed-Moucheshi ve ark. (2022), arpa genotiplerinin kuraklık stresine tepkilerini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada başaklanmadan önce kuraklık stresi uygulanan genotiplerin stres uygulanmayanlara göre üst boğum uzunluklarında %31.0'e kadar (ortalama %13.0) kayıplar meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama üst boğum uzunluğu değerleri 15.2 (Bülbül 89) ile 19.8 cm (Zeynelağa) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda 14.5 cm (Bülbül 89) ile 18.8 cm (Hat 1) arasında, ikinci yılda ise 15.9 cm (Bülbül 89) ile 21.4 cm (Zeynelağa) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden Zeynelağa (19.8 cm) "a" grubunda yer alırken, Hat 1 (19.3 cm) ve Aydanhanım (19.2 cm) "ab", Burakbey (18.8 cm) ise "bc" grubunda yer alarak ön plana çıkmışlardır. Baykara (18.5 cm) ve Hat 6 (18.3 cm) "cd", Hat 3 (17.8 cm) ve Fırtına (17.8 cm) "de", Hat 2 (17.5 cm) "e" grubunda yer alarak genel ortalamanın üzerinde; Karatay 94 (17.1 cm) "ef", Hat 4 (16.7 cm), Hat 7 (16.7 cm) ve Ayrancı (16.6 cm) "fg", Hat 5 (16.2 cm), Tarm 92 (16.2 cm), Larende (16.0 cm), İnce 04 (16.0 cm) "gh" grubunda yer alarak genel ortalamanın altında performans göstermişlerdir. Konevi 98 (15.8 cm) ve Keykubad (15.8 cm) "hi", Bülbül 89 (15.2 cm) ise "i" grubu ile üst boğum uzunluğu yönüyle son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.27).

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde, genotiplerin üst boğum uzunlukları ortalama 13.3 cm olarak gerçekleşmiştir. Baykara ve Aydanhanım çeşitleri 15.0 cm ile en yüksek üst boğum uzunluğuna sahip olurken, bunları Zeynelağa (14.8 cm) ve Hat 1 (14.7 cm) genotipleri takip etmiştir. Hat 6 (14.3 cm), Burakbey (14.3 cm), Fırtına (13.9 cm) ve Hat 7 (13.6 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Larende (13.1 cm), Hat 3 (13.0 cm), Hat 4 (13.0 cm), Karatay 94 (13.0 cm), Hat 2 (12.9 cm), İnce 04 (12.6 cm), Konevi 98 (12.6 cm) ve Hat 5 (12.5 cm) genotipleri ortalamanın altında üst boğum uzunluklarına sahip olmuşlardır. Keykubad (12.4 cm), Ayrancı (12.4 cm), Tarm 92 (11.7 cm) ve Bülbül 89 (11.6 cm) çeşitleri ise düşük üst boğum uzunluğu değerlerine sahip olarak son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.27). U1 uygulamasında üst boğum uzunluğu değerleri bakımından genotipler arasında önemli bir varyasyonun bulunduğu dikkat çekmektedir. Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama üst boğum uzunluğu

kayıpları %37.3 olarak gerçekleşmiştir. Bu uygulamadaki kayıp oranları %30.1 (Larende) ile %41.3 (Hat 2) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.28).

U2 uygulamasında genotiplerin ortalama üst boğum uzunlukları 16.4 cm olarak belirlenmiştir. Çeşitlerden Zeynelağa (19.5 cm) en yüksek üst boğum uzunluğuna sahip olurken, bunu Aydanhanım (18.7 cm), Burakbey (18.4 cm) ve Hat 1 (17.9 cm) genotipleri takip etmiştir. Hat 6 (17.0 cm), Hat 2 (16.7 cm), Baykara (16.6 cm), Hat 3 (16.5 cm) ve Ayrancı (16.4 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Karatay 94 (16.2 cm), Fırtına (16.2 cm), Hat 4 (16.0 cm), Tarm 92 (15.8 cm), Hat 7 (15.7), Larende (15.5 cm) ve Keykubad (15.4 cm) genotipleri ortalamanın altında üst boğum uzunluklarına sahip olmuşlardır. Konevi 98 (15.1 cm), Hat 5 (14.9 cm), Bülbül 89 (14.5 cm) ve İnce 04 (14.3 cm) genotipleri ise düşük üst boğum uzunluğu değerlerine sahip olarak son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.27). Bu uygulamada genotiplerin ortalama üst boğum uzunluğu kayıpları %22.6 olarak gerçekleşirken, bu kayıplar %16.7 (Ayrancı) ile %30.2 (Baykara) arasında değişim göstermiştir. Bu uygulamada düşük üst boğum uzunluğu kaybı gösteren Ayrancı (%16.7), Zeynelağa (%17.2), Larende (%17.4) ve Keykubad (%19.0) diğer genotiplere nazaran toleranslı genotipler olarak; yüksek kayıp gösteren Baykara (%30.2), Fırtına (%28.3), Hat 6 (%27.7) ve İnce 04 (%27.3) ise hassas genotipler olduğu değerlendirilebilir (Çizelge 4.28).

Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık (U3) uygulamasında ortalama 18.2 cm üst boğum uzunluğu değeri elde edilmiştir. Genotiplerden en yüksek üst boğum uzunluğu Zeynelağa çeşidinden (21.5 cm) elde edilirken, bunu Hat 1 (20.3 cm), Hat 3 (19.7 cm), Burakbey (19.7 cm) ve Aydanhanım (19.6 cm) genotipleri takip etmiştir. Hat 6 (18.5 cm), Fırtına (18.5 cm), Baykara (18.4 cm) ve Hat 2 (18.3 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Karatay 94 (18.1 cm), Ayrancı (18.1 cm), Hat 7 (17.8 cm), Hat 4 (17.7 cm), Tarm 92 (17.5 cm), İnce 04 (17.3 cm) ve Hat 5 (17.2 cm) genotipleri ortalamanın altında üst boğum uzunluklarına sahip olmuşlardır. Larende (16.8 cm), Bülbül 89 (16.6 cm), Keykubad (16.2 cm) ve Konevi 98 (16.1 cm) çeşitleri ise düşük üst boğum uzunluğu değerlerine sahip olarak son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.27). U3 uygulamasında genotiplerin ortalama üst boğum uzunluğu kayıpları %14.2 olarak gerçekleşmiştir. Bu kayıplar %8.2 (Ayrancı) ile %22.7 (Baykara) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.28).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Larende, Hat 7, Ayrancı ve Zeynelağa genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük üst boğum uzunluğu kaybı

göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Zeynelağa, Aydanhanım, Hat 1, Burakbey genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek üst boğum uzunluğu değerleri ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır. Arpada, bayrak yaprağın tane büyümesi için asimilatların ana kaynağı olduğu düşünülürken, üst boğumun genellikle bir taşıma organı olduğu düşünülmektedir (Kong ve ark., 2010). Başağın hemen altındaki üst boğum, bitkinin verimliliğinde çeşitli kritik rollere sahiptir. Kuraklık stresi veya yüksek sıcaklıklar altında, üst boğum, bayrak yaprağından önemli ölçüde daha yüksek su potansiyeli muhafaza etmektedir (Wardlaw, 2002). Wang ve ark. (2001), buğdayda üst boğumda ve bayrak yaprak kınındaki fotosentezin, çeşide bağlı olarak, tane ağırlığının yaklaşık % 9-12'sine katkıda bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu anlamda yüksek üst boğum uzunluğuna sahip olan arpa genotiplerinin seleksiyonda bir kriter olarak kullanılması oldukça önemlidir.

Tam sulama (U4) uygulamasında genotiplerden ortalama 21.2 cm üst boğum uzunluğu değeri elde edilmiştir. Hat 1 (24.2 cm) bu uygulamada en yüksek üst boğum uzunluğuna sahip olurken, bunu Baykara (23.8 cm), Aydanhanım (23.7 cm), Zeynelağa (23.5 cm) ve Hat 6 (23.1 cm) takip etmiştir. Burakbey (23.1 cm), Fırtına (22.5 cm), Hat 3 (22.2 cm), Hat 2 (22.0 cm) ve Karatay 94 (21.3 cm) ortalamanın üzerinde; Hat 5 (20.4 cm), Hat 4 (20.1 cm), Tarm 92 (19.9 cm), Ayrancı (19.7 cm), Hat 7 (19.7 cm) ve İnce 04 (19.7 cm) ortalamanın altında üst boğum uzunluğuna sahip olmuşlardır. Konevi 98 (19.4 cm), Keykubad (19.0 cm), Larende (18.7 cm) ve Bülbül 89 (18.2 cm) ise bu uygulamada düşük üst boğum uzunluğu değerlerine sahip olarak son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.27).

4.2.3. Bayrak yaprak ayası boyu

Kontrollü tarla şartlarında, 20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede iki yıllık verilerin birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda arpa genotiplerin bayrak yaprak ayası boyu (BYAB) bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile yıl x kuraklık uygulaması, genotip x yıl ve genotip x kuraklık uygulaması interaksiyonları arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde genotip %39.9 ile BYAB üzerine en fazla etki eden unsur olurken, bunu sırasıyla yıl (%22.3) ve kuraklık uygulaması (%20.9) etkileri takip etmiştir (Çizelge 4.29).

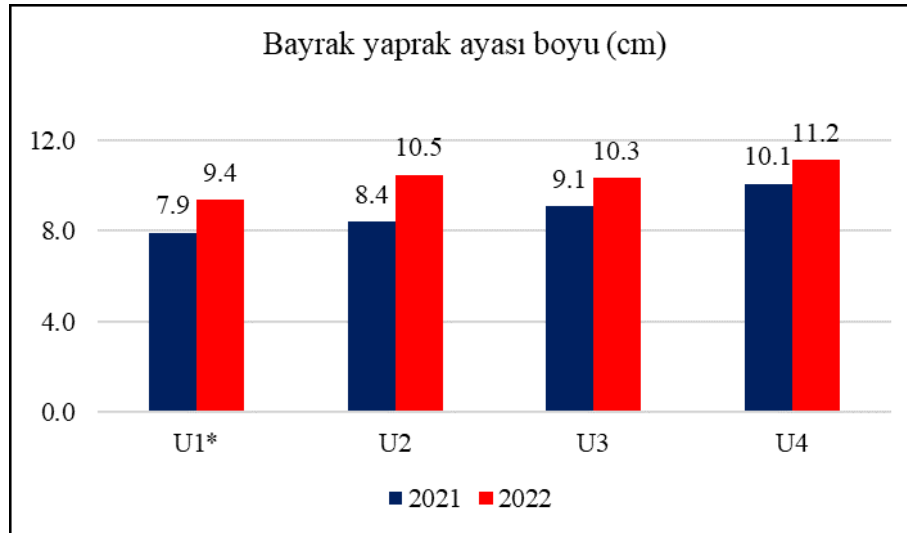
Çizelge 4.29. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak ayası boyu değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	254.927	254.927	733.02**	22.3
Tekerrür [Yıl]	4	0.849	0.212	0.61	0.1
Kuraklık Uygulaması (U)	3	238.496	79.499	228.59**	20.9
Y*U int.	3	17.032	5.677	16.32**	1.5
Hata (1)	12	4.173	0.348	1.24	0.4
Genotip (G)	19	456.067	24.004	85.74**	39.9
G*Y int.	19	18.748	0.987	3.52**	1.6
G*U int.	57	48.258	0.847	3.02**	4.2
G*U*Y int.	57	20.118	0.353	1.26	1.8
Hata (2)	304	85.108	0.280		7.4
Genel	479	1143.776			
** (P<0.01) CV (%): 5.5 R ² : 0.88 Ort.: 9.6					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

BYAB genel ortalaması 9.6 cm olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 8.9 cm iken, ikinci yılda 10.3 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.30).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama BYAB değerleri 8.7 cm (U1) ile 10.6 cm (U4) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda 7.9 cm (U1) ile 10.1 cm (U4) arasında, ikinci yılda ise 9.4 cm (U1) ile 11.2 cm (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.11).



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulı koşullar

Şekil 4.11. Kuraklık uygulamalarında ortalama bayrak yaprak ayası boyu değerleri

Çizelge 4.30. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak ayası boyu değerleri (cm)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	10.1	10.5	11.6	13.3	11.4 d	2022	11.8	13.3	12.8	14.2	13.1 a	2021-2022 Ort	11.0 efg	11.9 cd	12.2 bc	13.8 a	12.2 a
Ayrancı		8.5	8.0	9.8	9.5	9.0 pqr		10.0	10.1	10.9	10.8	10.5 fg		9.3 t-z+	9.0 w-z+	10.4 h-m	10.2 j-o	9.7 e
Baykara		9.9	10.5	11.0	11.7	10.7 ef		11.2	12.7	12.5	13.4	12.4 b		10.5 g-k	11.6 de	11.7 cd	12.5 b	11.6 b
Burakbey		8.4	9.1	9.8	11.0	9.6 lmn		9.7	11.8	10.1	12.4	11.0 de		9.1 v-z+	10.4 g-l	10.0 k-r	11.7 cd	10.3 d
Bülbül 89		7.4	8.1	8.5	9.7	8.4 st		8.1	9.7	9.2	10.0	9.3 nop		7.8 z++	8.9 y-z+	8.9 z+	9.8 m-u	8.8 hu
Fırtına		6.2	8.0	7.7	9.0	7.7 v		9.2	9.3	10.5	10.1	9.8 j-m		7.7 z++	8.7 z++	9.1 v-z+	9.6 p-x	8.7 ij
İnce 04		7.2	7.9	9.0	9.8	8.5 st		9.6	9.8	10.7	10.6	10.2 g-j		8.4 z++	8.8 z+	9.8 m-u	10.2 j-n	9.3 fg
Karatay 94		7.0	7.9	7.8	9.2	8.0 uv		8.1	9.6	8.8	10.0	9.1 opq		7.6 z++	8.8 z++	8.3 z++	9.6 o-w	8.5 jk
Keykubad		8.2	7.4	8.8	10.5	8.7 qrs		8.7	10.5	9.6	11.3	10.0 h-k		8.4 z++	8.9 y-z+	9.2 u-z+	10.9 f-i	9.4 f
Konevi 98		7.7	9.5	9.7	11.8	9.7 k-n		10.5	12.4	11.2	13.4	11.9 c		9.1 v-z+	11.0 e-h	10.4 g-l	12.6 b	10.8 c
Larende		8.3	7.7	9.2	9.5	8.7 rs		9.9	10.3	10.5	10.9	10.4 fgh		9.1 v-z+	9.0 w-z+	9.8 l-t	10.2 j-n	9.5 ef
Tarm 92		8.1	8.1	8.9	9.8	8.7 rs		9.1	9.9	9.9	10.8	9.9 r-l		8.6 z++	9.0 x-z+	9.4 r-z	10.3 j-m	9.3 fg
Zeynelağa		8.5	7.8	9.5	9.1	8.7 qrs		9.8	9.7	10.7	10.7	10.2 ghı		9.1 v-z+	8.7 z++	10.1 k-p	9.9 l-s	9.5 ef
Hat 1		8.4	9.3	9.8	10.7	9.6 l-o		9.5	11.7	12.1	12.1	11.3 d		9.0 x-z+	10.5 g-k	10.9 f-i	11.4 def	10.5 d
Hat 2		7.1	8.2	8.7	10.0	8.5 st		9.2	10.7	10.4	11.5	10.4 fgh		8.1 z++	9.5 q-y	9.6 p-x	10.8 g-j	9.5 ef
Hat 3		7.5	8.2	8.2	9.3	8.3 stu		8.6	9.4	9.0	10.0	9.3 nop		8.1 z++	8.8 z+	8.6 z++	9.7 n-v	8.8 hij
Hat 4		7.9	8.9	9.0	9.9	8.9 pqr		9.1	10.1	9.6	10.7	9.9 r-m		8.5 z++	9.5 q-y	9.3 t-z+	10.3 r-m	9.4 f
Hat 5		7.9	8.2	8.9	9.5	8.6 rs		8.8	9.6	9.4	10.1	9.5 mno		8.3 z++	8.9 y-z+	9.2 v-z+	9.8 m-u	9.0 gh
Hat 6		6.9	7.7	7.8	9.0	7.9 v		8.3	9.1	9.0	9.6	9.0 pqr		7.6 z++	8.4 z++	8.4 z++	9.3 s-z+	8.4 k
Hat 7		7.3	7.6	8.0	9.6	8.1 tuv		8.2	10.1	9.7	10.5	9.6 k-n		7.7 z++	8.8 z+	8.8 z+	10.0 k-q	8.9 hu
Ortalama		7.9 g	8.4 f	9.1 e	10.1 c	8.9 b		9.4 d	10.5 b	10.3 b	11.2 a	10.3 a		8.7 d	9.5 c	9.7 b	10.6 a	9.6

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 0.12

LSD (0.05) U: 0.17

LSD (0.05) Y*U int.: 0.23

LSD (0.05) G: 0.30

LSD (0.05) G*Y int: 0.43

LSD (0.05) G*U int.: 0.60

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

LSD testine göre, U4 uygulaması (10.6 cm) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (9.7 cm) “b”, U2 uygulaması (9.5 cm) “c”, U1 uygulaması (8.7 cm) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.30). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin BYAB değerlerinde kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık uygulamasında (U1) görüldüğü ifade edilebilir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama BYAB değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Arpa genotiplerinde farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak ayası boyu değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	20.3	13.5	11.1
Ayrancı	8.9	11.2	+1.8
Baykara	15.9	7.6	6.2
Burakbey	22.4	10.6	14.6
Bülbül 89	21.1	9.2	9.9
Fırtına	19.7	9.4	5.1
İnce 04	17.6	13.8	3.9
Karatay 94	21.2	8.8	13.8
Keykubad	22.5	17.8	15.2
Konevi 98	27.6	13.0	17.2
Larende	10.8	11.9	3.7
Tarm 92	16.3	12.7	8.5
Zeynelağa	7.7	12.1	+2.2
Hat 1	21.4	7.9	4.4
Hat 2	24.4	11.9	11.1
Hat 3	16.6	8.8	10.6
Hat 4	17.5	8.2	10.4
Hat 5	15.1	9.0	6.4
Hat 6	18.3	9.2	9.9
Hat 7	22.9	11.9	11.8
Ortalama	17.9	10.4	9.7

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık
+ Performans artışını göstermektedir

Çizelge 4.31 incelendiğinde kuraklığa en yüksek tepki %17.9 ile U1 uygulamasında görülürken, bunu sırasıyla %10.4 ile U2 ve %9.7 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Elde edilen bu sonuçlar önceki yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Nitekim Singh ve ark. (2015), arpada yaptıkları çalışmada kuraklık stresi şartlarında genotiplerin bayrak yaprak ayası boyunda önemli oranda düşüşler (ortalama % 30.0) meydana geldiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Ayrancı (2012), ekmeklik buğdayın farklı gelişim dönemlerinde kuraklık stresinin etkilerini incelediği çalışmasında, kuraklık stresine maruz kalınma dönemlerine göre değişmekle birlikte genotiplerin bayrak yaprak ayası boyunda %6.5 ile %12.4 arasında değişen oranlarda kayıplar meydana geldiğini bildirmiştir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama BYAB değerleri 8.4 cm (Hat 6) ile 12.2 cm (Aydanhanım) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda 7.7 cm (Fırtına) ile 11.4 cm (Aydanhanım) arasında, ikinci yılda ise 9.0 cm (Hat 6) ile 13.1 cm (Aydanhanım) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre iki yıllık ortalamalar üzerinden Aydanhanım (12.2 cm) “a”, Baykara (11.6 cm) “b” ve Konevi 98 (10.8 cm) “c” grubunda yer alarak ön plana çıkmışlardır. Hat 1 (10.5 cm) ve Burakbey (10.3 cm) “d”, Ayrancı (9.7 cm) ise “e” grubunda yer alarak genel ortalamanın üzerinde; Larende (9.5 cm), Hat 2 (9.5 cm) ve Zeynelağa (9.5 cm) “ef”, Hat 4 (9.4 cm) ve Keykubad (9.4 cm) “f”, İnce 04 (9.3 cm) ve Tarm 92 (9.3 cm) “fg”, Hat 5’de (9.0 cm) “gh” grubunda yer alarak genel ortalamanın altında performans göstermişlerdir. Hat 7 (8.9 cm) ve Bülbül 89 (8.8 cm) “hi”, Hat 3 (8.8 cm) “hij”, Fırtına (8.7 cm) “ij”, Karatay 94 (8.5 cm) “jk” ve Hat 6 (8.4 cm) ise “k” grubu ile BYAB yönüyle son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.30).

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde; genotiplerden ortalama 8.7 cm BYAB değerleri elde edilmiştir. Bu uygulamada Aydanhanım (11.0 cm) ve Baykara (10.5 cm) çeşitleri en yüksek BYAB değerlerine sahip olmuşlardır. Ayrancı (9.3 cm), Zeynelağa (9.1 cm), Konevi 98 (9.1 cm), Larende (9.1 cm), Burakbey (9.1 cm) ve Hat 1 (9.0 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Tarm 92 (8.6 cm), Hat 4 (8.5 cm), Keykubad (8.4 cm), İnce 04 (8.4 cm), Hat 5 (8.3 cm), Hat 2 (8.1 cm) ve Hat 3 (8.1 cm) genotipleri ortalamanın altında BYAB değerlerine sahip olmuşlardır. Bülbül 89 (7.8 cm), Hat 7 (7.7 cm), Fırtına (7.7 cm), Hat 6 (7.6 cm) ve Karatay 94 (7.6 cm) genotipleri ise düşük BYAB değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.30.). Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama BYAB kayıpları % 17.9 olarak gerçekleşirken bu kayıplar genotipler arasında % 27.6 (Konevi 98) ile % 7.7 (Zeynelağa) çeşitleri arasında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.31).

U2 uygulamasında genotiplerin ortalama BYAB değerleri 9.5 cm olarak belirlenmiştir. Genotiplerden Aydanhanım (11.9 cm) en yüksek BYAB değerine sahip olurken, bunu Baykara (11.6 cm) ve Konevi 98 (11.0 cm) çeşitleri takip etmiştir. Hat 1 (10.5 cm), Burakbey (10.4 cm), Hat 4 (9.5 cm) ve Hat 2 (9.5 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Ayrancı (9.0 cm), Larende (9.0 cm), Tarm 92 (9.0 cm), Keykubad (8.9 cm), Bülbül 89 (8.9 cm), Hat 5 (8.9 cm) genotipleri ortalamanın altında BYAB değerlerine sahip olmuşlardır. Hat 7 (8.8 cm), İnce 04 (8.8 cm), Hat 3 (8.8 cm), Karatay 94 (8.8 cm), Zeynelağa (8.7 cm), Fırtına (8.7 cm) ve Hat 6 (8.4 cm) genotipleri ise düşük BYAB değeri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.30). Bu uygulamada genotiplerin ortalama BYAB kayıpları % 10.4 olarak gerçekleşirken. bu kayıplar genotipler arasında % 7.6 (Baykara) ile % 17.8 (Keykubad) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.31).

U3 uygulamasında genotiplerin ortalama BYAB değerleri 9.7 cm olarak belirlenmiştir. Genotiplerden Aydanhanım (12.2 cm) en yüksek BYAB değerine sahip olurken, bunu Baykara (11.7 cm) ve Hat 1 (10.9 cm) genotipleri takip etmiştir. Konevi 98 (10.4 cm), Ayrancı (10.4 cm), Zeynelağa (10.1 cm), Burakbey (10.0 cm), Larende (9.8 cm) ve İnce 04 (9.8 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Hat 2 (9.6 cm), Tarm 92 (9.4 cm), Hat 4 (9.3 cm), Keykubad (9.2 cm), Hat 5 (9.2 cm) ve Fırtına (9.1 cm) genotipleri ortalamanın altında BYAB değerlerine sahip olmuşlardır. Bülbül 89 (8.9 cm), Hat 7 (8.8 cm), Hat 3 (8.6 cm), Hat 6 (8.4 cm) ve Karatay 94 (8.3 cm) genotipleri ise düşük BYAB değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.30). Bu uygulamada genotiplerin ortalama BYAB kayıpları % 9.7 olarak gerçekleşirken bu kayıplar genotipler arasında % 3.9 (İnce 04) ile % 17.2 (Konevi 98) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.31).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa, Zeynelağa, Ayrancı, Larende ve Baykara çeşitlerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük BYAB kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Aydanhanım, Baykara, Konevi 98 Hat 1 genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek BYAB değerleri ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır. Qian ve ark. (2009), kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde, tane doldurma sırasındaki bayrak yaprak ayası eni ve boyunun verim bileşenleri ile pozitif korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Dolayısıyla kurak koşullar oluştuğunda arpa genotiplerinde BYAB değerlerinin yüksek olması seleksiyonda önemli bir kriter haline gelmektedir. Burada Baykara çeşidi gerek yüksek BYAB değerleri ve gerekse düşük BYAB kaybı yönüyle dikkat çekmektedir.

U4 uygulamasında genotiplerin ortalama BYAB değerleri 10.6 cm olarak belirlenmiştir. Genotiplerden Aydanhanım (13.8 cm) en yüksek BYAB değerine sahip olurken, bunu Konevi 98 (12.6 cm) ve Baykara (12.5 cm) genotipleri takip etmiştir. Burakbey (11.7 cm), Hat 1 (11.4 cm), Keykubad (10.9 cm) ve Hat 2 (10.8 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Hat 4 (10.3 cm), Tarm 92 (10.3 cm), Larende (10.2 cm), İnce 04 (10.2 cm), Ayrancı (10.2 cm), Hat 7 (10.0 cm) ve Zeynelağa (9.9 cm) genotipleri ortalamanın altında BYAB değerlerine sahip olmuşlardır. Bülbül 89 (9.9 cm), Hat 5 (9.8 cm), Hat 3 (9.7 cm), Karatay 94 (9.6 cm), Fırtına (9.6 cm) ve Hat 6 (9.3 cm) genotipleri ise düşük BYAB değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.30).

4.2.4. Bayrak yaprak ayası eni

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede iki yıllık veriler birleştirilerek analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda genotiplerin bayrak yaprak ayası eni (BYAE) bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile yıl x kuraklık uygulaması, genotip x kuraklık uygulaması ve yıl x genotip x kuraklık uygulaması interaksiyonları arasındaki farklılık istatistiki olarak $P < 0.01$, genotip x yıl interaksiyonu ise $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde genotip %45.3 ile BYAE üzerine en fazla etki eden unsur olurken, bunu sırasıyla yıl (%20.5) ve kuraklık uygulaması (%17.9) etkileri takip etmiştir. (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak ayası eni değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	1.816	1.81601	1854.65**	20.5
Tekerrür [Yıl]	4	0.01733	0.004333	4.42*	0.2
Kuraklık Uygulaması (U)	3	1.58	0.52701	538.22**	17.9
Y*U int.	3	0.0296	0.009863	10.07**	0.3
Hata (1)	12	0.0118	0.000979	0.52	0.1
Genotip (G)	19	4.0	0.210975	111.11**	45.3
G*Y int.	19	0.0723	0.003804	2.00*	0.8
G*U int.	57	0.456	0.007997	4.21**	5.1
G*U*Y int.	57	0.283	0.004962	2.61**	3.2
Hata (2)	304	0.5772	0.001899		6.5
Genel	479	8.852			
* ($P < 0.05$), ** ($P < 0.01$) CV (%): 5.1 R ² : 0.90 Ort.: 0.86					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Çizelge 4.33. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak ayası eni (cm)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	0.75 z++	0.92 r-z+	0.85 z++	1.05 d-ı	0.89 g	2022	0.91 s-z+	1.03 e-l	1.00 h-q	1.12 bc	1.02 b	2021-2022 Ort	0.83 s-x	0.98 e-h	0.93 h-n	1.08 b	0.95 b
Ayrancı		0.72 z++	0.78 z++	0.89 w-z+	0.86 z++	0.81 jkl		0.92 r-z+	0.88 y-z+	0.97 k-v	0.95 n-y	0.93 ef		0.82 t-y	0.83 s-x	0.93 h-m	0.90 j-o	0.87 d
Baykara		0.78 z++	1.01 f-n	1.06 c-h	1.10 b-e	0.99 bcd		1.02 f-m	1.12 bc	1.07 c-g	1.23 a	1.11 a		0.90 j-p	1.07 bc	1.07 bc	1.16 a	1.05 a
Burakbey		0.70 z++	0.87 z+	0.80 z++	0.97 j-t	0.84 hij		0.92 r-z+	0.94 n-y	0.96 m-x	1.03 e-l	0.96 de		0.81 t-y	0.91 j-n	0.88 n-s	1.00 def	0.90 c
Bülbül 89		0.67 z++	0.78 z++	0.79 z++	0.89 w-z+	0.78 lmn		0.83 z++	0.88 y-z+	0.90 u-z+	0.96 m-x	0.89 fg		0.75 z++	0.83 s-x	0.85 q-v	0.93 ı-n	0.84 e
Fırtına		0.72 z++	0.77 z++	0.89 x-z+	0.90 v-z+	0.82 jk		0.94 n-y	0.91 s-z+	1.07 c-g	0.99 h-r	0.98 cd		0.83 s-x	0.84 r-w	0.98 efg	0.94 g-j	0.90 c
İnce 04		0.59 z++	0.64 z++	0.73 z++	0.74 z++	0.68 q		0.74 z++	0.75 z++	0.92 r-z+	0.84 z++	0.81 jkl		0.67 z++	0.70 z++	0.83 t-x	0.79 w-z+	0.75 h
Karatay 94		0.65 z++	0.74 z++	0.69 z++	0.81 z++	0.72 op		0.65 z++	0.84 z++	0.91 s-z+	0.90 t-z+	0.83 j		0.65 z++	0.79 w-z+	0.80 v-z+	0.86 o-t	0.78 g
Keykubad		0.72 z++	0.78 z++	0.90 v-z+	0.87 z++	0.82 jkl		0.94 n-y	0.93 r-z+	1.03 e-k	1.01 g-o	0.98 cd		0.83 s-x	0.85 p-u	0.97 f-ı	0.94 g-k	0.90 c
Konevi 98		0.68 z++	0.80 z++	0.92 r-z+	0.91 s-z+	0.83 j		0.96 l-w	0.98 ı-s	1.00 h-q	1.08 b-f	1.00 bc		0.82 t-y	0.89 k-q	0.96 f-ı	1.00 def	0.92 c
Larende		0.74 z++	0.74 z++	0.92 s-z+	0.84 z++	0.81 jkl		0.93 p-z+	0.87 z+	1.00 h-p	0.93 r-z+	0.93 e		0.84 r-x	0.80 u-z+	0.96 f-ı	0.88 m-r	0.87 d
Tarm 92		0.74 z++	0.75 z++	0.85 z++	0.83 z++	0.79 klm		0.84 z++	0.83 z++	0.92 r-z+	0.95 m-x	0.89 g		0.79 w-z+	0.79 x-z+	0.89 l-r	0.89 k-q	0.84 e
Zeynelağa		0.70 z++	0.63 z++	0.78 z++	0.74 z++	0.71 p		0.79 z++	0.75 z++	0.85 z++	0.83 z++	0.80 jkl		0.75 z++	0.69 z++	0.81 t-y	0.79 x-z+	0.76 gh
Hat 1		0.90 w-z+	0.94 p-z+	1.01 g-o	1.04 e-j	0.97 cd		1.04 e-k	1.06 c-h	1.08 b-g	1.14 b	1.08 a		0.97 f-ı	1.00 def	1.04 bcd	1.09 b	1.02 a
Hat 2		0.73 z++	0.81 z++	0.85 z++	0.93 q-z+	0.83 ij		0.90 v-z+	0.97 j-u	1.02 f-m	1.12 bcd	1.00 bc		0.82 t-y	0.89 k-q	0.93 g-l	1.02 cde	0.92 c
Hat 3		0.68 z++	0.78 z++	0.72 z++	0.84 z++	0.76 mno		0.73 z++	0.86 z++	0.93 p-z+	0.94 o-z	0.87 ghi		0.71 z++	0.82 t-y	0.83 s-x	0.89 k-q	0.81 f
Hat 4		0.63 z++	0.62 z++	0.67 z++	0.70 z++	0.66 q		0.66 z++	0.75 z++	0.84 z++	0.82 z++	0.77 mn		0.65 z++	0.69 z++	0.76 z++	0.76 z+	0.71 ı
Hat 5		0.69 z++	0.76 z++	0.78 z++	0.85 z++	0.77 mn		0.80 z++	0.86 z++	0.88 y-z+	0.94 p-z+	0.87 gh		0.74 z++	0.81 t-z	0.83 s-x	0.90 j-p	0.82 ef
Hat 6		0.56 z++	0.67 z++	0.63 z++	0.73 z++	0.65 q		0.59 z++	0.73 z++	0.87 z++	0.81 z++	0.75 no		0.58 z++	0.70 z++	0.75 z++	0.77 y-z+	0.70 ı
Hat 7		0.69 z++	0.77 z++	0.75 z++	0.84 z++	0.76 mn		0.74 z++	0.87 z++	0.93 q-z+	0.93 p-z+	0.87 gh		0.72 z++	0.82 t-y	0.84 r-w	0.89 k-q	0.81 ef
Ortalama		0.70 h	0.78 g	0.82 f	0.87 d	0.79 b		0.84 e	0.89 c	0.96 b	0.98 a	0.92 a		0.77 d	0.83 c	0.89 b	0.92 a	0.86

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 0.006

LSD (0.05) U: 0.009

LSD (0.05) Y*U int.: 0.012

LSD (0.05) G: 0.025

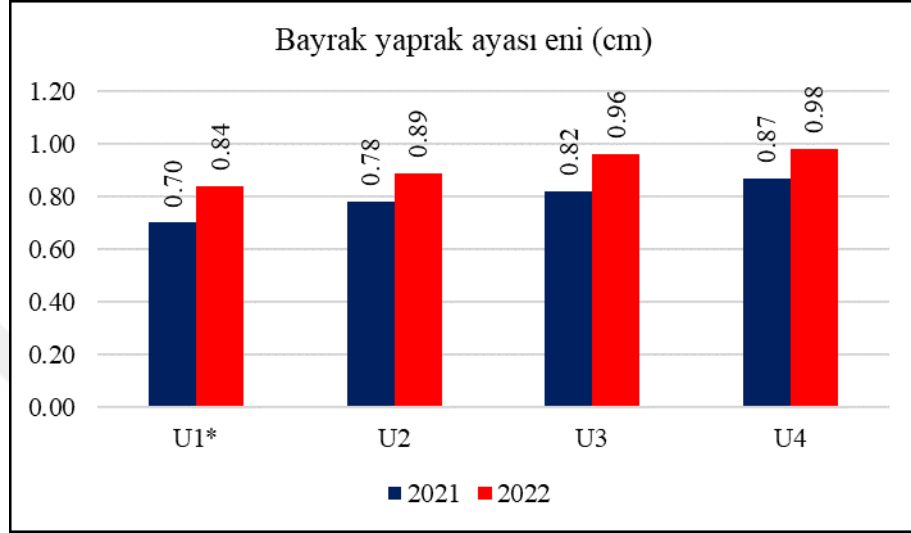
LSD (0.05) G*Y int.: 0.035

LSD (0.05) G*U int.: 0.050

LSD (0.05) G*U*Y int.: 0.070

BYAE genel ortalaması 0.86 cm olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 0.79 cm iken, ikinci yılda 0.92 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.33).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama BYAE değerleri 0.77 cm (U1) ile 0.92 cm (U4) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda 0.70 cm (U1) ile 0.87 cm (U4) arasında, ikinci yılda 0.84 cm (U1) ile 0.98 cm (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.12).



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.12. Kuraklık uygulamalarında ortalama bayrak yaprak ayası eni değerleri

LSD testine göre, U4 uygulaması (0.92 cm) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (0.89 cm) “b”, U2 uygulaması (0.83 cm) “c”, U1 uygulaması (0.77 cm) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.33). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin BYAE değerlerinde kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık uygulamasında (U1) görüldüğü ifade edilebilir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama bayrak yaprak eni değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.34 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %16.3 ile U1 uygulamasında görülürken, bunu sırasıyla %9.8 ile U2 ve %6.5 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Kuraklık stresinin etkisiyle bayrak yaprak ayası eni değerlerinde düşüş görülmektedir. Nitekim Ayrancı (2012), ekmeklik buğdayın farklı gelişim dönemlerinde kuraklık stresinin etkilerini incelediği çalışmasında, kuraklık stresine maruz kalma

dönemlerine göre değişmekle birlikte genotiplerin bayrak yaprak eninde ortalama %4.5 ile %9.5 arasında değişen oranlarda düşüşler meydana geldiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.34. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak ayası eni değerlerinde tam sulı koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	23.3	10.0	14.5
Ayrancı	9.3	8.5	+2.7
Baykara	22.7	8.3	8.3
Burakbey	19.1	9.3	12.4
Bülbül 89	18.5	10.2	8.6
Fırtına	11.6	11.0	+4.1
İnce 04	15.4	11.8	+4.3
Karatay 94	23.9	7.2	6.7
Keykubad	11.3	9.0	+3.0
Konevi 98	17.7	10.8	3.7
Larende	5.4	9.2	+8.4
Tarm 92	11.0	11.6	0.5
Zeynelağa	5.1	12.5	+3.1
Hat 1	11.5	8.8	4.5
Hat 2	20.4	12.9	8.7
Hat 3	20.6	7.9	6.8
Hat 4	15.0	9.7	0.2
Hat 5	17.0	9.8	7.5
Hat 6	25.1	9.2	3.3
Hat 7	19.6	8.1	5.7
Ortalama	16.3	9.8	6.5

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

+ Performans artışını göstermektedir

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama BYAE değerleri 0.70 cm (Hat 6) ile 1.05 cm (Baykara) arasında değişmiştir. Bu değerler, birinci yılda 0.65 cm (Hat 6) ile 0.99 cm (Baykara) arasında, ikinci yılda 0.75 cm ise (Hat 6) ile 1.11 cm (Baykara) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden Baykara (1.05 cm) ve Hat 1 (1.02 cm) “a”, Aydanhanım (0.95 cm) “b”, Konevi 98 (0.92 cm), Hat 2 (0.92 cm), Fırtına (0.90 cm), Burakbey (0.90 cm) ve Keykubad (0.90 cm) “c”, Larende (0.87 cm) ve Ayrancı (0.87 cm) “d”, Tarm 92 (0.84 cm) ve Bülbül 89 (0.84 cm) “e”, Hat 5 (0.82 cm) ve Hat 7 (0.81 cm) “ef”, Hat 3 (0.81 cm) “f”, Karatay 94 (0.78 cm) “g”,

Zeynelağa (0.76 cm) “gh”, İnce 04 (0.75 cm) “h”, Hat 4 (0.71 cm) ve Hat 6 (0.70 cm) ise “ı” grubunda yer almışlardır (Çizelge 4.33).

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde; genotiplerin ortalama BYAE değerleri 0.77 cm olarak gerçekleşmiştir. Bu uygulamada Hat 1 (0.97 cm) en yüksek BYAE değerine sahip olurken bunu Baykara (0.90 cm), Larende (0.84 cm), Fırtına (0.83 cm), Aydanhanım (0.83 cm) ve Keykubad (0.83 cm) çeşitleri takip etmiştir. Ayrancı (0.82 cm), Konevi 98 (0.82 cm), Hat 2 (0.82 cm), Burakbey (0.81 cm) ve Tarm 92 (0.79 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Bülbül 89 (0.75 cm), Zeynelağa (0.75 cm), Hat 5 (0.74 cm), Hat 7 (0.72 cm) ve Hat 3 (0.71 cm) genotipleri ortalamanın altında BYAE değerlerine sahip olmuşlardır. İnce 04 (0.67 cm), Karatay 94 (0.65 cm), Hat 4 (0.65 cm) ve Hat 6 (0.58 cm) genotipleri ise düşük BYAE değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.33). Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama BYAE kayıpları %16.3 olarak gerçekleşirken, genotipler arasında en fazla kayıp %25.1 ile Hat 6’da, en az kayıp ise %5.1 ile Zeynelağa’da gerçekleşmiştir (Çizelge 4.34).

U2 uygulamasında genotiplerin ortalama BYAE değerleri 0.83 cm olarak gerçekleşmiştir. Bu uygulamada Baykara (1.07 cm) en yüksek BYAE değerine sahip olurken bunu Hat 1 (1.00 cm), Aydanhanım (0.98 cm), Burakbey (0.91 cm), Hat 2 (0.89 cm) ve Konevi 98 (0.89 cm) genotipleri takip etmiştir. Keykubad (0.85 cm), Fırtına (0.84 cm), Bülbül 89 (0.83 cm) ve Ayrancı (0.83 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Hat 3 (0.82 cm), Hat 7 (0.82 cm), Hat 5 (0.81 cm), Larende (0.80 cm), Karatay 94 (0.79 cm) ve Tarm 92 (0.79 cm) genotipleri ortalamanın altında BYAE değerlerine sahip olmuşlardır. Hat 6 (0.70 cm), İnce 04 (0.70 cm), Zeynelağa (0.69 cm) ve Hat 4 (0.69 cm) genotipleri ise düşük BYAE değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.33). Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama BYAE kayıpları %9.8 olarak gerçekleşirken. genotipler arasında en fazla kayıp %12.9 ile Hat 2’de, en az kayıp ise %7.2 ile Karatay 94’te gerçekleşmiştir (Çizelge 4.34).

U3 uygulamasında genotiplerin ortalama BYAE değerleri 0.89 cm olarak gerçekleşmiştir. Bu uygulamada Baykara (1.07 cm) en yüksek BYAE değerine sahip olmuştur. Bunu Hat 1 (1.04 cm), Fırtına (0.98 cm), Keykubad (0.97 cm), Konevi 98 (0.96 cm) ve Larende (0.96 cm) genotipleri takip etmiştir. Hat 2 (0.93 cm), Ayrancı (0.93 cm), Aydanhanım (0.93 cm), Tarm 92 (0.89 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Burakbey (0.88 cm), Bülbül 89 (0.85 cm), Hat 7 (0.84 cm), Hat 3 (0.83 cm), Hat 5 (0.83 cm) ve İnce 04 (0.83 cm) genotipleri ortalamanın altında BYAE değerlerine sahip olmuşlardır. Zeynelağa (0.81 cm), Karatay 94 (0.80 cm), Hat 4 (0.76 cm) ve Hat 6 (0.75 cm)

genotipleri ise düşük BYAE değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.33). Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama BYAE kayıpları %6.5 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.34).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa, Larende, Zeynelağa ve Ayrancı çeşitlerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük BYAE kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Baykara, Hat 1 ve Aydanhanım genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek BYAE değerleri ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır.

U4 uygulamasında genotiplerin ortalama BYAE değerleri 0.92 cm olarak gerçekleşmiştir. Bu uygulamada Baykara (1.16 cm) en yüksek BYAE değerine sahip olurken bunu sırasıyla Hat 1 (1.09 cm), Aydanhanım (1.08 cm), Hat 2 (1.02 cm), Burakbey (1.00 cm) ve Konevi 98 (1.00 cm) genotipleri takip etmiştir. Fırtına (0.94 cm), Keykubad (0.94 cm) ve Bülbül 89 (0.93 cm) genotipleri ortalamanın üzerinde; Ayrancı (0.90 cm), Hat 5 (0.90 cm), Tarm 92 (0.89 cm), Hat 3 (0.89 cm), Hat 7 (0.89 cm), Larende (0.88 cm) ve Karatay 94 (0.86 cm) genotipleri ortalamanın altında BYAE değerlerine sahip olmuşlardır. İnce 04 (0.79 cm), Zeynelağa (0.79 cm), Hat 6 (0.77 cm) ve Hat 4 (0.76 cm) genotipleri ise düşük BYAE değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.33).

4.2.5. Bayrak yaprak ayası alanı

20 arpa genotipi kullanılarak yağmur korunağı şartlarında farklı dönem kuraklık uygulamalarında yürütülen çalışmada iki yıllık veriler birleştirilerek analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda denemede kullanılan genotiplerin bayrak yaprak ayası alanı (BYAA) bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile yıl x kuraklık uygulaması, genotip x yıl ve genotip x kuraklık uygulaması interaksyonları arasındaki farklılık istatistiki olarak $P < 0.01$, genotip x kuraklık uygulaması x yıl interaksyonu ise $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde genotip %43.6 ile BYAA üzerine en fazla etki eden unsur olurken, bunu sırasıyla yıl (%23.2) ve kuraklık uygulaması (%20.5) etkileri takip etmiştir (Çizelge 4.35).

BYAA genel ortalaması 6.28 cm^2 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 5.37 cm^2 iken, ikinci yılda 7.19 cm^2 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.36).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama BYAA değerleri 4.47 cm^2 (U1) ile 9.20 cm^2 (U4) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda 4.20 cm^2 (U1) ile 6.67 cm^2

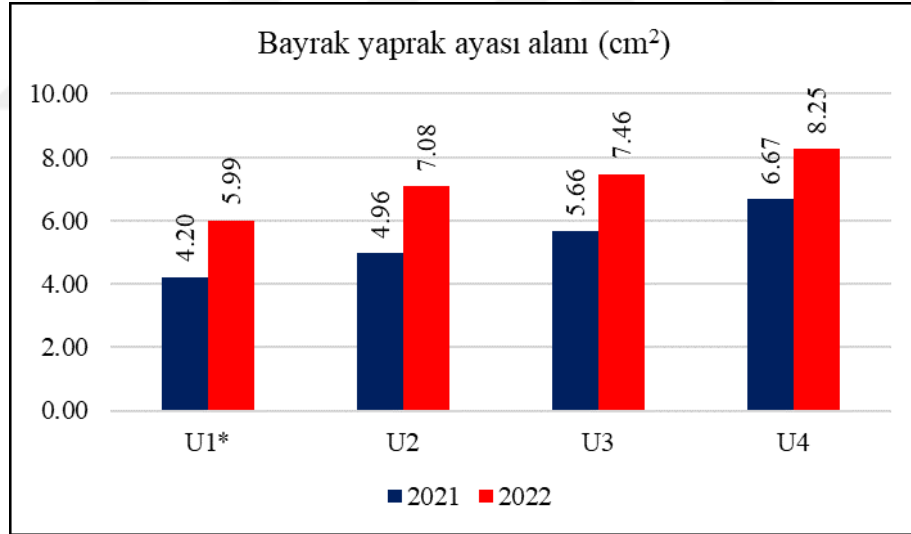
(U4) arasında, ikinci yılda ise 5.99 cm² (U1) ile 8.25 cm² (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.13).

Çizelge 4.35. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak ayası alanı değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	398.788	398.788	2399.96**	23.2
Tekerrür [Yıl]	4	1.78077	0.445	2.68	0.1
Kuraklık Uygulaması (U)	3	352.81	117.603	707.75**	20.5
Y*U int.	3	4.4945	1.498	9.02**	0.3
Hata (1)	12	1.9940	0.166	0.69	0.1
Genotip (G)	19	749.0	39.419	164.52**	43.6
G*Y int.	19	29.4559	1.550	6.47**	1.7
G*U int.	57	82.403	1.446	6.03**	4.8
G*U*Y int.	57	23.714	0.416	1.74*	1.4
Hata (2)	304	72.8361	0.240		4.2
Genel	479	1717.228			

* ($P < 0.05$). ** ($P < 0.01$) CV (%): 7.8 R²: 0.93 Ort.: 6.28

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.13. Kuraklık uygulamalarında ortalama bayrak yaprak ayası alanı değerleri

Çizelge 4.36. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak ayası alanı (cm²)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	5.70 z++	7.21 p-z+	7.44 o-x	10.47 bcd	7.71 de	2022	8.07 k-o	10.32 b-f	9.59 fgh	11.88 a	9.97 b	2021-2022 Ort	6.89 ı-l	8.77 cd	8.52 d	11.18 a	8.84 b
Ayrancı		4.59 z++	4.65 z++	6.57 z++	6.17 z++	5.50 kl		6.94 s-z+	6.67 x-z+	7.90 l-q	7.68 m-t	7.30 f		5.77 q-w	5.66 r-y	7.24 g-j	6.93 ı-l	6.40 fg
Baykara		5.74 z++	7.96 k-p	8.73 jk	9.60 e-h	8.01 d		8.58 ı-l	10.62 bc	10.06 c-g	12.31 a	10.39 a		7.16 g-j	9.29 bc	9.40 b	10.95 a	9.20 a
Burakbey		4.41 z++	5.95 z++	5.87 z++	8.04 k-o	6.07 j		6.71 w-z+	8.36 j-n	7.25 p-z+	9.55 fgh	7.97 d		5.56 t-z	7.16 g-j	6.56 k-o	8.80 cd	7.02 e
Bülbül 89		3.73 z++	4.75 z++	5.02 z++	6.47 z++	4.99 mno		5.09 z++	6.44 z++	6.24 z++	7.17 q-z+	6.23 hı		4.41 z++	5.60 s-y	5.63 r-y	6.82 j-m	5.61 ı
Fırtına		3.34 z++	4.59 z++	5.12 z++	6.06 z++	4.78 nop		6.52 z++	6.37 z++	8.44 j-m	7.52 o-v	7.21 f		4.93 z++	5.48 u-z+	6.78 j-m	6.79 j-m	6.00 h
İnce 04		3.22 z++	3.79 z++	4.92 z++	5.49 z++	4.35 q		5.36 z++	5.49 z++	7.36 o-z+	6.67 x-z+	6.22 hı		4.29 z++	4.64 z++	6.14 o-s	6.08 o-t	5.29 jk
Karatay 94		3.41 z++	4.39 z++	4.03 z++	5.57 z++	4.35 q		3.97 z++	6.11 z++	5.98 z++	6.79 v-z+	5.71 jk		3.69 z++	5.25 w-z+	5.01 z+	6.18 n-r	5.03 k
Keykubad		4.40 z++	4.31 z++	5.95 z++	6.81 v-z+	5.37 klm		6.18 z++	7.29 o-z+	7.49 o-w	8.54 ı-l	7.37 ef		5.29 w-z+	5.80 q-w	6.72 j-n	7.67 fg	6.37 fg
Konevi 98		3.92 z++	5.72 z++	6.68 x-z+	8.04 k-o	6.09 j		7.61 n-u	9.10 hj	8.40 j-m	10.88 b	9.00 c		5.76 q-w	7.41 f-ı	7.54 fgh	9.46 b	7.54 d
Larende		4.64 z++	4.24 z++	6.30 z++	6.02 z++	5.30 lm		6.90 t-z+	6.75 v-z+	7.90 l-q	7.60 n-u	7.29 f		5.77 q-w	5.50 u-z	7.10 h-k	6.81 j-m	6.30 g
Tarm 92		4.53 z++	4.53 z++	5.68 z++	6.06 z++	5.20 lm		5.73 z++	6.14 z++	6.85 u-z+	7.73 m-s	6.61 gh		5.13 y-z+	5.33 v-z+	6.26 m-q	6.90 ı-l	5.91 h
Zeynelağa		4.49 z++	3.68 z++	5.56 z++	5.06 z++	4.70 opq		5.80 z++	5.41 z++	6.79 v-z+	6.72 w-z+	6.18 ı		5.15 x-z+	4.54 z++	6.17 n-r	5.89 p-v	5.44 ij
Hat 1		5.66 z++	6.54 z++	7.39 o-y	8.37 j-n	6.99 fg		7.40 o-x	9.28 ghı	9.74 d-h	10.39 b-e	9.20 c		6.53 l-o	7.91 ef	8.57 d	9.38 b	8.10 c
Hat 2		3.89 z++	5.03 z++	5.56 z++	6.99 s-z+	5.37 klm		6.18 z++	7.81 l-r	7.96 k-p	9.60 e-h	7.89 d		5.03 z+	6.42 l-p	6.76 j-m	8.29 de	6.63 f
Hat 3		3.81 z++	4.84 z++	4.48 z++	5.89 z++	4.76 nop		4.76 z++	6.02 z++	6.32 z++	7.04 r-z+	6.03 j		4.28 z++	5.43 u-z+	5.40 u-z+	6.46 l-o	5.39 ij
Hat 4		3.77 z++	4.17 z++	4.53 z++	5.20 z++	4.42 pq		4.50 z++	5.66 z++	6.05 z++	6.61 y-z+	5.70 jk		4.14 z++	4.91 z++	5.29 w-z+	5.91 p-u	5.06 k
Hat 5		4.04 z++	4.66 z++	5.18 z++	6.10 z++	4.99 mno		5.26 z++	6.18 z++	6.23 z++	7.07 r-z+	6.18 ı		4.65 z++	5.42 u-z+	5.70 r-x	6.58 k-o	5.59 ı
Hat 6		2.90 z++	3.87 z++	3.66 z++	4.91 z++	3.84 r		3.69 z++	5.04 z++	5.83 z++	5.88 z++	5.11 lmn		3.30 z++	4.46 z++	4.74 z++	5.40 u-z+	4.47 l
Hat 7		3.75 z++	4.34 z++	4.50 z++	6.08 z++	4.67 opq		4.57 z++	6.59 z+	6.75 v-z+	7.37 o-z	6.32 hı		4.16 z++	5.47 u-z+	5.62 r-y	6.72 j-n	5.49 ij
Ortalama		4.20 h	4.96 g	5.66 f	6.67 d	5.37 b		5.99 e	7.08 c	7.46 b	8.25 a	7.19 a		5.09 d	6.02 c	6.56 b	7.46 a	6.28

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 0.081

LSD (0.05) U: 0.115

LSD (0.05) Y*U int.: 0.162

LSD (0.05) G: 0.278

LSD (0.05) G*Y int.: 0.393

LSD (0.05) G*U int.: 0.556

LSD (0.05) G*U*Y int.: 0.786

LSD testine göre, U4 uygulaması (7.46 cm²) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (6.56 cm²) “b”, U2 uygulaması (6.02 cm²) “c”, U1 uygulaması (5.09 cm²) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.36.). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin BYAE değerlerinde kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık uygulamasında (U1) görüldüğü ifade edilebilir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama BYAA değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile kıyaslandığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak ayası alanı değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	38.4	21.6	23.8
Ayrancı	16.7	18.4	+4.5
Baykara	34.6	15.2	14.2
Burakbey	36.8	18.7	25.4
Bülbül 89	35.4	17.9	17.5
Fırtına	27.4	19.3	0.1
İnce 04	29.4	23.6	+0.9
Karatay 94	40.2	15.0	19.0
Keykubad	31.1	24.4	12.4
Konevi 98	39.1	21.7	20.4
Larende	15.3	19.3	+4.3
Tarm 92	25.6	22.7	9.1
Zeynelağa	12.6	22.8	+4.9
Hat 1	30.3	15.7	8.6
Hat 2	39.3	22.6	18.5
Hat 3	33.7	15.9	16.5
Hat 4	30.0	16.8	10.5
Hat 5	29.4	17.7	13.4
Hat 6	38.9	17.4	12.1
Hat 7	38.1	18.7	16.4
Ortalama	31.8	19.3	14.9

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık
+ Performans artışını göstermektedir

Çizelge 4.37 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %31.8 BYAA kaybı ile U1 uygulamasında görülürken, bunu sırasıyla %19.3 ile U2 ve %14.9 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Kurak koşullarda bitkilerin su kaybına karşı korunma mekanizmalarının sonuçlarından biri de yaprak alanlarını daraltmasıdır (Sinha ve Patil, 1986; Blum, 2005). Daha önceki yapılan çeşitli çalışmalarda araştırmacılar, kuraklık stresi altında arpa genotiplerinin bayrak yaprak alanlarında değişen oranlarda düşüşler meydana geldiğini, ayrıca kurak şartlarda bayrak yaprak alanının bir seleksiyon kriteri olabileceğini bildirmişlerdir (Anjum ve ark., 2003; Thameur ve ark., 2012; Saed-Moucheshi ve ark., 2022).

Denemede yer alan arpa genotiplerinin iki yıllık ortalama BYAA değerleri 4.47 cm² (Hat 6) ile 9.20 cm² (Baykara) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda 3.84 cm² (Hat 6) ile 8.01 cm² (Baykara) arasında, ikinci yılda ise 5.11 cm² (Hat 6) ile 10.39 cm² (Baykara) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden Baykara (9.20 cm²) “a”, Aydanhanım (8.84 cm²) “b”, Hat 1 (8.10 cm²) “c”, Konevi 98 (7.54 cm²) “d”, Burakbey (7.02 cm²) “e”, Hat 2 (6.63 cm²) “f”, Ayrancı (6.40 cm²) ve Keykubad (6.37 cm²) “fg”, Larende (6.30 cm²) “g”, Fırtına (6.00 cm²) ve Tarm 92 (5.91 cm²) “h”, Bülbül 89 (5.61 cm²) ve Hat 5 (5.59 cm²) “ı”, Hat 7 (5.49 cm²), Zeynelağa (5.44 cm²) ve Hat 3 (5.39 cm²) “ij”, İnce 04 (5.29 cm²) “jk”, Hat 4 (5.06 cm²) ve Karatay 94 (5.03 cm²) “k”, Hat 6 (4.47 cm²) ise “l” grubunda yer almışlardır (Çizelge 4.36).

U1 uygulamasında iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde; genotiplerin ortalama BYAA değerleri 5.09 cm² olarak belirlenmiştir. Bu uygulamada Baykara (7.16 cm²) en yüksek BYAA değerine sahip olurken, bunu Aydanhanım (6.89 cm²), Hat 1 (6.53 cm²), Larende (5.77 cm²), Ayrancı (5.77 cm²) ve Konevi 98 (5.76 cm²) takip etmiştir. Burakbey (5.56 cm²), Keykubad (5.29 cm²), Zeynelağa (5.15 cm²) ve Tarm 92 (5.13 cm²) ortalamasının üzerinde; Hat 2 (5.03 cm²), Fırtına (4.93 cm²), Hat 5 (4.65 cm²), Bülbül 89 (4.41 cm²), İnce 04 (4.29 cm²) ve Hat 3 (4.28 cm²) ortalamasının altında BYAA değerlerine sahip olmuşlardır. Hat 7 (4.16 cm²), Hat 4 (4.14 cm²), Karatay 94 (3.69 cm²) ve Hat 6 (3.30 cm²) ise düşük BYAA değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.36). Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama BYAA kayıpları %31.8 olarak gerçekleşirken, genotipler arasında en fazla kayıp %40.2 ile Karatay 94’te, en az kayıp ise %12.6 ile Zeynelağa’da gerçekleşmiştir (Çizelge 4.37).

U2 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde; genotiplerin ortalama BYAA değerleri 6.02 cm² olarak belirlenmiştir. Bu uygulamada Baykara (9.29

cm²) en yüksek BYAA değerine sahip olurken, bunu Aydanhanım (8.77 cm²) ve Hat 1 (6.53 cm²) takip etmiştir. Konevi 98 (5.76 cm²), Burakbey (5.56 cm²) ve Hat 2 (5.03 cm²) ortalamanın üzerinde; Keykubad (5.80 cm²), Ayrancı (5.66 cm²), Bülbül 89 (5.60 cm²), Larende (5.50 cm²), Fırtına (5.48 cm²), Hat 7 (5.47 cm²), Hat 3 (5.43 cm²), Hat 5 (5.42 cm²), Tarm 92 (5.33 cm²) ve Karatay 94 (5.25 cm²) ortalamanın altında BYAA değerlerine sahip olmuşlardır. Hat 4 (4.91 cm²), İnce ve 04 (4.64 cm²), Zeynelağa (4.54 cm²) ve Hat 6 (4.46 cm²) ve ise düşük BYAA değerleri ile son sıralarda yer almışlardır. (Çizelge 4.36). Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama BYAA kayıpları %19.3 olarak gerçekleşirken, genotipler arasında en fazla kayıp %24.4 ile Keykubad, en az kayıp ise %15.0 ile Karatay 94 çeşidinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.37).

U3 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde; genotiplerin ortalama BYAA değerleri 6.56 cm² olarak belirlenmiştir. Bu uygulamada Baykara (9.40 cm²) en yüksek BYAA değerine sahip olurken, bunu Hat 1 (6.53 cm²), Aydanhanım (8.77 cm²), Konevi 98 (5.76 cm²), Ayrancı (5.66 cm²) ve Larende (5.50 cm²) takip etmiştir. Fırtına (5.48 cm²), Hat 2 (5.03 cm²), Keykubad (5.80 cm²) ve Burakbey (5.56 cm²) ortalamanın üzerinde; Tarm 92 (5.33 cm²), Zeynelağa (4.54 cm²), İnce 04 (4.64 cm²), Hat 5 (5.42 cm²), Bülbül 89 (5.60 cm²) ve Hat 7 (5.47 cm²) ortalamanın altında BYAA değerlerine sahip olmuşlardır. Hat 3 (5.43 cm²), Hat 4 (4.91 cm²), Karatay 94 (5.25 cm²) ve Hat 6 (4.46 cm²) ise düşük düşük BYAA değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.36). Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama BYAA kayıpları %14.9 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.37).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa, Larende, Zeynelağa ve Ayrancı çeşitlerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük BYAA kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Baykara, Hat 1 ve Aydanhanım genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek BYAA değerleri ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır.

Bayrak yaprağın morfolojik özellikleri, bitki mimarisi ve verim potansiyelinin en önemli belirleyicilerinden biridir (Sharma ve ark., 2003). Duwayri (1984), bayrak yaprağın çıkarıldığında bitki başına tane veriminin ve tane sayısının azaldığını bildirmiştir. Tane doldurma döneminde diğer yapraklara nazaran bayrak yapraklar, fotosentez için ana organdır ve bitki büyümesi için gerekli asimilasyon kaynağı sağlar (Biswal ve Kohli, 2013; Tian ve ark., 2015). Uygun koşullar altında ve çeşide bağlı olarak, buğdayda bayrak yaprak, fotosentetik performansın %45-58'ine ve çiçeklenme sonrası tane doldurma döneminde kullanılan asimilatların %41-43'üne katkıda

bulunmaktadır (Yang ve ark., 2016). Optimum bayrak yaprağı morfolojisinin elde edilmesi, özellikle terminal kuraklık stresi altında, kuraklığa toleranslılık ıslahında önemli bir hedef olabilir. Kuraklık stresi koşullarında, tahıllar su eksikliği nedeniyle, yaprak alanını önemli ölçüde azaltmakta ve aşırı transpirasyon kaybını önlemek için bitki bayrak yaprak açısını ayarlamaktadır (Xu ve ark., 2009). Bu bağlamda bayrak yaprak parametreleri nihai tane verimine olan etkisi dikkate alındığında kuraklığa tolerans ıslahında oldukça önemli bir seleksiyon kriteri olmaktadır.

U4 uygulamasında genotiplerin ortalama BYAA değerleri 7.46 cm² olarak belirlenmiştir. Bu uygulamada Aydanhanım (11.18 cm²) en yüksek BYAA değerine sahip olurken bunu Baykara (10.95 cm²) ve Konevi 98 (9.46 cm²) takip etmiştir. Hat 1 (9.38 cm²), Burakbey (8.80 cm²), Hat 2 (8.29 cm²) ve Keykubad (7.67 cm²) ortalamanın üzerinde; Ayrancı (6.93 cm²), Tarm 92 (6.90 cm²), Bülbül 89 (6.82 cm²), Larende (6.81 cm²), Fırtına (6.79 cm²), Hat 7 (6.72 cm²), Hat 5 (6.58 cm²) ve Hat 3 (6.46 cm²) ortalamanın altında BYAA değerlerine sahip olmuşlardır. Karatay 94 (6.18 cm²), İnce 04 (6.08 cm²), Hat 4 (5.91 cm²), Zeynelağa (5.89 cm²) ve Hat 6 (5.40 cm²) ise düşük BYAA değerleri ile son sıralarda yer almışlardır. (Çizelge 4.36).

4.2.6. Kılçık uzunluğu

20 arpa genotipi kullanılarak yağmur korunağı şartlarında farklı dönem kuraklık uygulamalarında yürütülen çalışmada iki yıllık veriler birleştirilerek analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda denemede kullanılan genotiplerin kılçık uzunluğu bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile genotip x yıl interaksyonu arasındaki farklılık istatistiki olarak $P < 0.01$, genotip x kuraklık uygulaması interaksyonu arasındaki farklılık ise $P < 0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde genotip %45.6 ile kılçık uzunluğu üzerine en fazla etki eden unsur olurken, bunu sırasıyla genotip x yıl interaksyonu (%10.8), kuraklık uygulaması (%10.0) ve yıl (%6.5) takip etmiştir (Çizelge 4.38).

Kılçık uzunluğu genel ortalaması 10.01 cm olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 9.70 cm iken, ikinci yılda 10.33 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.39).

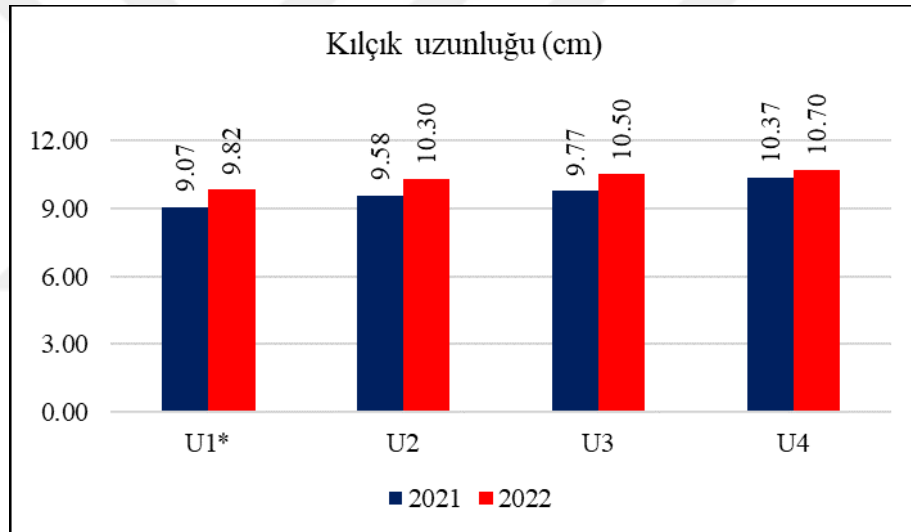
Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama kılçık uzunluğu değerleri 9.44 cm (U1) ile 10.54 cm (U4) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda 9.07 cm (U1) ile 10.37 cm (U4) arasında, ikinci yılda ise 9.82 cm (U1) ile 10.70 cm (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.14).

Çizelge 4.38. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen kılçık uzunluklarına ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	48.376	48.3764	188.01**	6.5
Tekerrür [Yıl]	4	1.68215	0.4205	1.63	0.2
Kuraklık Uygulaması (U)	3	74.61	24.8694	96.65**	10.0
Y*U int.	3	3.7239	1.2413	4.82*	0.5
Hata (1)	12	3.0877	0.2573	0.55	0.4
Genotip (G)	19	339.6	17.8749	38.04**	45.6
G*Y int.	19	80.0945	4.2155	8.97**	10.8
G*U int.	57	21.733	0.3813	0.81	2.9
G*U*Y int.	57	28.506	0.5001	1.06	3.8
Hata (2)	304	142.8332	0.4698		19.2
Genel	479	744.267			

* ($P<0.05$), ** ($P<0.01$) CV (%): 6.8 R²: 0.70 Ort.: 10.01

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.14. Kuraklık uygulamalarında ortalama kılçık uzunluğu değerleri

LSD testine göre, U4 uygulaması (10.54 cm) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (10.13 cm) “b”, U2 uygulaması (9.94 cm) “c”, U1 uygulaması (9.44 cm) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.39). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin BYAE değerlerinde kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık uygulamasında (U1) görüldüğü ifade edilebilir.

Çizelge 4.39. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen kılçık uzunlukları (cm)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	11.15	11.60	11.90	12.73	11.85 b	2022	10.51	10.99	11.53	11.74	11.19 cde	2021-2022 Ort	10.83	11.29	11.72	12.24	11.52 b
Ayrancı		8.43	8.53	8.38	8.92	8.57 rs		9.00	9.64	9.86	10.02	9.63 lmn		8.72	9.09	9.12	9.47	9.10 hı
Baykara		10.84	9.81	9.59	10.18	10.11 h-l		10.46	10.61	10.76	10.98	10.70 efg		10.65	10.21	10.17	10.58	10.40 de
Burakbey		8.17	9.48	9.39	10.13	9.29 m-p		8.56	8.89	8.80	8.94	8.80 p-s		8.36	9.18	9.10	9.54	9.04 ı
Bülbül 89		7.60	8.13	8.55	10.23	8.63 qrs		9.42	9.92	10.03	10.21	9.90 jkl		8.51	9.03	9.29	10.22	9.26 hı
Fırtına		13.23	12.32	11.92	12.40	12.47 a		10.45	11.49	11.88	12.11	11.48 bcd		11.84	11.91	11.90	12.26	11.98 a
İnce 04		9.91	10.47	10.72	10.86	10.49 ghı		10.08	10.91	11.12	11.09	10.80 efg		9.99	10.69	10.92	10.97	10.64 cd
Karatay 94		7.96	8.89	9.10	9.90	8.96 pqr		9.27	9.69	10.00	10.21	9.79 klm		8.61	9.29	9.55	10.06	9.38 ghı
Keykubad		9.54	10.17	10.08	10.63	10.11 h-l		9.99	10.43	10.70	11.06	10.54 f-ı		9.77	10.30	10.39	10.84	10.33 de
Konevi 98		7.98	10.06	10.06	10.21	9.58 l-o		10.27	10.50	10.70	10.83	10.57 fgh		9.12	10.28	10.38	10.52	10.07 ef
Larende		7.92	8.94	9.51	9.89	9.06 o-r		10.25	10.44	10.31	10.44	10.36 g-j		9.09	9.69	9.91	10.17	9.71 fg
Tarm 92		9.41	10.01	10.24	10.34	10.00 r-l		9.70	10.29	10.55	10.84	10.34 g-j		9.56	10.15	10.39	10.59	10.17 e
Zeynelağa		8.77	8.60	8.76	9.55	8.92 pqr		11.11	11.84	11.95	12.01	11.73 bc		9.94	10.22	10.36	10.78	10.32 de
Hat 1		9.98	9.67	9.91	10.53	10.02 r-l		9.82	10.29	10.54	10.63	10.32 g-k		9.90	9.98	10.23	10.58	10.17 e
Hat 2		8.20	8.29	8.90	10.23	8.91 pqr		8.69	9.01	9.30	9.52	9.13 n-q		8.44	8.65	9.10	9.88	9.02 ı
Hat 3		7.57	8.18	9.57	9.98	8.82 p-s		9.58	10.09	10.28	10.42	10.09 h-l		8.57	9.13	9.92	10.20	9.46 gh
Hat 4		10.48	10.81	10.58	10.83	10.68 efg		10.77	11.04	11.14	11.37	11.08 def		10.63	10.93	10.86	11.10	10.88 c
Hat 5		7.55	8.73	9.57	9.77	8.90 pqr		8.51	9.29	9.46	9.63	9.22 nop		8.03	9.01	9.51	9.70	9.06 ı
Hat 6		9.22	10.76	10.37	10.74	10.27 g-k		10.52	11.02	11.24	11.74	11.13 de		9.87	10.89	10.81	11.24	10.70 cd
Hat 7		7.42	8.10	8.22	9.38	8.28 s		9.37	9.63	9.88	10.22	9.78 klm		8.39	8.87	9.05	9.80	9.03 ı
Ortalama		9.07 e	9.58 d	9.77 cd	10.37 b	9.70 b		9.82 cd	10.30 b	10.50 ab	10.70 a	10.33 a		9.44 d	9.94 c	10.13 b	10.54 a	10.01

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.10

LSD (0.05) U: 0.14

LSD (0.05) Y*U int.: 0.20

LSD (0.05) G: 0.39

LSD (0.05) G*Y int.: 0.55

LSD (0.05) G*U int.: öđ

LSD (0.05) G*U*Y int.: öđ

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama kılçık uzunluğu değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Çizelge 4.40. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen kılçık uzunluklarında tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	11.5	7.7	4.3
Ayrancı	8.0	4.0	3.8
Baykara	0.7	3.5	3.8
Burakbey	12.3	3.7	4.7
Bülbül 89	16.7	11.7	9.1
Fırtına	3.4	2.9	2.9
İnce 04	8.9	2.6	0.5
Karatay 94	14.4	7.6	5.0
Keykubad	9.9	5.0	4.2
Konevi 98	13.3	2.3	1.4
Larende	10.6	4.7	2.5
Tarm 92	9.8	4.2	1.9
Zeynelağa	7.8	5.2	3.9
Hat 1	6.5	5.7	3.4
Hat 2	14.5	12.4	7.9
Hat 3	16.0	10.5	2.7
Hat 4	4.3	1.6	2.2
Hat 5	17.2	7.1	2.0
Hat 6	12.2	3.1	3.9
Hat 7	14.3	9.5	7.7
Ortalama	10.6	5.7	3.9

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

+ Performans artışını göstermektedir

Çizelge 4.40 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %10.6 kılçık uzunluğu ile U1 uygulamasında görülürken, bunu sırasıyla %5.7 ile U2 ve %3.9 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. U1 uygulamasında en az kayıp %0.7 ile Baykara çeşidinden elde edilirken en fazla kayıp %17.2 ile Hat 5'ten elde edilmiştir. U2 uygulamasında Hat 4 %1.6 ile en düşük kılçık uzunluğu kaybına uğrarken Bülbül 89 %11.7 ile en yüksek kılçık uzunluğu kaybına uğramıştır. U3 uygulamasında meydana gelen kayıplar genotipler arasında %0.5 (İnce 04) ile %9.1 (Bülbül 89) arasında değişim göstermiştir. Kuraklık stresinin arpada, kılçık uzunluğunu azaltıcı yönde bir etki gösterdiği söylenebilir. En fazla etki sapa

kalkma–başaklanma başlangıcı arası dönemi temsil eden U1 kuraklığında görüldüğü, diğer kuraklık uygulamalarında bu etkinin daha az olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlar daha önce arpada yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Nitekim Saed-Moucheshi ve ark. (2022), arpa genotiplerinin kuraklık stresine tepkilerini değerlendirilmek amacıyla yaptıkları çalışmada kuraklık stresi altında genotiplerin kılçık uzunluklarının ortalama %9.3 daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Karami ve ark. (2021), arpa genotiplerinin kılçık uzunluklarında, kurak şartların etkisiyle %6.5 oranında bir azalma meydana geldiğini bildirirlerken, Singh ve ark. (2015), %8.8’lik bir azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama kılçık uzunluğu değerleri 9.02 cm (Hat 2) ile 11.98 cm (Fırtına) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 8.28 cm (Hat 7) ile 12.47 (Fırtına) arasında değişirken, ikinci yılda 8.80 cm (Burakbey) ile 11.73 cm (Zeynelağa) arasında değişmiştir. LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Fırtına (11.98 cm) “a” grubunda yer alırken, Aydanhanım (11.52 cm) “b”, Hat 4 (10.88 cm) “c”, Hat 6 (10.70 cm) ve İnce 04 (10.64 cm) “cd”, Baykara (10.40 cm), Keykubad (10.33 cm) ve Zeynelağa (10.32 cm) “de”, Tarm 92 (10.17 cm) ve Hat 1 (10.17 cm) “e”, Konevi 98 (10.07 cm) “ef”, Larende (9.71 cm) “fg”, Hat 3 (9.46 cm) “gh”, Karatay 94 (9.38 cm) “ghi”, Bülbül 89 (9.26 cm) ve Ayrancı (9.1 cm) “hi”, Hat 5 (9.06 cm), Burakbey (9.04 cm), Hat 7 (9.03 cm) ve Hat 2 (9.02 cm) “i” grubunda yer almışlardır (Çizelge 4.39).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Baykara, Hat 4, Fırtına ve İnce 04 genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük kılçık uzunluğu kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Fırtına, Aydanhanım, Hat 4 ve İnce 04 genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek kılçık uzunluğu performansı ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır. Arpada kılçıklılık ve kılçık boyunun kurağa tolerans özelliklerinden biri olduğu, tane verimi ile pozitif korelasyon gösterdiği, bu nedenle kurak şartlar için seleksiyon yapılırken bu özelliğin dikkate alınması gerektiği bilinmektedir. (Mitra, 2001; Jouyban ve ark., 2015; Singh ve ark., 2015). Kuru alanlar için geliştirilen Baykara, İnce ve Hat 4 genotiplerinin toleranslı olarak belirlenmesi, bu genotiplerin tane verimi yönüyle de yüksek performansa sahip olmaları bu bilgileri destekler niteliktedir. Ayrıca sulanabilir alanlar için geliştirilen Fırtına çeşidinin de aynı zamanda kuru çevrelerde de bu özellik yönüyle iyi performans gösterebileceği düşünülebilir.

4.2.7. Bayrak yaprak kınında mumsuluk

Denemede elde edilen bayrak yaprak kınında mumsuluk değerlerine ait gözlemler Çizelge 4.41’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinde de görüleceği gibi, tüm kuraklık uygulamalarından elde edilen mumsuluk değerleri tam sulu (U4) uygulamasından daha yüksek gerçekleşmiştir. Bu durum, kuraklık stresinin etkisi ile arpa genotiplerinde mumsuluğun görülme oranının yükseldiğini göstermesi bakımından önemlidir.

Deneme sonuçlarına göre genotiplerin ortalama bayrak yaprak kınında mumsuluk değeri 3.59 olarak belirlenmiştir. Bu değer birinci yılda 3.73, ikinci yılda 3.45 olarak gerçekleşmiştir. Tüm uygulamalarda birinci yılda ikinci yıla kıyasla daha yüksek mumsuluk değerleri tespit edilmiştir. Bu durumun iki yetiştirme sezonu arasındaki iklimsel farklılıklar ile ilişkili olduğu söylenebilir. İki yıllık ortalama üzerinden uygulamalar arasında en yüksek mumsuluk değeri U1 (4.21) uygulamasında görülürken bunu U2 (3.64), U3 (3.48) ve U4 (3.03) uygulamaları takip etmiştir.

Genotipler iki yıllık ortalamalar üzerinden bayrak yaprak kınında mumsuluk değerleri yönüyle değerlendirildiğinde Hat 6 (3.96), Karatay 94 (3.92), Hat 7 (3.83), İnce 04 (3.75) ve Larende (3.75) genotipleri yüksek mumsuluk değerlerine sahip olurken; Zeynelağa (3.13), Fırtına (3.25), Aydanhanım (3.33), Konevi 98 (3.38) ve Keykubad (3.46) genotipleri düşük mumsuluk değerlerine sahip olmuşlardır. Burada genel olarak yağışa dayalı alanlar için geliştirilen genotiplerin mumsuluk değerlerinin yüksek olması, sulanabilir alanlar için geliştirilen genotiplerin ise mumsuluk değerlerinin düşük olması dikkat çekici ve beklenen bir sonuç olmuştur.

Mumsuluğun bitkide kuraklık stresinin uyarılmasıyla arttığı, bu artışın kurağa nispeten daha toleranslı genotiplerde daha fazla görüldüğü, bunun da bitkilerin kurağa tolerans mekanizmalarının bir parçası olduğu söylenebilir. Daha önceki yapılan çalışmalarda da serin iklim tahıllarında mumsuluğun kuraklık stresinin etkisiyle arttığı, bitkilerin kuraklık stresi altında su kaybını azaltmak için geliştirdikleri bir mekanizma olduğu, kurak alanlar için seleksiyon yapılırken bu özelliğin dikkate alınması gerektiği çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Sinha, 1987; Ahmed ve ark., 2012; Ayrancı, 2012; Bi ve ark., 2017; Xue ve ark., 2017; Kebede ve ark., 2019). Ayrıca Sallam ve ark. (2019), yaprak mumsuluğu ve tüylülüğün bitkinin su kaybını azaltarak kuraklığa karşı daha uzun süre koruma sağlayabileceğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.41. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak kınında mumsuluk değerleri*

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1**	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	4.33	3.33	3.33	2.67	3.42	2022	4.00	3.33	3.33	2.33	3.25	2021-2022 Ort	4.17	3.33	3.33	2.50	3.33
Ayrancı		4.33	3.67	3.67	3.33	3.75		4.00	3.33	3.33	3.00	3.42		4.17	3.50	3.50	3.17	3.58
Baykara		4.33	3.67	3.67	3.33	3.75		4.00	3.67	3.33	3.00	3.50		4.17	3.67	3.50	3.17	3.63
Burakbey		4.00	4.00	3.67	3.33	3.75		4.00	3.67	3.33	3.00	3.50		4.00	3.83	3.50	3.17	3.63
Bülbül 89		4.67	4.00	3.67	3.33	3.92		4.33	3.67	3.33	2.67	3.50		4.50	3.83	3.50	3.00	3.71
Fırtına		4.00	3.67	3.33	2.67	3.42		3.67	3.33	3.00	2.33	3.08		3.83	3.50	3.17	2.50	3.25
İnce 04		4.33	3.67	3.67	3.33	3.75		4.33	3.67	3.67	3.33	3.75		4.33	3.67	3.67	3.33	3.75
Karatay 94		4.67	4.00	3.67	3.33	3.92		4.67	4.00	3.67	3.33	3.92		4.67	4.00	3.67	3.33	3.92
Keykubad		4.00	3.67	3.33	3.33	3.58		4.00	3.33	3.33	2.67	3.33		4.00	3.50	3.33	3.00	3.46
Konevi 98		4.33	3.67	3.33	3.00	3.58		4.00	3.33	3.00	2.33	3.17		4.17	3.50	3.17	2.67	3.38
Larende		4.33	3.67	3.67	3.33	3.75		4.33	3.67	3.67	3.33	3.75		4.33	3.67	3.67	3.33	3.75
Tarm 92		4.33	3.67	3.67	3.00	3.67		4.00	3.33	3.33	2.67	3.33		4.17	3.50	3.50	2.83	3.50
Zeynelağa		4.00	3.33	3.33	2.67	3.33		3.67	3.00	2.67	2.33	2.92		3.83	3.17	3.00	2.50	3.13
Hat 1		4.33	3.67	3.67	3.00	3.67		4.00	3.33	3.33	2.67	3.33		4.17	3.50	3.50	2.83	3.50
Hat 2		4.33	3.67	3.67	3.33	3.75		4.00	3.33	3.33	3.00	3.42		4.17	3.50	3.50	3.17	3.58
Hat 3		4.33	4.00	3.67	3.67	3.92		4.33	3.67	3.33	2.67	3.50		4.33	3.83	3.50	3.17	3.71
Hat 4		4.33	4.00	3.67	3.33	3.83		4.33	3.67	3.33	2.67	3.50		4.33	3.83	3.50	3.00	3.67
Hat 5		4.33	3.67	3.67	3.33	3.75		4.00	3.33	3.33	2.67	3.33		4.17	3.50	3.50	3.00	3.54
Hat 6		4.33	4.33	4.00	3.67	4.08		4.33	4.00	3.67	3.33	3.83		4.33	4.17	3.83	3.50	3.96
Hat 7		4.67	4.00	4.00	3.67	4.08		4.00	3.67	3.67	3.00	3.58		4.33	3.83	3.83	3.33	3.83
Ortalama		4.32	3.77	3.62	3.23	3.73		4.10	3.52	3.35	2.82	3.45		4.21	3.64	3.48	3.03	3.59

*Değerlendirmede 1-5 skalası kullanılmıştır. 1: en az mumsuluk, 5: en çok mumsuluk.

**U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

4.2.8. Bayrak yaprak kıvrılması

Denemede elde edilen bayrak yaprak kıvrılmasına ait gözlemler Çizelge 4.42’de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinde de görüleceği gibi, tüm kuraklık uygulamalarından elde edilen bayrak yaprak kıvrılması değerleri tam sulu (U4) uygulamasından daha yüksek gerçekleşmiştir. Bu durum, kuraklık stresinin etkisi ile arpa genotiplerinin bayrak yaprak kıvrılma oranlarının yükseldiğini göstermektedir.

Deneme sonuçlarına göre genotiplerin ortalama bayrak yaprak kıvrılma değeri 2.17 olarak belirlenmiştir. Bu değer birinci yılda 2.28 iken, ikinci yılda 2.06 olarak gerçekleşmiştir. Tüm uygulamalardan elde edilen veriler üzerinden genel değerlendirme yapıldığında bayrak yaprak kıvrılma değerlerinin birinci yılda ikinci yıla kıyasla daha fazla olduğu belirlenmiştir. İki yıllık ortalama üzerinden uygulamalar arasında en yüksek kıvrılma değeri U1 (2.79) de görülürken bunu U2 (2.39), U3 (1.91) ve U4 (1.58) uygulamaları takip etmiştir.

Genotipler iki yıllık ortalamalar üzerinden bayrak yaprak kıvrılması değerleri yönüyle incelendiğinde Zeynelağa (3.67), Hat 4 (2.46), Hat 5 (2.46), Konevi 98 (2.38) ve İnce 04 (2.33) genotipleri yüksek kıvrılma değerlerine sahip olurken; Keykubad (1.63), Hat 1 (1.71), Ayrancı (1.71), Fırtına (1.88) ve Hat 3 (1.96) düşük kıvrılma değerlerine sahip olmuşlardır.

Bayrak yaprak kıvrılması kuraklık stresi altındaki bitkilerin yaprak su kaybını azaltmak için geliştirdikleri korunma mekanizmalarından biridir. Lonbani ve Arzani (2011), tahıllarda yaprak kıvrılmasının yaprağın su kaybını azalttığını ve bunun verime olumlu yansıdığını, bu özelliğin kuraklık stresi altında seleksiyon kriteri olabileceğini bildirmişlerdir. Yine benzer şekilde buğday ve arpada generatif dönemde kuraklık stresi altında yaprak kıvrılması ve yaprak nispi su içeriği ile tane verimi arasında önemli ve pozitif korelasyon tespit edilmiş; ıslah programlarında kuraklığa toleransı geliştirmek için bu özelliklerin dikkate alınması gerektiği rapor edilmiştir (Tahara ve ark., 1990; Teulat ve ark., 1997).

Çizelge 4.42. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak kıvrılma değerleri*

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1**	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	3.00	2.67	2.00	1.67	2.33	2022	2.67	2.33	1.67	1.33	2.00	2021-2022 Ort	2.83	2.50	1.83	1.50	2.17
Ayrancı		2.33	2.00	1.67	1.33	1.83		2.00	1.67	1.67	1.00	1.58		2.17	1.83	1.67	1.17	1.71
Baykara		3.00	2.67	2.00	1.67	2.33		2.67	2.33	1.67	1.33	2.00		2.83	2.50	1.83	1.50	2.17
Burakbey		3.33	2.33	2.00	1.67	2.33		3.00	2.00	1.67	1.33	2.00		3.17	2.17	1.83	1.50	2.17
Bülbül 89		2.67	2.00	2.00	2.00	2.17		2.33	2.00	1.67	1.67	1.92		2.50	2.00	1.83	1.83	2.04
Fırtına		2.33	2.00	2.00	1.67	2.00		2.33	1.67	1.67	1.33	1.75		2.33	1.83	1.83	1.50	1.88
İnce 04		3.00	2.67	2.00	1.67	2.33		3.00	2.67	2.00	1.67	2.33		3.00	2.67	2.00	1.67	2.33
Karatay 94		2.67	2.33	2.00	1.67	2.17		2.33	2.00	1.67	1.33	1.83		2.50	2.17	1.83	1.50	2.00
Keykubad		2.33	2.00	1.33	1.00	1.67		2.33	1.67	1.33	1.00	1.58		2.33	1.83	1.33	1.00	1.63
Konevi 98		3.33	3.00	2.00	1.67	2.50		3.00	2.67	2.00	1.33	2.25		3.17	2.83	2.00	1.50	2.38
Larende		2.67	2.33	2.00	1.67	2.17		2.33	2.00	1.67	1.33	1.83		2.50	2.17	1.83	1.50	2.00
Tarm 92		2.67	2.33	2.00	1.67	2.17		2.67	2.33	2.00	1.67	2.17		2.67	2.33	2.00	1.67	2.17
Zeynelağa		4.67	4.33	3.00	2.67	3.67		4.67	4.33	3.00	2.67	3.67		4.67	4.33	3.00	2.67	3.67
Hat 1		2.33	2.00	1.67	1.33	1.83		2.00	1.67	1.33	1.33	1.58		2.17	1.83	1.50	1.33	1.71
Hat 2		2.33	2.67	2.00	1.67	2.17		2.33	2.33	1.67	1.33	1.92		2.33	2.50	1.83	1.50	2.04
Hat 3		2.33	2.33	2.00	1.67	2.08		2.33	2.00	1.67	1.33	1.83		2.33	2.17	1.83	1.50	1.96
Hat 4		3.33	3.00	2.00	2.00	2.58		3.00	2.67	2.00	1.67	2.33		3.17	2.83	2.00	1.83	2.46
Hat 5		3.33	2.67	2.33	2.00	2.58		3.00	2.67	2.00	1.67	2.33		3.17	2.67	2.17	1.83	2.46
Hat 6		3.00	2.33	2.00	1.67	2.25		2.67	2.00	2.00	1.67	2.08		2.83	2.17	2.00	1.67	2.17
Hat 7		3.33	2.67	2.00	1.33	2.33		3.00	2.33	2.00	1.67	2.25		3.17	2.50	2.00	1.50	2.29
Ortalama		2.90	2.52	2.00	1.68	2.28		2.68	2.27	1.82	1.48	2.06		2.79	2.39	1.91	1.58	2.17

*Değerlendirmede 1-5 skalası kullanılmıştır. 1: en az kıvrılma var, 5: en fazla kıvrılma var.

**U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

4.2.9. Bayrak yaprak dikliği

Kontrollü tarla şartlarında, arpa genotiplerinde kuraklık uygulamalarının yapıldığı çalışmada, bayrak yaprak dikliğine ait gözlemler Çizelge 4.43’ de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, denemede yer alan genotiplerde yapılan gözlemlerde bayrak yaprak dikliği değeri­lerinin genel ortalaması 1.82 olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasında en yüksek bayrak yaprak dikliği değeri U1 (2.11) uygulamasından elde edilirken bunu U2 (1.83), U3 (1.80) ve U4 (1.55) uygulamaları takip etmiştir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalamalar üzerinden bayrak yaprak dikliği değeri incelendiğinde en yüksek yaprak dikliği değeri Larende (2.83) çeşidinden elde edilirken bunu Zeynelağa (2.38), Hat 4 (2.21), Aydanhanım (2.17) ve Tarm 92 (2.13) genotipleri takip etmiştir. Karatay 94 (1.33), İnce 04 (1.33), Bülbül 89 (1.46), Hat 6 (1.50) ve Hat 1 (1.50) genotipleri ise düşük yaprak dikliği değeri­lerine sahip olmuşlardır. Sulu alanlar için geliştirilen (Larende, Zeynelağa, Aydanhanım) çeşitlerin bayrak yaprak dikliği değeri­leri yüksek gerçekleşirken, yağışa dayalı alanlar için geliştirilen (Karatay 94, İnce 04, Bülbül 89) çeşitlerin ise düşük gerçekleşmiştir. Burada sulu çeşitlerin kuraklık uygulamalarından daha fazla etkilene­rek kuraklığa bir tepki olarak bayrak yaprak dikliği değeri­lerini artırdıkları sonucuna varılabilir.

Çizelge 4.43. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak dikliği*

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1**	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	2.00	2.00	3.00	2.33	2.33	2022	1.67	1.67	2.67	2.00	2.00	2021-2022 Ort	1.83	1.83	2.83	2.17	2.17
Ayrancı		2.33	1.67	1.67	1.33	1.75		2.00	1.33	1.33	1.33	1.50		2.17	1.50	1.50	1.33	1.63
Baykara		2.00	1.67	1.67	1.67	1.75		1.67	1.67	1.33	1.33	1.50		1.83	1.67	1.50	1.50	1.63
Burakbey		1.67	1.67	2.00	1.67	1.75		1.67	1.33	1.33	1.33	1.42		1.67	1.50	1.67	1.50	1.58
Bülbül 89		2.00	1.33	1.33	1.67	1.58		1.33	1.33	1.33	1.33	1.33		1.67	1.33	1.33	1.50	1.46
Fırtına		2.67	2.33	2.33	2.00	2.33		2.00	1.67	1.67	1.67	1.75		2.33	2.00	2.00	1.83	2.04
İnce 04		1.00	1.33	1.33	1.67	1.33		1.00	1.33	1.33	1.67	1.33		1.00	1.33	1.33	1.67	1.33
Karatay 94		1.67	1.33	1.33	1.33	1.42		1.33	1.33	1.33	1.00	1.25		1.50	1.33	1.33	1.17	1.33
Keykubad		2.67	2.33	1.67	1.67	2.08		2.33	1.67	1.67	1.33	1.75		2.50	2.00	1.67	1.50	1.92
Konevi 98		2.00	1.67	1.67	1.33	1.67		2.00	1.67	1.67	1.33	1.67		2.00	1.67	1.67	1.33	1.67
Larende		3.33	3.00	2.67	2.33	2.83		3.00	3.00	3.00	2.33	2.83		3.17	3.00	2.83	2.33	2.83
Tarm 92		2.67	2.33	2.00	2.00	2.25		2.33	2.00	2.00	1.67	2.00		2.50	2.17	2.00	1.83	2.13
Zeynelağa		3.00	2.33	2.33	2.00	2.42		3.00	2.33	2.33	1.67	2.33		3.00	2.33	2.33	1.83	2.38
Hat 1		2.33	1.67	1.33	1.33	1.67		2.00	1.33	1.33	1.00	1.42		2.17	1.50	1.33	1.17	1.54
Hat 2		2.33	2.00	2.00	1.67	2.00		2.00	2.00	2.00	1.67	1.92		2.17	2.00	2.00	1.67	1.96
Hat 3		2.00	1.67	1.67	1.33	1.67		2.00	1.67	1.67	1.33	1.67		2.00	1.67	1.67	1.33	1.67
Hat 4		3.00	2.67	2.33	1.00	2.25		2.67	2.33	2.33	1.33	2.17		2.83	2.50	2.33	1.17	2.21
Hat 5		2.00	1.67	1.67	1.33	1.67		2.00	1.67	1.33	1.33	1.58		2.00	1.67	1.50	1.33	1.63
Hat 6		1.67	1.67	1.33	1.33	1.50		1.67	1.67	1.33	1.33	1.50		1.67	1.67	1.33	1.33	1.50
Hat 7		2.33	2.00	2.00	1.67	2.00		2.00	2.00	1.67	1.33	1.75		2.17	2.00	1.83	1.50	1.88
Ortalama		2.23	1.92	1.87	1.63	1.91		1.98	1.75	1.73	1.47	1.73		2.11	1.83	1.80	1.55	1.82

*Değerlendirmede 1-5 skalası kullanılmıştır. 1: en az diklik var, 5: en fazla diklik var.

**U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

4.3. Fenolojik Parametreler

4.3.1. Erken dönemde toprak yüzeyini kapatma (NDVI)

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen veriler üzerinden yılların birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmada arpa genotiplerinin erken dönemde toprak yüzeyini kapatma değerleri, (NDVI; Normalize Edilmiş Vejetasyon İndeksi) belirlenmiştir. NDVI değerleri bakımından genotip ve genotip x yıl interaksyonu arasındaki farklılık istatistiki olarak ($P<0.01$) önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde genotip etkisinin payı %41.9 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.44). Uygulama etkisinin istatistiki bakımdan önemsiz olması, NDVI değerlerinin kuraklık uygulamalarına başlamadan önce elde edilmesi ile açıklanabilir. Aynı zamanda genotipler arasındaki farklılık ise çalışmada kullanılan arpa genotiplerinin NDVI değerleri yönüyle geniş varyasyona sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.44. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen erken dönemde toprak yüzeyini kapatma (NDVI) değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	0.0008	0.00075	0.24	0.1
Tekerrür [Yıl]	4	0.0001	0.00003	0.01	0.0
Kuraklık Uygulaması (U)	3	0.0051	0.00171	0.56	0.5
Y*U int.	3	0.0159	0.00530	1.73	1.5
Hata (1)	12	0.0368	0.00307	3.04	3.5
Genotip (G)	19	0.4347	0.02288	22.69**	41.9
G*Y int.	19	0.1418	0.00746	7.40**	13.7
G*U int.	57	0.0526	0.00092	0.92	5.1
G*U*Y int.	57	0.0432	0.00076	0.75	4.2
Hata (2)	304	0.3065	0.00101		29.5
Genel	479	1.0376			
** ($P<0.01$) CV (%): 7.2 R ² : 0.53 Ort.: 0.44					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Denemede NDVI değerleri genel ortalaması 0.44 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da NDVI değerleri 0.44 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.45). Bayhan ve ark. (2019), arpa genotiplerinde erken dönemde elde edilen NDVI değerlerinin genotiplerde 0.35 ile 0.53 arasında bir varyasyona sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4.45. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen erken dönemde toprak yüzeyini kapatma (NDVI) değerleri

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	0.35	0.38	0.39	0.37	0.37 p-s	2022	0.42	0.44	0.43	0.44	0.43 j-n	2021-2022 Ort	0.38	0.41	0.41	0.41	0.40 g
Ayrancı		0.46	0.46	0.46	0.45	0.46 b		0.42	0.45	0.43	0.44	0.43 ı-n		0.44	0.46	0.45	0.44	0.45 de
Baykara		0.47	0.51	0.48	0.47	0.48 bcd		0.43	0.49	0.47	0.43	0.45 e-k		0.45	0.50	0.48	0.45	0.47 b
Burakbey		0.47	0.48	0.46	0.48	0.47 b-f		0.47	0.48	0.50	0.45	0.48 b-e		0.47	0.48	0.48	0.47	0.47 b
Bülbül 89		0.46	0.48	0.46	0.49	0.47 b-g		0.40	0.45	0.46	0.40	0.42 l-o		0.43	0.46	0.46	0.45	0.45 cd
Fırtına		0.49	0.48	0.49	0.48	0.49 b-g		0.41	0.43	0.48	0.45	0.44 ı-l		0.45	0.46	0.48	0.47	0.46 bc
İnce 04		0.39	0.38	0.39	0.39	0.39 b-h		0.43	0.43	0.50	0.46	0.46 d-j		0.41	0.41	0.45	0.42	0.42 f
Karatay 94		0.45	0.46	0.45	0.46	0.45 c-ı		0.48	0.49	0.50	0.50	0.49 ab		0.47	0.47	0.48	0.48	0.47 b
Keykubad		0.48	0.49	0.45	0.46	0.47 d-j		0.49	0.45	0.47	0.48	0.47 b-g		0.49	0.47	0.46	0.47	0.47 b
Konevi 98		0.46	0.44	0.42	0.43	0.44 e-k		0.39	0.39	0.42	0.40	0.40 o-r		0.42	0.41	0.42	0.42	0.42 fg
Larende		0.47	0.45	0.45	0.45	0.46 e-k		0.47	0.45	0.46	0.45	0.46 d-j		0.47	0.45	0.46	0.45	0.46 bcd
Tarm 92		0.43	0.40	0.40	0.39	0.40 f-l		0.46	0.45	0.41	0.41	0.43 k-n		0.44	0.42	0.40	0.40	0.42 fg
Zeynelağa		0.44	0.40	0.41	0.41	0.41 g-l		0.43	0.45	0.47	0.42	0.44 h-l		0.44	0.43	0.44	0.42	0.43 ef
Hat 1		0.47	0.45	0.44	0.45	0.45 ı-n		0.43	0.42	0.44	0.44	0.44 ı-n		0.45	0.44	0.44	0.45	0.44 de
Hat 2		0.41	0.39	0.37	0.39	0.39 m-p		0.43	0.47	0.41	0.43	0.44 ı-m		0.42	0.43	0.39	0.41	0.41 fg
Hat 3		0.47	0.46	0.42	0.44	0.45 o-r		0.40	0.42	0.41	0.42	0.41 n-q		0.43	0.44	0.42	0.43	0.43 ef
Hat 4		0.51	0.52	0.52	0.51	0.51 a		0.50	0.47	0.50	0.48	0.49 b		0.50	0.50	0.51	0.49	0.50 a
Hat 5		0.44	0.45	0.45	0.45	0.45 qrs		0.43	0.47	0.47	0.42	0.45 g-l		0.44	0.46	0.46	0.43	0.45 cde
Hat 6		0.49	0.46	0.45	0.48	0.47 st		0.49	0.50	0.50	0.45	0.48 bc		0.49	0.48	0.47	0.46	0.48 b
Hat 7		0.36	0.37	0.35	0.35	0.36 t		0.39	0.36	0.39	0.39	0.38 rst		0.38	0.37	0.37	0.37	0.37 h
Ortalama		0.45	0.45	0.43	0.44	0.44		0.44	0.45	0.46	0.44	0.44		0.44	0.45	0.45	0.44	0.44

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: öd

LSD (0.05) U: öd

LSD (0.05) Y*U int.: öd

LSD (0.05) G: 0.018

LSD (0.05) G*Y int: 0.026

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama NDVI değerleri 0.37 (Hat 7) ile 0.50 (Hat 4) arasında değişim gösterirken, bu değerler birinci yılda 0.36 (Hat 7) ile 0.51 (Hat 4) arasında, ikinci yılda ise 0.38 (Hat 7) ile 0.49 (Karatay 94) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde genotiplerden Hat 4 (0.50) “a” grubunda yer alırken; Hat 6 (0.48), Burakbey (0.47), Karatay 94 (0.47), Keykubad (0.47) ve Baykara (0.47) “b”, Fırtına (0.46) “bc”, Larende (0.46) “bcd”, Bülbül 89 (0.45) “cd”, Hat 5 (0.45) “cde” Ayrancı (0.45) ve Hat 1 (0.41) “de”, Zeynelağa (0.43) ve Hat 3 (0.43) “ef”, İnce 04 (0.42) “f”, Konevi 98 (0.42), Tarm 92 (0.42) ve Hat 2 (0.41) “fg”, Aydanhanım (0.40) “g”, Hat 7 (0.37) ise “h” grubunda yer almışlardır (Çizelge 4.45).

Tahılların kıştan çıkışta hızlı bir gelişim göstererek toprak yüzeyini daha erken kapatması, öncelikle toprak nemini muhafaza etmesi, bunun yanında yabancı otlarla daha etkin mücadele edebilmesi dolayısıyla da bitkinin daha iyi gelişim gösterebilmesi için oldukça önemlidir (Gregory ve ark., 1992; Blum, 2011). Bu açıdan denemede yer alan Hat 4, Hat 6, Burakbey, Karatay 94, Keykubad ve Baykara yüksek NDVI değerleri ile erken dönemde toprak yüzeyini kapatma yönüyle ön plana çıkan başarılı genotipler olurken; Hat 7, Aydanhanım, Hat 2, Tarm 92, Konevi 98 ve İnce 04 ise erken dönemde toprak yüzeyini kapatma bakımından düşük NDVI değerlerine sahip olmuşlardır.

4.3.2. Başaklanma süresi

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütölen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen veriler üzerinden yılların birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin başaklanma süresi bakımından yıl, kuraklık uygulaması, genotipler ve genotip x yıl interaksyonu arasındaki farklılık $P<0.01$, yıl x kuraklık uygulaması interaksyonu arasındaki farklılık ise $P<0.05$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde yıl etkisinin payı %50.4 ile başaklanma süresi üzerine en fazla etki eden unsur olurken, bunu genotip etkisi %36.2’lik payla takip etmiştir (Çizelge 4.46).

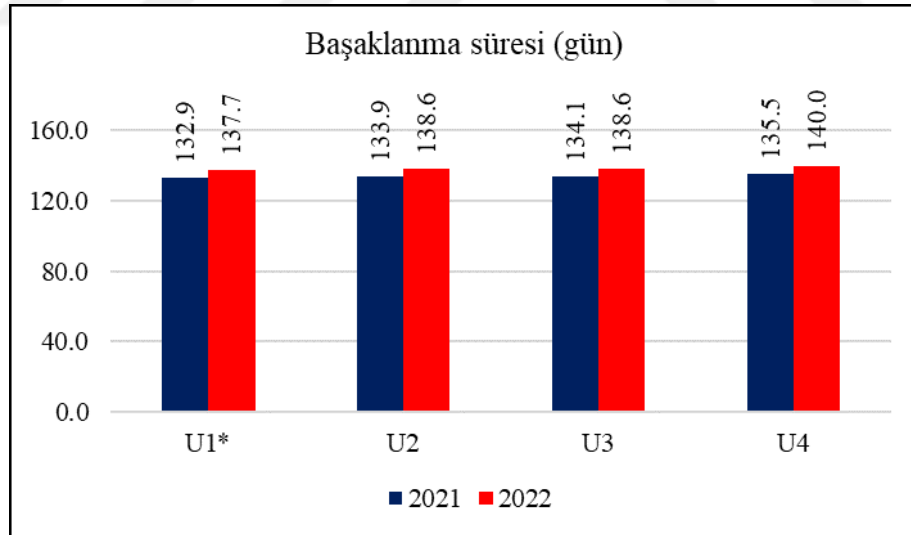
Başaklanma süresi genel ortalaması 136.4 gün olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 134.1 gün, ikinci yılda 138.7 gün olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.47).

Çizelge 4.46. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başaklanma sürelerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	2557.63	2557.630	9566.21**	50.4
Tekerrür [Yıl]	4	1.96	0.490	1.83	0.0
Kuraklık Uygulaması (U)	3	368.58	122.858	459.52**	7.3
Y*U int.	3	4.02	1.339	5.01*	0.1
Hata (1)	12	3.21	0.267	0.49	0.1
Genotip (G)	19	1834.74	96.565	177.38**	36.2
G*Y int.	19	105.78	5.568	10.23**	2.1
G*U int.	57	17.01	0.298	0.55	0.3
G*U*Y int.	57	16.57	0.291	0.53	0.3
Hata (2)	304	165.50	0.544		3.3
Genel	479	5074.99			
* (P<0.05), ** (P<0.01) CV (%): 0.5 R ² : 0.95 Ort.: 136.4					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama başaklanma süreleri 135.3 gün (U1) ile 137.8 gün (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda 132.9 gün (U1) ile 135.5 gün (U4) arasında değişirken, ikinci yılda 137.7 gün (U1) ile 140.0 gün (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.15).



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulı koşullar

Şekil 4.15. Kuraklık uygulamalarında ortalama başaklanma süresi değerleri

Çizelge 4.47. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başaklanma süreleri (gün)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	135.3	136.0	136.0	137.7	136.3 m	2022	141.0	142.3	141.7	143.7	142.2 a	2021-2022 Ort	138.2	139.2	138.8	140.7	139.2 a
Ayrancı		134.0	135.3	135.3	136.7	135.3 nop		137.0	137.7	137.7	139.7	138.0 k		135.5	136.5	136.5	138.2	136.7 hij
Baykara		134.7	135.3	136.0	137.7	135.9 mn		140.0	141.0	140.7	142.0	140.9 b		137.3	138.2	138.3	139.8	138.4 b
Burakbey		133.7	134.7	134.7	136.7	134.9 pqr		138.7	139.7	140.0	141.7	140.0 cd		136.2	137.2	137.3	139.2	137.5 cde
Bülbül 89		132.3	133.3	133.3	135.3	133.6 tu		138.0	138.7	139.0	140.7	139.1 efg		135.2	136.0	136.2	138.0	136.3 j
Fırtına		134.3	135.0	135.3	136.7	135.3 nop		139.3	140.0	140.0	141.3	140.2 c		136.8	137.5	137.7	139.0	137.8 cd
İnce 04		134.3	135.7	135.7	136.7	135.6 no		138.7	139.7	139.0	140.0	139.3 ef		136.5	137.7	137.3	138.3	137.5 cde
Karatay 94		133.7	134.7	134.7	135.7	134.7 qrs		137.3	138.0	137.7	139.3	138.1 jk		135.5	136.3	136.2	137.5	136.4 ij
Keykubad		134.3	135.3	135.3	136.3	135.3 nop		138.0	138.7	138.3	139.3	138.6 g-k		136.2	137.0	136.8	137.8	137.0 fgh
Konevi 98		134.3	135.0	135.0	136.7	135.3 opq		138.7	139.3	139.7	140.3	139.5 de		136.5	137.2	137.3	138.5	137.4 def
Larende		133.3	134.7	134.7	136.0	134.7 qrs		138.3	138.7	138.7	140.0	138.9 e-h		135.8	136.7	136.7	138.0	136.8 ghi
Tarm 92		133.3	134.3	134.7	135.7	134.5 rs		137.7	138.7	138.7	140.0	138.8 f-i		135.5	136.5	136.7	137.8	136.6 hij
Zeynelağa		124.3	125.7	126.3	128.7	126.3 x		132.0	133.3	133.7	134.3	133.3 u		128.2	129.5	130.0	131.5	129.8 n
Hat 1		134.7	135.7	135.7	136.7	135.7 mno		138.7	140.0	140.0	141.3	140.0 cd		136.7	137.8	137.8	139.0	137.8 c
Hat 2		133.3	134.7	135.3	136.3	134.9 pqr		138.7	139.3	139.3	140.7	139.5 de		136.0	137.0	137.3	138.5	137.2 efg
Hat 3		132.3	133.0	133.3	134.7	133.3 u		137.0	138.3	138.0	139.7	138.3 ijk		134.7	135.7	135.7	137.2	135.8 k
Hat 4		129.0	130.7	131.3	132.7	130.9 w		134.7	135.7	136.0	137.0	135.8 mno		131.8	133.2	133.7	134.8	133.4 m
Hat 5		133.3	133.7	134.0	135.3	134.1 st		137.3	138.3	138.3	140.7	138.7 g-j		135.3	136.0	136.2	138.0	136.4 ij
Hat 6		131.7	133.7	133.7	134.7	133.4 u		137.3	138.0	138.0	140.0	138.3 h-k		134.5	135.8	135.8	137.3	135.9 k
Hat 7		131.0	132.0	132.3	134.0	132.3 v		136.3	137.3	137.0	138.0	137.2 l		133.7	134.7	134.7	136.0	134.8 l
Ortalama		132.9 g	133.9 f	134.1 e	135.5 d	134.1 b		137.7 c	138.6 b	138.6 b	140.0 a	138.7 a		135.3 c	136.3 b	136.4 b	137.8 a	136.4

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.10

LSD (0.05) U: 0.15

LSD (0.05) Y*U int.: 0.21

LSD (0.05) G: 0.42

LSD (0.05) G*Y int.: 0.59

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden U4 uygulaması (137.8 gün) “a” grubunda yer alırken, U3 (136.4 gün) ve U2 uygulamaları (136.3 gün) “b” grubunda, U1 uygulaması (135.3 gün) ise “c” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.47). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin başaklanma sürelerinde, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık uygulamasında (U1) görüldüğü söylenebilir. U2 ve U3 uygulamalarında genotiplerin aynı zamanlarda başaklanması U2 uygulamasında kuraklığın başaklanmadan sonra başlatılması ile açıklanabilir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama başaklanma süresi değerleri 129.8 gün (Zeynelağa) ile 139.2 gün (Aydanhanım) arasında değişim gösterirken, bu değerler birinci yılda 134.1 gün (Zeynelağa) ile 136.3 gün (Aydanhanım) arasında, ikinci yılda ise 133.3 gün (Zeynelağa) ile 142.2 gün (Aydanhanım) arasında değişmiştir. LSD testine göre, genotiplerden Aydanhanım (139.2 gün) “a” grubunda yer alırken, Baykara (138.4 gün) “b”, Hat 1 (137.8 gün) “c”, Fırtına (137.8 gün) “cd”, Burakbey (137.5 gün) ve İnce 04 (137.5 gün) “cde”, Konevi 98 (137.4 gün) “def”, Hat 2 (137.2 gün) “efg”, Keykubad (137.0 gün) “fgh”, Larende (136.8 gün) “ghi”, Ayrancı (136.7 gün) ve Tarm 92 (136.6 gün) “hij”, Karatay 94 (136.4 gün) ve Hat 5 (136.4 gün) “ij”, Bülbül 89 (136.3 gün) “j”, Hat 6 (135.9 gün) ve Hat 3 (135.8 gün) “k”, Hat 7 (134.8 gün) “l”, Hat 4 (133.4 gün) “m”, Zeynelağa (129.8 gün) ise “n” grubunda yer almışlardır (Çizelge 4.47).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Zeynelağa, Hat 4 ve Hat 7 genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük başaklanma süreleri ile erkenci oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Aydanhanım, Baykara ve Hat 1 genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek başaklanma süresi değerleri ile geçici oldukları anlaşılmaktadır. Başaklanma süresi, arpa bitkisinin ıslah programlarında hedef bir özellik haline getiren karmaşık bir genetik yapıya sahiptir. Cuesta-Marcos ve ark. (2009), arpada optimum başaklanma tarihinin, tane doldurma ve kuraklıktan kaçınmaya izin verecek kadar erken, ancak soğuk zararını önleyecek kadar geç olması gerektiğini vurgulamışlardır.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama başaklanma süresi değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başaklanma sürelerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	1.8	1.1	1.3
Ayrancı	1.9	1.2	1.2
Baykara	1.8	1.2	1.1
Burakbey	2.2	1.4	1.3
Bülbül 89	2.1	1.4	1.3
Fırtına	1.6	1.1	1.0
İnce 04	1.3	0.5	0.7
Karatay 94	1.5	0.8	1.0
Keykubad	1.2	0.6	0.7
Konevi 98	1.4	1.0	0.8
Larende	1.6	1.0	1.0
Tarm 92	1.7	1.0	0.8
Zeynelağa	2.5	1.5	1.1
Hat 1	1.7	0.8	0.8
Hat 2	1.8	1.1	0.8
Hat 3	1.8	1.1	1.1
Hat 4	2.2	1.2	0.9
Hat 5	1.9	1.4	1.3
Hat 6	2.1	1.1	1.1
Hat 7	1.7	1.0	1.0
Ortalama	1.8	1.1	1.0

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Çizelge 4.48 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki % 1.8 başaklanma süresi kaybı ile U1 uygulamasında görülürken, bunu sırasıyla %1.1 ile U2 ve %1.0 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. U1 uygulamasında en az kayıp %1.2 ile Keykubad çeşidinden elde edilirken en fazla kayıp %2.5 ile Zeynelağa çeşidinden elde edilmiştir. U2 uygulamasında İnce 04 %0.5 ile en düşük başaklanma süresi kaybına uğrarken Zeynelağa %1.5 ile en yüksek başaklanma süresi kaybına uğramıştır. U3 uygulamasında ise meydana gelen kayıplar genotipler arasında %0.7 (İnce 04) ile %1.3 (Aydanhanım, Burakbey, Bülbül 89 ve Hat 5) arasında değişim göstermiştir. Singh ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada kuraklık stresinin etkisiyle arpa genotiplerinin normal şartlara göre ortalama 4.7 gün daha erken başaklandığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Ayrancı (2012), ekmeklik buğdayda yaptığı çalışmada kuraklık stresinin bitkilerde ortalama 3.5 gün daha erken başaklanmaya neden olduğunu bildirmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

4.3.3. Çiçeklenme süresi

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede iki yıllık verilerin birleştirilmesi ile analiz yapılmıştır. Analiz sonucuna göre, denemede kullanılan genotiplerin çiçeklenme süresi bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler ile genotip x yıl interaksyonu arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde yıl %62.9 ile çiçeklenme süresi üzerine en fazla etki eden unsur olurken, bunu genotip (%26.9) ve kuraklık uygulamaları (%5.9) takip etmiştir (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen çiçeklenme sürelerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	3853.33	3853.330	17394.36**	62.9
Tekerrür [Yıl]	4	0.91	0.227	1.03	0.0
Kuraklık Uygulaması (U)	3	363.48	121.161	546.93**	5.9
Y*U int.	3	0.88	0.294	1.33	0.0
Hata (1)	12	2.66	0.222	0.49	0.0
Genotip (G)	19	1649.88	86.836	190.69**	26.9
G*Y int.	19	87.42	4.601	10.10**	1.4
G*U int.	57	19.93	0.350	0.77	0.3
G*U*Y int.	57	13.03	0.229	0.50	0.2
Hata (2)	304	138.43	0.455		2.3
Genel	479	6129.97			
** ($P<0.01$) CV (%): 0.5 R ² : 0.96 Ort.: 141.9					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Çiçeklenme süresi genel ortalaması 141.9 gün olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 139.1 gün, ikinci yılda 144.7 gün olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.50).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama çiçeklenme süreleri 140.8 gün (U1) ile 143.2 gün (U4) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.16).

Çizelge 4.50. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen çiçeklenme süreleri (gün)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	140.0	141.0	141.3	142.3	141.2 n	2022	147.0	148.0	148.0	149.3	148.1 a	2021-2022 Ort	143.5	144.5	144.7	145.8	144.6 a
Ayrancı		138.7	140.0	139.7	141.0	139.8 q-t		143.0	144.0	143.7	145.7	144.1 jk		140.8	142.0	141.7	143.3	142.0 gh
Baykara		139.3	140.3	140.3	142.0	140.5 o		145.7	146.3	146.3	147.7	146.5 b		142.5	143.3	143.3	144.8	143.5 b
Burakbey		139.0	140.0	139.3	141.3	139.9 p-s		144.7	145.7	146.0	147.7	146.0 bcd		141.8	142.8	142.7	144.5	143.0 cde
Bülbül 89		137.3	138.3	138.3	140.3	138.6 v		144.0	144.7	145.0	146.7	145.1 fgh		140.7	141.5	141.7	143.5	141.8 ij
Fırtına		139.0	140.0	140.3	141.7	140.3 o-r		145.3	146.0	146.0	147.3	146.2 bc		142.2	143.0	143.2	144.5	143.2 bc
İnce 04		139.3	140.7	140.3	141.3	140.4 op		144.7	145.7	145.0	146.0	145.3 efg		142.0	143.2	142.7	143.7	142.9 cde
Karatay 94		138.7	140.0	139.7	140.7	139.8 rst		143.0	144.0	143.7	145.3	144.0 k		140.8	142.0	141.7	143.0	141.9 hij
Keykubad		139.3	139.7	140.0	141.0	140.0 o-s		144.0	144.7	144.3	145.3	144.6 hij		141.7	142.2	142.2	143.2	142.3 fg
Konevi 98		139.3	140.0	139.7	141.0	140.0 o-s		144.7	145.3	145.7	146.3	145.5 def		142.0	142.7	142.7	143.7	142.8 de
Larende		138.3	139.3	139.7	141.0	139.6 stu		144.0	144.7	145.0	146.3	145.0 fgh		141.2	142.0	142.3	143.7	142.3 fg
Tarm 92		138.3	139.3	139.7	141.0	139.6 stu		144.0	145.0	144.7	146.0	144.9 gh		141.2	142.2	142.2	143.5	142.3 fgh
Zeynelağa		129.7	131.3	131.3	133.0	131.3 y		138.0	139.3	139.7	140.3	139.3 tu		133.8	135.3	135.5	136.7	135.3 n
Hat 1		139.0	140.3	140.3	141.7	140.3 opq		144.3	146.0	145.7	147.3	145.8 cde		141.7	143.2	143.0	144.5	143.1 cd
Hat 2		138.3	139.7	140.3	141.7	140.0 o-s		144.3	145.3	145.0	146.3	145.3 fg		141.3	142.5	142.7	144.0	142.6 ef
Hat 3		137.3	138.0	138.3	139.7	138.3 vw		143.0	144.3	144.0	146.0	144.3 jk		140.2	141.2	141.2	142.8	141.3 k
Hat 4		134.7	136.0	136.7	138.3	136.4 x		140.7	142.0	142.7	143.7	142.3 m		137.7	139.0	139.7	141.0	139.3 m
Hat 5		138.3	139.0	139.0	140.3	139.2 u		143.3	144.3	144.3	146.7	144.7 hi		140.8	141.7	141.7	143.5	141.9 g-j
Hat 6		137.0	138.7	138.7	139.7	138.5 v		143.3	144.3	144.3	146.3	144.6 hij		140.2	141.5	141.5	143.0	141.5 jk
Hat 7		136.3	138.0	137.7	139.3	137.8 w		142.3	143.7	143.3	144.0	143.3 l		139.3	140.8	140.5	141.7	140.6 l
Ortalama		137.9	139.0	139.0	140.4	139.1 b		143.7	144.7	144.6	146.0	144.7 a		140.8 c	141.8 b	141.8 b	143.2 a	141.9

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.09

LSD (0.05) U: 0.13

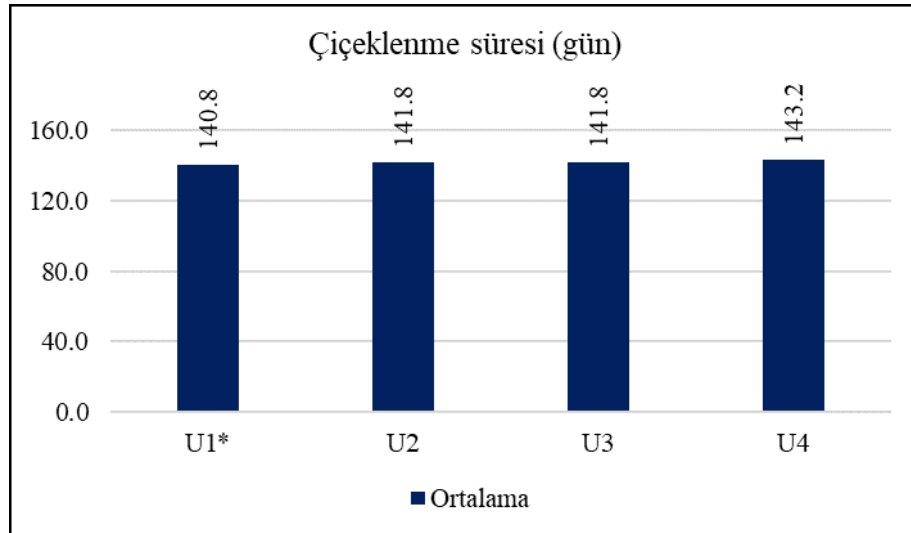
LSD (0.05) Y*U int.: öd

LSD (0.05) G: 0.38

LSD (0.05) G*Y int.: 0.54

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.16. Kuraklık uygulamalarında ortalama çiçeklenme süresi değerleri

LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden U4 uygulaması (143.2 gün) “a” grubunda yer alırken, U3 (141.8 gün) ve U2 uygulamaları (141.8 gün) “b” grubunda, U1 uygulaması (140.8 gün) ise “c” grubunda yer almıştır. (Çizelge 4.50). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin çiçeklenme sürelerinde, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) görüldüğü söylenebilir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama çiçeklenme süresi değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.51 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %1.7 çiçeklenme süresi kaybı ile U1 uygulamasında görülürken, bunu %1.0 kayıp ile U2 ve U3 uygulamaları takip etmiştir. U1 uygulamasında en az kayıp %1.0 ile Keykubad çeşidinden elde edilirken en fazla kayıp %2.4 ile Hat 4’den elde edilmiştir. U2 uygulamasında İnce 04 %0.3 ile en düşük çiçeklenme süresi kaybına uğrarken Hat 4 ve Bülbül 89 %1.4 ile en yüksek çiçeklenme süresi kaybına uğramıştır. U3 uygulamasında ise meydana gelen kayıplar genotipler arasında %0.7 (İnce 04, Keykubad, Konevi 98) ile %1.3 (Burakbey, Bülbül 89 ve Hat 5) arasında değişim göstermiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre kuraklık stresinin etkisiyle arpa genotiplerinin çiçeklenme sürelerinin daha kısa olduğu belirlenmiş ve daha önce yapılan benzer çalışmalarla uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Nitekim, Karami ve ark. (2021), kuraklığa toleranslı arpa genotiplerini seçmek için en

uygun yöntemi belirlemek amacıyla çeşitli stres tolerans indekslerini karşılaştırarak yaptıkları çalışmada kuraklık stresi uygulanan genotiplerin stressiz şartlarda yetiştirilenlere göre 3.3 gün daha erken çiçeklendiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Carter ve ark. (2019), arpa genotiplerinin kuraklık stresi altında stres uygulanmayanlara göre ortalama 3.0 gün daha erken çiçeklendiklerini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.51. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen çiçeklenme sürelerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	1.6	0.9	0.8
Ayrancı	1.7	0.9	1.2
Baykara	1.6	1.0	1.0
Burakbey	1.8	1.2	1.3
Bülbül 89	2.0	1.4	1.3
Fırtına	1.6	1.0	0.9
İnce 04	1.2	0.3	0.7
Karatay 94	1.5	0.7	0.9
Keykubad	1.0	0.7	0.7
Konevi 98	1.2	0.7	0.7
Larende	1.7	1.2	0.9
Tarm 92	1.6	0.9	0.9
Zeynelağa	2.1	1.0	0.9
Hat 1	2.0	0.9	1.0
Hat 2	1.9	1.0	0.9
Hat 3	1.9	1.2	1.2
Hat 4	2.4	1.4	0.9
Hat 5	1.9	1.3	1.3
Hat 6	2.0	1.0	1.0
Hat 7	1.6	0.6	0.8
Ortalama	1.7	1.0	1.0

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama çiçeklenme süresi değerleri 135.3 gün (Zeynelağa) ile 146.6 gün (Aydanhanım) arasında değişim gösterirken, bu değerler birinci yılda 131.3 gün (Zeynelağa) ile 141.2 gün (Aydanhanım) arasında, ikinci yılda ise 139.3 gün (Zeynelağa) ile 148.1 gün (Aydanhanım) arasında değişmiştir. LSD testine göre, genotiplerden Aydanhanım (146.6 gün) “a” grubunda yer alırken, Baykara (143.5 gün) “b”, Fırtına (143.2 gün) “bc”, Hat 1 (143.1 gün) “cd”, Burakbey (143.0 gün) ve İnce 04 (142.9 gün) “cde”, Konevi 98 (142.8 gün) “de”, Hat 2 (142.6 gün) “ef”,

Keykubad (142.3 gün) ve Larende (142.3 gün) “fg”, Tarm 92 (142.3 gün) “fgh”, Ayrancı (142.0 gün) “ghi”, Hat 5 (141.9 gün) “g-j”, Karatay 94 (141.9 gün) “hij”, Bülbül 89 (141.8 gün) “ij”, Hat 6 (141.8 gün) “jk”, Hat 3 (141.3 gün) “k”, Hat 7 (140.6 gün) “l” , Hat 4 (139.3 gün) “m”, Zeynelağa (135.3 gün) ise “n” grubunda yer almışlardır (Çizelge 4.50).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Zeynelağa, Hat 4 ve Hat 7 genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük çiçeklenme süreleri ile erkenci oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Aydanhanım, Baykara ve Fırtına genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek çiçeklenme süresi değerleri ile geçici oldukları anlaşılmaktadır. Diğer serin iklim tahıllarında olduğu gibi arpada da kuraklık stresi altında erkencilik ve tane verimi arasında pozitif korelasyonlar olduğu ve bitkilerin erkenciliğinin kuraklıktan kaçış mekanizması olarak önemi daha önceki çalışmalarda kapsamlı bir şekilde rapor edilmiştir (Acevedo ve Ceccarelli, 1989; Blum, 2009; Shakhathreh ve ark., 2010). Çiçeklenme zamanı erkenci olan Zeynelağa ve Hat 4 genotiplerinin tane verimi yönüyle yüksek performans göstermeleri literatür bilgilerini destekler niteliktedir.

4.3.4. Fizyolojik olum süresi

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen veriler üzerinden yılların birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin fizyolojik olum süresi bakımından yıl, kuraklık uygulaması, genotipler ve yıl x kuraklık uygulaması interaksyonu arasındaki farklılık $P<0.01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması etkisinin payı %63.7 ile fizyolojik olum süresi üzerine en fazla etki eden unsur olurken, bunu yıl (%15.1) ve genotip (%12.0) etkileri takip etmiştir (Çizelge 4.52).

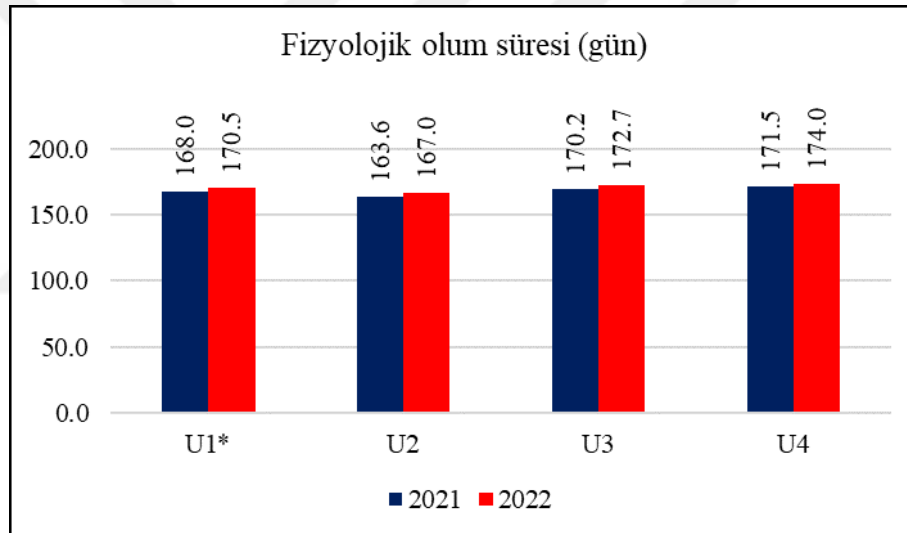
Fizyolojik olum süresi genel ortalaması 169.7 gün olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 168.3 gün, ikinci yılda 171.1 gün olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.53).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama fizyolojik olum süreleri 165.3 gün (U2) ile 172.7 gün (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda 163.6 gün (U2) ile 171.5 gün (U4) arasında değişirken, ikinci yılda 167.0 gün (U2) ile 174.0 gün (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.17).

Çizelge 4.52. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen fizyolojik olum sürelerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	899.27	899.269	993.05**	15.1
Tekerrür [Yıl]	4	35.70	8.925	9.86**	0.6
Kuraklık Uygulaması (U)	3	3795.34	1265.113	1397.05**	63.7
Y*U int.	3	17.61	5.869	6.48**	0.3
Hata (1)	12	10.87	0.906	0.76	0.2
Genotip (G)	19	713.52	37.554	31.70**	12.0
G*Y int.	19	10.19	0.536	0.45	0.2
G*U int.	57	101.87	1.787	1.51	1.7
G*U*Y int.	57	17.77	0.312	0.26	0.3
Hata (2)	304	360.100	1.185		6.0
Genel	479	5962.230			
** (P<0.01) CV (%): 0.6 R ² : 0.90 Ort.: 169.7					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.17. Kuraklık uygulamalarında ortalama fizyolojik olum süresi değerleri

LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden U4 uygulaması (172.7 gün) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (171.4 gün) “b”, U1 uygulaması (169.2 gün) “c”, U2 uygulaması (165.3 gün) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.53). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin fizyolojik olum sürelerinde, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın başaklanma başlangıcı ile tane doldurma dönemi arasında geçen dönem kuraklık uygulamasında (U2) görüldüğü söylenebilir.

Çizelge 4.53. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen fizyolojik olum süreleri (gün)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	168.3	165.0	170.0	173.0	169.1	2022	171.0	169.0	173.0	175.0	172.0	2021-2022 Ort	169.7	167.0	171.5	174.0	170.5 cd
Ayrancı		170.0	165.0	172.0	173.0	170.0		172.7	168.0	174.0	175.0	172.4		171.3	166.5	173.0	174.0	171.2 b
Baykara		169.0	164.0	171.0	173.0	169.3		172.0	167.3	173.7	175.0	172.0		170.5	165.7	172.3	174.0	170.6 bc
Burakbey		169.0	165.0	171.0	172.0	169.3		172.0	168.7	174.0	175.0	172.4		170.5	166.8	172.5	173.5	170.8 bc
Bülbül 89		166.7	163.3	170.0	172.0	168.0		170.0	166.7	172.7	174.3	170.9		168.3	165.0	171.3	173.2	169.5 efg
Fırtına		169.0	165.0	171.3	173.3	169.7		171.0	169.0	173.7	175.0	172.2		170.0	167.0	172.5	174.2	170.9 bc
İnce 04		168.0	164.0	170.0	172.0	168.5		171.0	167.7	172.7	174.0	171.3		169.5	165.8	171.3	173.0	169.9 e
Karatay 94		167.0	163.0	169.0	170.0	167.3		169.0	166.3	172.0	173.0	170.1		168.0	164.7	170.5	171.5	168.7 hij
Keykubad		168.0	164.0	171.0	171.0	168.5		170.0	167.3	173.0	174.0	171.1		169.0	165.7	172.0	172.5	169.8 ef
Konevi 98		170.0	164.0	170.0	171.0	168.8		172.0	167.0	172.0	174.0	171.3		171.0	165.5	171.0	172.5	170.0 de
Larende		170.0	163.0	170.0	171.0	168.5		172.0	166.7	173.0	174.0	171.4		171.0	164.8	171.5	172.5	170.0 de
Tarm 92		168.0	163.3	170.0	171.0	168.1		171.0	166.3	173.0	173.3	170.9		169.5	164.8	171.5	172.2	169.5 efg
Zeynelağa		166.0	162.0	168.0	169.0	166.3		168.0	165.0	170.0	171.0	168.5		167.0	163.5	169.0	170.0	167.4 k
Hat 1		171.0	166.0	174.0	175.0	171.5		174.0	169.0	175.7	177.3	174.0		172.5	167.5	174.8	176.2	172.8 a
Hat 2		168.0	162.7	170.0	171.0	167.9		170.0	166.7	172.3	173.3	170.6		169.0	164.7	171.2	172.2	169.3 fgh
Hat 3		166.0	162.0	169.3	170.0	166.8		169.0	165.3	171.0	173.0	169.6		167.5	163.7	170.2	171.5	168.2 j
Hat 4		166.0	162.0	169.0	170.0	166.8		169.0	166.3	172.0	173.3	170.2		167.5	164.2	170.5	171.7	168.5 j
Hat 5		167.0	163.0	169.0	171.0	167.5		170.3	166.3	172.0	174.0	170.7		168.7	164.7	170.5	172.5	169.1 gh
Hat 6		166.3	163.0	170.0	170.3	167.4		168.3	166.0	172.0	173.0	169.8		167.3	164.5	171.0	171.7	168.6 ij
Hat 7		166.0	163.0	169.0	171.0	167.3		168.0	165.7	172.0	173.0	169.7		167.0	164.3	170.5	172.0	168.5 j
Ortalama		168.0 e	163.6 g	170.2 d	171.5 e	168.3 b		170.5 d	167.0 f	172.7 b	174.0 a	171.1 a		169.2 c	165.3 d	171.4 b	172.7 a	169.7

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.19

LSD (0.05) U: 0.27

LSD (0.05) Y*U int.: 0.38

LSD (0.05) G: 0.62

LSD (0.05) G*Y int.: öd

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama fizyolojik olum süresi değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.54’de verilmiştir.

Çizelge 4.54. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen fizyolojik olum sürelerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	2.5	4.0	1.4
Ayrancı	1.5	4.3	0.6
Baykara	2.0	4.8	1.0
Burakbey	1.7	3.8	0.6
Bülbül 89	2.8	4.7	1.1
Fırtına	2.4	4.1	1.0
İnce 04	2.0	4.1	1.0
Karatay 94	2.0	4.0	0.6
Keykubad	2.0	4.0	0.3
Konevi 98	0.9	4.1	0.9
Larende	0.9	4.4	0.6
Tarm 92	1.5	4.3	0.4
Zeynelağa	1.8	3.8	0.6
Hat 1	2.1	4.9	0.8
Hat 2	1.8	4.4	0.6
Hat 3	2.3	4.6	0.8
Hat 4	2.4	4.4	0.7
Hat 5	2.2	4.5	1.2
Hat 6	2.5	4.2	0.4
Hat 7	2.9	4.5	0.9
Ortalama	2.0	4.3	0.8

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Çizelge 4.54 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %4.3 fizyolojik olum süresi kaybı ile U2 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %2.0 kayıp ile U1, %0.8 kayıp ile U3 uygulamaları takip etmiştir. U1 uygulamasında en az kayıp %0.9 ile Konevi 98 ve Larende çeşitlerinde elde edilirken en fazla kayıp %1.9 ile Hat 7’den elde edilmiştir. U2 uygulamasında Burakbey ve Zeynelağa çeşitleri %3.8 ile en düşük fizyolojik olum süresi kaybına uğrarken Hat 1 %2.9 ile en yüksek fizyolojik olum süresi kaybına uğramıştır. U3 uygulamasında ise meydana gelen kayıplar genotipler arasında %0.3 (Keykubad) ile %1.4 (Aydanhanım) arasında değişim göstermiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre U2 uygulamasında başaklanma başlangıcından itibaren uygulanan

kuraklık etkisi fizyolojik olum sürelerinin kısalmasına ve nihayetinde tane doldurma periyodunun da kısalmasına neden olmuştur. Karami ve ark. (2021), kuraklık stresi uygulanan genotiplerin stressiz şartlarda yetiştirilenlere göre 6.3 gün daha erken olgunlaşarak fizyolojik olum sürelerinin daha kısa olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre kuraklık stresinin etkisiyle arpa genotiplerinin fizyolojik olum sürelerinin uygulamalara göre değişmekle birlikte belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Çalışmadan elde edilen bulguların daha önce yapılan benzer çalışmalarla uyumlu olduğu söylenebilir (Vaezi ve ark., 2010; Rollins ve ark., 2013; Singh ve ark., 2015; El-Shawy ve ark., 2017; Carter ve ark., 2019).

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama fizyolojik olum süresi değerleri 167.4 gün (Zeynelağa) ile 172.8 gün (Hat 1) arasında değişim gösterirken, bu değerler birinci yılda 166.3 gün (Zeynelağa) ile 171.5 gün (Hat 1) arasında, ikinci yılda ise 168.5 gün (Zeynelağa) ile 174.0 gün (Hat 1) arasında değişmiştir. LSD testine göre, genotiplerden Hat 1 (172.8 gün) “a” grubunda yer alırken, Ayrancı (171.2 gün) “b”, Fırtına (170.9 gün), Burakbey (170.8 gün) ve Baykara (170.6 gün) “bc” grubunda yer alarak ön plana çıkmışlardır. Aydanhanım (170.5 gün) “cd”, Konevi 98 (170.0 gün) ve Larende (170.0 gün) “de”, İnce 04 (169.9 gün) “e” ve Keykubad (169.8 gün) “ef” grubunda yer alarak ortalamanın üzerinde; Tarm 92 (169.5 gün) ve Bülbül 89 (169.5 gün) “fg”, Hat 2 (169.3 gün) “fgh”, Hat 5 (169.1 gün) “ghi”, Karatay 94 (168.7 gün) “hij” ve Hat 6 (168.6 gün) “ij” grubunda yer alarak ortalamanın altında bir performans sergilemişlerdir. Hat 4 (168.5 gün), Hat 7 (168.5 gün) ve Hat 3 (168.2 gün) “j”, Zeynelağa (167.4 gün) ise “k” grubunda yer alarak fizyolojik olum süresi en kısa olan genotipler olmuşlardır (Çizelge 4.53).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Zeynelağa, Hat 3, Hat 7, Hat 4 ve Hat 6 genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında kısa fizyolojik olum sürelerine sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Hat 1, Ayrancı, Burakbey, Fırtına ve Baykara genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında uzun fizyolojik olum sürelerine sahip oldukları anlaşılmaktadır. Vaezi ve ark. (2010), arpa genotiplerini kuraklığa tolerans açısından değerlendirdikleri çalışmada kuraklık stresi altında olgunlaşma süresi ile tane verimi arasında negatif korelasyonlar olduğunu bildirmişlerdir.

4.3.5. Tane doldurma süresi

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen veriler üzerinden yılların birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin tane doldurma süresi bakımından yıl, kuraklık uygulaması, genotipler, yıl x kuraklık uygulaması ve genotip x yıl interaksyonları arasındaki farklılık $P<0.01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması etkisinin payı %54.1 ile tane doldurma süresi üzerine en fazla etki eden unsur olurken, bunu yıl (%17.7) ve genotip (%14.3) etkileri takip etmiştir (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen tane doldurma sürelerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	980.41	980.41	937.44**	17.7
Tekerrür [Yıl]	4	32.58	8.15	7.79**	0.6
Kuraklık Uygulaması (U)	3	2993.85	997.95	954.22**	54.1
Y*U int.	3	22.98	7.66	7.32**	0.4
Hata (1)	12	12.55	1.05	0.67	0.2
Genotip (G)	19	791.12	41.64	26.77**	14.3
G*Y int.	19	100.18	5.27	3.39**	1.8
G*U int.	57	102.23	1.79	1.15	1.8
G*U*Y int.	57	29.11	0.51	0.33	0.5
Hata (2)	304	472.87	1.56		8.5
Genel	479	5537.87			
** ($P<0.01$) CV (%): 4.5 R ² : 0.87 Ort.: 27.8					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Tane doldurma süresi genel ortalaması 27.8 gün olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 29.2 gün, ikinci yılda 26.4 gün olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.56).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama tane doldurma süreleri 23.6 gün (U2) ile 29.7 gün (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda 24.6 gün (U2) ile 31.2 gün (U3) arasında değişirken, ikinci yılda 22.5 gün (U2) ile 28.2 gün (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.18).

Çizelge 4.56. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen tane doldurma süreleri (gün)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	28.3	24.0	28.7	30.7	27.9 hı	2022	24.0	21.7	25.0	26.0	24.2 m	2021-2022 Ort	26.2	22.8	26.8	28.3	26.0 h
Ayrancı		31.3	25.0	32.3	32.0	30.2 bcd		29.7	24.0	30.0	29.3	28.3 ghı		30.5	24.5	31.2	30.7	29.2 b
Baykara		29.7	23.7	30.7	31.0	28.8 e-h		26.3	21.3	27.3	27.3	25.6 kl		28.0	22.5	29.0	29.2	27.2 d-g
Burakbey		30.0	25.0	31.7	30.7	29.3 def		27.3	23.0	27.7	27.3	26.3 kl		28.7	24.0	29.7	29.0	27.8 cd
Bülbül 89		29.3	25.0	31.7	31.7	29.4 cde		26.0	22.0	27.7	27.7	25.8 kl		27.7	23.5	29.7	29.7	27.6 c-f
Fırtına		30.0	25.0	31.0	31.7	29.4 cde		25.7	23.0	27.7	28.3	26.2 kl		27.8	24.0	29.3	30.0	27.8 cde
İnce 04		28.7	23.3	29.7	30.7	28.1 ghı		26.3	22.0	27.7	28.3	26.1 kl		27.5	22.7	28.7	29.5	27.1 efg
Karatay 94		28.3	23.0	29.3	29.7	27.6 ij		26.0	22.3	28.3	27.7	26.1 kl		27.2	22.7	28.8	28.7	26.8 g
Keykubad		28.7	24.3	31.0	30.0	28.5 e-ı		26.0	22.7	28.7	28.7	26.5 k		27.3	23.5	29.8	29.3	27.5 c-g
Konevi 98		30.7	24.0	30.3	30.0	28.8 e-h		27.3	21.7	26.3	27.7	25.8 kl		29.0	22.8	28.3	28.8	27.3 c-g
Larende		31.7	23.7	30.3	30.0	28.9 e-h		28.0	22.3	28.0	28.0	26.6 jk		29.8	23.0	29.2	29.0	27.8 cde
Tarm 92		29.7	24.0	30.3	30.0	28.5 e-ı		27.0	21.7	28.3	27.7	26.2 kl		28.3	22.8	29.3	28.8	27.3 c-g
Zeynelağa		36.3	30.7	36.7	36.0	34.9 a		30.0	25.7	30.0	30.7	29.1 efg		33.2	28.2	33.3	33.3	32.0 a
Hat 1		32.0	25.7	33.7	33.3	31.2 b		29.7	23.0	30.0	30.0	28.2 ghı		30.8	24.3	31.8	31.7	29.7 b
Hat 2		29.7	23.0	29.7	29.3	27.9 hı		25.7	22.0	27.3	28.0	25.8 kl		27.7	22.5	28.5	28.7	26.8 g
Hat 3		28.7	24.0	31.0	30.3	28.5 e-ı		26.0	21.3	27.0	27.3	25.4 l		27.3	22.7	29.0	28.8	27.0 fg
Hat 4		31.3	26.0	32.3	32.0	30.4 bc		28.3	24.3	29.3	29.7	27.9 hı		29.8	25.2	30.8	30.8	29.2 b
Hat 5		28.7	24.0	30.0	30.7	28.3 f-ı		27.0	22.0	27.3	28.0	26.1 kl		27.8	23.0	28.7	29.3	27.2 c-g
Hat 6		29.3	24.3	31.3	30.7	28.9 e-h		25.0	21.7	27.7	27.3	25.4 l		27.2	23.0	29.5	29.0	27.2 d-g
Hat 7		29.7	25.0	31.3	31.7	29.4 cde		25.7	22.3	28.7	29.0	26.4 kl		27.7	23.7	30.0	30.3	27.9 c
Ortalama		30.1 b	24.6 e	31.2 a	31.1 a	29.2 a		26.9 d	22.5 f	28.0 c	28.2 c	26.4 b		28.5 b	23.6 c	29.6 a	29.7 a	27.8

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.20

LSD (0.05) U: 0.29

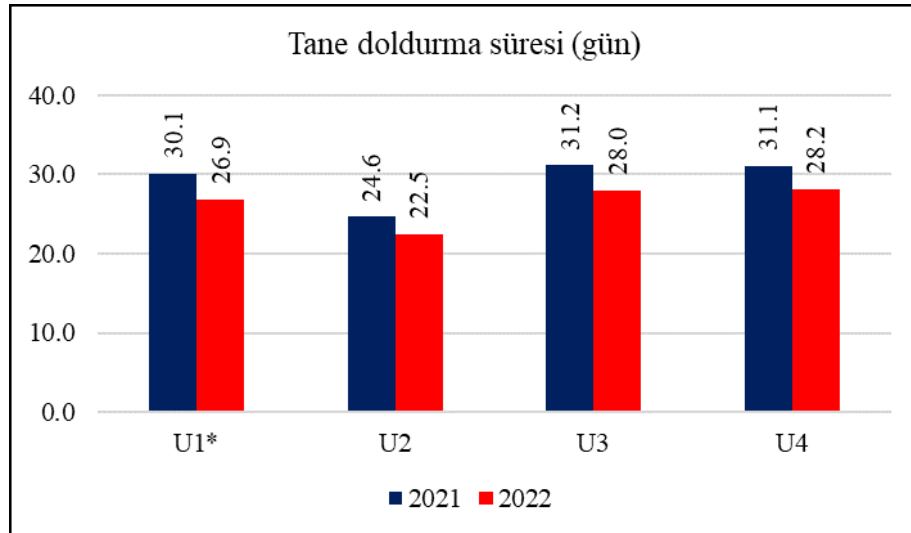
LSD (0.05) Y*U int.: 0.41

LSD (0.05) G: 0.71

LSD (0.05) G*Y int: 1.00

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.18. Kuraklık uygulamalarında ortalama tane doldurma süresi değerleri

LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden U4 (29.7 gün) ve U3 (29.6 gün) uygulamaları “a” grubunda yer alırken, U1 uygulaması (28.5 gün) “b”, U2 uygulaması (169.2 gün) ise “c” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.56). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin tane doldurma sürelerinde, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın başaklanma başlangıcı ile tane doldurma dönemi arasında geçen dönem kuraklık uygulamasında (U2) görüldüğü söylenebilir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama tane dolum süresi değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.57’de verilmiştir.

Çizelge 4.57 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %20.5 tane doldurma süresi kaybı ile U2 uygulamasında görülürken, bunu sırasıyla %4.6 kayıp ile U1, %1.5 kayıp ile U3 uygulamaları takip etmiştir. U1 uygulamasında tane doldurma süresinde meydana gelen en az kayıp %0.5 ile Ayrancı ve Zeynelağa çeşitlerinden elde edilirken en fazla kayıp %8.8 ile Hat 7’den elde edilmiştir. U2 uygulamasında Zeynelağa %15.5 ile en düşük tane doldurma süresi kaybına uğrarken İnce 04 ve Hat 1 %23.2 ile en yüksek tane doldurma süresi kaybına uğramışlardır. U3 uygulamasında ise meydana gelen kayıplar genotipler arasında %0.0 (Bülbül 89, Zeynelağa ve Hat 4) ile %5.3 (Aydanhanım) arasında değişim göstermiştir. U2 uygulamasında başaklanma başlangıcından itibaren uygulanan kuraklık stresinin etkisi ile bitkiler hızlı olgunlaşma sürecine girerek tane doldurma sürelerini kısaltmışlardır. Gibson ve Paulsen (1999), geç

dönemde meydana gelen kuraklık stresinin etkisi ve endospermin erken kuruması ile embriyo boyutunu sınırlandığını ve tane doldurma süresinin kısaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Alghabari ve Ihsan (2018), başaklanma sonrasında meydana gelen kuraklığın tane doldurma süresini kısaltarak tane verimini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre kuraklık stresinin etkisiyle arpa genotiplerinin tane doldurma sürelerinin uygulamalara göre değişmekle birlikte belirgin bir şekilde kısaldığı görülmektedir. Bu bulguların daha önce yapılan benzer çalışmalarla uyumlu olduğu söylenebilir (Samarah, 2005; Samarah ve ark., 2009; Ihsan ve ark., 2016; Karami ve ark., 2021).

Çizelge 4.57. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen tane doldurma sürelerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	7.6	19.4	5.3
Ayrancı	0.5	20.1	+1.6
Baykara	4.0	22.9	0.6
Burakbey	1.1	17.2	+2.3
Bülbül 89	6.7	20.8	0.0
Fırtına	7.2	20.0	2.2
İnce 04	6.8	23.2	2.8
Karatay 94	5.2	20.9	+0.6
Keykubad	6.8	19.9	+1.7
Konevi 98	+0.6	20.8	1.7
Larende	+2.9	20.7	+0.6
Tarm 92	1.7	20.8	+1.7
Zeynelağa	0.5	15.5	0.0
Hat 1	2.6	23.2	+0.5
Hat 2	3.5	21.5	0.6
Hat 3	5.2	21.4	+0.6
Hat 4	3.2	18.4	0.0
Hat 5	5.1	21.6	2.3
Hat 6	6.3	20.7	+1.7
Hat 7	8.8	22.0	1.1
Ortalama	4.6	20.5	1.5

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık
+ Performans artışını göstermektedir

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama tane doldurma süresi değerleri 26.0 gün (Aydanhanım) ile 32.0 gün (Zeynelağa) arasında değişim gösterirken, bu değerler birinci yılda 27.6 gün (Karatay 94) ile 34.9 gün (Zeynelağa) arasında, ikinci yılda

ise 24.2 gün (Aydanhanım) ile 29.1 gün (Zeynelağa) arasında değişmiştir. LSD testine göre, genotiplerden Zeynelağa (32.0 gün) “a” grubunda yer alırken, Hat 1 (29.7 gün), Ayrancı (29.2 gün) ve Hat 4 (29.2 gün) “b” grubunda yer alarak ön plana çıkmışlardır. Hat 7 (27.9 gün) “c”, Burakbey (27.8 gün) “cd”, Fırtına (27.8 gün) ve Larende (27.8 gün) “cde” grubunda yer alarak ortalamanın üzerinde; Bülbül 89 (27.6 gün) “c-f”, Keykubad (27.5 gün), Tarm 92 (27.3 gün), Konevi 98 (27.3 gün) ve Hat 5 (27.2 gün) “c-g”, Baykara (27.2 gün) ve Hat 6 (27.2 gün) “d-g”, İnce 04 (27.1 gün) “efg” ve Hat 3 (27.0 gün) “fg” grubunda yer alarak ortalamanın altında performans göstermişlerdir. Karatay 94 (26.8 gün) ve Hat 2 (26.8 gün) “g”, Aydanhanım (167.4 gün) ise “h” grubunda yer alarak tane doldurma süresi en kısa olan genotipler olmuşlardır (Çizelge 4.56).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Zeynelağa, Hat 1, Ayrancı ve Hat 4 genotiplerinin tane doldurma sürelerinin uzun, Aydanhanım, Hat 2, Karatay 94 ve Hat 3 genotiplerinin ise tane doldurma sürelerinin kısa oldukları tespit edilmiştir. Hat 4 ve Zeynelağa genotiplerinin tane doldurma sürelerinin uzun ve tane verimlerinin yüksek olması dikkat çekicidir. Ayrıca Hat 2 genotipinin kısa tane doldurma süresinin bu genotipin düşük tane verim performansına neden olduğu söylenebilir. Nitekim daha önce yapılan bir çok çalışmada tane doldurma süresi ile tane verimi arasında pozitif bir korelasyon olduğu bildirilmiştir (Araus ve ark., 2002; El-Shawy ve ark., 2017; Alghabari ve Ihsan, 2018; Istanbuli ve ark., 2020).

4.4. Fizyolojik Parametreler

4.4.1. Yaprak nispi su içeriği

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen verilerin birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin yaprak nispi su içeriği (YNSİ) değerleri bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile yıl x kuraklık uygulaması, genotip x yıl, genotip x kuraklık uygulaması ve genotip x kuraklık uygulaması x yıl interaksiyonları arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması %71.0 ile YNSİ üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur. Diğer

tarafından yıl (%19.7) ve genotip (%1.7) etkilerinin ve interaksiyonların payları kuraklık uygulaması etkisinin payından düşük gerçekleşmiştir (Çizelge 4.58).

Çizelge 4.58. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen yaprak nispi su içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	7823.99	7823.99	1128.90**	19.7
Tekerrür [Yıl]	4	133.03	33.26	4.80*	0.3
Kuraklık Uygulaması (U)	3	28159.60	9386.53	1354.36**	71.0
Y*U int.	3	570.23	190.08	27.43**	1.4
Hata (1)	12	83.17	6.93	2.06	0.2
Genotip (G)	19	656.14	34.53	10.27**	1.7
G*Y int.	19	171.04	9.00	2.68**	0.4
G*U int.	57	526.71	9.24	2.75**	1.3
G*U*Y int.	57	531.89	9.33	2.77**	1.3
Hata (2)	304	1022.54	3.36		2.6
Genel	479	39678.33			
* (P<0.05), ** (P<0.01) CV (%): 2.3 R ² : 0.96 Ort.: 78.9					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

YNSİ genel ortalaması %78.9 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda %74.9, ikinci yılda ise %82.9 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.59).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama YNSİ değerleri %66.3 (U1) ile %86.5 (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda %60.7 (U1) ile %83.1 (U4) arasında, ikinci yılda %71.9 (U1) ile %90.0 (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.19). Matin ve ark. (1989), arpa genotiplerinde yaprak nispi su içeriklerinin kurak şartlarda %78.1 ile %84.4 arasında, sulanan şartlarda ise %92.2 ile %94.8 arasında değiştiğini ve bu özelliğin arpada kuraklığa tolerans için bir seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca Rollins ve ark. (2013), arpa genotiplerinin yaprak nispi su içeriklerinin normal şartlarda %87.4, kuraklık stresi şartlarında %82.6 olduğunu rapor etmişlerdir. Ekmeklik buğdayda yapılan benzer bir çalışmada Ayrancı (2012), kuraklık stresi uygulanmayan genotiplerde yaprak nispi su içeriğinin ortalama %91.2, kuraklık stresi uygulanan genotiplerde ise bitkinin gelişim dönemine göre değişmekle birlikte yaprak nispi su içeriği değerlerinin %81.0 ile %89.4 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmada elde edilen YNSİ değerleri literatür bilgisi ile uyumluluk göstermektedir.

Çizelge 4.59. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen yaprak nispi su içeriği değerleri (%)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	66.3 z++	78.4 z++	81.4 z++	82.9 t-z+	77.3 h	2022	73.8 z++	86.8 f-p	87.2 d-n	93.1 a	85.2 a	2021-2022 Ort	70.1 z++	82.6 m-r	84.3 h-m	88.0 abc	81.2 a
Ayrancı		62.5 z++	77.4 z++	80.5 z++	81.1 z++	75.4 jkl		73.0 z++	85.4 l-v	86.6 h-q	88.6 b-j	83.4 b-e		67.8 z++	81.4 p-w	83.5 t-o	84.9 g-k	79.4 cd
Baykara		58.7 z++	75.7 z++	86.6 g-q	85.9 t-s	76.7 hij		72.3 z++	84.0 p-z+	84.1 o-z+	90.9 ab	82.8 c-f		65.5 z++	79.8 v-y	85.4 e-j	88.4 ab	79.8 bc
Burakbey		63.9 z++	78.8 z++	78.4 z++	81.3 z++	75.6 ijk		70.6 z++	82.4 w-z+	84.6 m-y	89.3 b-h	81.7 fg		67.2 z++	80.6 r-x	81.5 o-w	85.3 f-j	78.7 def
Bülbül 89		56.7 z++	73.9 z++	81.6 y-z+	82.7 v-z+	73.7 mno		72.3 z++	85.2 m-w	85.4 l-v	88.7 b-ı	82.9 b-f		64.5 z++	79.6 w-z	83.5 t-o	85.7 d-h	78.3 efg
Fırtına		65.8 z++	81.4 z++	78.4 z++	82.4 w-z+	77.0 hi		73.1 z++	85.4 l-v	87.4 c-m	90.6 ab	84.1 abc		69.4 z++	83.4 j-p	82.9 k-p	86.5 b-g	80.5 ab
İnce 04		54.1 z++	71.1 z++	79.7 z++	81.3 z++	71.5 p		70.2 z++	82.9 t-z+	84.3 n-z+	89.9 b-e	81.8 fg		62.1 z++	77.0 z++	82.0 n-u	85.6 e-ı	76.7 ı
Karatay 94		60.2 z++	72.3 z++	78.8 z++	81.0 z++	73.1 o		70.0 z++	82.8 u-z+	85.4 l-v	89.6 b-f	82.0 efg		65.1 z++	77.5 x-z+	82.1 n-u	85.3 f-j	77.5 ghi
Keykubad		63.1 z++	73.9 z++	79.5 z++	82.4 w-z+	74.7 k-n		72.7 z++	85.7 j-t	86.0 t-s	89.6 b-f	83.5 bcd		67.9 z++	79.8 v-y	82.8 l-q	86.0 c-h	79.1 cde
Konevi 98		59.0 z++	75.7 z++	80.1 z++	84.7 m-x	74.9 klm		72.5 z++	85.2 m-w	85.9 t-s	90.8 ab	83.6 bcd		65.8 z++	80.5 u-y	83.0 k-p	87.8 a-d	79.2 cde
Larende		62.8 z++	74.5 z++	78.8 z++	82.4 w-z+	74.6 k-n		72.4 z++	85.0 m-w	85.7 j-u	90.5 ab	83.4 b-e		67.6 z++	79.7 v-y	82.2 m-u	86.4 b-g	79.0 cde
Tarm 92		53.5 z++	73.8 z++	81.0 z++	83.2 s-z+	72.9 op		71.4 z++	84.4 n-z	86.0 t-s	90.0 bcd	82.9 b-f		62.4 z++	79.1 xyz	83.5 t-o	86.6 b-g	77.9 fgh
Zeynelağa		60.2 z++	76.6 z++	78.6 z++	81.9 x-z+	74.3 k-o		71.3 z++	84.4 n-z	84.7 m-x	88.3 b-l	82.2 d-g		65.7 z++	80.5 t-y	81.7 o-v	85.1 g-j	78.2 e-h
Hat 1		64.9 z++	76.0 z++	83.7 q-z+	87.1 d-n	77.9 h		74.3 z++	85.6 k-v	87.0 e-o	90.6 ab	84.4 ab		69.6 z++	80.8 q-x	85.3 e-j	88.9 a	81.2 a
Hat 2		59.8 z++	73.8 z++	79.6 z++	83.9 q-z+	74.3 k-o		70.8 z++	83.9 q-z+	85.5 k-v	90.9 ab	82.8 c-f		65.3 z++	78.8 x-z+	82.6 m-s	87.4 a-f	78.5 d-g
Hat 3		58.6 z++	74.9 z++	81.6 y-z+	85.0 m-w	75.0 klm		71.9 z++	83.5 r-z+	86.2 t-r	89.8 b-e	82.9 c-f		65.2 z++	79.2 xyz	83.9 h-n	87.4 a-e	78.9 c-f
Hat 4		62.4 z++	72.5 z++	77.1 z++	81.2 z++	73.3 no		70.7 z++	81.5 z+	84.0 p-z+	88.4 b-k	81.2 g		66.6 z++	77.0 z++	80.5 s-y	84.8 g-l	77.2 hi
Hat 5		60.4 z++	74.3 z++	79.3 z++	81.8 x-z+	73.9 l-o		71.7 z++	83.9 q-z+	86.1 t-s	89.7 b-f	82.8 c-f		66.1 z++	79.1 x-z+	82.7 m-r	85.8 d-h	78.4 d-g
Hat 6		59.0 z++	72.8 z++	81.3 z++	84.1 o-z+	74.3 k-o		71.2 z++	84.3 n-z+	83.8 q-z+	89.5 b-g	82.2 d-g		65.1 z++	78.5 x-z+	82.5 m-t	86.8 a-g	78.2 e-h
Hat 7		61.8 z++	80.8 z++	78.9 z++	85.1 m-w	76.7 hij		70.9 z++	83.8 q-z+	86.3 t-r	90.2 abc	82.8 c-f		66.4 z++	82.3 m-u	82.6 m-t	87.7 a-d	79.7 bc
Ortalama		60.7 h	75.4 f	80.3 e	83.1 d	74.9 b		71.9 g	84.3 c	85.6 b	90.0 a	82.9 a		66.3 d	79.9 c	82.9 b	86.5 a	78.9

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 0.52

LSD (0.05) U: 0.74

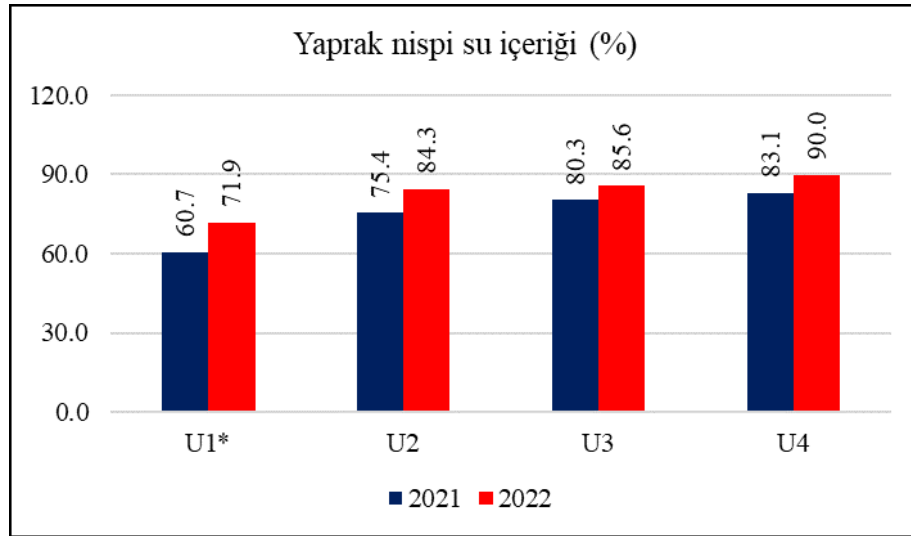
LSD (0.05) Y*U int.: 1.05

LSD (0.05) G: 1.04

LSD (0.05) G*Y int.: 1.47

LSD (0.05) G*U int.: 2.08

LSD (0.05) G*U*Y int.: 2.95



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.19. Kuraklık uygulamalarında ortalama yaprak nispi su içeriği değerleri

LSD testine göre, U4 uygulaması (%86.5) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (%82.9) “b”, U2 uygulaması (%79.9) “c”, U1 uygulaması (%66.3) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.59). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin YNSİ değerlerinde, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) görüldüğü ifade edilebilir. U3 uygulamasında genotipler U1 ve U2 uygulamalarına göre daha az stres ile karşılaştığından tam sulu koşullara en yakın YNSİ ortalaması elde edilirken, U1 uygulamasında genotiplerin sapa kalkma başlangıcından itibaren kuraklık stresine maruz kalmaları YNSİ kayıplarının fazla olmasına sebep olmuştur.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama YNSİ değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.60’da verilmiştir.

Çizelge 4.60 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %23.4 YNSİ kaybı ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %7.7 ile U2 ve %4.1 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Samarah ve ark. (2009), kuraklık stresi uygulanan arpa genotiplerinde stres uygulanmayanlara göre kuraklığın şiddeti arttıkça yaprak nispi su içeriğinin azaldığını, Saed-Moucheshi ve ark. (2022), kuraklık stresi altında arpada bu oranın ortalama %8.6 daha düşük gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde yapılan birçok çalışmada arpa genotiplerinde kuraklık stresinin etkisiyle yaprak nispi su içeriğinin azaldığı rapor

edilmiştir (Vaezi ve ark., 2010; Thameur ve ark., 2012; Rollins ve ark., 2013; Iqbal, 2018; Fahmideh ve ark., 2021; Hebbache ve ark., 2021).

Çizelge 4.60. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen yaprak nispi su içeriği değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	20.4	6.1	4.2
Ayrancı	20.1	4.1	1.6
Baykara	25.9	9.7	3.4
Burakbey	21.2	5.5	4.5
Bülbül 89	24.8	7.2	2.5
Fırtına	19.7	3.6	4.1
İnce 04	27.4	10.0	4.2
Karatay 94	23.7	9.1	3.8
Keykubad	21.1	7.2	3.8
Konevi 98	25.1	8.3	5.4
Larende	21.8	7.8	4.9
Tarm 92	27.9	8.6	3.6
Zeynelağa	22.7	5.4	4.0
Hat 1	21.6	9.1	4.0
Hat 2	25.3	9.8	5.5
Hat 3	25.4	9.4	4.0
Hat 4	21.5	9.1	5.0
Hat 5	23.0	7.8	3.6
Hat 6	25.0	9.5	4.9
Hat 7	24.3	6.2	5.8
Ortalama	23.4	7.7	4.1

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama YNSİ değerleri %76.7 (Ayrancı) ile %81.3 (Hat 4) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda %71.5 (Ayrancı) ile %77.9 (Hat 3), ikinci yılda %81.2 (Aydanhanım) ile %85.2 (Hat 4) arasında değişim göstermiştir. LSD testinde, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Hat 4 ve Hat 3 (%81.2) “a” grubunda yer alırken, Fırtına (%80.5) “ab”, Baykara (%79.8) ve Hat 7 (%79.7) “bc”, İnce 04 (%79.4) “cd”, Konevi 98 (%79.2), Keykubad (%79.1) ve Larende (%79.0) “cde”, Hat 1 (%78.9) “c-f”, Burakbey (%78.7) “def”, Hat 2 (%78.5) ve Hat 5 (%78.4) “d-g”, Bülbül 89 (%78.3) “efg”, Hat 6 (%78.3) ve Zeynelağa (%78.2) “e-h”, Tarm 92 (%77.9) “fgh”, Karatay 94 (%77.5) “ghi”, Aydanhanım (%77.2) “hi”, Ayrancı (%76.7) ise “i” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.59).

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde, genotiplerden ortalama %66.3 YNSİ değeri elde edilmiştir. Hat 4 %70.1 ile en yüksek YNSİ değerine sahip olurken, bunu Hat 3 (%69.6) ve Fırtına (%69.4) genotipleri takip etmiştir. Keykubad (%67.9), İnce 04 (%67.8), Larende (%67.6), Burakbey (%67.2), Aydanhanım (%66.6) ve Hat 7 (%66.4) genotipleri ortalamanın üzerinde YNSİ değerlerine sahip olurken; Hat 5 (%66.1), Konevi 98 (%65.8), Zeynelağa (%65.7), Baykara (%65.5), Hat 2 (%65.3), Hat 1 (%65.2), Karatay 94 (%65.1) ve Hat 6 (%65.1) genotipleri ise ortalamanın altında YNSİ değerlerine sahip olmuşlardır. Bülbül 89 (%64.5), Tarm 92 (%62.4) ve Ayrancı (%62.2) genotipleri ise düşük YNSİ değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.59). U1 uygulamasında yer alan genotiplerin YNSİ kayıpları %23.4 olarak gerçekleşirken genotipler arasında %19.7 (Fırtına) ile %27.9 (Tarm 92) arasında değişim göstermiştir. Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönemi kuraklığını kapsayan U1 uygulamasında Fırtına çeşidi yüksek YNSİ performansı ve tam sulu uygulamaya göre düşük YNSİ kaybı ile dikkat çekmektedir (Çizelge 4.60).

U2 uygulamasında genotiplerin ortalama YNSİ değerleri %79.4 olarak gerçekleşmiştir. Fırtına %83.4 ile en yüksek YNSİ değerine sahip olurken, bunu Hat 4 (%82.6) ve Hat 7 (%82.3) genotipleri takip etmiştir. İnce 04 (%81.4), Hat 3 (%80.8), Burakbey (%80.6), Zeynelağa (%80.5) ve Konevi 98 (%80.5) genotipleri ortalamanın üzerinde YNSİ değerlerine sahip olurken; Baykara (%79.8), Keykubad (%79.8), Larende (%79.7) Bülbül 89 (%79.6), Hat 1 (%79.2), Tarm 92 (%79.1), Hat 5 (%79.1), Hat 2 (%78.8) ve Hat 6 (%78.5) genotipleri ortalama altında YNSİ değerlerine sahip olmuşlardır. Karatay 94 (%77.5), Aydanhanım (%77.0) ve Ayrancı (%77.0) genotipleri ise düşük YNSİ değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.59). U2 uygulamasında genotiplerin ortalama YNSİ kayıpları %7.7 olarak gerçekleşmiştir. Bu kayıplar genotipler arasında %3.6 (Fırtına) ile %10.0 (Ayrancı) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.60). Bu uygulamada da Fırtına çeşidinin, sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı kuraklığı (U1) uygulamasında olduğu gibi, başaklanma dönemi – tane doldurma dönemi kuraklığında (U2) da başarılı bir çeşit olduğu anlaşılmaktadır.

Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık (U3) uygulamasında genotiplerden ortalama %82.9 YNSİ değeri elde edilmiştir. Baykara çeşidi %85.4 ile en yüksek YNSİ değerine sahip olurken; bunu sırasıyla Hat 3 (%85.3) ve Hat 4 (%84.3) genotipleri takip etmiştir. Hat 1 (%83.9), Bülbül 89 (%83.5) İnce 04 (%83.5) Tarm 92 (%83.5) ve Konevi 98 (%83.0) genotipleri ortalamanın üzerinde; Fırtına (%82.9), Keykubad (%82.8), Hat 5 (%82.7), Hat 2 (%82.6), Hat 7 (%82.6), Hat 6 (%82.6), Larende

(%82.2), Karatay 94 (%82.1) ve Ayrancı (%82.0) genotipleri ortalama altında YNSİ değerlerine sahip olmuşlardır. Zeynelağa (%81.7), Burakbey (%81.5) ve Aydanhanım (%80.5) ise düşük YNSİ değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.59). U3 uygulamasında genotiplerin ortalama YNSİ kayıpları %4.1 olarak gerçekleşmiştir. Bu kayıplar %1.6 (İnce 04) ile %5.8 (Hat 7) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.60).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Hat 4, Hat 3, Fırtına ve İnce 04 genotiplerinin YNSİ değerleri yönüyle yüksek değerlere sahip oldukları, İnce 04, Fırtına, Hat 4 ve Burakbey genotiplerinin ise düşük YNSİ kayıpları ile toleranslı oldukları belirlenmiştir. Burada sulu alanlar için tescil ettirilmiş olan Fırtına çeşidi gerek yüksek YNSİ değeri gerekse düşük YNSİ kaybı ile dikkat çekmektedir. Hebbache ve ark. (2021), kuraklık stresi altında yüksek yaprak nispi su içerikleri yönüyle seçtikleri arpa genotiplerinin kuraklığa toleransta potansiyel gen kaynakları olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca Thameur ve ark., (2012), kurağa toleranslı arpa genotiplerinin kurak şartlar oluştuğunda yaprak nispi su içeriklerini koruyabildiğini bildirmişlerdir.

U4 uygulamasında genotiplerden ortalama %86.5 YNSİ değeri elde edilmiştir. Hat 3 (%88.9) ile en yüksek YNSİ değerine sahip olurken bunu Baykara (%88.4) ve Hat 4 (%88.0) genotipleri takip etmiştir. Konevi 98 (%87.8), Hat 7 (%87.8), Hat 1 (%87.4), Hat 2 (%87.4), Hat 6 (%86.8) ve Tarm 92 (%86.6) ortalamanın üzerinde; Fırtına (%86.), Larende (%86.5), Keykubad (%86.0), Hat 5 (%85.8), Bülbül 89 (%85.7), Ayrancı (%85.6), Burakbey (%85.3) ve Karatay 94 (%85.3) ortalamanın altında YNSİ değerlerine sahip olmuşlardır. Zeynelağa (%85.1), İnce 04 (%84.9) ve Aydanhanım (%84.8) ise düşük YNSİ değerlerine sahip olarak son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.59).

4.4.2. Yaprak nispi su kaybı

Farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen verilerin birleştirilmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Denemede kullanılan genotiplerin yaprak nispi su kaybı (YNSK) değerleri bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile genotip x kuraklık uygulaması interaksyonu arasındaki farklılık $P<0.01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması %56.3 ile YNSK üzerine en fazla etki eden unsur olurken genotip etkisi %25.1 oranında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.61).

Çizelge 4.61. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen yaprak nispi su kaybı değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	341.18	341.18	68.73**	1.5
Tekerrür [Yıl]	4	36.25	9.06	1.83	0.2
Kuraklık Uygulaması (U)	3	13100.00	4366.67	879.60**	56.3
Y*U int.	3	16.97	5.66	1.14	0.1
Hata (1)	12	59.57	4.96	0.59	0.3
Genotip (G)	19	5832.06	306.95	36.23**	25.1
G*Y int.	19	60.87	3.20	0.38	0.3
G*U int.	57	1053.49	18.48	2.18**	4.5
G*U*Y int.	57	174.74	3.07	0.36	0.8
Hata (2)	304	2575.45	8.47		11.1
Genel	479	23250.5560			
** (P<0.01) CV (%): 5.5 R ² : 0.83 Ort.: 53.1					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

YNSK genel ortalaması % 53.1 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda %52.2, ikinci yılda ise %53.9 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.62).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama YNSK değerleri %44.4 (U1) ile %58.4 (U4) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.20). Kumar ve Sharma (2007), arpa genotiplerinde yaptıkları çalışmalarında yaprak nispi su kaybı değerlerinin %62.2 ile %70.8 arasında olduğunu, düşük yaprak nispi su kaybı değerlerine sahip genotiplerin kuraklık toleransının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Arpada yapılan başka bir çalışmada genotiplerin yaprak nispi su kayıpları %32.0 ile %54.2 arasında değişim göstermiş, yaprak nispi su kaybı ile kuraklık toleransı arasında negatif bir korelasyon olduğu rapor edilmiştir (Ciulca ve ark., 2009). Ayrıca yaprak nispi su kaybının normal koşullarla karşılaştırıldığında, kuraklık stresi altında önemli derecede azaldığı bildirilmiştir (Ayrancı, 2012).

Çizelge 4.62. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen yaprak nispi su kaybı değerleri (%)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	44.9	55.8	56.5	58.4	53.9	2022	46.0	58.0	59.2	59.7	55.7	2021-2022 Ort	45.5 z++	56.9 g-n	57.9 e-k	59.0 c-h	54.8 de
Ayrancı		43.7	51.2	52.2	57.7	51.2		44.6	53.1	56.0	56.7	52.6		44.1 z++	52.2 p-w	54.1 l-s	57.2 f-l	51.9 gh
Baykara		37.5	48.2	49.9	52.1	46.9		40.2	50.2	51.5	53.6	48.9		38.9 z++	49.2 w-z+	50.7 t-z	52.8 o-v	47.9 ı
Burakbey		43.5	52.7	51.4	57.5	51.3		45.0	52.8	52.5	62.7	53.2		44.2 z++	52.7 o-v	52.0 q-w	60.1 b-g	52.3 gh
Bülbül 89		44.8	52.3	52.9	62.6	53.1		45.3	54.7	54.9	63.8	54.7		45.1 z++	53.5 o-u	53.9 m-t	63.2 ab	53.9 ef
Fırtına		42.7	50.7	52.9	54.9	50.3		44.3	52.5	53.5	55.7	51.5		43.5 z++	51.6 r-y	53.2 o-v	55.3 ı-p	50.9 h
İnce 04		40.9	51.3	49.9	54.4	49.1		42.4	54.5	53.8	61.3	53.0		41.6 z++	52.9 o-v	51.8 r-x	57.9 e-k	51.0 h
Karatay 94		46.1	59.6	59.2	60.8	56.4		46.4	60.6	60.1	62.4	57.4		46.3 z++	60.1 b-g	59.6 c-g	61.6 abc	56.9 abc
Keykubad		44.1	53.0	52.7	54.5	51.1		45.9	54.4	53.8	55.9	52.5		45.0 z++	53.7 n-t	53.3 o-v	55.2 j-q	51.8 gh
Konevi 98		42.2	53.9	54.0	54.6	51.2		44.9	54.6	55.2	56.1	52.7		43.5 z++	54.2 l-r	54.6 k-r	55.3 ı-p	51.9 gh
Larende		47.4	55.3	56.6	59.5	54.7		48.5	56.7	57.6	61.7	56.1		48.0 z+	56.0 h-o	57.1 f-m	60.6 a-e	55.4 cde
Tarm 92		41.8	54.1	54.0	57.9	51.9		42.0	55.2	54.8	63.2	53.8		41.9 z++	54.7 k-r	54.4 l-r	60.6 a-e	52.9 fg
Zeynelağa		39.5	49.3	48.5	52.7	47.5		39.8	50.9	49.9	53.3	48.5		39.6 z++	50.1 v-z	49.2 w-z+	53.0 o-v	48.0 ı
Hat 1		49.1	60.0	59.2	60.4	57.1		51.6	60.6	61.3	62.5	59.0		50.3 u-z	60.3 b-f	60.2 b-g	61.4 a-d	58.1 a
Hat 2		47.8	57.9	57.6	60.1	55.9		49.4	61.0	60.4	62.3	58.3		48.6 x-z+	59.5 c-g	59.0 c-h	61.2 a-d	57.1 ab
Hat 3		44.7	53.3	53.1	54.6	51.4		45.6	53.9	53.9	54.9	52.1		45.2 z++	53.6 o-u	53.5 o-u	54.7 k-r	51.7 gh
Hat 4		35.8	38.6	49.3	50.8	43.6		37.3	44.5	47.5	54.9	46.1		36.5 z++	41.6 z++	48.4 y-z+	52.9 o-v	44.8 j
Hat 5		45.7	57.8	60.7	61.0	56.3		46.5	58.9	60.9	66.8	58.3		46.1 z++	58.3 c-j	60.8 a-e	63.9 a	57.3 ab
Hat 6		50.6	58.3	57.4	60.6	56.7		51.0	58.9	58.8	60.7	57.3		50.8 s-z	58.6 c-ı	58.1 d-j	60.7 a-e	57.0 abc
Hat 7		42.4	59.2	58.4	60.2	55.1		44.9	60.3	59.6	62.8	56.9		43.6 z++	59.8 c-g	59.0 c-h	61.5 abc	56.0 bcd
Ortalama		43.8	53.6	54.3	57.3	52.2 b		45.1	55.3	55.8	59.6	53.9 a		44.4 c	54.5 b	55.0 b	58.4 a	53.1

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 0.44

LSD (0.05) U: 0.63

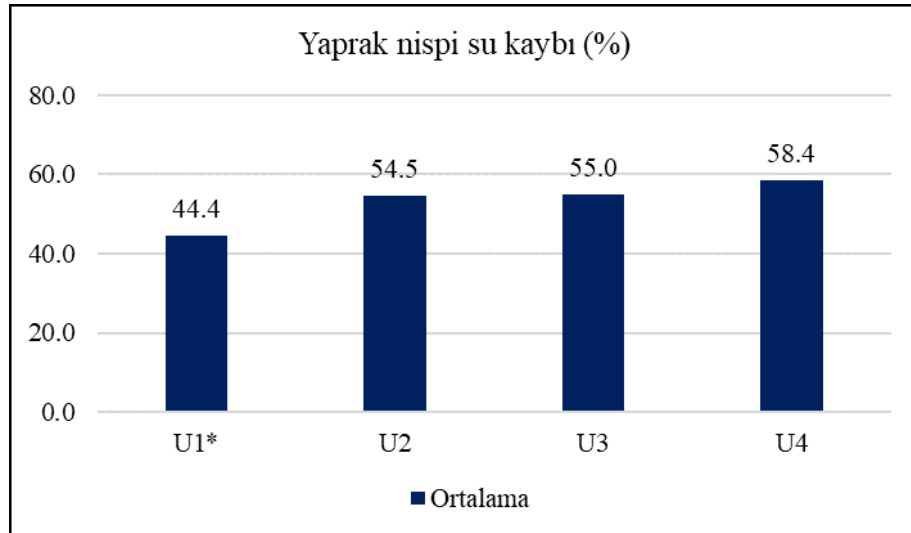
LSD (0.05) Y*U int.: öd

LSD (0.05) G: 1.65

LSD (0.05) G*Y int.: öd

LSD (0.05) G*U int.: 3.31

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.20. Kuraklık uygulamalarında ortalama yaprak nispi su kaybı değerleri

LSD testine göre, U4 uygulaması (%58.4) “a” grubunda yer alırken, U3 (%55.0) ve U2 (%54.5) uygulamaları “b”, U1 uygulaması (%44.4) ise “c” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.62). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin YNSK değerlerinde, kuraklık stresinin etkisi ve yaprak nispi su içeriklerine göre en fazla YNSK kaybı tam sulu koşullar (U4) uygulamasında görülürken, en az kayıp sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) uygulamasında görüldüğü ifade edilebilir. U1 uygulamasında genotiplerin sapa kalkma başlangıcından itibaren kuraklık stresine maruz kalmaları YNSK kayıplarının daha az olmasına neden olmuştur. Ayrıca U2 ve U3 uygulamalarında YNSK değerlerinin aynı grupta yer almaları, yaprak örneklerinin alındığı dönemde her iki uygulamanın da eşit miktarda sulama yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama YNSK değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.63’de verilmiştir.

Çizelge 4.63 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %24.0 YNSK kaybı ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %6.7 ile U2 ve %5.8 ile U3 uygulamaları takip etmiştir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama YNSK değerleri %44.8 (Hat 4) ile %58.1 (Hat 1) değişirken, bu değerler birinci yılda %43.6 (Hat 4) ile %57.1 (Hat 1) arasında, ikinci yılda %46.1 (Hat 4) ile %59.0 (Hat 1) arasında değişim göstermiştir. LSD testinde, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Hat 1 (%58.1) “a” grubunda

yer alırken, Hat 5 (%57.3) ve Hat 2 (%57.1) “ab”, Hat 6 (%57.0) ve Karatay 94 (%56.9) “abc”, Hat 7 (%56.0) “bcd”, Larende (%55.4) “cde”, Aydanhanım (%54.8) “de”, Bülbül 89 (%53.9) “ef”, Tarm 92 (%52.9) “fg”, Burakbey (%52.3), Konevi 98 (%51.9), Ayrancı (%51.9), Keykubad (%51.8) ve Hat 3 (%51.7) “gh”, İnce 04 (%51.0) ve Fırtına (%50.9) “h”, Zeynelağa (%48.0) ve Baykara (%47.9) “i”, Hat 4 (%44.8) ise “j” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.62).

Çizelge 4.63. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen yaprak nispi su kaybı değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	23.0	3.6	2.0
Ayrancı	22.9	8.9	5.5
Baykara	26.5	7.0	4.0
Burakbey	26.4	12.3	13.6
Bülbül 89	28.7	15.4	14.7
Fırtına	21.4	6.8	3.8
İnce 04	28.0	8.6	10.4
Karatay 94	24.9	2.4	3.2
Keykubad	18.5	2.7	3.6
Konevi 98	21.3	2.0	1.4
Larende	20.9	7.6	5.8
Tarm 92	30.8	9.7	10.2
Zeynelağa	25.2	5.4	7.1
Hat 1	18.0	1.8	1.9
Hat 2	20.6	2.9	3.6
Hat 3	17.5	2.1	2.2
Hat 4	30.9	21.3	8.5
Hat 5	27.8	8.7	4.8
Hat 6	16.2	3.4	4.2
Hat 7	29.0	2.7	3.9
Ortalama	24.0	6.7	5.8

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde, genotiplerden ortalama %44.4 YNSK değeri elde edilmiştir. Hat 6 %50.8 ile en yüksek YNSK değerine sahip olurken, bunu Hat 1 (%50.3), Hat 2 (%48.6) ve Larende (%48.0) genotipleri takip etmiştir. Karatay 94 (%46.3), Hat 5 (%46.1), Aydanhanım (%45.5), Hat 3 (%45.2), Bülbül 89 (%45.1), ve Keykubad (%45.0) genotipleri ortalamanın üzerinde; Burakbey (%44.2), Ayrancı (%44.1), Hat 7 (%43.6) Konevi 98 (%43.5), Fırtına (%43.5),

Tarm 92 (%41.9) ve İnce 04 (%41.6) genotipleri ortalama altında YNSK değerlerine sahip olmuşlardır. Zeynelağa (%39.6), Baykara (%38.4) ve Hat 4 (%36.5) genotiplerinde düşük YNSK değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.62). U1 uygulamasında yer alan genotiplerin ortalama YNSİ kayıpları %24.0 olarak gerçekleşirken genotipler arasında %16.2 (Hat 6) ile %30.9 (Hat 4) arasında değişim göstermiştir. (Çizelge 4.63).

U2 uygulamasında genotiplerden ortalama %54.5 YNSK değeri elde edilmiştir. Hat 1 %60.3 ile en yüksek YNSK değerlerine sahip olurken bunu Karatay 94 (%60.1), Hat 7 (%59.8) ve Hat 2 (%59.5) genotipleri takip etmiştir. Hat 6 (%58.6), Hat 5 (%58.3), Aydanhanım (%56.9), Larende (%56.0) ve Tarm 92 (%54.7) genotipleri ortalamanın üzerinde; Konevi 98 (%54.2), Keykubad (%53.7), Hat 3 (%53.6), Bülbül 89 (%53.5), İnce 04 (%52.9), Burakbey (%52.7) ve Ayrancı (%52.2) genotipleri ise ortalama altında YNSK değerlerine sahip olmuşlardır. Fırtına (%51.6), Zeynelağa (%50.1), Baykara (%49.2) ve Hat 4 (%41.6) genotipleri düşük YNSK değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.62). Bu uygulamada genotiplerin ortalama YNSK kaybı U1 uygulamasına göre oldukça düşük (%6.7) gerçekleşirken, en az kayıp %1.8 ile Hat 1’de, en fazla kayıp ise %21.3 ile Hat 4’den elde edilmiştir (Çizelge 4.63).

Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık (U3) uygulamasında genotiplerden ortalama %55.0 YNSK değeri elde edilmiştir. Hat 5 (%60.8) en yüksek YNSK değerine sahip olurken bunu Hat 1 (%60.2) ve Karatay 94 (%59.6) genotipleri takip etmiştir. Hat 7 (%59.0), Hat 2 (%59.0), Hat 6 (%58.1), Aydanhanım (%57.9) ve Larende (%57.1) genotipleri ortalamanın üzerinde; Konevi 98 (%54.6), Tarm 92 (%54.4), Ayrancı (%54.1), Bülbül 89 (%53.9), Hat 3 (%53.5), Keykubad (%53.3), Fırtına (%53.2), Burakbey (%52.0) ve İnce 04 (%51.8) genotipleri ise ortalama altında YNSK değerlerine sahip olmuşlardır. Baykara (%50.7), Zeynelağa (%49.2) ve Hat 4 (%48.4) genotipleri de düşük YNSK değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.62). Bu uygulamada genotiplerin ortalama YNSK kayıpları %5.8 olarak gerçekleşirken, en az kayıp %1.4 ile Konevi 98 çeşidinden, en fazla kayıp ise %14.7 ile Bülbül 89 çeşidinde elde edilmiştir (Çizelge 4.63).

Denemede yer alan genotipler ile kuraklık uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde; YNSK değerleri düşük olan Hat 4, Baykara, Zeynelağa, İnce 04 ve Fırtına genotiplerinin tane verimlerinin yüksek; benzer şekilde YNSK değerleri yüksek olan Hat 1, Hat 6, Hat 2, Karatay 94 ve Hat 5 genotiplerinin ise tane verimlerinin düşük olması, tane verimi ile yaprak nispi su kaybı arasındaki ilişkiyi göstermesi açısından anlamlıdır. Elde edilen sonuçlara göre özellikle yağışa dayalı alanlar için geliştirilen

Baykara ve Hat 4 genotiplerinin YNSK değerleri yönüyle iyi performans göstermeleri dikkat çekicidir. Yaprak nispi su kaybı ile ilgili arpa ve buğdayda yapılan daha önceki çalışmalarda, kurak şartlarda normal şartlara göre yaprak nispi su kaybının azaldığı, ayrıca kuraklık stresi altında yaprak nispi su kaybı ile kuraklık toleransı arasında negatif bir ilişki olduğu, kurak şartlarda seleksiyon yaparken mutlaka düşük su kaybı olan genotiplerin seçilmesi gerektiği bildirilmiştir (Clarke ve ark., 1992; Lonbani ve Arzani, 2011; Giancarla ve ark., 2013; Iqbal, 2018; Alexander ve ark., 2019; Sallam ve ark., 2019; Shahriary ve ark., 2020).

U4 uygulamasında genotiplerden ortalama %58.4 YNSK değeri elde edilmiştir. Hat 5 (%63.9) en yüksek YNSK değerine sahip olurken bunu Bülbül 89 (%63.2), Karatay 94 (%61.6) ve Hat 7 (%61.5) genotipleri takip etmiştir. Hat 1 (%61.4), Hat 2 (%61.2), Hat 6 (%60.7), Larende (%60.6), Tarm 92 (%60.6), Burakbey (%60.1) ve Aydanhanım (%59.0) ortalamanın üzerinde; İnce 04 (%57.9), Ayrancı (%57.2), Konevi 98 (%55.3), Fırtına (%55.3), Keykubad (%55.2) ve Hat 3 (%54.7) ortalamanın altında YNSK değerlerine sahip olmuşlardır. Zeynelağa (%53.0), Hat 4 (%52.9) ve Baykara (%52.8) ise düşük YNSK değerlerine sahip olarak son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.62).

4.4.3. Bitki örtüsü sıcaklığı

Başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı

Konya’da 20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında 2020-2021 ve 2021-2022 yetiştirme sezonlarında yürütölen denemede yılların birleştirilmesi ile analiz yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda denemede kullanılan genotiplerin başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık $P<0.01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulamaları %27.1 ile başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı üzerine en fazla etki eden unsur olurken, bunu genotip (%11.5), genotip x kuraklık uygulaması interaksyonu (%11.3) ve yıl (%4.9) takip etmiştir (Çizelge 4.64).

Başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı genel ortalaması 25.5 °C olarak belirlenirken, bu değer birinci yılda 25.8 °C, ikinci yılda 25.2 °C olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.65).

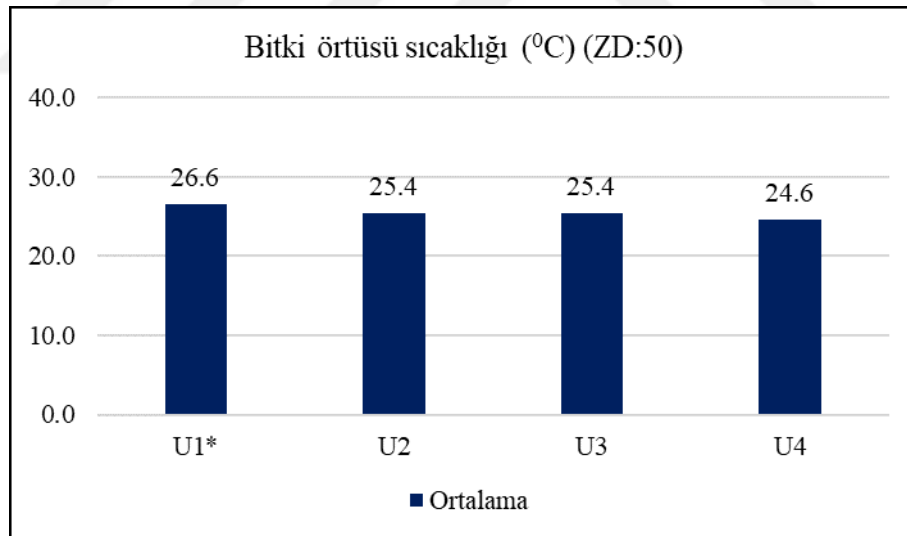
Çizelge 4.64. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı (°C) değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	41.478	41.4775	20.37**	4.9
Tekerrür [Yıl]	4	27.69020	6.92255	3.40*	3.3
Kuraklık Uygulaması (U)	3	228.33	76.109333	37.38**	27.1
Y*U int.	3	0.2591	0.086367	0.04	0.0
Hata (1)	12	24.4320	2.036	1.96	2.9
Genotip (G)	19	96.7	5.091174	4.90**	11.5
G*Y int.	19	4.5214	0.237971	0.23	0.5
G*U int.	57	95.495	1.675346	1.61	11.3
G*U*Y int.	57	7.519	0.131905	0.13	0.9
Hata (2)	304	315.5895	1.038123		37.5
Genel	479	842.043			

* ($P<0.05$), ** ($P<0.01$) CV (%): 4.0 R²: 0.41 Ort.: 25.5

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri 24.6 °C (U4) ile 26.6 °C (U1) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.21.).



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.21. Kuraklık uygulamalarında ortalama başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri

Çizelge 4.65. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri (°C)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	27.3	25.1	25.7	24.9	25.8	2022	26.7	24.7	25.3	24.4	25.3	2021-2022 Ort	27.0	24.9	25.5	24.7	25.5 b-e
Ayrancı		26.5	26.3	26.0	25.1	26.0		26.3	25.5	25.4	24.9	25.5		26.4	25.9	25.7	25.0	25.7 a-d
Baykara		26.7	26.8	26.4	24.7	26.2		26.4	26.1	25.6	24.1	25.5		26.6	26.4	26.0	24.4	25.8 abc
Burakbey		27.4	26.7	26.5	24.6	26.3		26.7	25.9	26.1	24.7	25.8		27.1	26.3	26.3	24.7	26.1 ab
Bülbül 89		26.2	26.1	27.2	26.4	26.5		25.9	25.7	26.6	24.8	25.7		26.1	25.9	26.9	25.6	26.1 a
Fırtına		26.3	27.0	26.0	24.4	25.9		25.7	26.6	25.9	24.6	25.7		26.0	26.8	25.9	24.5	25.8 abc
İnce 04		26.6	25.5	25.6	24.5	25.5		26.0	25.0	25.2	24.0	25.0		26.3	25.2	25.4	24.3	25.3 cde
Karatay 94		26.2	26.5	25.9	24.8	25.8		25.8	26.4	25.7	24.6	25.6		26.0	26.4	25.8	24.7	25.7 a-e
Keykubad		26.6	26.4	26.3	25.3	26.2		25.9	25.6	25.8	24.8	25.5		26.2	26.0	26.1	25.1	25.8 abc
Konevi 98		26.4	25.5	25.5	25.2	25.7		25.8	24.7	24.9	24.9	25.1		26.1	25.1	25.2	25.0	25.4 cde
Larende		27.7	25.5	26.0	25.1	26.1		27.0	24.8	25.2	24.2	25.3		27.3	25.2	25.6	24.7	25.7 a-e
Tarm 92		27.1	25.2	25.3	24.9	25.6		26.7	25.1	25.1	24.4	25.3		26.9	25.1	25.2	24.7	25.5 cde
Zeynelağa		26.7	24.5	24.7	24.2	25.0		25.9	23.6	23.1	23.8	24.1		26.3	24.0	23.9	24.0	24.5 f
Hat 1		26.4	25.5	25.8	25.1	25.7		25.6	24.9	25.1	23.9	24.9		26.0	25.2	25.4	24.5	25.3 cde
Hat 2		27.7	25.5	25.5	25.4	26.0		26.8	24.7	25.1	24.5	25.3		27.3	25.1	25.3	24.9	25.7 a-e
Hat 3		26.8	25.5	26.5	25.0	25.9		26.1	25.1	25.4	24.2	25.2		26.4	25.3	25.9	24.6	25.6 a-e
Hat 4		26.4	23.9	24.1	23.7	24.5		26.2	23.5	22.9	23.4	24.0		26.3	23.7	23.5	23.6	24.3 f
Hat 5		27.7	26.2	25.5	25.1	26.1		27.0	25.6	24.5	24.4	25.4		27.4	25.9	25.0	24.7	25.8 abc
Hat 6		27.2	25.2	24.7	24.4	25.4		26.5	24.8	24.1	24.2	24.9		26.9	25.0	24.4	24.3	25.1 e
Hat 7		27.1	25.3	25.0	24.9	25.5		26.4	24.2	23.9	24.7	24.8		26.7	24.8	24.4	24.8	25.2 de
Ortalama		26.8	25.7	25.7	24.9	25.8 a		26.3	25.1	25.0	24.4	25.2 b		26.6 a	25.4 b	25.4 b	24.6 c	25.5

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.28

LSD (0.05) U: 0.40

LSD (0.05) Y*U int.: öd

LSD (0.05) G: 0.58

LSD (0.05) G*Y int.: öd

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

LSD testine göre, U1 uygulaması (26.6 °C) “a” grubunda yer alırken, U2 ve U3 uygulamaları (25.4 °C) “b”, U4 uygulaması (24.6 °C) ise “c” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.65). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinde, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede artış meydana geldiği; en fazla artışın sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) tespit edilmiştir. U1 uygulamasında yer alan genotiplerin sapa kalkma döneminden başaklanma başlangıcına kadar olan dönemde kuraklığa maruz kalmasının sonucu olarak başaklanma başlangıcında ölçülen bitki örtüsü sıcaklığı değerleri yüksek gerçekleşmiştir. Mahmood (2020), arpa genotiplerinde bitki örtüsü sıcaklığının kuraklık stresinin etkisi ile normal koşullara göre (çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda da) 1 °C arttığını; bu özelliğin arpada kuraklık stresine toleranslı genotipleri belirlemek için ıslah programlarında bir seleksiyon aracı olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. Ayrıca Rollins ve ark. (2013), arpa genotiplerinde bitki örtüsü sıcaklığının normal şartlara göre kuraklık stresi altındaki bitkilerde ortalama 0.7 °C arttığını, bu artışın kuraklığın etkisine ve zamanına göre değişebileceğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde birçok araştırmacı kuraklık stresi altında bitkilerin normal şartlara göre bitki örtüsü sıcaklıklarında artış olduğunu rapor etmişlerdir (Mamnouie ve ark., 2006; Roohi ve ark., 2015).

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % artışlar Çizelge 4.66’da verilmiştir.

Çizelge 4.66 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %7.9 sıcaklık artışı ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %3.6 ile U3, %3.4 ile U2 uygulamaları takip etmiştir. U1 uygulamasında en az artış %1.9 ile Bülbül 89 çeşidinden elde edilirken en fazla artış %11.5 ile Hat 4’ten elde edilmiştir. U2 uygulamasında Zeynelağa çeşidinde %0.1 ile en düşük başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı artışı görünürken Baykara %9.4 ile en yüksek başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı artışı belirlenmiştir. U3 uygulamasında artışlar genotipler arasında %0.5 (Hat 6) ile %6.6 (Baykara) arasında değişim göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre arpa genotiplerinin başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklıklarının U4 uygulamasına göre bir miktar yükseldiği; bunun sebebi olarak diğer çevre koşullarının etkisinin yanı sıra bitkilerin başaklanma döneminde kuraklığa maruz kalma durumlarının da etkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.66. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinde tam sululu koşullara göre meydana gelen sıcaklık artışları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	9.4	1.0	3.4
Ayrancı	5.6	3.5	2.8
Baykara	8.8	8.3	6.6
Burakbey	9.7	6.6	6.5
Bülbül 89	1.9	1.4	5.0
Fırtına	6.3	9.4	6.0
İnce 04	8.4	3.9	4.5
Karatay 94	5.2	7.0	4.3
Keykubad	4.7	3.8	4.0
Konevi 98	4.2	0.2	0.7
Larende	10.8	2.1	3.8
Tarm 92	8.9	1.9	2.1
Zeynelağa	9.5	0.1	-0.6
Hat 1	6.0	2.5	3.6
Hat 2	9.4	0.7	1.6
Hat 3	7.6	3.1	5.4
Hat 4	11.5	0.5	-0.4
Hat 5	10.7	4.8	1.1
Hat 6	10.7	3.0	0.5
Hat 7	7.9	-0.1	-1.4
Ortalama	7.9	3.4	3.6

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık
- Performans azalışını göstermektedir

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri 24.3 °C (Hat 4) ile 26.1 °C (Bülbül 89) arasında değişim gösterirken, bu değerler birinci yılda 24.5 °C (Hat 4) ile 26.5 °C (Bülbül 89) arasında, ikinci yılda ise 24.0 °C (Hat 4) ile 25.8 °C (Burakbey) arasında değişmiştir. LSD testine göre, genotiplerden Bülbül 89 (26.1 °C) “a” grubunda yer alırken, Burakbey (26.1 °C) “ab”, Baykara (25.8 °C), Keykubad (25.8 °C), Fırtına (25.8 °C) ve Hat 5 (25.8 °C) “abc”, Ayrancı (25.7 °C) “a-d”, Karatay 94 (25.7 °C) Larende (25.7 °C), Hat 2 (25.7 °C) ve Hat 3 (25.6 °C) “a-e”, Aydanhanım (25.5 °C) “b-e”, Tarm 92 (25.5 °C), Konevi 98 (25.4 °C) İnce 04 (25.3 °C) ve Hat 1 (25.3 °C) “cde”, Hat 7 (25.2 °C) “de”, Hat 6 (25.1 °C) “e”, Zeynelağa (24.5 °C) ve Hat 4 (24.3 °C) ise “f” grubunda yer almışlardır. (Çizelge 4.65).

Kuraklık uygulamalarını ayrı ayrı değerlendirildiğinde U1 uygulamasında Karatay 94, Fırtına ve Hat 1 genotipleri; U2 ve U3 uygulamalarında Hat 4, Zeynelağa,

Hat 7 ve Hat 6 genotipleri düşük başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri ile ön plana çıkan genotipler olmuşlardır. Genotipler tüm kuraklık uygulamaları üzerinden değerlendirildiğinde, düşük başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerlerine sahip olan Hat 4 ve Zeynelağa genotiplerinin kuraklığa tolerans bakımından ön plana çıktıkları söylenebilir. Bu genotiplerin tane verimi değerlerinin de yüksek olması dikkat çekicidir. Kuraklık stresi koşullarında dehidrasyondan kaçınma oldukça önemlidir, çünkü daha yüksek transpirasyon oranları bitki örtüsü sıcaklığını düşürür. Bu nedenle, bitki örtüsü sıcaklığının değerlendirilmesi, kuraklık toleransı için düşük maliyetli, dolaylı bir seleksiyon kriteri olarak önerilmiştir (Reynolds ve ark., 2009). Özellikle sınırlı toprak nemi mevcudiyeti ve yüksek sıcaklıklar ile karakterize edilen çevrelerde, düşük bitki örtüsü sıcaklığı değerleri artan verimle ilişkilendirilmiştir (Lopes ve Reynolds, 2010). Kuraklık stresi şartlarında bitki örtüsü sıcaklığı ile tane verimi arasında negatif bir korelasyon olduğu daha önce yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Nitekim Kizilgeçi ve ark. (2018), arpada tane verimi ile bitki örtüsü sıcaklığı arasında negatif önemli bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Yine Roohi ve ark. (2015), kuraklık stresi şartlarında, yüksek verimli genotiplerin, düşük verimli olanlara göre 1.2 °C daha düşük bitki örtüsü sıcaklığına sahip olduklarını dolayısıyla kurak şartlarda bitki örtüsü sıcaklığı ile tane verimi arasında negatif bir ilişki olduğunu rapor etmişlerdir.

Çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre genotiplerin çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı bakımından kuraklık uygulaması arasındaki farklılık $P<0.01$, genotipler arasındaki farklılık ise $P<0.05$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulamaları % 52.5 ile çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur (Çizelge 4.67).

Çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı genel ortalaması 26.9 °C olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 27.0 °C, ikinci yılda 26.7 °C olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.68).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı 26.1 °C (U1) ile 28.6 °C (U2) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.22).

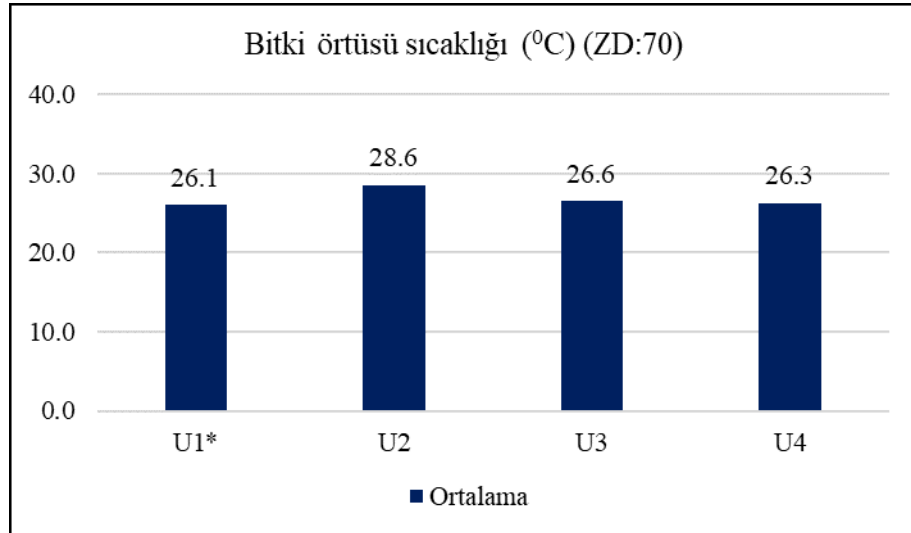
LSD testine göre, U2 uygulaması (28.6 °C) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (26.6 °C) “b”, U4 uygulaması (26.3 °C) “bc”, U1 uygulaması (26.1 °C) ise “c” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.68). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa

genotiplerinin çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinde, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede artış meydana geldiği; en fazla artışın başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığında (U2) olduğu belirlenmiştir. U1 uygulamasında başaklanma başlangıcından itibaren sulamanın etkisi ile azalan stres koşulları, çiçeklenme döneminde ölçülen bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinin U2 uygulamasına nazaran daha düşük gerçekleşmesine neden olmuştur.

Çizelge 4.67. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerlerine (°C) ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	9.776	9.77552	4.74	1.0
Tekerrür [Yıl]	4	35.84310	8.960775	4.35*	3.7
Kuraklık Uygulaması (U)	3	505.98	168.659667	81.83**	52.5
Y*U int.	3	0.8502	0.28341	0.14	0.1
Hata (1)	12	24.7342	2.061183	2.07	2.6
Genotip (G)	19	37.7	1.983095	1.99*	3.9
G*Y int.	19	1.6216	0.085345	0.09	0.2
G*U int.	57	35.456	0.62203	0.62	3.7
G*U*Y int.	57	9.210	0.161582	0.16	1.0
Hata (2)	304	303.2527	0.997542		31.4
Genel	479	964.401			
* (P<0.05), ** (P<0.01) CV (%): 3.7 R ² : 0.50 Ort.: 26.9					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.22. Kuraklık uygulamalarında ortalama çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri

Çizelge 4.68. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri (°C)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	26.2	28.5	26.2	26.1	26.7	2022	26.0	27.9	26.1	26.2	26.5	2021-2022 Ort	26.1	28.2	26.2	26.1	26.6 cde
Ayrancı		26.0	27.7	26.2	26.3	26.5		24.6	27.7	26.3	26.3	26.2		25.3	27.7	26.2	26.3	26.4 e
Baykara		25.3	28.9	26.6	26.2	26.7		24.8	28.5	26.7	26.1	26.5		25.0	28.7	26.6	26.1	26.6 de
Burakbey		25.7	29.0	26.7	26.1	26.9		25.0	28.4	26.7	25.8	26.5		25.4	28.7	26.7	25.9	26.7 cde
Bülbül 89		26.2	29.2	27.5	27.0	27.5		26.0	29.2	27.2	26.7	27.3		26.1	29.2	27.4	26.8	27.4 a
Fırtına		26.6	28.6	26.1	25.8	26.8		26.2	28.3	25.8	25.6	26.5		26.4	28.5	26.0	25.7	26.6 de
İnce 04		25.3	28.7	27.0	26.5	26.9		25.2	28.2	26.0	26.4	26.5		25.3	28.5	26.5	26.4	26.7 cde
Karatay 94		26.0	29.3	26.5	25.8	26.9		25.9	29.0	26.2	25.5	26.6		26.0	29.2	26.3	25.6	26.8 b-e
Keykubad		26.0	28.5	26.5	26.2	26.8		26.0	28.4	26.2	25.6	26.5		26.0	28.5	26.3	25.9	26.7 cde
Konevi 98		26.2	28.5	26.6	26.1	26.9		26.0	28.2	26.5	26.2	26.7		26.1	28.4	26.5	26.2	26.8 b-e
Larende		26.5	29.1	27.5	26.8	27.4		26.4	28.5	26.5	26.4	26.9		26.4	28.8	27.0	26.6	27.2 abc
Tarm 92		26.3	28.9	26.7	26.2	27.0		26.4	28.3	26.6	26.0	26.8		26.3	28.6	26.6	26.1	26.9 a-e
Zeynelağa		26.7	28.3	26.3	25.9	26.8		26.3	28.3	26.3	26.0	26.7		26.5	28.3	26.3	25.9	26.8 b-e
Hat 1		27.0	29.3	27.3	26.6	27.5		26.3	29.1	27.2	26.6	27.3		26.6	29.2	27.2	26.6	27.4 a
Hat 2		26.7	29.0	26.8	26.5	27.2		26.6	28.6	26.5	26.4	27.0		26.6	28.8	26.6	26.4	27.1 a-d
Hat 3		26.3	28.6	26.1	26.4	26.8		25.7	28.1	26.2	26.3	26.6		26.0	28.3	26.1	26.3	26.7 cde
Hat 4		26.7	28.4	26.5	26.5	27.0		26.0	28.2	26.2	26.5	26.7		26.4	28.3	26.4	26.5	26.9 a-e
Hat 5		26.7	29.2	27.1	26.5	27.4		26.6	29.6	26.2	26.4	27.2		26.6	29.4	26.7	26.5	27.3 ab
Hat 6		26.5	29.3	26.7	26.8	27.3		26.3	28.5	26.8	26.5	27.0		26.4	28.9	26.8	26.7	27.2 a-d
Hat 7		26.5	29.2	26.9	26.7	27.3		25.8	28.3	26.4	26.4	26.7		26.1	28.8	26.7	26.6	27.0 a-d
Ortalama		26.3	28.8	26.7	26.3	27.0		25.9	28.5	26.4	26.2	26.7		26.1 c	28.6 a	26.6 b	26.3 bc	26.9

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: öd

LSD (0.05) U: 0.40

LSD (0.05) Y*U int.: öd

LSD (0.05) G: 0.57

LSD (0.05) G*Y int.: öd

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % artışlar Çizelge 4.69'da verilmiştir.

Çizelge 4.69 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %9.1 sıcaklık artışı ile U2 uygulamasında görülürken, bunu sırasıyla %1.4 ile U3, %1.2 ile U2 uygulamaları takip etmiştir. U1 uygulamasında en az artış %0.2 ile Hat 1'den elde edilirken en fazla artış %2.7 ile Fırtına çeşidinden elde edilmiştir. U2 uygulamasında Ayrancı çeşidinde %5.3 ile en düşük çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı artışı görünürken Karatay 94 %13.7 ile en yüksek çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı artışı belirlenmiştir. U3 uygulamasında artışlar genotipler arasında %0.1 (İnce 04) ile %3.2 (Burakbey) arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.69. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen sıcaklık artışları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	-0.1	7.9	0.2
Ayrancı	-3.9	5.3	-0.3
Baykara	-4.4	9.9	1.9
Burakbey	-2.1	10.9	3.2
Bülbül 89	-2.9	8.6	2.0
Fırtına	2.7	10.8	1.1
İnce 04	-4.5	7.7	0.1
Karatay 94	1.2	13.7	2.6
Keykubad	0.4	9.9	1.7
Konevi 98	-0.4	8.5	1.5
Larende	-0.6	8.2	1.4
Tarm 92	0.9	9.6	2.0
Zeynelağa	2.4	9.3	1.5
Hat 1	0.2	9.9	2.5
Hat 2	0.7	8.9	0.8
Hat 3	-1.0	7.7	-0.6
Hat 4	-0.4	6.8	-0.4
Hat 5	0.6	11.0	0.7
Hat 6	-1.0	8.4	0.4
Hat 7	-1.7	8.2	0.3
Ortalama	1.2	9.1	1.4

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık - Performans azalışını göstermektedir

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri 26.4 °C (Ayrancı) ile 27.4 °C (Hat 1) arasında değişim gösterirken, bu değerler birinci yılda 26.5 °C (Ayrancı) ile 27.5 °C (Hat1) arasında, ikinci yılda ise 26.2 °C (Ayrancı) ile 27.3 °C (Hat 1) arasında değişmiştir. LSD testine göre, genotiplerden Hat 1 (27.4 °C) ve Bülbül 89 (27.4 °C) “a” grubunda yer alırken, Hat 5 (27.3 °C) “ab”, Larende (27.2 °C) “abc”, Hat 6 (27.2 °C), Hat 2 (27.1 °C) ve Hat 7 (27.0 °C) “a-d”, Tarm 92 (26.9 °C) ve Hat 4 (26.9 °C) “a-e”, Konevi 98 (26.8 °C), Zeynelağa (26.8 °C) ve Karatay 94 (26.8 °C) “b-e”, Hat 3 (26.7 °C), Burakbey (26.7 °C), Keykubad (26.7 °C), İnce 04 (26.7 °C) ve Aydanhanım (26.6 °C) “cde”, Baykara (26.6 °C) ve Fırtına (26.6 °C) “de”, Ayrancı (26.4 °C) ise “e” grubunda yer almışlardır. (Çizelge 4.68).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Ayrancı, İnce 04 ve Baykara genotiplerinin düşük çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerleri ile tolerans bakımından nispeten ön plana çıktıkları söylenebilir.

4.7.4. Bayrak yaprak klorofil içeriği

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında iki yetiştirme sezonunda yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen verilerin birleştirilmesi ile analiz yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda denemede kullanılan genotiplerin bayrak yaprak klorofil içeriği bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile yıl x kuraklık uygulaması, genotip x yıl, genotip x kuraklık uygulaması ve genotip x kuraklık uygulaması x yıl interaksyonları arasındaki farklılık ($P<0.01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde bayrak yaprak klorofil içeriği üzerine en fazla etki eden unsur kuraklık uygulaması (%55.6) olurken, bunu genotip (%26.8) etkisi takip etmiştir (Çizelge 4.70).

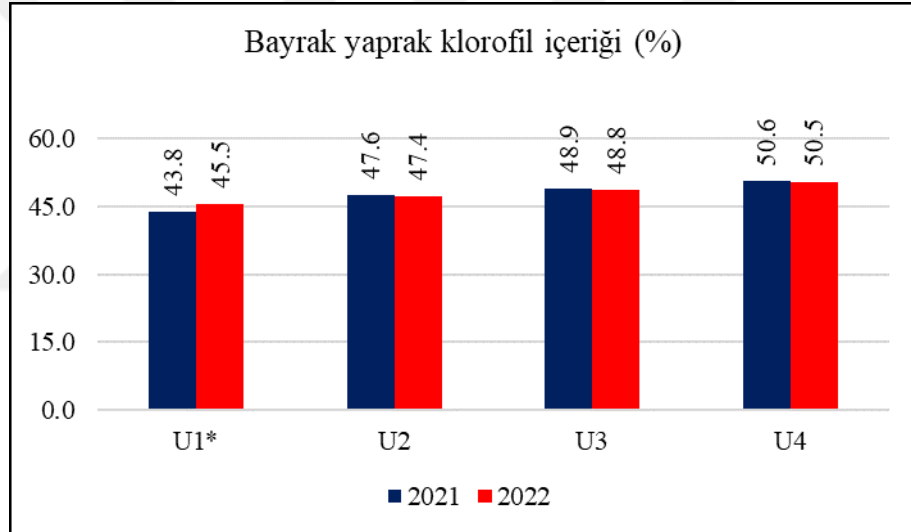
Bayrak yaprak klorofil içeriği genel ortalaması %47.9 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda %47.7, ikinci yılda ise %48.0 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.71).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği değerleri %44.6 (U1) ile %50.5 (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda %43.8 (U1) ile %50.6 (U4) arasında, ikinci yılda ise %45.5 (U1) ile %50.5 (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.23).

Çizelge 4.70. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	11.50	11.501	10.10**	0.3
Tekerrür [Yıl]	4	7.26	1.816	1.59	0.2
Kuraklık Uygulaması (U)	3	2231.47	743.823	652.97**	55.6
Y*U int.	3	76.16	25.386	22.28**	1.9
Hata (1)	12	13.67	1.139	1.48	0.3
Genotip (G)	19	1074.90	56.574	73.38**	26.8
G*Y int.	19	99.95	5.260	6.82**	2.5
G*U int.	57	143.88	2.524	3.27**	3.6
G*U*Y int.	57	117.50	2.061	2.67**	2.9
Hata (2)	304	234.38	0.771		5.8
Genel	479	4010.67			
** (P<0.01) CV (%): 1.83 R ² : 0.90 Ort.: 47.9					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.23. Kuraklık uygulamalarında ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği değerleri

LSD testine göre, U4 uygulaması (%50.5) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (%48.8) “b”, U2 uygulaması (%47.5) “c”, U1 uygulaması (%44.6) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.72). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin bayrak yaprak klorofil içeriklerinde, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.71. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak klorofil içeriği değerleri (%)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	40.0 z++	46.7 z++	48.4 z+	49.1 q-z+	46.1 pq	2022.0	42.2 z++	45.6 z++	47.1 z++	49.1 q-z+	46.0 pq	2021-2022 Ort	41.1 z++	46.2 y-z+	47.8 q-v	49.1 k-o	46.0 h
Ayrancı		44.0 z++	50.1 j-u	50.9 f-n	53.3 abc	49.6 cd		48.9 t-z+	50.8 g-p	51.4 e-k	53.0 a-d	51.0 a		46.4 x-z+	50.4 f-j	51.2 def	53.2 ab	50.3 a
Baykara		42.6 z++	47.4 z++	48.9 t-z+	50.4 h-r	47.3 r-l		43.8 z++	44.9 z++	47.2 z++	50.4 t-s	46.6 m-p		43.2 z++	46.2 z+	48.0 p-t	50.4 f-j	46.9 g
Burakbey		43.7 z++	45.3 z++	46.6 z++	49.8 l-z	46.4 op		41.7 z++	45.2 z++	46.3 z++	48.2 z++	45.4 qr		42.7 z++	45.2 z++	46.5 x-z+	49.0 l-p	45.9 h
Bülbül 89		41.6 z++	47.0 z++	48.9 t-z+	50.4 h-r	47.0 k-o		45.6 z++	46.9 z++	48.1 z++	49.2 q-z+	47.5 jk		43.6 z++	47.0 u-z	48.5 o-r	49.8 h-l	47.2 fg
Fırtına		42.6 z++	46.4 z++	47.6 z++	49.4 p-z+	46.5 m-p		43.9 z++	45.7 z++	48.6 x-z+	50.3 t-s	47.1 j-n		43.3 z++	46.0 z+	48.1 p-t	49.9 h-l	46.8 g
İnce 04		42.4 z++	48.7 u-z+	50.1 j-u	51.7 d-ı	48.2 fgh		46.1 z++	48.2 z++	50.0 j-w	51.4 e-j	48.9 de		44.2 z++	48.5 o-r	50.1 g-k	51.6 cd	48.6 c
Karatay 94		41.2 z++	47.1 z++	48.6 v-z+	49.8 l-z	46.7 l-p		44.4 z++	47.2 z++	48.2 z++	49.7 l-z+	47.4 ijk		42.8 z++	47.2 t-y	48.4 o-s	49.8 h-l	47.0 g
Keykubad		42.8 z++	49.7 m-z+	51.1 e-m	54.4 a	49.5 cd		47.9 z++	49.6 n-z+	51.1 e-l	52.4 b-e	50.3 b		45.4 z++	49.7 t-m	51.1 def	53.4 a	49.9 ab
Konevi 98		43.0 z++	47.8 z++	48.6 w-z+	49.3 q-z+	47.2 r-m		45.8 z++	48.0 z++	49.3 q-z+	51.4 e-j	48.6 ef		44.4 z++	47.9 q-u	49.0 l-p	50.4 f-j	47.9 de
Larende		47.7 z++	49.0 s-z+	50.9 f-n	53.6 ab	50.3 b		48.5 y-z+	49.5 o-z+	50.8 g-o	51.8 d-h	50.2 bc		48.1 p-t	49.2 k-o	50.9 d-g	52.7 ab	50.2 a
Tarm 92		45.5 z++	46.4 z++	47.5 z++	49.3 q-z+	47.2 r-m		46.2 z++	47.3 z++	49.3 q-z+	50.3 t-s	48.3 e-h		45.9 z++	46.9 v-z+	48.4 o-s	49.8 h-l	47.7 e
Zeynelağa		47.9 z++	49.3 q-z+	50.3 t-s	52.0 c-g	49.9 bc		47.1 z++	48.1 z++	49.9 l-y	50.8 g-o	49.0 de		47.5 s-w	48.7 m-q	50.1 g-k	51.4 cde	49.4 b
Hat 1		44.4 z++	47.7 z++	49.1 q-z+	50.2 j-t	47.9 ghi		43.7 z++	45.7 z++	46.3 z++	48.8 u-z+	46.1 p		44.1 z++	46.7 w-z+	47.7 r-v	49.5 j-n	47.0 g
Hat 2		42.5 z++	44.0 z++	45.6 z++	46.8 z++	44.7 r		42.1 z++	44.4 z++	45.1 z++	48.6 v-z+	45.1 r		42.3 z++	44.2 z++	45.4 z++	47.7 r-v	44.9 ı
Hat 3		43.0 z++	46.9 z++	48.0 z++	48.8 u-z+	46.7 l-p		46.8 z++	47.9 z++	49.1 q-z+	50.4 h-r	48.6 efg		44.9 z++	47.4 t-x	48.6 n-r	49.6 t-m	47.6 ef
Hat 4		44.2 z++	48.2 z++	50.0 j-v	51.1 e-m	48.4 e-h		45.6 z++	47.3 z++	49.1 q-z+	50.8 g-p	48.2 fgh		44.9 z++	47.8 q-v	49.6 t-m	50.9 d-g	48.3 cd
Hat 5		47.9 z++	49.2 q-z+	50.5 h-r	52.2 b-f	50.0 bc		48.0 z++	49.7 l-z+	50.9 f-n	52.5 b-e	50.3 b		48.0 q-t	49.5 j-n	50.7 d-h	52.4 bc	50.1 a
Hat 6		43.5 z++	45.9 z++	47.3 z++	49.1 r-z+	46.4 nop		45.2 z++	47.2 z++	48.4 z+	50.0 k-x	47.7 hij		44.3 z++	46.6 w-z+	47.9 q-u	49.5 t-n	47.1 g
Hat 7		45.6 z++	48.3 z++	49.6 n-z+	50.4 h-r	48.5 efg		46.2 z++	47.7 z++	48.9 t-z+	50.5 h-q	48.3 e-h		45.9 z++	48.0 p-t	49.3 k-o	50.5 e-ı	48.4 c
Ortalama		43.8 e	47.6 c	48.9 b	50.6 a	47.7 b		45.5 d	47.4 c	48.8 b	50.5 a	48.0 a		44.6 d	48.8 c	47.5 b	50.5 a	47.9

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 0.21

LSD (0.05) U: 0.30

LSD (0.05) Y*U int.: 0.42

LSD (0.05) G: 0.50

LSD (0.05) G*Y int.: 0.71

LSD (0.05) G*U int.: 1.00

LSD (0.05) G*U*Y int.: 1.41

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.72’de verilmiştir.

Çizelge 4.72. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	16.4	6.0	2.8
Ayrancı	12.7	5.2	3.8
Baykara	14.3	8.4	4.7
Burakbey	12.8	7.7	5.2
Bülbül 89	12.4	5.7	2.7
Fırtına	13.2	7.7	3.5
İnce 04	14.2	6.0	2.9
Karatay 94	13.9	5.2	2.6
Keykubad	15.1	7.0	4.3
Konevi 98	11.9	4.8	2.8
Larende	8.7	6.6	3.5
Tarm 92	8.0	6.0	2.9
Zeynelağa	7.7	5.2	2.6
Hat 1	10.9	5.7	3.5
Hat 2	11.3	7.3	4.9
Hat 3	9.5	4.5	2.1
Hat 4	11.8	6.2	2.7
Hat 5	8.4	5.5	3.2
Hat 6	10.5	6.0	3.4
Hat 7	9.1	4.9	2.4
Ortalama	11.6	6.1	3.3

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Çizelge 4.72 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %11.6 ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %6.1 ile U2 ve %3.3 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Elde edilen sonuçlar kuraklık stresinin arpada klorofil içeriğine etkisinin incelendiği daha önce yapılan çalışmalarda bulunan sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Nitekim El-Shawy ve ark. (2017), arpa genotiplerinde kuraklığın etkisiyle bayrak yaprak klorofil içeriklerinde %3 ile %18 arasında bir kayıp meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama bayrak yaprak klorofil içerikleri %44.9 (Hat 2) ile %50.3 (Ayrancı) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda

%44.7 (Hat 2) ile %50.3 (Larende), ikinci yılda ise %45.1 (Hat 2) ile %51.0 (Ayrancı) arasında değişim göstermiştir. LSD testinde, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Ayrancı (%50.3), Larende (%50.2) ve Hat 5 (%50.1) “a” grubunda yer alırken; Keykubad (%49.9) “ab”, Zeynelağa (%49.4) “b”, İnce 04 (%48.6) ve Hat 7 (%48.4) “c”, Hat 4 (%48.3) “cd”, Konevi 98 (%47.9) “de”, Tarm 92 (%47.7) “e”, Hat 3 (%47.6) “ef”, Bülbül 89 (%47.2) “fg”, Hat 6 (%47.1), Karatay 94 (%47.0), Hat 1 (%47.0), Baykara (%46.9) ve Fırtına (%46.8) “g”, Aydanhanım (%46.0) ve Burakbey (%45.9) “h”, Hat 2 (%44.9) ise “ı” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.71).

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde, ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği %44.6 olarak belirlenmiştir. Genotiplerden Larende %48.1 ile en yüksek bayrak yaprak klorofil içeriğine sahip olurken, bunu Hat 5 (%48.0), Zeynelağa (%47.5) ve Ayrancı (%46.4) takip etmiştir. Hat 7 (%45.9), Tarm 92 (%45.9), Keykubad (%45.4), Hat 3 (%44.9) ve Hat 4 (%44.9) ortalamasının üzerinde; Konevi 98 (%44.4), Hat 6 (%44.3), İnce 04 (%44.2), Hat 1 (%44.1), Bülbül 89 (%43.6), Fırtına (%43.3) ve Baykara (%43.2) ise ortalama altında bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerine sahip olmuşlardır. Karatay 94 (%42.8), Burakbey (%42.7), Hat 2 (%42.3) ve Aydanhanım (%41.1) düşük bayrak yaprak klorofil içeriği değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.71). Bu uygulamada genotiplerin ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği kayıpları %11.6 olarak gerçekleşirken, en az kayıp %9.1 ile Hat 7’de, en fazla kayıp ise %16.4 ile Aydanhanım çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4.72).

U2 uygulamasında ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği %47.5 olarak belirlenmiştir. Ayrancı %50.4 ile en yüksek bayrak yaprak klorofil içeriği değerine sahip olurken, bunu Keykubad (%49.7), Hat 5 (%49.5) ve Larende (%49.2) takip etmiştir. Zeynelağa (%48.7), İnce 04 (%48.5), Hat 7 (%48.0), Konevi 98 (%47.9) ve Hat 4 (%47.8) ortalamasının üzerinde; Hat 3 (%47.4), Karatay 94 (%47.2), Bülbül 89 (%47.0), Tarm 92 (%46.9), Hat 1 (%46.7), Hat 6 (%46.6), Aydanhanım (%46.2) ve Baykara (%46.2) ise ortalama altında bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerine sahip olmuşlardır. Fırtına (%46.0), Burakbey (%45.2) ve Hat 2 (%44.2) ise düşük bayrak yaprak klorofil içeriği değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.71). Bu uygulamada genotiplerin ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği kayıpları %6.1 olarak gerçekleşirken, en az kayıp %4.5 ile Hat 3 genotipinde, en fazla kayıp ise %8.4 ile Baykara çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4.72).

U3 uygulamasında ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği %48.8 olarak belirlenmiştir. Ayrancı %51.2 ile en yüksek bayrak yaprak klorofil içeriği değerine sahip

olurken, bunu Keykubad (%51.1), Larende (%50.9) ve Hat 5 (%50.7) takip etmiştir. Zeynelağa (%50.1), İnce 04 (%50.1), Hat 4 (%49.6), Hat 7 (%49.3) ve Konevi 98 (%49.0) ortalamanın üzerinde; Hat 3 (%48.6), Bülbül 89 (%48.5), Karatay 94 (%48.4), Tarm 92 (%48.4), Fırtına (%48.1), Baykara (%48.0), Hat 6 (%47.9), Aydanhanım (%47.8) ve Hat 1 (%47.7) ise ortalamanın altında bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerine sahip olmuşlardır. Burakbey (%46.5) ve Hat 2 (%45.4) düşük bayrak yaprak klorofil içerikleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.71). Bu uygulamada genotiplerin ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği kayıpları %3.3 olarak gerçekleşirken, en az kayıp %2.1 ile Hat 3 genotipinde, en fazla kayıp ise %5.2 ile Burakbey çeşidinde görülmüştür (Çizelge 4.72).

Kuraklık uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde; Hat 5 gerek bayrak yaprak klorofil içeriği değerinin yüksek olması gerekse tam sulu uygulamaya göre meydana gelen % performans kaybının düşük olması nedeniyle kuraklık stresi altında toleranslı bir genotip olarak değerlendirilebilir. Ayrıca sulanabilir alanlar için tescil ettirilmiş olan Larende ve Zeynelağa çeşitlerinin kuraklık stresi altında bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerinin yüksek olması dikkat çekicidir. Çalışma sonucunda kuraklık uygulamalarında bütün genotiplerin bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerinde azalma meydana geldiği görülmektedir. Iqbal (2018), kuraklık stresi ile bitkilerin klorofil içeriği değerlerinin düştüğünü, kuraklığa toleranslı genotiplerin maksimum klorofil içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar daha önce yapılan ve kuraklık stresinin etkisi ile arpada bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerinin azaldığını bildiren diğer araştırma sonuçları ile de uyumluluk göstermektedir (Li ve ark., 2006; Iqbal, 2018; Istanbuli ve ark., 2020).

U4 uygulamasında ortalama bayrak yaprak klorofil içeriği %50.5 olarak belirlenmiştir. Denemede yer alan genotiplerden Keykubad %53.4 ile en yüksek bayrak yaprak klorofil içeriğine sahip olurken, bunu Ayrancı (%53.2), Larende (%52.7) ve Hat 5 (%52.4) takip etmiştir. İnce 04 (%51.6), Zeynelağa (%51.4), Hat 4 (%50.9) ve Hat 7 (%50.5) ortalamanın üzerinde; Baykara (%50.4), Konevi 98 (%50.4), Fırtına (%49.9), Tarm 92 (%49.8), Bülbül 89 (%49.8), Karatay 94 (%49.8), Hat 3 (%49.6), Hat 6 (%49.5), Hat 1 (%49.5) Aydanhanım (%49.1) ve Burakbey (%49.0) ortalamanın altında bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerine sahip olmuşlardır. Hat 2 (%47.7) ise düşük bayrak yaprak klorofil içeriği değeri ile son sırada yer almıştır (Çizelge 4.71).

4.5. Kalite Parametreleri

4.5.1. Protein oranı

20 arpa genotipi kullanılarak, yağmur korunağı koşullarında, farklı dönem kuraklık uygulamalarında yürütülen çalışmada iki yıllık veriler birleştirilerek analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda, denemede kullanılan genotiplerin protein oranı bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık $P<0.01$, genotip x yıl interaksyonları arasındaki farklılık ise $P<0.05$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması %45.6 ile protein oranı üzerine en fazla etki eden unsur olurken, yıl etkisi %10.6 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.73).

Çizelge 4.73. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen protein oranı değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	58.07	58.07	45.41**	10.6
Tekerrür [Yıl]	4	5.69	1.42	1.11	1.0
Kuraklık Uygulaması (U)	3	254.70	84.90	66.39**	46.3
Y*U int.	3	14.10	4.70	3.68*	2.6
Hata (1)	12	15.35	1.28	2.75	2.8
Genotip (G)	19	20.08	1.06	2.27**	3.6
G*Y int.	19	11.26	0.59	1.27	2.0
G*U int.	57	17.70	0.31	0.67	3.2
G*U*Y int.	57	12.00	0.21	0.45	2.2
Hata (2)	304	141.38	0.47		25.7
Genel	479	550.34			

* ($P<0.05$), ** ($P<0.01$) CV (%): 5.4 R²: 0.60 Ort.: 12.7

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Protein oranı genel ortalaması %12.7 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda %13.1, ikinci yılda ise %12.4 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.74).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama protein oranı değerleri %12.0 (U1) ile %13.9 (U2) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda %12.1 (U1) ile %14.5 (U2), ikinci yılda ise %11.8 (U1) ile %13.3 (U2) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.24).

Çizelge 4.74. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen protein oranı değerleri (%)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	12.1	14.8	13.2	12.4	13.1	2022	11.3	13.3	12.1	12.1	12.2	2021-2022 Ort	11.7	14.0	12.6	12.3	12.7 bc
Ayrancı		12.6	13.9	13.1	12.4	13.0		11.5	12.9	11.9	11.8	12.0		12.1	13.4	12.5	12.1	12.5 bc
Baykara		12.6	14.9	13.2	13.0	13.4		12.5	13.0	12.1	11.9	12.4		12.5	13.9	12.6	12.4	12.9 ab
Burakbey		12.3	14.6	12.8	12.6	13.1		11.7	13.4	12.5	12.2	12.4		12.0	14.0	12.6	12.4	12.7 bc
Bülbül 89		12.1	14.5	13.5	12.8	13.2		11.9	13.1	12.5	11.9	12.3		12.0	13.8	13.0	12.3	12.8 bc
Fırtına		12.3	15.5	14.6	13.1	13.9		11.6	13.4	12.6	12.5	12.5		12.0	14.4	13.6	12.8	13.2 a
İnce 04		12.1	14.1	12.6	12.4	12.8		11.6	12.9	11.9	11.8	12.0		11.9	13.5	12.3	12.1	12.4 c
Karatay 94		12.3	14.0	13.2	12.4	13.0		11.7	13.5	12.8	12.0	12.5		12.0	13.7	13.0	12.2	12.7 bc
Keykubad		12.1	14.4	13.8	12.5	13.2		11.3	13.0	12.2	11.9	12.1		11.7	13.7	13.0	12.2	12.6 bc
Konevi 98		12.6	15.6	13.4	13.1	13.7		12.1	13.9	12.8	12.1	12.7		12.3	14.8	13.1	12.6	13.2 a
Larende		11.9	14.0	13.0	12.4	12.8		11.4	13.1	12.4	12.4	12.3		11.6	13.5	12.7	12.4	12.6 bc
Tarm 92		11.6	14.8	12.9	12.6	13.0		12.4	13.3	12.8	12.3	12.7		12.0	14.1	12.8	12.5	12.8 ab
Zeynelağa		11.8	13.4	12.8	12.4	12.6		12.7	13.2	12.2	12.3	12.6		12.2	13.3	12.5	12.4	12.6 bc
Hat 1		11.6	14.4	13.6	12.4	13.0		11.8	13.8	12.4	12.3	12.6		11.7	14.1	13.0	12.3	12.8 bc
Hat 2		11.6	15.0	13.5	12.5	13.1		11.9	14.0	12.4	11.9	12.6		11.8	14.5	13.0	12.2	12.9 ab
Hat 3		12.1	14.9	12.9	12.5	13.1		11.9	13.3	12.3	11.9	12.4		12.0	14.1	12.6	12.2	12.7 bc
Hat 4		12.0	14.2	13.0	12.3	12.9		11.9	13.2	12.4	12.1	12.4		11.9	13.7	12.7	12.2	12.6 bc
Hat 5		12.0	14.4	12.7	12.3	12.9		11.8	13.4	12.2	11.3	12.2		11.9	13.9	12.5	11.8	12.5 bc
Hat 6		12.0	14.0	12.8	12.0	12.7		11.9	13.1	12.2	12.0	12.3		11.9	13.6	12.5	12.0	12.5 bc
Hat 7		12.0	14.0	12.9	12.5	12.9		11.7	13.1	12.2	11.6	12.1		11.8	13.5	12.5	12.1	12.5 bc
Ortalama		12.1 cde	14.5 a	13.2 b	12.5 c	13.1 a		11.8 e	13.3 b	12.3 cd	12.0 de	12.4 b		12.0 d	13.9 a	12.8 b	12.3 c	12.7

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.22

LSD (0.05) U: 0.32

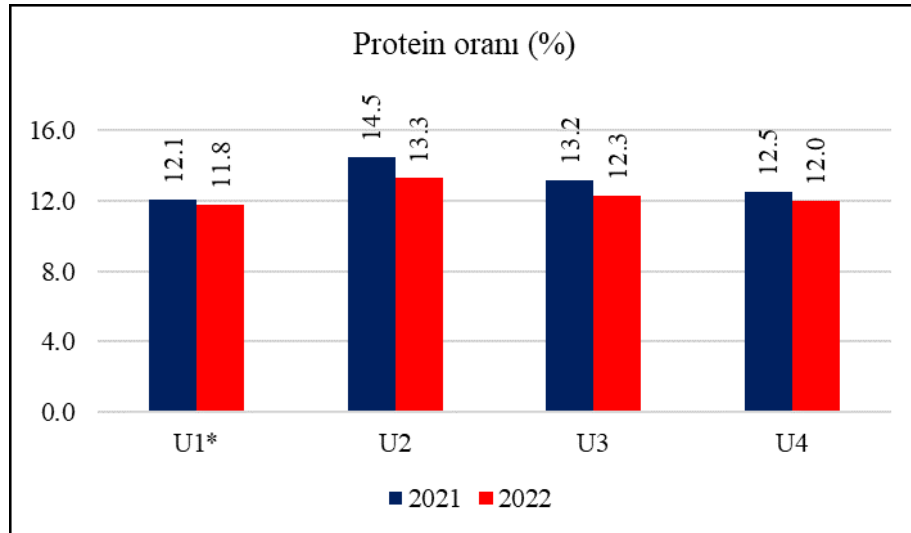
LSD (0.05) Y*U int.: 0.45

LSD (0.05) G: 0.39

LSD (0.05) G*Y int.: öd

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.24. Kuraklık uygulamalarında ortalama protein oranı değerleri

LSD testine göre, U1 uygulaması (%13.9) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (%12.8) “b”, U4 uygulaması (%12.3) “c”, U2 uygulaması (%12.0) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.74). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin protein oranlarında, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede varyasyon meydana geldiği; sapa kalkma başlangıcı - başaklanma başlangıcı arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U1) düşük protein oranları belirlenirken, başaklanma başlangıcı - tane doldurma dönemi kuraklık stresinde (U2) yüksek protein oranları tespit edilmiştir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama protein oranı değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.75’de verilmiştir.

Çizelge 4.75 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %13.1 ile U2 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %3.9 ile U3 ve %0.7 ile U2 uygulamaları takip etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kuraklık stresinin arpada, protein oranını artırıcı yönde bir etki gösterdiği belirlenmiştir. Protein oranında en fazla artışın başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığında (U2) olduğu belirlenmiştir. U2 uygulamasında olgunlaşma döneminin kısalması tanelerin cılız kalmasına ve dolayısıyla protein oranlarını yüksek olmasına neden olmuştur.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama protein oranı değerleri %13.2 (Konevi 98) ile %12.4 (İnce 04) arasında değişmiştir. Bu değerler, birinci yılda %13.9 (Fırtına) ile %12.6 (Zeynelağa), ikinci yılda ise %12.7 (Konevi 98) ile %12.0 (Ayrancı)

arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden Konevi 98 (%13.2) ve Fırtına (%13.2) “a” grubunda; Baykara (%12.9), Hat 2 (%12.9) ve Tarm 92 (%12.8) “ab” grubunda yer alarak ön plana çıkmışlardır. Bülbül 89 (%12.8), Hat 1 (%12.8), Burakbey (%12.7), Hat 3 (%12.7), Karatay 94 (%12.7) ve Aydanhanım (%12.7) “bc” grubunda yer alarak genel ortalamanın üzerinde; Keykubad (%12.6), Hat 4 (%12.6), Zeynelağa (%12.6), Larende (%12.6) Hat 5 (%12.5), Hat 7 (%12.5), Hat 6 (%12.5) ve Ayrancı (%12.5) “bc” grubunda yer alarak genel ortalamanın altında performans göstermişlerdir. İnce 04 (%12.4) ise “c” grubunda yer alarak protein oranı sıralamasında son sırada yer almıştır (Çizelge 4.74).

Çizelge 4.75. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen protein oranı değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen protein oranı artışları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	-4.5	14.0	2.8
Ayrancı	-0.2	10.7	3.4
Baykara	0.5	11.9	1.6
Burakbey	-3.1	13.0	1.9
Bülbül 89	-2.6	11.9	5.5
Fırtına	-6.2	12.8	6.2
İnce 04	-1.8	11.7	1.6
Karatay 94	-1.8	12.5	6.5
Keykubad	-4.1	12.2	6.3
Konevi 98	-2.2	17.2	3.7
Larende	-6.0	9.1	2.6
Tarm 92	-4.1	12.7	2.9
Zeynelağa	-1.0	7.6	0.8
Hat 1	-5.3	14.1	5.3
Hat 2	-3.7	18.5	5.9
Hat 3	-1.9	15.4	3.0
Hat 4	-1.9	12.7	4.6
Hat 5	0.9	18.0	5.7
Hat 6	-0.4	13.4	4.6
Hat 7	-2.1	12.0	3.7
Ortalama	0.7	13.1	3.9

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık
- Performans azalışını göstermektedir

Arpada protein oranı değeri son ürün olarak kullanım amacını belirlemede önemli bir kriterdir. Özellikle malt sanayi için tane protein içeriğinin düşük olması arzu edilirken

yem sanayinde ise yüksek olması istenmektedir (Kizilgeçi ve ark., 2018). Protein oranı, arpanın kalitesini belirleyen en önemli unsurdur (Prystupa ve ark., 2021) ve çevre şartlarından oldukça fazla etkilenmektedir. Yüksek sıcaklık ve kuraklık stresi, nişasta ve protein oranında varyasyona sebep olarak arpa kalitesini önemli ölçüde değiştirebilir (Högy ve ark., 2013). Bu değişim, genel olarak kuraklık stresinin etkisiyle arpada protein oranının arttığı şeklinde rapor edilmiştir (Savin ve Nicolas, 1996; Rezaei ve ark., 2022). Wu ve ark. (2015), kuraklık stresinin etkisiyle arpada protein oranında meydana gelen artışın % 13.0 civarında olduğunu bildirmişlerdir.

Denemede yer alan genotiplerin protein oranları uygulamalarda gösterdikleri performanslara göre değerlendirilecek olursa Konevi 98, Fırtına, Baykara, Hat 2 ve Tarm 92 genotipleri gerek kuraklık uygulamalarında gerekse genel ortalama değerleri bakımından en fazla protein oranına sahip olan genotipler olmuşlardır. Fırtına ve Baykara çeşitlerinin tane verimi performanslarının yüksek olması yanında protein oranı yönünden de yüksek performans göstermeleri oldukça dikkat çekicidir.

4.5.2. Bin tane ağırlığı

Araştırmada birinci ve ikinci yıl elde edilen bin tane ağırlığı değerleri üzerinden yılların birleştirilmesi ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.76’da verilmiştir. Çizelge 4.76 incelendiğinde denemede kullanılan genotiplerin bin tane ağırlığı bakımından kuraklık uygulaması, genotipler ve genotip x yıl interaksyonu arasındaki farklılık $P<0.01$, yıl ve genotip x kuraklık uygulaması interaksyonu arasındaki farklılık ise $P<0.05$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması (%52.4) ve genotip (%22.1) bin tane ağırlığı üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuştur.

Bin tane ağırlığı genel ortalaması 42.0 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 41.6 g, ikinci yılda ise 42.4 g olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.77).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama bin tane ağırlığı değerleri 37.0 g (U2) ile 45.2 g (U4) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.25.).

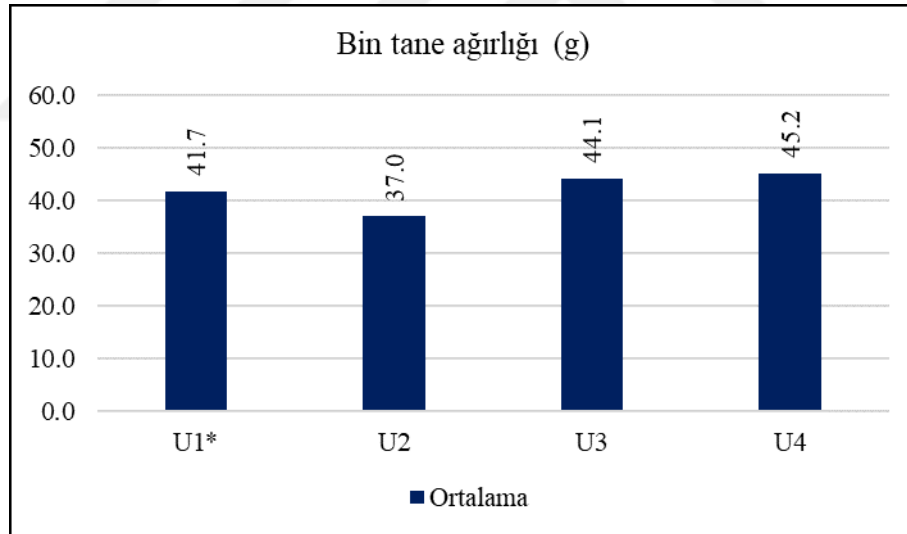
LSD testine göre, U4 uygulaması (45.2 g) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (44.1 g) “b”, U1 uygulaması (41.7 g) “c” ve U2 uygulaması (37.0 g) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.77). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin bin tane ağırlığı değerlerinde, kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın da

başaklanma başlangıcı - tane doldurma dönemi arasında geçen dönem kuraklık stresinde (U2) görüldüğü söylenebilir.

Çizelge 4.76. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bin tane ağırlığı değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	70.541	70.541	7.37*	0.8
Tekerrür [Yıl]	4	155.424	38.856	4.06*	1.7
Kuraklık Uygulaması (U)	3	4874.79	1624.93	169.96**	52.4
Y*U int.	3	46.1864	15.3955	1.61	0.5
Hata (1)	12	114.722	9.56017	2.96	1.2
Genotip (G)	19	2057.94	108.313	33.62**	22.1
G*Y int.	19	425.317	22.3851	6.94**	4.6
G*U int.	57	333.588	5.85241	1.81*	3.6
G*U*Y int.	57	251.783	4.41725	1.37	2.7
Hata (2)	304	979.3072	70.541		10.5
Genel	479	9309.6062			
* ($P<0.05$), ** ($P<0.01$) CV (%): 4.3 R ² : 0.83 Ort.: 42.0					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.25. Kuraklık uygulamalarında ortalama bin tane ağırlığı değerleri

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama bin tane ağırlığı değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.78’de verilmiştir.

Çizelge 4.77. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bin tane ağırlığı değerleri (g)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	41.9	38.9	44.5	45.0	42.6 f-j	2022	41.5	37.9	45.5	46.1	42.8 f-ı	2021-2022 Ort	41.7 p-x	38.4 z++	45.0 f-l	45.6 e-ı	42.7 bcd
Ayrancı		40.1	36.9	42.6	42.5	40.5 ı-p		41.1	35.1	42.3	43.2	40.4 m-p		40.6 v-z	36.0 z++	42.4 n-v	42.9 m-t	40.5 fg
Baykara		41.8	38.0	45.5	48.5	43.4 efg		46.1	42.8	47.9	51.0	47.0 a		43.9 h-o	40.4 w-z+	46.7 c-f	49.7 a	45.2 a
Burakbey		41.4	33.5	40.2	44.3	39.9 opq		38.9	34.3	41.4	43.5	39.5 pq		40.2 x-z+	33.9 z++	40.8 u-z	43.9 h-o	39.7 g
Bülbül 89		41.7	36.2	43.6	43.3	41.2 j-o		42.6	38.2	44.5	45.0	42.6 f-j		42.2 o-x	37.2 z++	44.1 h-o	44.1 h-o	41.9 cde
Fırtına		41.7	41.3	48.4	48.8	45.0 cd		46.3	41.6	48.8	50.0	46.7 ab		44.0 h-o	41.4 r-z	48.6 abc	49.4 ab	45.9 a
İnce 04		39.0	36.0	42.0	43.8	40.2 m-q		44.0	37.2	45.4	45.9	43.1 e-h		41.5 q-y	36.6 z++	43.7 ı-p	44.8 f-m	41.7 e
Karatay 94		38.6	37.4	45.0	44.9	41.5 ı-m		42.4	36.8	44.5	45.1	42.2 g-k		40.5 v-z	37.1 z++	44.7 f-m	45.0 f-l	41.8 de
Keykubad		40.0	38.0	43.9	46.0	42.0 h-l		45.5	37.8	46.4	47.6	44.3 de		42.8 m-u	37.9 z++	45.1 f-k	46.8 c-f	43.1 b
Konevi 98		37.1	31.5	40.1	40.4	37.3 r		37.1	32.9	38.9	40.3	37.3 r		37.1 z++	32.2 z++	39.5 y-z+	40.4 w-z+	37.3 h
Larende		40.0	38.2	43.0	44.3	41.4 ı-n		44.4	37.7	46.4	47.5	44.0 def		42.2 o-x	38.0 z++	44.7 g-m	45.9 d-h	42.7 bcd
Tarm 92		39.1	37.1	46.2	46.8	42.3 g-k		42.4	35.9	46.8	48.7	43.5 efg		40.8 u-z	36.5 z++	46.5 d-g	47.7 a-d	42.9 bc
Zeynelağa		40.9	34.4	41.5	42.0	39.7 pq		43.6	38.6	44.5	44.5	42.8 f-ı		42.2 o-w	36.5 z++	43.0 ı-s	43.3 k-r	41.2 ef
Hat 1		40.3	38.4	41.3	45.9	41.5 ı-m		46.7	38.2	47.4	49.3	45.4 bcd		43.5 j-q	38.3 z++	44.3 h-n	47.6 b-e	43.4 b
Hat 2		42.6	36.6	42.7	43.8	41.4 ı-m		39.0	32.3	42.1	42.4	38.9 q		40.8 t-z	34.5 z++	42.4 n-w	43.1 ı-s	40.2 g
Hat 3		41.7	36.0	45.9	47.0	42.6 f-ı		40.8	37.0	41.6	44.1	40.9 k-p		41.3 r-z	36.5 z++	43.8 ı-p	45.5 f-j	41.8 de
Hat 4		44.4	39.5	50.4	50.0	46.1 abc		47.1	39.3	48.2	48.9	45.9 abc		45.7 d-ı	39.4 z+	49.3 ab	49.4 ab	46.0 a
Hat 5		40.6	37.1	42.0	42.4	40.5 m-p		41.0	34.8	41.7	42.3	40.0 n-q		40.8 u-z	35.9 z++	41.8 p-x	42.4 n-w	40.2 fg
Hat 6		42.1	34.6	47.1	48.1	43.0 e-h		40.1	34.9	42.4	43.1	40.1 m-q		41.1 s-z	34.7 z++	44.8 f-m	45.6 e-ı	41.6 e
Hat 7		40.8	38.6	40.7	41.0	40.3 m-q		40.8	36.7	41.6	42.7	40.4 m-p		40.8 u-z	37.7 z++	41.1 s-z	41.9 p-x	40.4 fg
Ortalama		40.8	36.9	43.8	44.9	41.6 b		42.6	37.0	44.4	45.6	42.4 a		41.7 c	37.0 d	44.1 b	45.2 a	42.0

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 0.61

LSD (0.05) U: 0.87

LSD (0.05) Y*U int.: öd

LSD (0.05) G: 1.02

LSD (0.05) G*Y int.: 1.44

LSD (0.05) G*U int.: 2.04

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

Çizelge 4.78 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %18.3 bin tane ağırlığı kaybı ile U2 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %7.8 ile U1 ve %2.5 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Nitekim Wu ve ark. (2015), kuraklık stresinin etkisi ile genotiplerin bin tane ağırlıklarında ortalama %22 azalma meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Yine benzer çalışmalarda kuraklık stresi altındaki arpa genotiplerinin bin tane ağırlıklarında Hellal ve ark. (2019), ortalama %17.6 oranında, Saed-Moucheshi ve ark. (2022) ortalama %16.2 oranında azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.78. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen bin tane ağırlığı değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	8.4	15.8	1.3
Ayrancı	5.3	16.0	1.0
Baykara	11.6	18.8	6.0
Burakbey	8.6	22.9	7.2
Bülbül 89	4.4	15.7	0.2
Fırtına	10.9	16.1	1.6
İnce 04	7.4	18.3	2.6
Karatay 94	10.0	17.6	0.6
Keykubad	8.5	19.0	3.5
Konevi 98	8.1	20.2	2.2
Larende	8.1	17.2	2.6
Tarm 92	14.6	23.5	2.5
Zeynelağa	2.4	15.7	0.6
Hat 1	8.6	19.6	6.9
Hat 2	5.2	20.0	1.6
Hat 3	9.4	19.8	3.8
Hat 4	7.5	20.3	0.3
Hat 5	3.7	15.2	1.2
Hat 6	9.9	23.8	1.9
Hat 7	2.6	10.1	1.7
Ortalama	7.8	18.3	2.5

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama bin tane ağırlığı değerleri 37.3 g (Konevi 98) ile 46.0 g (Hat 4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 37.3 g (Konevi 98) ile 46.0 g (Hat 4), ikinci yılda ise 37.3 g (Konevi 98) ile 47.0 g (Baykara) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.77). LSD testine göre iki yıllık

ortalamlar üzerinden değerlendirildiğinde Hat 4 (46.0 g), Fırtına (45.9 g) ve Baykara (45.2 g) “a” grubunda yer alırken, Hat 1 (43.4 g) ve Keykubad (43.1 g) “b” grubunda yer alarak ön plana çıkan genotipler olmuştur. Tarm 92 (42.9 g) “bc”, Larenden (42.7 g) ve Aydanhanım (42.7 g) “bcd” grubunda yer alarak genel ortalama üzerinde; Bülbül 89 (41.9 g) “cd”, Karatay 94 (41.8 g) ve Hat 3 (41.8 g) “de”, İnce 04 (41.7 g) ve Hat 6 (41.6 g) “e”, Zeynelağa (41.2 g) “ef”, Ayrancı (40.5 g), Hat 7 (40.4 g) ve Hat 5 (40.2 g) “fg” grubunda yer alarak genel ortalamanın altında performans göstermişlerdir. Hat 2 (40.2 g) ve Burakbey (39.7 g) “g” grubunda, Konevi 98 (37.3 g) ise “ı” grupları ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.77).

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamlar üzerinden değerlendirildiğinde, genotiplerden ortalama 41.7 g bin tane ağırlığı elde edilmiştir. Hat 4 genotipi 45.7 g ile en yüksek bin tane ağırlığına sahip olurken bunu Fırtına (44.0 g), Baykara (43.9 g) ve Hat 1 (43.5 g) genotipleri takip etmiştir. Keykubad (42.8 g), Zeynelağa (42.2 g), Larenden (42.2 g), Bülbül 89 (42.2 g) ve Aydanhanım (41.7 g) genotipleri ortalamanın üzerinde bin tane ağırlığına sahip olurken; İnce 04 (41.5 g), Hat 3 (41.3 g), Hat 6 (41.1 g), Hat 2 (40.8 g), Hat 5 (40.8 g), Hat 7 (40.8 g) ve Tarm 92 (40.8 g) genotipleri ortalamanın altında bin tane ağırlığına sahip olmuşlardır. Ayrancı (40.6 g), Karatay 94 (40.5 g), Burakbey (40.2 g) ve Konevi 98 (37.1 g) genotipleri ise düşük bin tane ağırlığına sahip olmuşlardır (Çizelge 4.77). Bu uygulamada yer alan genotiplerin ortalama bin tane ağırlığı kayıpları %7.8 olarak gerçekleşmiştir. Bu uygulamadaki en az kayıp %2.4 ile Zeynelağa çeşidinden elde edilirken, en fazla kayıp %14.6 ile Tarm 92 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.78).

U2 uygulamasında ortalama bin tane ağırlığı 37.0 g olarak gerçekleşmiştir. Fırtına çeşidi 41.4 g ile bu uygulamada en yüksek bin tane ağırlığı değerine sahip olurken bunu Baykara (40.4 g), Hat 4 (39.4 g), Aydanhanım (38.4 g) ve Hat 1 (38.3 g) genotipleri takip etmiştir. Larenden (38.0 g), Keykubad (37.9 g), Hat 7 (37.7 g), Bülbül 89 (37.2 g) ve Karatay 94 (37.1 g) genotipleri ortalamanın üzerinde bin tane ağırlığına sahip olurken; İnce 04 (36.6 g), Tarm 92 (36.5 g), Hat 3 (36.5 g), Zeynelağa (36.5 g), Ayrancı (36.0 g) ve Hat 5 (35.9 g) genotipleri ortalamanın altında bin tane ağırlığına sahip olmuşlardır. Hat 6 (34.7 g), Hat 2 (34.5 g), Burakbey (33.9 g) ve Konevi 98 (32.2 g) genotipleri ise düşük bin tane ağırlığına sahip olmuşlardır (Çizelge 4.77). Bu uygulamada ortalama bin tane ağırlığı kaybı %18.3 olarak gerçekleşmiştir. Uygulamada yer alan genotipler içerisinde en az kayıp %10.1 ile Hat 7 genotipinden elde edilirken, en fazla kayıp %23.8 ile Hat 6 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.78). U2 uygulamasında bin tane ağırlığı

değerlerinin diğer uygulamalara göre daha düşük gerçekleşmesi, bu uygulamada başaklanma döneminden itibaren oluşturulan kuraklık stresinin etkisi ile genotiplerin tane doldurma süreçlerini tamamlayamadan olgunlaşması olarak açıklanabilir. Arpada tane doldurma döneminde meydana gelen kuraklık stresinin bin tane ağırlığında önemli ölçüde azalmaya neden olduğunu bildiren çalışmalar (Sánchez-Díaz ve ark., 2002; Abdel-Ghani ve Al-Majali, 2013; Istanbuli ve ark., 2020) bu çalışma ile uyumluluk göstermektedir.

U3 uygulamasında genotiplerden ortalama 44.1 g bin tane ağırlığı elde edilmiştir. Hat 4 genotipi 49.3 g ile en yüksek bin tane ağırlığına sahip olurken, bunu Fırtına (48.6 g), Baykara (46.7 g), Tarm 92 (46.5 g) ve Keykubad (45.1 g) genotipleri takip etmiştir. Aydanhanım (45.0 g), Hat 6 (44.8 g), Karatay 94 (44.7 g), Larende (44.7 g) Hat 1 (44.3 g) ve Bülbül 89 (44.1 g) genotipleri ortalamanın üzerinde bin tane ağırlığına sahip olurken; Hat 3 (43.8 g), İnce 04 (43.7 g), Zeynelağa (43.0 g), Ayrancı (42.4 g) Hat 2 (42.4 g), ve Hat 5 (41.8 g) genotipleri ortalamanın altında bin tane ağırlığına sahip olmuşlardır. Hat 7 (41.1 g), Burakbey (40.8 g) ve Konevi 98 (39.5 g) genotipleri ise düşük bin tane ağırlığına sahip olarak son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.77). Bu uygulamada genotiplerin ortalama bin tane ağırlığı kayıpları %2.5 olarak gerçekleşmiştir. Bu kayıplar genotipler arasında %0.2 (Bülbül 89) ile %7.2 (Burakbey) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.78).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Hat 7, Zeynelağa, Hat 5, Bülbül 89 ve Ayrancı genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük bin tane ağırlığı kaybı göstermeleri nedeniyle kuraklık stresine toleranslı oldukları değerlendirilebilir. Hat 4, Fırtına, Baykara, Hat 1 ve Keykubad genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek bin tane ağırlığı performansları ile ön plana çıktıkları belirlenmiştir. Kuraklık uygulamalarından elde edilen bin tane ağırlığı değerlerinde kuraklık uygulanmayan U4 uygulamasına göre düşüşler meydana gelmiştir. Bu da daha önce yapılan ve kuraklık stresinin etkisiyle arpa genotiplerinin bin tane ağırlıklarında düşüşler meydana geldiğini bildiren çalışmalar ile benzerlik göstermektedir (Ceccarelli ve Grando, 1991; Subhani ve Chowdhry, 2000; Reynolds ve ark., 2009; Samarah ve ark., 2009; Vaezi ve ark., 2010; Rollins ve ark., 2013; Paknejad ve ark., 2017; Gyawali, 2021; Karami ve ark., 2021).

U4 uygulamasında genotiplerin ortalama bin tane ağırlığı 45.2 g olarak gerçekleşmiştir. Baykara çeşidi 49.7 g ile bu uygulamada en yüksek bin tane ağırlığına sahip olurken, bunu Hat 4 (49.4 g), Fırtına (49.4 g), Tarm 92 (47.7 g) ve Hat 1 (47.6 g) genotipleri takip etmiştir. Keykubad (46.8 g), Larende (45.9 g), Hat 6 (45.6 g)

Aydanhanım (45.6 g) ve Hat 3 (45.5 g) genotipleri ortalamanın üzerinde bin tane ağırlığına sahip olurken; Karatay 94 (45.0 g), İnce 04 (44.8 g), Bülbül 89 (44.1 g), Burakbey (43.9), Zeynelağa (43.3 g), Hat 2 (43.1 g) ve Ayrancı (42.9 g) genotipleri ortalamanın altında bin tane ağırlığına sahip olmuşlardır. Hat 5 (42.4 g), Hat 7 (41.9 g) ve Konevi 98 (40.4 g) genotipleri ise düşük bin tane ağırlığı değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.77).

4.5.3. Hektolitre ağırlığı

Araştırmada birinci ve ikinci yıl elde edilen hektolitre ağırlığı değerleri üzerinden yılların birleştirilmesi ile yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.79’da verilmiştir. Çizelge 4.79 incelendiğinde denemede kullanılan genotiplerin hektolitre ağırlığı bakımından yıl, kuraklık uygulaması, genotipler ve yıl x genotip interaksyonu arasındaki farklılık $P<0.01$, kuraklık uygulaması x yıl interaksyonu arasındaki farklılık ise $P<0.05$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması (%50.9) ve genotip (%22.8) hektolitre ağırlığı üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuştur (Çizelge 4.79).

Çizelge 4.79. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen hektolitre ağırlığı değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	156.63	156.63	40.65**	2.8
Tekerrür [Yıl]	4	22.63	5.66	1.47	0.4
Kuraklık Uygulaması (U)	3	2834.77	944.92	245.21**	50.9
Y*U int.	3	44.95	14.98	3.89*	0.8
Hata (1)	12	46.24	3.85	1.59	0.8
Genotip (G)	19	1271.18	66.90	27.56**	22.8
G*Y int.	19	198.35	10.44	4.30**	3.6
G*U int.	57	115.36	2.02	0.83	2.1
G*U*Y int.	57	137.04	2.40	0.99	2.5
Hata (2)	304	737.93	2.43		13.3
Genel	479	5565.08			
* ($P<0.05$), ** ($P<0.01$) CV (%): 2.6 R ² : 0.79 Ort.: 64.0					

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Hektolitre ağırlığı genel ortalaması 60.4 kg/hl olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 59.9 kg/hl, ikinci yılda 61.0 kg/hl olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.80).

Çizelge 4.80. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen hektolitre ağırlığı değerleri (kg/hl)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	59.8	58.8	61.7	65.0	61.3 d-j	2022	63.1	57.6	63.5	64.4	62.1 c-g	2021-2022 Ort	61.4	58.2	62.6	64.7	61.7 bc
Ayrancı		56.0	51.5	57.9	58.3	55.9 s		59.3	52.2	58.7	59.6	57.4 qr		57.6	51.8	58.3	58.9	56.7 j
Baykara		60.4	56.2	61.2	65.4	60.8 h-k		64.0	60.7	65.9	66.2	64.2 a		62.2	58.5	63.6	65.8	62.5 ab
Burakbey		58.4	53.5	60.2	63.1	58.8 op		59.0	54.9	59.7	60.2	58.5 pq		58.7	54.2	60.0	61.7	58.6 h
Bülbül 89		60.0	55.2	61.2	61.8	59.5 l-p		60.2	57.7	61.6	61.6	60.3 j-m		60.1	56.5	61.4	61.7	59.9 fg
Fırtına		61.4	60.6	62.6	64.7	62.3 cde		63.5	59.7	66.0	66.4	63.9 ab		62.4	60.1	64.3	65.5	63.1 a
İnce 04		59.8	57.0	61.7	63.8	60.6 r-m		60.5	58.0	63.8	64.5	61.7 c-i		60.2	57.5	62.8	64.1	61.1 cd
Karatay 94		60.2	56.0	62.4	64.7	60.8 h-k		60.9	57.4	62.2	63.2	60.9 g-k		60.5	56.7	62.3	63.9	60.9 cd
Keykubad		56.9	53.8	58.1	59.1	57.0 rs		59.1	54.5	59.5	60.5	58.4 pq		58.0	54.1	58.8	59.8	57.7 i
Konevi 98		61.8	56.5	63.7	65.5	61.9 c-h		63.2	58.1	64.6	64.0	62.5 cd		62.5	57.3	64.2	64.8	62.2 b
Larende		57.2	53.6	58.4	59.0	57.1 rs		59.3	54.8	59.3	60.9	58.6 pq		58.2	54.2	58.8	60.0	57.8 hi
Tarm 92		60.0	54.9	61.8	64.0	60.2 j-m		61.9	57.3	62.0	62.9	61.0 f-k		60.9	56.1	61.9	63.5	60.6 d-g
Zeynelağa		58.4	54.8	60.2	60.9	58.6 pq		62.2	61.3	63.2	64.4	62.8 bc		60.3	58.1	61.7	62.6	60.7 def
Hat 1		57.3	56.8	59.2	62.3	58.9 nop		60.9	57.6	65.1	65.2	62.2 c-f		59.1	57.2	62.1	63.7	60.5 d-g
Hat 2		60.5	55.8	61.3	62.8	60.1 j-n		60.8	54.4	61.1	61.5	59.4 m-p		60.6	55.1	61.2	62.2	59.8 g
Hat 3		60.4	55.2	62.3	63.8	60.4 j-m		59.4	56.5	60.9	61.3	59.6 l-p		59.9	55.9	61.6	62.5	60.0 efg
Hat 4		60.1	57.9	62.0	65.0	61.3 d-j		62.5	58.0	63.9	64.1	62.1 c-g		61.3	58.0	63.0	64.5	61.7 bc
Hat 5		61.1	57.4	63.0	63.2	61.2 e-k		61.9	58.1	64.2	64.7	62.2 c-f		61.5	57.8	63.6	63.9	61.7 bc
Hat 6		60.0	56.1	61.8	65.2	60.8 h-l		60.2	57.1	62.5	62.5	60.6 r-m		60.1	56.6	62.2	63.8	60.7 def
Hat 7		59.7	56.7	61.5	62.0	60.0 k-o		62.1	58.6	62.5	63.8	61.7 c-i		60.9	57.6	62.0	62.9	60.9 cde
Ortalama		59.5 c	55.9 e	61.1 b	63.0 a	59.9 b		61.2 b	57.2 d	62.5 a	63.1 a	61.0 a		60.3 c	56.6 d	61.8 b	63.0 a	60.4

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur.

LSD (0.05) Y: 0.39

LSD (0.05) U: 0.55

LSD (0.05) Y*U int.: 0.78

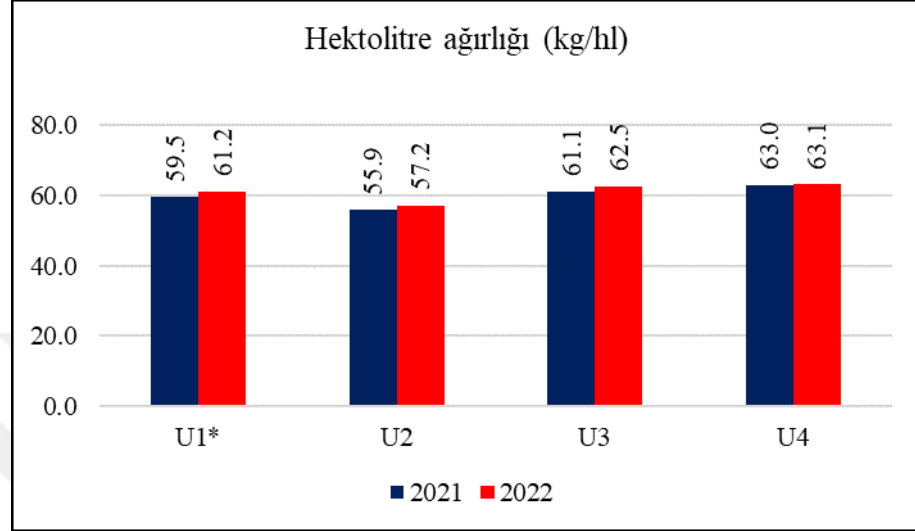
LSD (0.05) G: 0.89

LSD (0.05) G*Y int: 1.25

LSD (0.05) G*U int.: öd

LSD (0.05) G*U*Y int.: öd

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama hektolitre ağırlığı değerleri 56.6 kg/hl (U2) ile 63.0 kg/hl (U4) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler birinci yılda 55.9 kg/hl (U2) ile 63.0 kg/hl (U4) arasında değişirken, ikinci yılda 57.2 kg/hl (U2) ile 63.1 kg/hl (U4) arasında gerçekleşmiştir (Şekil 4.26).



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.26. Kuraklık uygulamalarında ortalama hektolitre ağırlığı değerleri

LSD testine göre, U4 uygulaması (63.0 kg/hl) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (61.8 kg/hl) “b”, U1 uygulaması (60.3 kg/hl) “c” ve U2 uygulaması (56.6 kg/hl) “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.80). Araştırmada elde edilen bulgulara göre, arpa genotiplerinin hektolitre ağırlığı değerlerinde, en fazla kayıp başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı arasında geçen kuraklık stresinde (U2) görüldüğü ifade edilebilir. Arpada farklı zamanlarda ve çevrelerde yapılan çalışmalarda hektolitre ağırlıkları 54.4 ile 73.4 kg/hl arasında değişim göstermiştir (Aktaş, 2017; Aydoğan ve ark., 2017; Kizilgeçi ve ark., 2018; Gordon ve ark., 2020). Bu çalışmada elde edilen sonuçlarla literatürde bildirilen sonuçlar genel olarak benzerlik göstermektedir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama hektolitre ağırlığı değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.81’de verilmiştir.

Çizelge 4.81 incelendiğinde, kuraklığa en yüksek tepki %10.3 hektolitre ağırlığı kaybı ile U2 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla %4.3 ile U1 ve %1.9 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular daha önce yapılan çalışmalar ile desteklenmektedir. Nitekim Aktaş (2017), kuraklık stresinin etkisi ile arpa

genotiplerinin hektolitre ağırlıklarında ortalama %8.8 kayıp meydana geldiğini rapor etmişlerdir. Yine benzer çalışmalarda kuraklık stresi altındaki arpa genotiplerinin hektolitre ağırlıklarında azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Khalili ve ark., 2016; Gordon ve ark., 2020).

Çizelge 4.81. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen hektolitre ağırlığı değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	5.1	10.1	3.3
Ayrancı	2.2	12.1	1.1
Baykara	5.5	11.1	3.4
Burakbey	4.8	12.1	2.7
Bülbül 89	2.7	8.5	0.5
Fırtına	4.7	8.2	1.9
İnce 04	6.2	10.4	2.2
Karatay 94	5.3	11.3	2.5
Keykubad	3.0	9.5	1.7
Konevi 98	3.5	11.5	1.0
Larende	2.9	9.6	1.9
Tarm 92	4.0	11.6	2.5
Zeynelağa	3.8	7.3	1.5
Hat 1	7.3	10.3	2.5
Hat 2	2.4	11.4	1.5
Hat 3	4.2	10.7	1.5
Hat 4	5.0	10.2	2.5
Hat 5	3.8	9.6	0.5
Hat 6	5.9	11.3	2.6
Hat 7	3.3	8.4	1.4
Ortalama	4.3	10.3	1.9

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama hektolitre ağırlığı değerleri 56.7 kg/hl (Ayrancı) ile 63.1 kg/hl (Fırtına) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 55.9 kg/hl (Ayrancı) ile 62.3 kg/hl (Fırtına), ikinci yılda ise 57.4 kg/hl (Ayrancı) ile 64.2 kg/hl (Baykara) arasında değişim göstermiştir. LSD testine göre, iki yıllık ortalamalar üzerinden Fırtına (63.1 kg/hl) “a”, Baykara (62.5 kg/hl) “ab”, Konevi 98 (62.2 kg/hl) “b”, Aydanhanım (61.7 kg/hl), Hat 5 (61.7 kg/hl) ve Hat 4 (61.7 kg/hl) “bc” grubunda yer alarak ön plana çıkmışlardır. İnce 04 (61.1 kg/hl) ve Karatay 94 (60.9 kg/hl) “cd”, Hat 7 (60.9 kg/hl) “cde”, Zeynelağa (60.7 kg/hl) ve Hat 6 (60.7 kg/hl) “def”,

Tarm 92 (60.6 g) ve Hat 1 (60.5 kg/hl) “d-g” grubunda yer alarak genel ortalama üzerinde; Hat 3 (60.0 kg/hl) “efg”, Bülbül 89 (59.9 kg/hl) “fg”, Hat 2 (59.8 kg/hl) “g” ve Burakbey (58.6 kg/hl) “h” grubunda yer alarak genel ortalamanın altında performans göstermişlerdir. Larende (57.8 kg/hl) “hı”, Keykubad (57.7 kg/hl) “ı” ve Ayrancı (56.7 kg/hl) “j” grubu ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.80).

Denemede yer alan genotipler hektolitre ağırlıkları yönüyle uygulamalarda gösterdikleri performanslara göre değerlendirilecek olursa Fırtına, Baykara, Konevi 98, Aydanhanım, Hat 5 ve Hat 4 genotipleri hem kuraklık uygulamalarında hem de genel ortalama değerleri üzerinden en fazla hektolitre ağırlığına sahip olan genotipler olmuşlardır. Bülbül 89, Zeynelağa, Hat 7, Hat 5 ve Keykubad ise düşük hektolitre ağırlığı kaybı gösteren genotipler olmuşlardır. Arpada hektolitre ağırlığı genel olarak tane verimi ve bin tane ağırlığı özellikleri ile pozitif korelasyon göstermektedir. Hektolitre ağırlığı yüksek olan genotiplerin tane verimi ve bin tane ağırlıklarının da yüksek olması bu bilgileri deskler nitelikte olması bakımından önemlidir. Arpada fiziksel kalite özelliklerinden biri olan hektolitre ağırlığı ürünün yoğunluğunun bir ifadesidir (Şahin ve ark., 2004). Bu özellik daha çok maltlık arpa yetiştiriciliğinde önemlidir. Denemede yer alan kuraklık uygulamalarında hektolitre ağırlığı kaybı bakımından toleranslı bulunan genotipler, fiziksel kalite ıslahında genetik kaynak olarak değerlendirilebilir.

4.5.4. Elek analizi

Elek üstü (>2.5 mm)

20 arpa genotipi kullanılarak farklı dönem kuraklık uygulamalarında iki yetiştirme sezonunda yürütülen denemede birinci ve ikinci yıl elde edilen verilerin birleştirilmesi ile analiz yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda denemede kullanılan genotiplerin elek üstü değerleri bakımından kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile genotip x yıl, genotip x kuraklık uygulaması ve genotip x kuraklık uygulaması x yıl interaksyonları arasındaki farklılık $P<0.01$, yıllar arasındaki farklılık ise $P<0.05$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması %57.6 ile elek üstü değeri üzerine en fazla etki eden unsur olmuştur. Diğer taraftan genotip etkisinin payı %18.5 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.82).

Çizelge 4.82. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen elek üstü değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	649.35	649.35	6.77*	0.3
Tekerrür [Yıl]	4	1517.98	379.50	3.95	0.8
Kuraklık Uygulaması (U)	3	116373.00	38791.00	404.19**	57.6
Y*U int.	3	101.74	33.91	0.35	0.1
Hata (1)	12	1151.67	95.97	2.05	0.6
Genotip (G)	19	37317.80	1964.09	41.86**	18.5
G*Y int.	19	16670.60	877.40	18.70**	8.3
G*U int.	57	6918.34	121.37	2.59**	3.4
G*U*Y int.	57	7081.99	124.25	2.65**	3.5
Hata (2)	304	14264.19	46.92		7.1
Genel	479	202046.65			
** (P<0.01)	CV (%): 12.7	R ² : 0.89	Ort.: 54.1		

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Elek üstü genel ortalaması %54.1 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda %52.9, ikinci yılda ise %55.3 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.83).

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama elek üstü değerleri %28.4 (U2) ile %68.1 (U1) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.27.). Daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen elek üstü değerleriyle bu çalışmada belirlenen sonuçlar benzerlik göstermektedir. Nitekim Aydoğan ve ark. (2013), yaptıkları çalışmalarda arpa genotiplerinin elek üstü değerlerinin %44.9 ile %57.1 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yine Aydoğan ve ark. (2017), başka bir çalışmada arpa genotiplerinden %10.7 ile %92.2 arasında değişen oranlarda elek üstü değerleri elde etmişlerdir. Yüksel ve İkincikarakaya (2020), arpa genotiplerinin elek üstü değerlerini ortalama %54.2 olarak belirlemişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile genel olarak benzerlik göstermekle birlikte, farklılıkların denemelerde kullanılan genotiplerin, denemelerin kurulduğu çevrelerin ve uygulamaların farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

LSD testine göre, U1 uygulaması (%68.1) “a” grubunda yer alırken, U4 uygulaması (%64.6) “b”, U3 uygulaması (%55.3) “c”, U2 uygulaması (%28.4) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.83). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin elek üstü değerlerinde kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede kayıplar meydana geldiği; en fazla kaybın başaklanma başlangıcı ile tane doldurma dönemi arasında geçen kuraklık uygulamasında (U2) görüldüğü ifade edilebilir.

Çizelge 4.83. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen elek üstü değerleri (%)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	70.2 h-v	56.0 z++	54.5 z++	65.3 n-z+	61.5 cde	2022	92.0 ab	56.6 z+	77.9 d-m	91.7 ab	79.6 a	2021-2022 Ort	81.1 a	56.3 p-x	66.2 h-m	78.5 abc	70.6 a
Ayrancı		59.7 u-z+	15.5 z++	55.2 z++	64.2 o-z+	48.7 kl		38.4 z++	10.4 z++	25.3 z++	30.1 z++	26.0 n		49.0 w-z+	13.0 z++	40.2 z++	47.2 y-z+	37.4 j
Baykara		69.2 j-x	27.2 z++	54.9 z++	66.0 n-z+	54.3 f-j		92.4 a	58.6 x-z+	62.9 q-z+	84.9 a-e	74.7 a		80.8 ab	42.9 z++	58.9 m-u	75.4 a-e	64.5 bc
Burakbey		62.4 r-z+	21.1 z++	50.5 z++	57.6 y-z+	47.9 kl		72.9 f-r	22.1 z++	41.9 z++	67.7 l-y	51.1 g-l		67.6 f-k	21.6 z++	46.2 z+	62.6 j-q	49.5 fgh
Bülbül 89		67.5 m-z	15.1 z++	50.1 z++	61.1 s-z+	48.4 kl		62.7 q-z+	24.5 z++	47.9 z++	53.5 z++	47.2 kl		65.1 t-n	19.8 z++	49.0 w-z+	57.3 n-v	47.8 gh
Fırtına		63.6 p-z+	53.1 z++	52.8 z++	61.9 r-z+	57.8 def		90.0 abc	60.2 s-z+	78.7 d-l	88.7 a-d	79.4 a		76.8 a-d	56.6 o-w	65.7 h-m	75.3 a-f	68.6 a
İnce 04		71.0 g-s	25.9 z++	55.7 z++	68.8 j-x	55.4 f-ı		78.8 d-k	40.1 z++	70.7 h-t	81.7 a-g	67.8 b		74.9 a-f	33.0 z++	63.2 j-p	75.3 a-f	61.6 cd
Karatay 94		70.5 h-u	16.4 z++	56.3 z++	65.8 n-z+	52.3 g-l		68.2 k-y	28.7 z++	47.4 z++	64.7 o-z+	52.3 g-l		69.4 d-j	22.6 z++	51.9 t-z	65.3 t-m	52.3 ef
Keykubad		66.4 n-z+	19.1 z++	59.7 t-z+	61.1 s-z+	51.6 g-l		51.6 z++	13.7 z++	45.9 z++	47.8 z++	39.8 m		59.0 m-u	16.4 z++	52.8 s-z	54.5 r-y	45.7 h
Konevi 98		65.4 n-z+	11.0 z++	58.6 x-z+	64.3 o-z+	49.8 jkl		53.2 z++	13.0 z++	38.6 z++	53.5 z++	39.6 m		59.3 l-t	12.0 z++	48.6 x-z+	58.9 m-u	44.7 ı
Larende		66.3 n-z+	17.4 z++	50.8 z++	59.9 t-z+	48.6 kl		63.8 p-z+	14.0 z++	37.0 z++	45.9 z++	40.2 m		65.1 t-n	15.7 z++	43.9 z++	52.9 s-z	44.4 ı
Tarm 92		66.7 n-z+	16.0 z++	60.3 s-z+	65.4 n-z+	52.1 g-l		66.7 n-z+	20.3 z++	46.2 z++	59.2 w-z+	48.1 kl		66.7 h-m	18.1 z++	53.3 s-z	62.3 j-q	50.1 fg
Zeynelağa		64.2 o-z+	41.5 z++	54.9 z++	65.5 n-z+	56.5 efg		85.2 a-e	61.2 s-z+	80.7 c-ı	81.1 b-h	77.0 a		74.7 a-g	51.3 u-z+	67.8 e-k	73.3 b-h	66.8 ab
Hat 1		63.9 p-z+	42.3 z++	52.6 z++	64.7 o-z+	55.9 fgh		75.9 e-n	27.4 z++	75.0 e-o	74.3 e-p	63.1 bcd		69.9 d-j	34.8 z++	63.8 j-p	69.5 d-j	59.5 d
Hat 2		63.7 p-z+	21.9 z++	54.3 z++	61.8 s-z+	50.4 h-l		68.1 k-y	18.8 z++	47.7 z++	65.6 n-z+	50.0 t-l		65.9 h-m	20.4 z++	51.0 v-z+	63.7 j-p	50.2 fg
Hat 3		69.8 t-w	16.2 z++	58.5 x-z+	66.2 n-z+	52.7 f-k		58.4 x-z+	24.2 z++	51.8 z++	54.0 z++	47.1 l		64.1 t-o	20.2 z++	55.1 q-x	60.1 k-s	49.9 fg
Hat 4		69.8 t-w	38.5 z++	52.1 z++	63.8 p-z+	56.0 efg		82.8 a-f	29.8 z++	73.4 f-q	79.3 c-j	66.3 bc		76.3 a-d	34.2 z++	62.8 j-q	71.5 c-ı	61.2 cd
Hat 5		66.2 n-z+	22.3 z++	49.2 z++	60.3 s-z+	49.5 jkl		64.6 o-z+	20.7 z++	61.0 s-z+	62.9 q-z+	52.3 g-l		65.4 t-m	21.5 z++	55.1 q-x	61.6 k-r	50.9 fg
Hat 6		65.3 n-z+	34.0 z++	54.2 z++	63.7 p-z+	54.3 f-j		63.2 q-z+	18.9 z++	47.9 z++	59.4 v-z+	47.4 kl		64.3 t-o	26.5 z++	51.0 v-z+	61.5 k-r	50.8 fg
Hat 7		67.5 m-z	25.5 z++	58.8 x-z+	67.9 k-y	54.9 f-j		66.6 n-z+	35.6 z++	60.1 s-z+	61.8 s-z+	56.0 fg		67.0 g-l	30.5 z++	59.4 l-t	64.9 t-n	55.5 e
Ortalama		66.5	26.8	54.7	63.8	52.9 b		69.8	29.9	55.9	65.4	55.3 a		68.1 a	28.4 d	55.3 c	64.6 b	54.1

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 1.95

LSD (0.05) U: 2.76

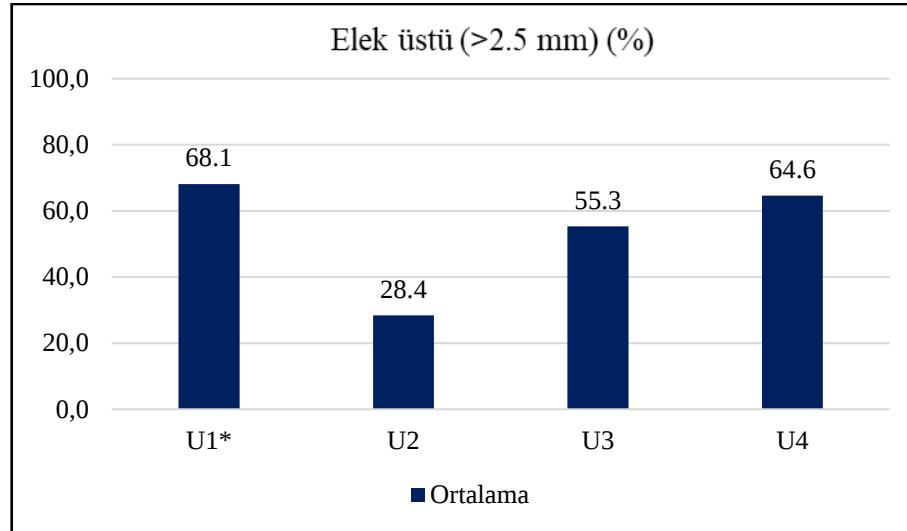
LSD (0.05) Y*U int.: öđ

LSD (0.05) G: 3.89

LSD (0.05) G*Y int: 5.50

LSD (0.05) G*U int.: 7.78

LSD (0.05) G*U*Y int.: 11.01



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.27. Kuraklık uygulamalarında ortalama elek üstü değerleri (%)

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama elek üstü değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar Çizelge 4.82’de verilmiştir.

Çizelge 4.82 incelendiğinde, U2 (%57.7) ve U3 (%14.3) uygulamalarında elek üstü değerlerinde azalma olurken U1 (%6.1) uygulamasında artış olarak gerçekleşmiştir. Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığında (U2) elek üstü oranlarının çok düşük olması, bu dönemde meydana gelen kuraklığın etkisi ile nispeten cılız tanelerin oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim bu uygulamadan elde edilen bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı özelliklerinin de düşük olduğu belirlenmiştir. Arpada yüksek elek üstü değeri ile bin tane ağırlığı arasında pozitif ve önemli korelasyon olduğu bildirilmiştir (Williams ve ark., 1988).

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama elek üstü değerleri %37.4 (Ayrancı) ile %70.6 (Aydanhanım) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda %47.9 (Burakbey) ile %61.5 (Aydanhanım), ikinci yılda ise %26.0 (Ayrancı) ile %79.6 (Aydanhanım) arasında değişim göstermiştir. LSD testinde, iki yıllık ortalamalar üzerinden genotiplerin elek üstü değerlerine göre, Aydanhanım (%70.6) ve Fırtına (%68.6) “a” grubunda yer alırken, Zeynelağa (%66.8) “ab”, Baykara (%64.5) “bc”, İnce 04 (%61.6) ve Hat 4 (%61.2) “cd”, Hat 1 (%59.5) “d”, Hat 7 (%55.5) “e”, Karatay 94 (%52.3) “ef”, Hat 5 (%50.9), Hat 6 (%50.8), Hat 2 (%50.2), Tarm 92 (%50.1) ve Hat 3 (%49.9) “fg”, Burakbey (%49.5) “fgh”, Bülbül 89 (%47.8) “ghi”, Keykubad (%45.7)

“hı”, Konevi 98 (%44.7) ve Larende (%44.4) “ı”, Ayrancı (%37.4) ise “j” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.83).

Çizelge 4.84. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen elek üstü değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	+3.3	28.3	15.6
Ayrancı	+4.0	72.5	14.6
Baykara	+7.1	43.2	21.9
Burakbey	+8.0	65.5	26.3
Bülbül 89	+13.5	65.4	14.5
Fırtına	+2.0	24.8	12.7
İnce 04	0.4	56.1	16.0
Karatay 94	+6.3	65.4	20.5
Keykubad	+8.3	69.9	3.0
Konevi 98	+0.7	79.6	17.5
Larende	+23.0	70.3	16.9
Tarm 92	+6.9	70.9	14.6
Zeynelağa	+1.9	30.0	7.6
Hat 1	+0.6	49.9	8.3
Hat 2	+3.5	68.0	20.0
Hat 3	+6.7	66.4	8.3
Hat 4	+6.7	52.3	12.3
Hat 5	+6.2	65.1	10.5
Hat 6	+4.4	57.0	17.1
Hat 7	+3.3	52.9	8.4
Ortalama	+6.1	57.7	14.3

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık
+ Performans artışını göstermektedir

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde, genotiplerin ortalama elek üstü değeri %68.1 olarak gerçekleşmiştir. Aydanhanım %81.1 ile en yüksek elek üstü değerine sahip olurken, bunu Baykara (%80.8), Fırtına (%76.8) ve Hat 4 (%76.3) genotipleri takip etmiştir. İnce 04 (%74.9), Zeynelağa (%74.4), Hat 1 (%69.9) ve Karatay 94 (%69.4) genotipleri ortalamanın üzerinde; Burakbey (%67.6), Hat 7 (%67.0), Tarm 92 (%66.7), Hat 2 (%65.9), Hat 5 (%65.4), Bülbül 89 (%65.1), Larende (%65.1), Hat 6 (%64.3) ve Hat 3 (%64.1) genotipleri ise ortalama altında elek üstü değerlerine sahip olmuşlardır. Konevi 98 (%59.3), Keykubad (%59.0) ve Ayrancı (%49.0) çeşitleri ise düşük elek üstü değerlerine sahip olarak sıralamanın sonlarında yer

almışlardır (Çizelge 4.83). Bu uygulamada genotiplerin elek üstü değerleri U4 uygulamasına göre %6.1 oranında artmıştır. Bu artışın, başaklanma başlangıcına kadar uygulanan kuraklığın başakta tane sayısı, kardeş sayısı ve metrekarede başak sayısını azaltmasına; başaklanmadan sonra verilen suyun ise az olan başak ve tanelerin tane ağırlıklarını artırmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Genotiplerde en fazla artış Larende (%23.0) çeşidinden elde edilirken, en az artış Hat 1 (%0.6) genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.84).

U2 uygulamasında genotiplerin ortalama elek üstü değeri %28.4 olarak gerçekleşmiştir. Fırtına (%56.6) çeşidi en yüksek elek üstü değerlerine sahip olurken, bunu Aydanhanım (%56.3), Zeynelağa (%51.3) ve Baykara (%42.9) çeşitleri takip etmiştir. Hat 1 (%34.8), Hat 4 (%34.2), İnce 04 (%33.0) ve Hat 7 (%30.5) genotipleri ortalamanın üzerinde; Hat 6 (%26.5) Karatay 94 (%22.6), Burakbey (%21.6), Hat 5 (%21.5), Hat 2 (%20.4), Hat 3 (%20.2), Bülbül 89 (%19.8), Tarm 92 (%18.1) ve Keykubad (%16.4) genotipleri ise ortalama altında elek üstü değerlerine sahip olmuşlardır. Larende (%15.7), Ayrancı (%13.0) ve Konevi 98 (%12.0) çeşitleri de düşük elek üstü değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.83). Bu uygulamada genotiplerin ortalama elek üstü kayıpları %57.7 olarak gerçekleşirken, en az kayıp %24.8 ile Fırtına, en fazla kayıp ise %79.6 ile Konevi 98 çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.84).

U3 uygulamasında genotiplerin ortalama elek üstü değeri %55.3 olarak gerçekleşmiştir. Zeynelağa (%67.8) çeşidi en yüksek elek üstü değerine sahip olurken, bunu Aydanhanım (%66.2), Fırtına (%65.7) ve Hat 1 (%63.8) genotipleri takip etmiştir. İnce 04 (%63.2), Hat 4 (%62.8), Hat 7 (%59.4) ve Baykara (%58.9) genotipleri ortalamanın üzerinde; Hat 3 (%55.1) Hat 5 (%55.1), Tarm 92 (%53.3) Keykubad (%52.8), Karatay 94 (%51.9), Hat 6 (%51.0), Hat 2 (%51.0), Bülbül 89 (%49.0) ve Konevi 98 (%48.6) genotipleri ise ortalamanın altında elek üstü değerlerine sahip olmuşlardır. Burakbey (%46.2), Larende (%43.9) ve Ayrancı (%40.2) çeşitleri ise düşük elek üstü değerlerine sahip olarak son sıralarda yer almışlardır. (Çizelge 4.83). Bu uygulamada genotiplerin ortalama elek üstü değeri kayıpları %14.3 olarak gerçekleşirken, en az kayıp Keykubad (%3.0), en fazla kayıp ise Burakbey (%26.3) çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.84).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Fırtına, Zeynelağa ve Aydanhanım çeşitlerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük elek üstü kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı

oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Aydanhanım, Fırtına, Zeynelağa, Baykara ve Hat 4 genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek elek üstü değerleri ile ön plana çıktıkları söylenebilir. Kuraklık uygulamalarında Aydanhanım, Fırtına ve Zeynelağa çeşitlerinin gerek elek üstü değeri kayıplarının az olması gerekse elek üstü değerlerinin yüksek olması oldukça dikkat çekici bulunmuştur. Bu çeşitlerin kurak şartlarda arpanın fiziksel kalite özelliklerini iyileştirme amacıyla yapılacak ıslah çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılması gerektiği düşünülmektedir.

U4 uygulamasında genotiplerden ortalama %64.6 elek üstü değeri elde edilmiştir. Aydanhanım (%78.5) çeşidi en yüksek elek üstü değerine sahip olurken bunu Baykara (%75.4), Fırtına (%75.3), İnce 04 (%75.3) ve Zeynelağa (%73.3) çeşitleri takip etmiştir. Hat 4 (%71.5), Hat 1 (%69.5), Karatay 94 (%65.3) ve Hat 7 (%64.9) genotipleri ortalamanın üzerinde; Hat 2 (%63.7), Burakbey (%62.6), Tarm 92 (%62.3), Hat 5 (%61.6), Hat 6 (%61.5) Hat 3 (%60.1), Konevi 98 (%58.9) ve Bülbül 89 (%57.3) genotipleri ise ortalamanın altında elek üstü değerlerine sahip olmuşlardır. Keykubad (%54.5), Larende (%52.9) ve Ayrancı (%47.2) çeşitleri ise düşük elek üstü değerlerine sahip olarak son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.83).

Elek altı (<2.2 mm)

Denemeden elde edilen verilerde yapılan analiz sonucunda genotiplerin elek altı değerleri bakımından yıl, kuraklık uygulaması ve genotipler arasındaki farklılık ile genotip x yıl, genotip x kuraklık uygulaması ve genotip x kuraklık uygulaması x yıl interaksiyonları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Varyasyon kaynakları içerisinde kuraklık uygulaması (%53.7) elek altı değeri üzerine en fazla etki eden unsur olurken, genotip (%21.5) ve genotip x kuraklık uygulaması (%10.0) etkileri daha düşük gerçekleşmiştir (Çizelge 4.85.).

Elek altı genel ortalaması %14.3 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda %15.2, ikinci yılda ise %13.5 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.86). Çalışma sucunda elde edilen elek altı değerleri daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Nitekim Kendal ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada arpa genotiplerinin elek altı değerlerinin %12.3 ile %47.3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yine Kendal ve Doğan (2014), yaptıkları bir çalışmada arpa genotiplerinden %26.1 ile %49.9 arasında değişen oranlarda elek altı değerleri elde etmişlerdir. Benzer şekilde

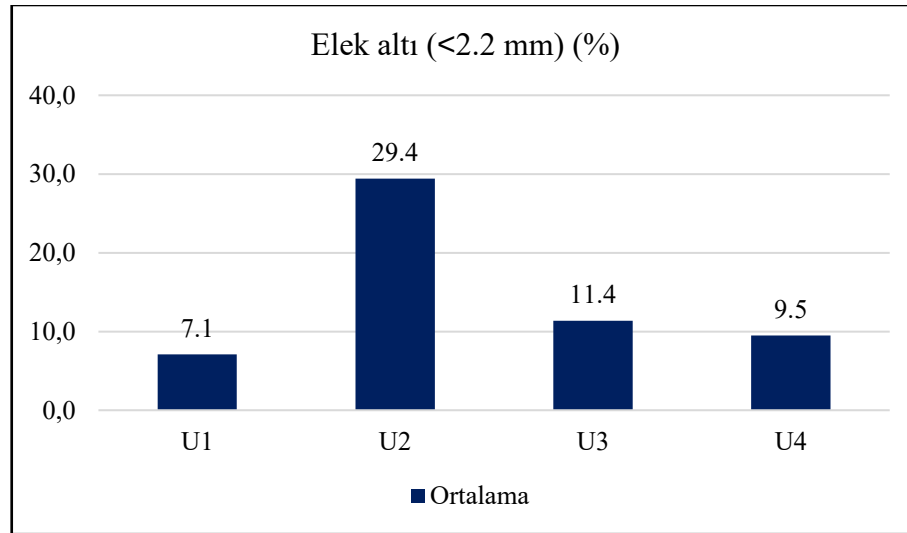
Aydoğan ve ark. (2021), arpa genotiplerinin elek altı değerlerinin %2.5 ile %21.0 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.85. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen elek altı değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Varyans Payı (%) ^a
Yıl (Y)	1	310.97	310.97	16.87**	0.4
Tekerrür [Yıl]	4	221.90	55.47	3.01	0.3
Kuraklık Uygulaması (U)	3	37369.20	12456.40	675.80**	53.7
Y*U int.	3	167.51	55.84	3.03	0.2
Hata (1)	12	221.19	18.43	1.22	0.3
Genotip (G)	19	14923.60	785.45	52.13**	21.5
G*Y int.	19	2121.04	111.63	7.41**	3.0
G*U int.	57	6983.67	122.52	8.13**	10.0
G*U*Y int.	57	2649.93	46.49	3.09**	3.8
Hata (2)	304	4580.20	15.07		6.6
Genel	479	69549.20			
** (P<0.01)		CV (%): 27.1	R ² : 0.90	Ort.: 14.3	

^a Varyans Payı: Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması.

Kuraklık uygulamalarında iki yıllık ortalama elek altı değerleri %7.1 (U1) ile %29.4 (U2) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.28).



*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Şekil 4.28. Kuraklık uygulamalarında ortalama elek altı değerleri (%)

Çizelge 4.86. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen elek altı değerleri (%)

Genotipler	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort	Yıl	Kuraklık Uygulaması				Genotip Ort
		U1*	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4			U1	U2	U3	U4	
Aydanhanım	2021	5.5 z++	11.0 z++	9.2 z++	8.6 z++	8.6 tu	2022	0.5 z++	6.7 z++	2.9 z++	2.1 z++	3.0 w	2021-2022 Ort	3.0 z++	8.8 r-z+	6.0 y-z+	5.4 z++	5.8 ı
Ayrancı		12.5 z+	42.1 b-e	20.3 q-w	13.3 z+	22.1 b-e		17.5 t-z+	50.1 a	26.0 k-q	21.8 o-t	28.8 a		15.0 l-o	46.1 ab	23.1 hı	17.5 klm	25.4 a
Baykara		5.6 z++	25.7 k-r	9.2 z++	8.7 z++	12.3 p-s		0.7 z++	11.1 z++	3.8 z++	3.3 z++	4.7 vw		3.1 z++	18.4 jkl	6.5 w-z+	6.0 z+	8.5 gh
Burakbey		6.3 z++	31.4 g-k	10.1 z++	9.3 z++	14.3 l-p		3.6 z++	28.2 j-n	9.8 z++	9.1 z++	12.7 o-r		5.0 z++	29.8 f	9.9 q-z+	9.2 q-z+	13.5 ef
Bülbül 89		11.6 z+	44.6 abc	13.2 z+	9.0 z++	19.6 d-h		8.3 z++	29.4 r-m	13.9 x-z+	12.2 z+	16.0 j-n		9.9 q-z+	37.0 e	13.5 m-q	10.6 o-x	17.8 c
Fırtına		4.8 z++	14.2 v-z+	10.5 z++	8.4 z++	9.5 st		1.1 z++	7.6 z++	3.3 z++	2.2 z++	3.6 vw		3.0 z++	10.9 o-v	6.9 u-z+	5.3 z++	6.5 hı
İnce 04		6.6 z++	26.5 j-p	10.3 z++	9.0 z++	13.1 n-r		2.7 z++	14.4 u-z+	4.3 z++	3.5 z++	6.2 uv		4.6 z++	20.5 h-k	7.3 t-z+	6.3 x-z+	9.7 g
Karatay 94		12.5 z+	39.4 c-f	10.2 z++	8.8 z++	17.7 g-k		4.8 z++	24.7 l-r	12.4 z+	11.7 z+	13.4 m-q		8.7 r-z+	32.0 f	11.3 n-u	10.3 p-z+	15.6 cde
Keykubad		12.1 z+	37.6 d-g	15.0 u-z+	13.8 x-z+	19.6 d-h		9.6 z++	45.5 abc	19.6 r-y	15.5 u-z+	22.6 bcd		10.8 o-w	41.6 cd	17.3 klm	14.6 l-p	21.1 b
Konevi 98		17.0 t-z+	50.0 a	14.1 w-z+	11.8 z+	23.2 bc		7.4 z++	47.9 ab	15.8 t-z+	14.0 x-z+	21.3 b-f		12.2 n-s	49.0 a	15.0 l-o	12.9 n-r	22.3 b
Larende		13.0 z+	43.5 bcd	14.0 w-z+	11.3 z++	20.5 c-g		8.7 z++	43.3 bcd	23.8 m-s	19.8 q-x	23.9 b		10.8 o-w	43.4 bc	18.9 l-l	15.6 lmn	22.2 b
Tarm 92		11.4 z+	42.7 bcd	11.0 z++	8.7 z++	18.4 f-j		4.4 z++	35.1 fı	14.4 u-z+	11.5 z+	16.4 r-m		7.9 s-z+	38.9 de	12.7 n-r	10.1 q-z+	17.4 c
Zeynelağa		5.1 z++	13.4 y-z+	9.4 z++	9.0 z++	9.2 stu		1.4 z++	8.3 z++	3.6 z++	1.7 z++	3.7 vw		3.2 z++	10.8 o-w	6.5 v-z+	5.3 z++	6.5 hı
Hat 1		6.0 z++	15.2 u-z+	13.0 z+	8.7 z++	10.7 q-t		2.1 z++	29.5 r-m	6.6 z++	2.6 z++	10.2 rst		4.0 z++	22.4 hjj	9.8 q-z+	5.7 z++	10.5 g
Hat 2		5.7 z++	29.5 r-m	10.3 z++	8.9 z++	13.6 m-q		5.1 z++	44.4 abc	12.0 z+	11.3 z++	18.2 f-j		5.4 z++	36.9 e	11.1 o-u	10.1 q-z+	15.9 cd
Hat 3		10.7 z++	47.1 ab	10.0 z++	8.9 z++	19.2 e-ı		7.7 z++	30.0 h-l	13.6 y-z+	11.7 z+	15.7 j-o		9.2 q-z+	38.5 de	11.8 n-s	10.3 p-z	17.5 c
Hat 4		8.6 z++	17.7 s-z	9.0 z++	8.3 z++	10.9 q-t		3.1 z++	20.4 p-u	5.2 z++	3.4 z++	8.0 tu		5.8 z++	19.0 l-l	7.1 u-z+	5.9 z++	9.5 g
Hat 5		8.7 z++	27.7 j-o	11.7 z+	10.9 z++	14.8 k-p		7.7 z++	32.3 g-j	10.1 z++	7.9 z++	14.5 l-p		8.2 s-z+	30.0 f	10.9 o-v	9.4 q-z+	14.6 def
Hat 6		2.4 z++	22.0 n-t	10.6 z++	9.0 z++	11.0 q-t		8.2 z++	36.2 e-h	12.7 z+	11.4 z++	17.1 h-l		5.3 z++	29.1 fg	11.7 n-t	10.2 q-z+	14.1 def
Hat 7		8.6 z++	29.3 r-m	11.7 z+	9.9 z++	14.9 k-p		5.7 z++	20.3 p-v	9.1 z++	8.3 z++	10.9 q-t		7.2 u-z+	24.8 gh	10.4 p-y	9.1 q-z+	12.9 f
Ortalama		8.7	30.5	11.6	9.7	15.2 a		5.5	28.3	11.1	9.3	13.5 b		7.1 d	29.4 a	11.4 b	9.5 c	14.3

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık, U4: Tam sulu koşullar

Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur. (z+: harf ile başlayıp sembol ile bittiğinde, z++: harf olmadan yalnızca sembol olduğunda)

LSD (0.05) Y: 0.85

LSD (0.05) U: 1.21

LSD (0.05) Y*U int.: öd

LSD (0.05) G: 2.20

LSD (0.05) G*Y int.: 3.12

LSD (0.05) G*U int.: 4.41

LSD (0.05) G*U*Y int.: 6.24

LSD testine göre, U2 uygulaması (%29.4) “a” grubunda yer alırken, U3 uygulaması (%11.4) “b”, U4 uygulaması (%9.5) “c”, U1 uygulaması (%7.1) ise “d” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.86). Araştırmada elde edilen bu bulgulara göre, arpa genotiplerinin elek altı değerlerinde kuraklık stresi ile bitki gelişme dönemlerine göre değişen oranlarda, önemli derecede farklılıklar meydana geldiği görülmektedir.

Tam sulu uygulamadan (U4) elde edilen ortalama elek altı değerleri 100 kabul edilerek, farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklık uygulamaları ile karşılaştırıldığında, ortaya çıkan % kayıplar (Çizelge 4.87) verilmiştir.

Çizelge 4.87. Arpa genotiplerinin farklı kuraklık uygulamalarında tespit edilen elek altı değerlerinde tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları (%)

Genotipler	Kuraklık Uygulamaları*		
	U1	U2	U3
Aydanhanım	44.4	+63.9	+12.0
Ayrancı	14.6	+162.9	+31.9
Baykara	47.4	+208.5	+8.5
Burakbey	46.3	+222.4	+7.6
Bülbül 89	6.5	+249.0	+27.5
Fırtına	44.2	+105.6	+31.2
İnce 04	26.2	+226.9	+15.9
Karatay 94	15.5	+212.1	+10.0
Keykubad	26.0	+183.8	+18.3
Konevi 98	5.3	+279.3	+15.9
Larende	30.5	+179.0	+21.5
Tarm 92	21.5	+284.9	+25.4
Zeynelağa	39.4	+103.6	+22.4
Hat 1	29.2	+295.2	+73.6
Hat 2	46.5	+265.9	+10.3
Hat 3	10.9	+273.7	+14.1
Hat 4	0.7	+224.4	+20.4
Hat 5	12.8	+220.2	+16.4
Hat 6	48.3	+185.6	+14.2
Hat 7	21.6	+172.2	+14.2
Ortalama	26.9	+205.9	+20.6

*U1: Sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı, U2: Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığı, U3: Uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık
+ Performans artışını göstermektedir

Çizelge 4.87 incelendiğinde, U2 (%205.9) ve U3 (%20.6) uygulamalarında elek altı değerlerinde artış gözlenirken U1 uygulamasında %26.9 kayıp meydana geldiği tespit edilmiştir. Başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığında (U2) elek altı

değerlerinin çok yüksek olması, bu dönemde meydana gelen kuraklığın etkisi ile nispeten cılız tanelerin oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim bu uygulamadan elde edilen bin tane ağırlığı ve hektolitreye ağırlığı değerlerinin de düşük olduğu belirlenmiştir. Arpada elek altı değerlerinin yüksek olması özellikle maltlık amacıyla kullanım açısından istenmeyen bir özelliktir.

Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama elek altı değerleri %5.8 (Aydanhanım) ile %25.4 (Ayrancı) arasında değişirken, bu değerler birinci yılda %8.6 (Aydanhanım) ile %23.2 (Konevi 98), ikinci yılda ise %3.0 (Aydanhanım) ile %28.8 (Ayrancı) arasında değişim göstermiştir. LSD testinde, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde Ayrancı (%25.4) “a” grubunda yer alırken, Konevi 98 (%22.3), Larende (%22.2) ve Keykubad (%22.1) “b”, Bülbül 89 (%17.8), Hat 3 (%17.5) ve Tarm 92 (%17.4) “c”, Hat 2 (%15.9) “cd”, Karatay 94 (%15.6) “cde”, Hat 5 (%14.6) ve Hat 6 (%14.1) “def”, Burakbey (%13.5) “ef”, Hat 7 (%12.9) “f”, Hat 1 (%10.5), İnce 04 (%9.7) ve Hat 4 (%9.5) “g”, Baykara (%8.5), “gh”, Fırtına (%6.5) ve Zeynelağa (%6.5) “hi”, Aydanhanım (%5.8) ise “i” grubunda yer almıştır (Çizelge 4.86).

U1 uygulaması, iki yıllık ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde, genotiplerin ortalama elek altı değeri %7.1 olarak gerçekleşmiştir. Ayrancı (%15.0) en yüksek elek altı değerine sahip olurken, bunu Konevi 98 (%12.2), Keykubad (%10.8) ve Larende (%10.8) çeşitleri takip etmiştir. Bülbül 89 (%9.9), Hat 3 (%9.2), Karatay 94 (%8.7), Hat 5 (%8.2), Tarm 92 (%7.9) ve Hat 7 (%7.2) genotipleri ortalama üzerinde; Hat 4 (%5.8), Hat 2 (%5.4), Hat 6 (%5.3), Burakbey (%5.0), İnce 04 (%4.6) ve Hat 1 (%4.0) genotipleri de ortalama altında elek altı değerlerine sahip olmuşlardır. Zeynelağa (%3.2), Baykara (%3.1), Aydanhanım (%3.0) ve Fırtına (%3.0) çeşitleri ise düşük elek altı değerlerine sahip olmuşlardır (Çizelge 4.86). Bu uygulamada genotiplerin elek altı değerlerinde U4 uygulamasına göre %26.9 kayıp meydana gelmiştir. Bu kaybın uygulamada başaklanma başlangıcına kadar uygulanan kuraklığın başakta tane sayısı, kardeş sayısı ve metrekarede başak sayısını azaltmasına; başaklanmadan sonra verilen suyun ise az olan başak ve tanelerin tane ağırlığını arttırması ile cılız tanelerin daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Genotiplerde en fazla kayıp Hat 6’da (%48.3) belirlenirken, en az kayıp ise Hat 4’de (%0.7) tespit edilmiştir (Çizelge 4.87.).

U2 uygulamasında ortalama elek altı değeri %29.4 olarak gerçekleşmiştir. Konevi 98 (%49.0) çeşidi en yüksek elek altı değerlerine sahip olurken, bunu Ayrancı (%46.1), Larende (%43.4) ve Keykubad (%41.6) çeşitleri takip etmiştir. Tarm 92 (%38.9), Hat 3 (%38.5), Bülbül 89 (%37.0), Hat 2 (%36.9), Karatay 94 (%32.0), Hat 5 (%30.0) ve

Burakbey (%29.8) genotipleri ortalamanın üzerinde; Hat 6 (%29.1), Hat 7 (%24.8), Hat 1 (%22.4), İnce 04 (%20.5), Hat 4 (%19.0) ve Baykara (%18.4) genotipleri ortalama altında elek altı değerlerine sahip olmuşlardır. Fırtına (%10.9) Zeynelağa (%10.8) ve Aydanhanım (%8.8) çeşitleri de düşük elek altı değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.86). Bu uygulamada genotiplerin ortalama elek altı değeri artışı %205.9 olarak gerçekleşirken, en az artış Aydanhanım (%63.9), en fazla artış ise Hat 1 (%295.3) genotipinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.87).

U3 uygulamasında genotiplerin ortalama elek altı değeri %11.4 olarak gerçekleşmiştir. Ayrancı (%23.1) çeşidi en yüksek elek altı değerlerine sahip olurken, bunu Larende (%18.9), Keykubad (%17.3) ve Konevi 98 (%15.0) çeşitleri takip etmiştir. Bülbül 89 (%13.5), Tarm 92 (%12.7), Hat 3 (%11.8) ve Hat 6 (%11.7) genotipleri ortalama üzerinde; Karatay 94 (%11.3), Hat 2 (%11.1), Hat 5 (%10.9) Hat 7 (%10.4), Burakbey (%9.9), Hat 1 (%9.8), İnce 04 (%7.3), Hat 4 (%7.1) ve Fırtına (%6.9) genotipleri ortalama altında elek altı değerlerine sahip olmuşlardır. Zeynelağa (%6.5) Baykara (%6.5) ve Aydanhanım (%6.0) çeşitleri ise düşük elek altı değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.86). Bu uygulamada genotiplerin ortalama elek altı değeri artışı %20.6 olarak gerçekleşirken, en az artış Burakbey (%7.6), en fazla artış ise Hat 1 (%73.6) genotipinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.87).

Denemede yer alan genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirilecek olursa Aydanhanım, Fırtına ve Zeynelağa ve genotiplerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük elek altı değeri kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca Aydanhanım, Fırtına, Zeynelağa, Baykara ve Hat 4 genotiplerinin ise tüm kuraklık uygulamalarında düşük elek altı değerleri ile ön plana çıktıkları anlaşılmaktadır. Kuraklık uygulamalarında Aydanhanım, Fırtına ve Zeynelağa çeşitlerinin gerek elek altı değeri kayıplarının az olması gerekse elek altı değerlerinin düşük olması oldukça dikkat çekici bulunmuştur. Elek analizi, arpada tanenin dolgunluk ve zayıflık durumu ile homojenliğini tespit etmek amacıyla yapılan bir analizdir. Bu analizde Avrupa normal sınıflama elek sistemi kullanılır ve 2.5 mm üstü ve 2.2 mm altı değerleri önemlidir. Bu değerler özellikle arpanın malt amacıyla kullanılıp kullanılamayacağına göstergesidir. 2.2 mm elek altı değeri %10 dan fazla olması o genotipin maltlık olarak kullanılamayacağı anlamına gelmektedir (Şahin ve ark., 2004). Arpada elek altı yüzde oranlarına göre 1-8 arası derecelendirme sınıfı belirlenmiştir ve değerlendirme bu derecelendirmeye göre yapılmaktadır (Williams ve ark., 1988).

U4 uygulamasında genotiplerin elek altı değeri ortalama %9.5 olarak gerçekleşmiştir. Ayrancı (%17.5) çeşidi en yüksek elek altı değerlerine sahip olurken, bunu Larende (%15.6), Keykubad (%14.6) ve Konevi 98 (%12.9) çeşitleri takip etmiştir. Bülbül 89 (%10.6), Hat 3 (%10.3), Karatay 94 (%10.3), Hat 6 (%10.2) Tarm 92 (%10.1) ve Hat 2 (%10.1) genotipleri ortalama üzerinde; Hat 5 (%9.4), Burakbey (%9.2), Hat 7 (%9.1), İnce 04 (%6.3), Baykara (%6.0), Hat 4 (%5.9) ve Hat 1 (%5.7) genotipleri ortalama altında elek altı değerlerine sahip olmuşlardır. Aydanhanım (%5.4), Zeynelağa (%5.3) ve Fırtına (%5.3) çeşitleri ise düşük elek altı değerleri ile son sıralarda yer almışlardır (Çizelge 4.86).



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kuraklık stresi, dünya çapında bitki büyümesini ve verimliliğini kısıtlayan başlıca abiyotik streslerden biridir. Mevcut iklim eğilimleri altında küresel gıda güvenliğini sağlamak için kuraklığa toleranslı bitki ıslahında büyük bir atılım gerekmektedir. Kuraklığa toleransın karmaşık yapısı, güvenilir ve kapsamlı tarama yöntemlerinin eksikliği ve bunun altında yatan fizyolojik mekanizmaların kapsamlı bir şekilde anlaşılabilmesi, toleranslı genotiplerin seleksiyonunda ve ıslahında daha fazla gelişme sağlanmasını engellemektedir. Arpa dünya çapında yetiştirilen önemli bir bitkidir ve üretimi yapılan bölgelerde kuraklıktan kaynaklanan büyük verim kayıpları yaşanmaktadır. Önemli genetik değişkenlikler nedeniyle, arpa kuraklık stresine karşı bazı morfolojik, fenolojik ve fizyolojik tepkiler sergilemektedir. Bu parametrelere ilave olarak verim ve verim parametreleri ile kalite özellikleri üzerinde yapılan mevcut araştırma, arpa genotiplerinin kuraklığa toleransının çeşitli yönlerini ortaya çıkarmıştır.

Kuraklığa toleransın altında yatan mekanizmalar hakkındaki bilgilerimizi iletirmek için, kuraklık stresini tolere etme yetenekleri bakımından 20 arpa genotipini (13 çeşit + 7 hat) kullanarak tüm bitki düzeyinde farklı parametreler değerlendirilmiştir. Bu genotipler sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı arasında ve başaklanma başlangıcı ile tane doldurma dönemi arasında kuraklığa maruz bırakılmış bunlara ilave olarak uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık ve tam sulu koşullarda da verilerin elde edilmesi ile denemeler yürütülmüştür.

Araştırmada elde edilen tane verimi değerleri hakkında genel bir değerlendirme yapılacak olursa tane verimi genel ortalaması 508.5 kg/da olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 435.8 kg/da, ikinci yılda 581.2 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Denemenin ikinci yılında elde edilen tane verimi bu sezonda iklim özelliklerinin arpa genotipleri açısından birinci yıla göre daha yüksek (birinci yıl 124.0 mm, ikinci yıl 215.7 mm) olmasından ve yağışın mevsimsel dağılımının büyüme ve gelişim için daha elverişli olmasından kaynaklanmaktadır. Denemede yer alan genotiplerin iki yıllık ortalama tane verimi 397.0 kg/da (Hat 1) ile 620.9 kg/da (Hat 4) arasında değişmiştir. Genotipler uygulanan farklı kuraklık streslerine gösterdikleri tepkiler yönüyle değerlendirildiğinde, Bülbül 89, İnce 04, Baykara, Zeynelağa ve Karatay 94 çeşitlerinin tüm kuraklık uygulamalarında düşük tane verimi kaybı göstermeleri nedeniyle toleranslı genotipler olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Baykara, Hat 4, Hat 7, İnce 04 ve Zeynelağa genotiplerinin

ise tüm kuraklık uygulamalarında yüksek tane verim performansı ile ön plana çıktıkları belirlenmiştir.

Uygulamalar bakımından çalışmada kullanılan arpa genotiplerinin iki yıllık tane verimi ortalamaları sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma başlangıcı dönem kuraklığını temsil eden (U1) uygulamada 248.0 kg/da, başaklanma başlangıcı ile tane doldurma dönemi kuraklığını temsil eden (U2) uygulamada 413.9 kg/da, uzun yıllar ortalamasını temsil eden genel kuraklık (U3) uygulamasında 600.5 kg/da ve tam sulu koşullar (U4) uygulamasında 771.6 kg/da olarak gerçekleşmiştir. U4 uygulaması ile kıyaslandığında kuraklığa en yüksek tepki % 67.9 tane verimi kaybı ile U1 uygulamasından elde edilirken, bunu sırasıyla % 46.4 ile U2 ve % 22.2 ile U3 uygulamaları takip etmiştir. Bu durum farklı dönemde uygulanan kuraklık stresinin tane verimini önemli ölçüde etkilediği sonucunu doğurmaktadır. Dolayısıyla arpada yağışa ilave olarak verilen tamamlayıcı sulamanın tane verimini arttırdığı ve sulama imkanı olan çevrelerde tamamlayıcı sulamanın sapa kalkma döneminde yapılmasının tane verimi açısından daha faydalı olabileceği kanaati oluşmuştur. Bunun yanı sıra arpada, başaklanma başlangıcı ve tane doldurma süresi gibi farklı gelişme dönemleri de, tane verimini ciddi şekilde etkilemiştir.

Araştırma sonucunda elde edilen tane verimleri ile ilgili özet bilgiler sunulduktan sonra çalışmadan elde edilen tüm parametrelerde varyasyon kaynakları içerisinde yer alan genotip, kuraklık uygulaması ve interaksiyonların etkisi ve tam sulu koşullara göre meydana gelen performans kayıpları ile ilgili genel değerlendirme ve araştırmada yer alan arpa genotipleri farklı dönem kuraklık uygulamalarından elde edilen sonuçlara göre gösterdikleri performans durumları aşağıda özetlenmiştir.

Verim ve verim unsurları özellikleri için birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre varyasyon kaynakları içerisinde genotip ve kuraklık uygulaması etkileri ile GÇİ (genotip, kuraklık uygulaması, yıl interaksiyonları)'nın toplam varyasyon içerisindeki payları sırasıyla % 10.1, % 52.3 ve % 5.6 olarak gerçekleşmiştir. Ele alınan verim ve verim unsurları üzerine kuraklık uygulaması en fazla etkide bulunurken, genotip ve interaksiyonların etkisi düşük seviyede kalmıştır. Burada tane verimi, biyolojik verim ve hasat indeksi değerlerinin çevre şartlarından en fazla etkilenen parametreler olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra kuraklık uygulaması etkisi yüksek olan özellikler için fenotipik varyans içinde genotipik etkilerden ileri gelen payın fazla olmadığını göstermektedir. Tane verimi yönüyle en şiddetli kuraklık etkisinin görüldüğü sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığı uygulamasında (U1), metrekarede başak sayısında % 36.1, başak uzunluğunda % 16.7, başakta tane sayısında

% 15.4, biyolojik verimde % 50.3 ve hasat indeksinde % 36.0 tam sulu koşullara göre performans kayıpları meydana gelmiştir. U1 uygulamasında kuraklık stresi vejetatif aksam üzerinden metrekarede sap sayısını azaltarak veya bazı kardeşlerin başak vermemesi suretiyle etkili olmuştur. Başakta tane ağırlığında ise tam sulu koşullara göre en fazla performans kaybı % 26.8 oranla başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığında (U2) meydana gelmiştir. Bu durum genel olarak tane doldurma dönemindeki kuraklık etkisinin başakta tane ağırlığını azaltıcı yönde etkili olduğunu göstermektedir (Çizelge 5.1.).

Çizelge 5.1. Verim ve verim unsurlarına ait genotip ve kuraklık uygulaması etkilerinin toplam varyasyondaki payı ve performans kayıpları

İncelenen özellikler	Genotip etkisi (%)	Kuraklık uygulaması etkisi (%)	GÇİ etkisi (%)	% kayıp oranı
Tane verimi	6.6	74.8	4.3	67.9 (U1)
Metrekarede başak sayısı	7.4	51.6	2.7	36.1 (U1)
Başak uzunluğu	25.7	25.8	6.0	16.7 (U1)
Başakta tane sayısı	8.4	15.6	6.0	15.4 (U1)
Başakta tane ağırlığı	8.6	52.3	8.6	26.8 (U2)
Biyolojik verim	5.7	70.1	6.8	50.3 (U1)
Hasat indeksi	8.4	76.5	4.7	36.0 (U1)
Ortalama	10.1	52.3	5.6	

GÇİ: Genotip, kuraklık uygulaması, yıl interaksyonları

Verim ve verim unsurları parametreleri için uygulamalar ve genel ortalama yüksek performans gösteren arpa genotipleri Çizelge 5.2’de özetlenmiştir. Buna göre tane verimi yönüyle Hat 4 genotipi tüm uygulamalarda, Baykara çeşidi U1 ve U2 uygulamalarında, Fırtına çeşidi ise U3 ve U4 uygulamalarında yüksek performans göstermişlerdir. Bülbül 89 ve İnce 04 çeşitleri KHI değerleri ile ön plana çıkmışlardır. Metrekarede başak sayısı yönüyle Ayrancı ve Hat 4 genotipleri yüksek performans gösterirken yine Ayrancı çeşidine ilave olarak Aydanhanım ve Baykara çeşitleri de başak özellikleri yönüyle ön plana çıkmışlardır. Hat 4 genotipi tüm uygulamalarda, Baykara çeşidi ise U1 ve U2 uygulamalarında yüksek biyolojik verim değerleri ile dikkat çekici olmuşlardır. Hasat indeksi değerleri yönüyle ise Baykara, Hat 4 ve Hat 7 genotipleri ön plana çıkmışlardır (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Verim ve verim unsurlarına ait parametreler yönüyle uygulamalarda ön plana çıkan arpa genotipleri

Uygulama	Verim ve Verim Unsurları							
	Tane Verimi	KHI	m ² başak sayısı	Başak Uzunluğu	Başakta Tane Sayısı	Başakta Tane Ağırlığı	Biyolojik Verim	Hasat İndeksi
U1	Baykara	Baykara	Ayrancı	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Baykara	Baykara
	Hat 4	Bülbül 89	Bülbül 89	Baykara	Baykara	Baykara	Zeynelağa	Hat 4
	Hat 7	Zeynelağa	Hat 4	Hat 5	Hat 6	Fırtına	Hat 4	Hat 7
U2	Baykara	Bülbül 89	Ayrancı	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Baykara	Baykara
	Hat 3	İnce 04	Tarm 92	Ayrancı	Ayrancı	Baykara	Hat 3	Hat 4
	Hat 4	Karatay 94	Karatay 94	Baykara	Konevi 98	Burakbey	Hat 4	Hat 7
U3	Fırtına	Bülbül 89	Ayrancı	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Hat 3	Fırtına
	Hat 3	İnce 04	Karatay 94	Ayrancı	Ayrancı	Ayrancı	Hat 4	Keykubad
	Hat 4	Hat 3	Hat 4	Baykara	Burakbey	Baykara	Hat 7	Hat 7
U4	Fırtına	-	Ayrancı	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Fırtına	Baykara
	Keykubad	-	Bülbül 89	Ayrancı	Ayrancı	Baykara	Hat 3	Fırtına
	Hat 4	-	Hat 4	Burakbey	Burakbey	Fırtına	Hat 4	Hat 7
Ortalama	Baykara	Bülbül 89	Ayrancı	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Baykara	Baykara
	Fırtına	İnce 04	Tarm 92	Ayrancı	Ayrancı	Baykara	Fırtına	Hat 4
	Hat 4	Karatay 94	Hat 4	Baykara	Burakbey	Fırtına	Hat 4	Hat 7

Morfolojik parametreler için birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre varyasyon kaynakları içerisinde genotip ve kuraklık uygulaması etkileri ile GÇİ (genotip, kuraklık uygulaması, yıl interaksiyonları)’nın toplam varyasyon içerisindeki payları sırasıyla %32.7, %29.1 ve %8.6 olarak belirlenmiştir. Ancak bitki boyu ve üst boğum uzunluğu parametrelerinde kuraklık uygulaması etkisi genotip ve interaksiyonların etkisinden daha fazla paya sahip olurken, bayrak yaprak parametreleri ve kılçık uzunluğunda genotip etkisinin kuraklık uygulaması etkisinden daha fazla paya sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığının (U1) etkisi morfolojik parametrelerde tam sulu koşullara göre en fazla performans kayıplarının meydana gelmesine neden olmuştur. Sap uzamasının başladığı dönemde uygulanan kuraklık etkisinin bitki boyu ve üst boğum uzunluğunda azaltıcı etkiye neden olduğu bilinmektedir. Ayrıca bu dönemde meydana gelen kuraklık stresi bayrak yaprak boyu ve eninde kısaltmaya, bayrak yaprak alanının azalmasına neden olmuştur (Çizelge 5.3).

Morfolojik parametrelerde uygulamalar ve genel ortalamada yüksek performans gösteren arpa genotipleri Çizelge 5.4’de özetlenmiştir. Buna göre bitki boyu yönüyle Aydanhanım ve Burakbey, üst boğum uzunluğu yönüyle Aydanhanım ve Zeynelağa çeşitleri yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Ayrıca Aydanhanım, Baykara ve Hat 1

genotipleri bayrak yaprak özellikleri yönüyle ön plana çıkarken, Aydanhanım ile birlikte Fırtına çeşidi de kılçık uzunluğu değerleri bakımından tüm uygulamalarda yüksek değerlere sahip olmuşlardır (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.3. Morfolojik parametrelere ait genotip ve kuraklık uygulaması etkilerinin toplam varyasyondaki payı ve performans kayıpları

İncelenen özellikler	Genotip etkisi (%)	Kuraklık uygulaması etkisi (%)	GÇİ etkisi (%)	% kayıp oranı
Bitki boyu	7.8	41.0	4.1	21.1 (U1)
Üst boğum uzunluğu	14.0	65.0	5.3	37.3 (U1)
Bayrak yaprak ayası boyu	40.0	21.0	7.6	17.9 (U1)
Bayrak yaprak ayası eni	45.0	18.0	9.1	16.3 (U1)
Bayrak yaprak ayası alanı	44.0	21.0	7.9	31.8 (U1)
Kılçık uzunluğu	46.0	10.0	17.5	10.6 (U1)
Ortalama	32.7	29.1	8.6	

GÇİ: Genotip, kuraklık uygulaması, yıl interaksyonları

Çizelge 5.4. Morfolojik parametreler yönüyle uygulamalarda ön plana çıkan arpa genotipleri

Uygulama	Morfolojik Parametreler					
	Bitki boyu	Üst boğum uzunluğu	BYAB	BYAE	BYAA	Kılçık Uzunluğu
U1	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Baykara	Aydanhanım	Aydanhanım
	Baykara	Baykara	Ayrancı	Larende	Baykara	Baykara
	Burakbey	Zeynelağa	Baykara	Hat 1	Hat 1	Fırtına
U2	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım
	Hat 2	Burakbey	Baykara	Baykara	Baykara	Fırtına
	Hat 3	Zeynelağa	Konevi 98	Hat 1	Hat 1	Hat 4
U3	Aydanhanım	Zeynelağa	Aydanhanım	Baykara	Aydanhanım	Aydanhanım
	Baykara	Hat 1	Baykara	Fırtına	Baykara	Fırtına
	Burakbey	Hat 3	Hat 1	Hat 1	Hat 1	İnce 04
U4	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım
	Burakbey	Baykara	Baykara	Baykara	Baykara	Fırtına
	Hat 1	Hat 1	Konevi 98	Hat 1	Konevi 98	Hat 6
Ortalama	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım
	Baykara	Zeynelağa	Baykara	Baykara	Baykara	Fırtına
	Burakbey	Hat 1	Konevi 98	Hat 1	Hat 1	Hat 4

Fenolojik parametreler için birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre varyasyon kaynakları içerisinde genotip ve kuraklık uygulaması etkileri ile GÇİ (genotip, kuraklık uygulaması, yıl interaksyonları)'nın toplam varyasyon içerisindeki payları

sırasıyla %26.3, %26.3 ve %6.8 olarak belirlenmiştir. Erken dönemde toprak yüzeyini kapatma özelliği kuraklık uygulamalarının henüz başlamadığı dönemde belirlendiğinden genotip etkisinin payı diğer varyasyon kaynaklarından daha yüksek gerçekleşmiştir. Ayrıca başaklanma ve çiçeklenme süresi özelliklerinin genotip etkisi yüksek paya sahip olurken fizyolojik olum süresi ve tane doldurma süresi özelliklerinde ise kuraklık uygulaması etkisi yüksek paya sahip olmuştur. Aynı zamanda tam sulu koşullar uygulaması ile kıyaslandığında sapa kalkma başlangıcı – başaklanma başlangıcı dönem kuraklığının (U1) etkisi başaklanma ve çiçeklenme sürelerinde, başaklanma başlangıcı – tane doldurma dönemi kuraklığının (U2) etkisi ise fizyolojik olum ve tane doldurma sürelerinde performans kayıplarının artmasına neden olmuştur. Kurak koşullar oluştuğunda erkencilik tane verimini desteklemektedir. Kısa vejetasyon periyodu özellikle geç dönemlerde oluşan kuraklıktan kaçış mekanizmasını ifade etmektedir. Uzun vejetasyon periyodu ise genellikle daha yüksek verim potansiyeli ile karakterize edilmektedir. Sonuç olarak erkencilik kuraklığın geliş dönemi önceden tahmin edilemeyen çevrelerde tane veriminde azaltıcı etkiye sahip olabilir. Ayrıca kurak koşullar oluştuğunda tane doldurma süresinin uzunluğu da verimi artırıcı bir etkiye sahiptir. Başaklanma başlangıcından itibaren uygulanan kuraklık etkisi tane doldurma sürelerinin kısalmasına neden olmuştur (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5. Fenolojik parametrelere ait genotip ve kuraklık uygulaması etkilerinin toplam varyasyondaki payı ve performans kayıpları

İncelenen özellikler	Genotip etkisi (%)	Kuraklık uygulaması etkisi (%)	GÇİ etkisi (%)	% kayıp oranı
Erken dönemde toprak yüzeyini kapatma (NDVI)	42.0	0.5	23.0	
Başaklanma süresi	36.0	7.3	2.7	1.8 (U1)
Çiçeklenme süresi	27.0	5.9	1.9	1.7 (U1)
Fizyolojik olum süresi	12.0	63.7	2.2	4.3 (U2)
Tane doldurma süresi	14.0	54.1	4.1	20.5 (U2)
Ortalama	26.3	26.3	6.8	

GÇİ: Genotip, kuraklık uygulaması, yıl interaksyonları

Fenolojik parametrelerde uygulamalar ve genel ortalama yüksek performans gösteren arpa genotipleri Çizelge 5.6'da verilmiştir. Buna göre Hat 4 genotipi NDVI değeri yönüyle tüm uygulamalarda ön plana çıkmıştır. Zeynelağa, Hat 4 ve Hat 7 genotipleri ise hem başaklanma süreleri hem de çiçeklenme süreleri yönüyle erkenci

özellik göstermişlerdir. Fizyolojik olum süresi bakımından Zeynelağa erkenci özellik göstermiştir. Ayrıca Zeynelağa ve Ayrancı çeşitleri tüm uygulamalarda uzun tane doldurma sürelerine sahip olmuşlardır (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6. Fenolojik parametreler yönüyle uygulamalarda ön plana çıkan arpa genotipleri

Uygulama	Fenolojik Parametreler				
	NDVI	Başaklanma süresi	Çiçeklenme süresi	Fizyolojik olum süresi	Tane doldurma süresi
U1	Keykubad	Zeynelağa	Zeynelağa	Zeynelağa	Ayrancı
	Hat 4	Hat 4	Hat 4	Hat 6	Zeynelağa
	Hat 6	Hat 7	Hat 7	Hat 7	Hat 1
U2	Baykara	Zeynelağa	Zeynelağa	Zeynelağa	Ayrancı
	Burakbey	Hat 4	Hat 4	Hat 3	Zeynelağa
	Hat 4	Hat 7	Hat 7	Hat 4	Hat 4
U3	Burakbey	Zeynelağa	Zeynelağa	Zeynelağa	Ayrancı
	Fırtına	Hat 4	Hat 4	Hat 3	Zeynelağa
	Hat 4	Hat 7	Hat 7	Hat 7	Hat 1
U4	Hat 4	Zeynelağa	Zeynelağa	Zeynelağa	Zeynelağa
	Karatay 94	Hat 4	Hat 4	Hat 3	Hat 1
	Keykubad	Hat 7	Hat 7	Karatay 94	Hat 4
Ortalama	Hat 4	Zeynelağa	Zeynelağa	Zeynelağa	Ayrancı
	Hat 6	Hat 4	Hat 4	Hat 3	Zeynelağa
	Burakbey	Hat 7	Hat 7	Hat 7	Hat 1

Fizyolojik parametreler için birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre varyasyon kaynakları içerisinde genotip ve kuraklık uygulaması etkileri ile GÇİ (genotip, kuraklık uygulaması, yıl interaksiyonları)'nın toplam varyasyon içerisindeki payları sırasıyla %13.8, %52.5 ve %7.0 olarak gerçekleşmiştir. İncelenen tüm fizyolojik parametrelerde kuraklık uygulaması etkisi diğer varyasyon kaynakları içerisinde en yüksek paya sahip olmuştur. Tane verimi yönüyle en şiddetli kuraklık etkisinin görüldüğü U1 uygulamasında, fizyolojik parametrelerden YNSİ, YNSK, bayrak yaprak klorofil içeriği değerlerinde sırasıyla %23.4, %24.0 ve %11.6 oranında tam sulu koşullara göre performans kayıpları meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra başaklanma döneminde alınan bitki örtüsü sıcaklığı değerleri U1 uygulamasında %7.9 artışa neden olurken çiçeklenme döneminde alınan bitki örtüsü sıcaklığı değerleri U2 uygulamasında %9.1 artışa neden olmuştur. Kurak koşullarda yüksek YNSİ ve düşük YNSK kuraklığa toleransın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7. Fizyolojik parametrelere ait genotip ve kuraklık uygulaması etkilerinin toplam varyasyondaki payı ve performans kayıpları

İncelenen özellikler	Genotip etkisi (%)	Kuraklık uygulaması etkisi (%)	GÇİ etkisi (%)	% kayıp oranı
Yaprak nispi su içeriği	1.7	71.0	3.0	23.4 (U1)
Yaprak nispi su kaybı	25.1	56.3	5.6	24.0 (U1)
Başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı	11.5	27.1	12.7	7.9 (+U1)
Çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı	3.9	52.5	4.9	9.1 (+U2)
Bayrak yaprak klorofil içeriği	26.8	55.6	9.0	11.6 (U1)
Ortalama	13.8	52.5	7.0	

GÇİ: Genotip, kuraklık uygulaması, yıl etkileşimleri

Çizelge 5.8. Fizyolojik parametreler yönüyle uygulamalarda ön plana çıkan arpa genotipleri

Uygulama	Fizyolojik Parametreler				
	Yaprak Nispi Su İçeriği	Yaprak Nispi Su Kaybı	Bitki örtüsü sıcaklığı (ZD50)	Bitki örtüsü sıcaklığı (ZD70)	Bayrak yaprak klorofil içeriği
U1	Fırtına	Baykara	Fırtına	Ayrancı	Larende
	Hat 3	Zeynelağa	Karatay 94	Baykara	Zeynelağa
	Hat 4	Hat 4	Hat 1	İnce 04	Hat 5
U2	Fırtına	Baykara	Zeynelağa	Ayrancı	Ayrancı
	Hat 4	Zeynelağa	Hat 4	Aydanhanım	Keykubad
	Hat 7	Hat 4	Hat 7	Hat 4	Hat 5
U3	Baykara	Baykara	Zeynelağa	Aydanhanım	Ayrancı
	Hat 3	Zeynelağa	Hat 4	Fırtına	Keykubad
	Hat 4	Hat 4	Hat 6	Hat 3	Larende
U4	Baykara	Baykara	Zeynelağa	Fırtına	Ayrancı
	Hat 3	Zeynelağa	Hat 4	Karatay 94	Keykubad
	Hat 4	Hat 4	İnce 04	Keykubad	Larende
Ortalama	Fırtına	Baykara	Zeynelağa	Ayrancı	Ayrancı
	Hat3	Zeynelağa	Hat 4	Baykara	Larende
	Hat 4	Hat 4	Hat 6	Fırtına	Hat 4

Fizyolojik parametrelerde uygulamalar ve genel ortalama yüksek performans gösteren arpa genotipleri Çizelge 5.8’de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, YNSİ değerleri bakımından Hat 4 genotipinin tüm uygulamalarda, Fırtına çeşidinin U1 ve U2 uygulamalarında, Baykara çeşidinin ise U3 ve U4 uygulamalarında yüksek performans ortaya koydukları görülmektedir. YNSK yönüyle Baykara, Zeynelağa ve Hat 4 genotipleri tüm uygulamalarda yüksek performans göstermişlerdir. Başaklanma dönemi

bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinde Zeynelağa ve Hat 4 genotipleri, çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinde ise Aydanhanım ve Ayrancı çeşitleri ön plana çıkmışlardır. Bayrak yaprak klorofil içeriği değerleri bakımından ise Hat 5 genotipi U1 ve U2 uygulamalarında, Ayrancı çeşidi ise U1, U2 ve U3 uygulamalarında yüksek performans göstermişlerdir (Çizelge 5.8).

Kalite parametreleri birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre varyasyon kaynakları içerisinde genotip ve kuraklık uygulaması etkileri ile GÇİ (genotip, kuraklık uygulaması, yıl interaksyonları)'nın toplam varyasyon içerisindeki payları sırasıyla %17.7, %52.2 ve %11.7 olarak gerçekleşmiştir. İncelenen tüm kalite parametrelerinde kuraklık uygulaması etkisi diğer varyasyon kaynakları içerisinde en yüksek paya sahip olmuştur. U2 uygulamasında, kalite parametrelerinden bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı ve elek üstü değerlerinde sırasıyla %18.3 %10.3 ve %57.7 oranında tam sulu koşullara göre performans kayıpları meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra protein oranı ve elek altı değerleri U2 uygulamasında sırasıyla %13.1 ve %205.9 artışa neden olmuştur (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.9. Kalite parametrelerine ait genotip ve kuraklık uygulaması etkilerinin toplam varyasyondaki payı ve performans kayıpları

İncelenen özellikler	Genotip etkisi (%)	Kuraklık uygulaması etkisi (%)	GÇİ etkisi (%)	% kayıp oranı
Protein oranı	3.6	46.0	7.4	13.1 (+U2)
Bin tane ağırlığı	22.0	52.0	10.9	18.3 (U2)
Hektolitre ağırlığı	23.0	51.0	8.2	10.3 (U2)
Elek üstü	19.0	58.0	15.2	57.7 (U2)
Elek altı	22.0	54.0	16.8	205.9 (+U2)
Ortalama	17.7	52.2	11.7	

GÇİ: Genotip, kuraklık uygulaması, yıl interaksyonları

Kalite parametreleri için uygulamalar ve genel ortalamada yüksek performans gösteren arpa genotipleri Çizelge 5.10'da verilmiştir. Buna göre protein oranı ve hektolitre ağırlığı değerleri genel ortalamada Baykara, Fırtına ve Konevi 98 çeşitlerinin yüksek performans göstererek ön plana çıktıkları görülmektedir. Bin tane ağırlığı değerlerinde Baykara, Fırtına ve Hat 4 genotipleri tüm uygulamalarda yüksek performans göstermişlerdir. Elek üstü ve elek altı değerlerinde ise Aydanhanım, Baykara, Fırtına ve Zeynelağa çeşitlerinin yüksek performans gösterdikleri görülmektedir (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.10. Kalite parametreleri yönüyle uygulamalarda ön plana çıkan arpa genotipleri

Uygulama	Kalite Parametreleri				
	Protein oranı	Bin tane ağırlığı	Hektolitre ağırlığı	Elek üstü	Elek altı
U1	Larende	Baykara	Konevi 98	Aydanhanım	Aydanhanım
	Hat 1	Fırtına	Baykara	Baykara	Baykara
	Keykubad	Hat 4	Fırtına	Fırtına	Fırtına
U2	Ayrancı	Baykara	Aydanhanım	Aydanhanım	Aydanhanım
	İnce 04	Fırtına	Baykara	Fırtına	Fırtına
	Zeynelağa	Hat 4	Fırtına	Zeynelağa	Zeynelağa
U3	İnce 04	Baykara	Fırtına	Aydanhanım	Aydanhanım
	Zeynelağa	Fırtına	Konevi 98	Fırtına	Baykara
	Hat 5	Hat 4	Hat 5	Zeynelağa	Zeynelağa
U4	Ayrancı	Baykara	Baykara	Aydanhanım	Aydanhanım
	Hat 5	Fırtına	Fırtına	Baykara	Fırtına
	Hat 6	Hat 4	Konevi 98	Fırtına	Zeynelağa
Ortalama	Baykara	Baykara	Baykara	Aydanhanım	Aydanhanım
	Fırtına	Fırtına	Fırtına	Fırtına	Fırtına
	Konevi 98	Hat 4	Konevi 98	Zeynelağa	Zeynelağa

Çalışmada kullanılan arpa genotiplerinin incelenen özelliklerin tümünde göstermiş oldukları genel performans durumları Çizelge 5.11’de özetlenmiştir.

Uygun gelişme dönemlerinde değerlendirilen çeşitli genetik kaynakların, kesin fenotipleme tekniklerinin ve güvenilir özelliklerin kullanılması, kuraklığa toleranslı arpa genotiplerinin tanımlanması için oldukça önemlidir. Kuraklık stresi koşullarında, fizyolojik ve morfolojik varyasyonlar, genetik varyasyonun birer göstergeleridir. Kuraklık stresine yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip genotipler, kuraklık stresi toleransını artırmak için genetik kaynaklar olarak kullanılabilir. Mevcut çalışmada, arpa genotiplerinin farklı dönemde meydana gelen kuraklık stresine verdikleri tepkiler kolay, hızlı ve uygulanabilir tekniklerle derinlemesine incelenmiştir. Kuraklığa karşı gösterilen tepkinin taranması için ıslah prosedürlerini değiştirmek önemli bir adımdır. Bu tür değişikliklerin gereksesi, beklenen sonuçlara dayanmalıdır. Kuraklığa toleranslılık ile ilgili mevcut anlayışımız, su kıtlığı koşullarında nihai tane verimi yükseltmek için hem kurak koşullarda hem de su kullanımında iyileştirme yapılması gerektiğine işaret etmektedir. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, bu çerçevede değerlendirildiğinde ele alınan parametrelerin tamamı genetik materyalin karakterizasyonunda kullanılabilir.

Çizelge 5.11. Arpa genotiplerinin incelenen özelliklerin tümünde göstermiş oldukları genel performans durumları

Parametreler	Verim ve verim unsurları								Morfolojik parametreler								Fenolojik parametreler				Fizyolojik parametreler				Kalite parametreleri				Toplam				
Genotipler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		29	30	31	32
Aydanhanım				✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓										✓	✓	✓	15
Ayrancı			✓	✓	✓																✓	✓				✓	✓						7
Baykara	✓			✓		✓	✓	✓	✓					✓	✓	✓		✓		✓			✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	19
Burakbey				✓	✓				✓	✓				✓				✓						✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	6
Bülbül 89		✓	✓																														2
Fırtına	✓					✓	✓	✓					✓				✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	16
İnce 04		✓									✓	✓					✓							✓								✓	6
Karatay 94		✓	✓								✓							✓															4
Keykubad								✓										✓									✓		✓				4
Konevi 98					✓							✓		✓	✓	✓												✓		✓			7
Larende						✓					✓		✓														✓						4
Tarm 92			✓																									✓					2
Zeynelağa		✓								✓		✓	✓					✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓					✓		12
Hat 1										✓				✓	✓	✓		✓		✓	✓								✓			✓	9
Hat 2					✓				✓						✓													✓					4
Hat 3		✓	✓				✓	✓	✓												✓		✓										7
Hat 4		✓		✓			✓	✓				✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	19
Hat 5												✓																			✓		2
Hat 6										✓	✓						✓	✓							✓								5
Hat 7		✓					✓	✓			✓								✓	✓	✓		✓		✓								9

1: Tane verimi, 2: Kuraklık hassasiyet indeksi, 3: m²'de başak sayısı, 4: Başak uzunluğu, 5: Başakta tane sayısı, 6: Başakta tane ağırlığı, 7: Biyolojik verim, 8: Hasat indeksi, 9: Bitki boyu, 10: Üst boğum uzunluğu, 11: Bayrak yaprak kınında mumsuluk, 12: Bayrak yaprak kıvrılması, 13: Bayrak yaprak dikliği, 14: Bayrak yaprak ayası boyu, 15: Bayrak yaprak ayası eni, 16: Bayrak yaprak ayası alanı, 17: Kılçık uzunluğu, 18: Erken dönemde toprak yüzeyini kapatma, 19: Başaklanma süresi, 20: Çiçeklenme süresi, 21: Fizyolojik olum süresi, 22: Tane doldurma süresi, 23: Yaprak nispi su içeriği, 24: Yaprak nispi su kaybı, 25: Başaklanma dönemi bitki örtüsü sıcaklığı, 26: Çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı, 27: Bayrak yaprak klorofil içeriği, 28: Protein oranı, 29: Bin tane ağırlığı, 30: Hektolitre ağırlığı, 31: Elek üstü, 32: Elek altı

Bitki ıslahı ile elde edilen verim potansiyelindeki artışlar, arpada olduğu gibi çok sayıda bitkide de rapor edilmiştir. Farklı genotiplerin karşılaştırılması, verim artışı ile bağlantılı olarak seleksiyon esnasında morfolojik, fenolojik ve fizyolojik özelliklerin tanımlanmasını sağlamıştır. Daha fazla ilerleme, verim potansiyeli üzerinde negatif etkiler olmaksızın kuraklığa toleransı iyileştirebilen, böylece kuraklığa eğilimli çevrelerde verim potansiyeli ile verim arasındaki farkı azaltabilen, yüksek verimli genotiplerin tanıtılmasına bağlı olacaktır. Bu amaca, kuraklık toleransı ile ilgili özelliklerin tanımlanması yoluyla ulaşılabilir.

Çalışmada sapa kalkma dönemi ile başaklanma başlangıcı dönemi kuraklığı arpa genotiplerinin kurağa en hassas dönem olduğu belirlenmiştir. Bu anlamda arpa genotiplerinin bir kısmının tane verimleri metrekarede başak sayısı ile belirlenmiştir. Dolayısıyla sapa kalkma döneminde meydana gelen kuraklıkta metrekarede başak sayısının belirleyici bir parametre olduğu söylenebilir. KHİ kuraklığa adaptasyonu destekleyen seleksiyon parametresi olarak ön plana çıkmıştır. Ayrıca sapa kalkma dönemi kuraklığında biyolojik verim özelliği, kuraklığa toleransı destekleyen önemli bir seleksiyon parametresi olarak önerilebilir. Morfolojik özellikler bakımından, üst boğum uzunluğu, bitki boyu, bayrak yaprak boyu özellikleri kurağa adaptasyonu destekleyen önemli seleksiyon parametreleri olarak ön plana çıkmıştır. Fenolojik özellikler bakımından, erken dönemde toprak yüzeyini kapatma (NDVI), hem kıştan çıkış ile ilgili bilgi üretmesi ve hem de erken dönemde suyun etkin kullanımı ile ilgili bilgi sağlaması bakımından önemli bir parametre olarak belirlenmiştir. Kısa başaklanma ve çiçeklenme süresi ile uzun tane dolum süresi özellikleri, kuraklığı destekleyen önemli fenolojik seleksiyon parametreleri olarak ön plana çıkmıştır. Fizyolojik özellikler bakımından, YNSİ topraktan su alma ile ilgili bilgi sağlaması bakımından önemli bir parametredir. YNSK parametresi de bitkinin bünyesinde suyu tutabilme kapasitesi ile ilgili bilgi üretilmesi yönüyle önemli bir parametredir. Her ikisi de kontrollü şartlarda genetik materyalin karakterizasyonunda kullanılabilir veya özel amaçlı kurak çalışmalarında değerlendirme parametresi olarak kullanılabilir. Aynı zamanda, bitki örtüsü sıcaklığı parametresinin ölçümünün kolay olması ve genotipler arasındaki farklılığı ortaya koyması bakımından, kurağa dayanıklılık ıslahında kullanılabilecek önemli bir seleksiyon parametresi olabilir. Kurağa adaptasyonu destekleyici sonuçlar veren bayrak yaprak klorofil içeriği parametresi pratik kullanılabilecek bir parametre olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Ghani, A. ve Al-Majali, N., 2013, Response of Barely Varieties to Drought Stress Imposed At Different Developmental Stages.
- Abdel-Ghani, A. H., Neumann, K., Wabila, C., Sharma, R., Dhanagond, S., Owais, S. J., Börner, A., Graner, A. ve Kilian, B., 2015, Diversity of germination and seedling traits in a spring barley (*Hordeum vulgare* L.) collection under drought simulated conditions, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 62, 275-292.
- Åberg, E., 1940, The taxonomy and phylogeny of *Hordeum* L. Sect. *Cerealia* Ands. with special reference to Thibetan barleys, *The taxonomy and phylogeny of Hordeum L. Sect. Cerealia Ands. with special reference to Thibetan barleys*.
- Acevedo, E. ve Ceccarelli, S., 1989, Role of the physiologist-breeder in a breeding program for drought resistance conditions.
- Adamsen, F., Pinter Jr, P. J., Barnes, E. M., LaMorte, R. L., Wall, G. W., Leavitt, S. W. ve Kimball, B. A., 1999, Measuring wheat senescence with a digital camera, *Crop Science*, 39 (3), 719-724.
- Afshari-Behbahanizadeh, S., Akbari, G. A., Shahbazi, M., Alahdadi, I., Farahani, L., Tabatabaee, S. ve Ganji, M., 2018, Qualitative and Physical Properties of Barley Grain s under Terminal Drought Stress Conditions.
- Ahmadizadeh, M., Shahbazi, H., Valizadeh, M. ve Zaefizadeh, M., 2011, Genetic diversity of durum wheat landraces using multivariate analysis under normal irrigation and drought stress conditions, *Afr. J. Agric. Res*, 6 (10), 2294-2302.
- Ahmed, M., Asif, M. ve Goyal, A., 2012, Silicon the non-essential beneficial plant nutrient to enhanced drought tolerance in wheat, *Crop plant*, 31-48.
- Ajalli, J. ve Salehi, M., 2012, Evaluation of drought stress indices in barley (*Hordeum vulgare* L.), *Annals of Biological Research*, 3 (12), 5515-5520.
- Aktaş, H., 2017, Türkiye’de Yoğun Ekim Alanına Sahip Arpa (*Hordeum Vulgare* L.) Çeşitlerinin Destek Sulamalı ve Yağışa Dayalı Şartlarda Değerlendirilmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (3), 86-97.
- Alexander, R. D., Wendelboe-Nelson, C. ve Morris, P. C., 2019, The barley transcription factor HvMYB1 is a positive regulator of drought tolerance, *Plant Physiology and Biochemistry*, 142, 246-253.
- Alghabari, F. ve Ihsan, M. Z., 2018, Effects of drought stress on growth, grain filling duration, yield and quality attributes of barley (*Hordeum vulgare* L.), *Bangladesh Journal of Botany*, 47 (3), 421-428.
- Anjum, F., Yaseen, M., Rasul, E., Wahid, A. ve Anjum, S., 2003, Water stress in barley (*Hordeum vulgare* L.). II. Effect on chemical composition and chlorophyll contents, *Pak. J. Agric. Sci*, 40 (1-2), 45-49.

- Araus, J., Slafer, G., Reynolds, M. ve Royo, C., 2002, Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for?, *Annals of botany*, 89 (7), 925-940.
- Aydoğan, S., şahin, M., Akçacık, A. G. ve Ayrancı, R., 2013, Bazı Arpa Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi.
- Aydoğan, S., şahin, M., Akçacık, A. G., Demir, B., Hamzaoğlu, S. ve Kara, İ., 2017, Arpa genotiplerinin farklı lokasyonlardaki kalite özelliklerinin değeriendirilmesi, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31 (2), 8-13.
- Aydoğan, S., şahin, M., Akçacık, A. G., Hamzaoğlu, S., Demir, B. ve İbrahim, K., 2021, Farklı Çevrelerde Yetiştirilen Bazı Arpa Genotiplerinin Fiziksel ve Kimyasal Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Ziraat Mühendisliği* (372), 44-55.
- Ayrancı, R., 2012, Farklı kuraklık tiplerinde ekmeklik buğday genotiplerinin fizyolojik, morfolojik, verim ve kalite özellikleri yönüyle ıslahta kullanılabilecek uygun parametrelerin belirlenmesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Konya*.
- Bartlett, M. S., 1937, Some examples of statistical methods of research in agriculture and applied biology, *Supplement to the Journal of the Royal Statistical Society*, 4 (2), 137-183.
- Bayhan, M., Özkan, R., Yildirim, M. ve Akinci, C., 2019, Arpa Genotiplerinin Diyarbakırda Kurak Geçen Sezonda Verim ve Fizyolojik Özellikler Yönünden incelenmesi.
- Bi, H., Kovalchuk, N., Langridge, P., Tricker, P. J., Lopato, S. ve Borisjuk, N., 2017, The impact of drought on wheat leaf cuticle properties, *BMC Plant Biology*, 17, 1-13.
- Biswal, A. K. ve Kohli, A., 2013, Cereal flag leaf adaptations for grain yield under drought: knowledge status and gaps, *Molecular Breeding*, 31, 749-766.
- Blum, A., 1998, Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilisation, *Euphytica*, 100 (1-3), 77-83.
- Blum, A., 2005, Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive?, *Australian Journal of Agricultural Research*, 56 (11), 1159-1168.
- Blum, A., 2009, Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress, *Field Crops Research*, 112 (2-3), 119-123.
- Blum, A., 2011, Drought resistance and its improvement, *Plant breeding for water-limited environments*, 53-152.
- Bowley, S., 1999, A hitchhiker's guide to statistics in plant biology, Guelph, Ont.: Any Old Subject Books, p.

- Cai, K., Chen, X., Han, Z., Wu, X., Zhang, S., Li, Q., Nazir, M. M., Zhang, G. ve Zeng, F., 2020, Screening of worldwide barley collection for drought tolerance: The assessment of various physiological measures as the selection criteria, *Frontiers in plant science*, 11, 1159.
- Carter, A. Y., Hawes, M. C. ve Ottman, M. J., 2019, Drought-tolerant barley: I. Field observations of growth and development, *Agronomy*, 9 (5), 221.
- Ceccarelli, S. ve Grando, S., 1991, Environment of selection and type of germplasm in barley breeding for low-yielding conditions, *Euphytica*, 57, 207-219.
- Ceccarelli, S., Grando, S., Maatougui, M., Michael, M., Slash, M., Haghparast, R., Rahmanian, M., Taheri, A., Al-Yassin, A. ve Benbelkacem, A., 2010, Plant breeding and climate changes, *The Journal of Agricultural Science*, 148 (6), 627-637.
- Chloupek, O., Dostál, V., Středa, T., Psota, V. ve Dvořáková, O., 2010, Drought tolerance of barley varieties in relation to their root system size, *Plant Breeding*, 129 (6), 630-636.
- Ciulca, S., Madosa, E., Ciulca, A., Velicevici, G. ve Chis, S., 2009, Evaluation of drought tolerance in winter barley using different screening techniques, *New Phyt*, 137, 99-107.
- Clarke, J., 1987, Use of physiological and morphological traits in breeding programmes to improve drought resistance of cereal, *Drought tolerance in winter cereals*.
- Clarke, J. M., DePauw, R. M. ve Townley-Smith, T. F., 1992, Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat, *Crop Science*, 32 (3), 723-728.
- Committee, A. A. o. C. C. A. M., 2000, Approved methods of the American association of cereal chemists, Amer Assn of Cereal Chemists, p.
- Cossani, C. M., Slafer, G. A. ve Savin, R., 2009, Yield and biomass in wheat and barley under a range of conditions in a Mediterranean site, *Field Crops Research*, 112 (2-3), 205-213.
- Cuesta-Marcos, A., Casas, A. M., Hayes, P. M., Gracia, M. P., Lasa, J. M., Ciudad, F., Codesal, P., Molina-Cano, J. L. ve Igartua, E., 2009, Yield QTL affected by heading date in Mediterranean grown barley, *Plant Breeding*, 128 (1), 46-53.
- Debaeke, P. ve Aboudrare, A., 2004, Adaptation of crop management to water-limited environments, *European Journal of Agronomy*, 21 (4), 433-446.
- Dhanda, S. ve Sethi, G., 1998, Inheritance of excised-leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum aestivum*), *Euphytica*, 104, 39-47.
- Dirik, K. Ö., SAKİN, M. A., İnanç, M. ve Sönmez, F., 2022, Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Tokat-Kazova Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25 (4), 800-810.

- Dorostkar, S., Paknyiat, H., Ahmadi, K., Ghorbani, R., Aliakbari, M. ve Sobhanian, N., 2016, Evaluation of several drought tolerance criteria in cultivated varieties of barley (*Hordeum vulgare* L.) and Their Relationships with Yield Reduction, *Science Research*, 4 (2), 226-232.
- Dönmez, Ö., Aydemir, T. ve Aktaş, B., 2008, Arpada çeşit tanımlaması, *Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Yayınları* (25).
- Duwayri, M., 1984, Effect of flag leaf and awn removal on grain yield and yield components of wheat grown under dryland conditions, *Field Crops Research*, 8, 307-313.
- El-Shawy, E., El-Sabagh, A., Mansour, M. ve Barutcular, C., 2017, A comparative study for drought tolerance and yield stability in different genotypes of barley (*Hordeum vulgare* L.), *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 5 (2), 151-162.
- Elakhdar, A., Elakhdar, I., Desouky, S. E. ve Khaidr, R., 2023, Recent progress in molecular breeding approaches to improve drought tolerance in barley, *QTL Mapping in Crop Improvement*, 275-309.
- Elgün, A., Türker, S. ve Bilgiçli, N., 2001, Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü, *Konya Ticaret Borsası Yayın* (2), 112.
- Ertuğrul, R., 2021, Kuraklığa tolerans QTL'lerine sahip arpa genotiplerinin konya kurak koşullarında performanslarının belirlenmesi / Determination of the performance of barley genotypes with drought tolerance QTL in konya dry conditions, *Selçuk Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, 90.
- Fahmideh, L., Mazarie, A., Madadi, S. ve Paris Pahlevan, P. P., 2021, Comparison between of Photosynthetic Pigments, Osmotic Regulators and Antioxidant Enzymes of Nimroz and Nomar Barley Cultivars of Sistan Region under Drought Stress, *Journal of Crop Breeding*, 13 (37), 51-62.
- Fang, Y. ve Xiong, L., 2015, General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants, *Cellular and molecular life sciences*, 72, 673-689.
- FAO, 2022, <https://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Feizi, M., Solouki, M., Sadeghzadeh, B., Fakheri, B. ve Mohammadi, S. A., 2020, Evaluation of drought tolerance indices for barley landraces under irrigated and dry conditions, *Biosci. j.(Online)*, 1518-1527.
- Feroun, M., Srhiouar, N., Bouhraoua, S., El Ghachtouli, N. ve Louahlia, S., 2023, Physiological and biochemical changes in Moroccan barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars submitted to drought stress, *Heliyon*, 9 (2).
- Firoozabadi, Z. D., Nikkhah, H. R. ve Foruzesh, P., 2023, Study of relationship between morpho-physiological traits and grain yield under terminal drought stress

- conditions in barley genotypes, *Cereal Research Communications*, 51 (1), 207-216.
- Fischer, R. ve Maurer, R., 1978, Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses, *Australian Journal of Agricultural Research*, 29 (5), 897-912.
- Garcia del Moral, L., Ramos, J., Garcia del Moral, M. ve Jiménez-Tejada, M., 1991, Ontogenetic approach to grain production in spring barley based on path-coefficient analysis, *Crop Science*, 31 (5), 1179-1185.
- Gauch Jr, H. G., 1988, Model selection and validation for yield trials with interaction, *Biometrics*, 705-715.
- Geçit, H. ve Adak, M., 1990, Altı sıralı arpalarda gelişme ve olum süreleri ile tane verimi üzerinde araştırmalar, *AÜ ZF Yıllığı*, 41 (1-2), 151-157.
- Ghaffar, M., Khan, S. ve Khan, W., 2018, 18. Genetic variability analysis of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for yield and related parameters, *Pure and Applied Biology (PAB)*, 7 (2), 547-555.
- Giancarla, V., Madosă, E., Ciulca, S., Şumălan, R., Coradini, R., Iuliana, C., Mihaela, M. ve Lazar, A., 2013, Analysis of excised leaves water loss in winter barley, *JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 17 (2), 217-222.
- Gibson, L. ve Paulsen, G., 1999, Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth, *Crop Science*, 39 (6), 1841-1846.
- González, A., Martín, I. ve Ayerbe, L., 1999, Barley yield in water-stress conditions.: The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance, *Field Crops Research*, 62 (1), 23-34.
- Gordon, T., Wang, R., Bowman, B., Klassen, N., Wheeler, J., Bonman, J. M., Bockelman, H. ve Chen, J., 2020, Agronomic and genetic assessment of terminal drought tolerance in two-row spring barley, *Crop Science*, 60 (3), 1415-1427.
- Gregory, P., Tennant, D. ve Belford, R., 1992, Root and shoot growth, and water and light use efficiency of barley and wheat crops grown on a shallow duplex soil in a Mediterranean-type environment, *Australian Journal of Agricultural Research*, 43 (3), 555-573.
- Gyawali, S., 2021, Alternative screening method for drought tolerance in barley genotypes, *Journal of Scientific Agriculture*, 4, 1-5.
- Harlan, J., 1976, Barley: *Hordeum vulgare* (Gramineae-Triticinae), *Evolution of Crop Plants*. NW Simmonds, ed.
- Hasanuzzaman, M., Shabala, L., Brodribb, T. J., Zhou, M. ve Shabala, S., 2016, Assessing the suitability of various screening methods as a proxy for drought tolerance in barley, *Functional Plant Biology*, 44 (2), 253-266.

- Hebbache, H., Benkherbache, N., Bouchakour, M. ve Mefti, M., 2021, Effect of water deficit stress on physiological traits of some Algerian barley genotypes, *Journal of Central European Agriculture*, 22 (2), 295-304.
- Hellal, F., Abdel-Hady, M., Khatab, I., El-Sayed, S. ve Abdelly, C., 2019, Yield characterization of Mediterranean barley under drought stress condition, *AIMS Agriculture and Food*, 4 (3), 518-533.
- Hossain, A., da Silva, J. A. T., Lozovskaya, M. V. ve Zvolinsky, V. P., 2012, High temperature combined with drought affect rainfed spring wheat and barley in South-Eastern Russia: I. Phenology and growth, *Saudi journal of biological sciences*, 19 (4), 473-487.
- Högy, P., Poll, C., Marhan, S., Kandeler, E. ve Fangmeier, A., 2013, Impacts of temperature increase and change in precipitation pattern on crop yield and yield quality of barley, *Food chemistry*, 136 (3-4), 1470-1477.
- Ihsan, M. Z., El-Nakhlawy, F. S., Ismail, S. M., Fahad, S. ve Daur, I., 2016, Wheat phenological development and growth studies as affected by drought and late season high temperature stress under arid environment, *Frontiers in plant science*, 7, 795.
- Iqbal, M. T., 2018, Physiological, biochemical and molecular responses of different barley varieties to drought and salinity, *Universitäts-und Landesbibliothek Bonn*.
- Istanbuli, T., Baum, M., Touchan, H. ve Hamwieh, A., 2020, Evaluation of morpho-physiological traits under drought stress conditions in barley (*Hordeum vulgare* L.), *Photosynthetica*, 58 (4), 1059-1067.
- Jabbari, M., Fakheri, B. A., Aghnoum, R., Darvishzadeh, R., Mahdi Nezhad, N., Ataei, R., Koochakpour, Z. ve Razi, M., 2022, Identification of DNA markers associated with phenological traits in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) under drought stress conditions, *Cereal Research Communications*, 50 (2), 171-178.
- Jedmowski, C., Ashoub, A., Momtaz, O. ve Brüggemann, W., 2015, Impact of drought, heat, and their combination on chlorophyll fluorescence and yield of wild barley (*Hordeum spontaneum*), *Journal of Botany*, 2015, 1-9.
- Jones, H. G., 2004, Application of thermal imaging and infrared sensing in plant physiology and ecophysiology, In: *Advances in botanical research*, Eds: Elsevier, p. 107-163.
- Jouyban, A., Give, H. S. ve Noryan, M., 2015, Relationship between agronomic and morphological traits in barley varieties under drought stress condition, *Intl. Res. J. Appl. Basic. Sci*, 9 (9), 1507-1511.
- Kandemir, N., Jones, B. L., Wesenberg, D. M., Ullrich, S. E. ve Kleinhofs, A., 2000, Marker-assisted analysis of three grain yield QTL in barley (*Hordeum vulgare* L.) using near isogenic lines, *Molecular Breeding*, 6, 157-167.

- Karami, E., Sartip, A., Arshadi, A. ve Zare, M., 2021, Comparing the potential of indices and multivariate statistical techniques to select drought tolerant genotypes in barley (*Hordeum vulgare* L.), *Brazilian Journal of Botany*, 44 (3), 767-777.
- Karimi, H., 2005, Barley (*Hordeum vulgare* L.): physiology and yield, *Forage crops production in Iran*, Karimi H.(Editor), 258-275.
- Kebede, A., Kang, M. S. ve Bekele, E., 2019, Advances in mechanisms of drought tolerance in crops, with emphasis on barley, *Advances in agronomy*, 156, 265-314.
- Kendal, E., Kiliç, H., Tekdal, S. ve Altikat, A., 2010, Bazi arpa genotiplerinin Diyarbakir ve Adiyaman kuru koşullarında verim ve verim unsurlarının incelenmesi, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 49-58.
- Kendal, E. ve Doğan, H., 2014, Başaktaki sıra sayısının arpada verim, bazı kalite ve morfolojik parametrelere etkisi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (2), 132-142.
- Khalili, M., Pour-Aboughadareh, A. ve Naghavi, M. R., 2016, Assessment of drought tolerance in barley: integrated selection criterion and drought tolerance indices, *Environmental and Experimental Biology*, 14 (1), 33-41.
- Kizilgeçi, F., Yildirim, M., Akinci, C., Albayrak, Ö., Sesiz, U. ve Tazebay, N., 2018, Arpa *Hordeum vulgare* L. Genotiplerinde Verim ve Verim Unsurları ile Fizyolojik Parametreler Arasındaki İlişkilerin Değerlendirilmesi, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (2), 61-66.
- Kong, L., Wang, F., Feng, B., Li, S., Si, J. ve Zhang, B., 2010, The structural and photosynthetic characteristics of the exposed peduncle of wheat (*Triticum aestivum*L.): an important photosynthate source for grain-filling, *BMC Plant Biology*, 10 (1), 1-10.
- Kosova, K., Vitamvas, P., Urban, M. O., Kholova, J. ve Prášil, I. T., 2014, Breeding for enhanced drought resistance in barley and wheat-drought-associated traits, genetic resources and their potential utilization in breeding programmes, *Czech journal of genetics and plant breeding*, 50 (4), 247-261.
- Kumar, A. ve Sharma, S., 2007, Genetics of excised-leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum aestivum* L.), *Cereal Research Communications*, 35, 43-52.
- Kumar, V., Khippal, A., Singh, J., Selvakumar, R., Malik, R., Kumar, D., Kharub, A. S., Verma, R. P. S. ve Sharma, I., 2014, Barley research in India: Retrospect & prospects, *Journal of Wheat Research*, 6 (1), 1-20.
- Kundel, D., Meyer, S., Birkhofer, H., Fliessbach, A., Mäder, P., Scheu, S., Van Kleunen, M. ve Birkhofer, K., 2018, Design and manual to construct rainout-shelters for climate change experiments in agroecosystems, *Frontiers in Environmental Science*, 6, 14.

- Kutlu, İ., 2010, Tahıllarda kuraklık stresi, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* (1), 35-41.
- Lakew, B., Eglinton, J., Henry, R. J., Baum, M., Grando, S. ve Ceccarelli, S., 2011, The potential contribution of wild barley (*Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*) germplasm to drought tolerance of cultivated barley (*H. vulgare* ssp. *vulgare*), *Field Crops Research*, 120 (1), 161-168.
- Li, R.-h., Guo, P.-G., Michael, B., Stefania, G. ve Salvatore, C., 2006, Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley, *Agricultural Sciences in China*, 5 (10), 751-757.
- Liu, Y., Subhash, C., Yan, J., Song, C., Zhao, J. ve Li, J., 2011, Maize leaf temperature responses to drought: Thermal imaging and quantitative trait loci (QTL) mapping, *Environmental and Experimental Botany*, 71 (2), 158-165.
- Lonbani, M. ve Arzani, A., 2011, Morpho-physiological traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat, *Agronomy research*, 9 (1-2), 315-329.
- Lopes, M. S. ve Reynolds, M. P., 2010, Partitioning of assimilates to deeper roots is associated with cooler canopies and increased yield under drought in wheat, *Functional Plant Biology*, 37 (2), 147-156.
- Loss, S. P. ve Siddique, K., 1994, Morphological and physiological traits associated with wheat yield increases in Mediterranean environments, *Advances in agronomy*, 52, 229-276.
- Ludlow, M. M. ve Muchow, R. C., 1990, A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments, *Advances in agronomy*, 43, 107-153.
- Mahmood, Y., 2020, Drought effects on leaf canopy temperature and leaf senescence in barley, *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 51 (6), 1684-1693.
- Mamnouie, E., Fotouhi Ghazvini, R., Esfahani, M. ve Nakhoda, B., 2006, The effects of water deficit on crop yield and the physiological characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 8 (3), 211-219.
- Mardeh, A. S.-S., Ahmadi, A., Poustini, K. ve Mohammadi, V., 2006, Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions, *Field Crops Research*, 98 (2-3), 222-229.
- Matin, M., Brown, J. H. ve Ferguson, H., 1989, Leaf water potential, relative water content, and diffusive resistance as screening techniques for drought resistance in barley, *Agronomy Journal*, 81 (1), 100-105.
- MGM, 2022, <https://www.mgm.gov.tr/>.
- Mitra, J., 2001, Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants, *Current science*, 758-763.

- Mohammadi, S., Sorkhi Lalalo, B., Rezaie, M. ve Majidi, A., 2018, Evaluation of Compatibility and Yield Potential of Barley Elite Lines under Full Irrigation and Low Water Stress Conditions in West Azerbaijan Province, *Journal of Crop Breeding*, 10 (28), 188-200.
- Monti, L., 1987, Breeding plants for drought resistance: The problem and its relevance, *Proc Agriculture drought resistance in plant, Amafi*, 1-8.
- Nevo, E. ve Chen, G., 2010, Drought and salt tolerances in wild relatives for wheat and barley improvement, *Plant, Cell & Environment*, 33 (4), 670-685.
- Paknejad, F., Fatemi Rika, Z. ve Elkaee Dehno, M., 2017, Investigation end season drought effect on yield and yield components of ten barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in Karaj region, *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10 (3), 391-401.
- Pakniyat, H., 2010, Assessment of drought tolerance in barley genotypes, *J Appl Sci*, 2, 151-156.
- Prystupa, P., Peton, A., Pagano, E., Ferraris, G., Ventimiglia, L., Loewy, T., Gómez, F. ve Gutierrez-Boem, F. H., 2021, Grain hordein content and malt quality as affected by foliar nitrogen fertilisation at heading, *Journal of the Institute of Brewing*, 127 (3), 224-231.
- Pržulj, N., Momčilović, V., Nožinić, M., Jestrović, Z., Pavlović, M. ve Orbović, B., 2010, Značaj i oplemenjivanje ječma i ovsa, *Field & Vegetable Crops Research/Ratarstvo i povrtarstvo*, 47 (1).
- Qian, X., Jing, R., Wang, H. ve Chang, X., 2009, Genetic characteristics of wheat functional leaves at filling stage under different water regimes, *Ying Yong Sheng tai xue bao= The Journal of Applied Ecology*, 20 (12), 2957-2963.
- Reynolds, M., Manes, Y., Izanloo, A. ve Langridge, P., 2009, Phenotyping approaches for physiological breeding and gene discovery in wheat, *Annals of Applied Biology*, 155 (3), 309-320.
- Rezaei, E. E., Rojas, L. V., Zhu, W. ve Cammarano, D., 2022, The potential of crop models in simulation of barley quality traits under changing climates: A review, *Field Crops Research*, 286, 108624.
- Ries, R. ve Zachmeier, L., 1985, Automated rainout shelter for controlled water research, *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, 38 (4), 353-357.
- Ristic, Z., Gifford, D. J. ve Cass, D. D., 1992, Dehydration, damage to the plasma membrane and thylakoids, and heat-shock proteins in lines of maize differing in endogenous levels of abscisic acid and drought resistance, *Journal of plant physiology*, 139 (4), 467-473.
- Robertson, M. J. ve Giunta, F., 1994, Responses of spring wheat exposed to pre-anthesis water stress, *Australian Journal of Agricultural Research*, 45 (1), 19-35.

- Rollins, J., Habte, E., Templer, S., Colby, T., Schmidt, J. ve Von Korff, M., 2013, Leaf proteome alterations in the context of physiological and morphological responses to drought and heat stress in barley (*Hordeum vulgare* L.), *Journal of experimental botany*, 64 (11), 3201-3212.
- Roohi, E., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Modarres Sanavy, S. ve Siosemardeh, A., 2015, Association of some photosynthetic characteristics with canopy temperature in three cereal species under soil water deficit condition, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17 (5), 1233-1244.
- Sade, B., 2008, Yeni boyutlarıyla kuraklık ve nadas, *Ülkesel Tahıl Sempozyumu*, 2 (5), 230-235.
- Saed-Moucheshi, A., Pessarakli, M., Mozafari, A. A., Sohrabi, F., Moradi, M. ve Marvasti, F. B., 2022, Screening barley varieties tolerant to drought stress based on tolerant indices, *Journal of Plant Nutrition*, 45 (5), 739-750.
- Sallam, A., Alqudah, A. M., Dawood, M. F., Baenziger, P. S. ve Börner, A., 2019, Drought stress tolerance in wheat and barley: advances in physiology, breeding and genetics research, *International journal of molecular sciences*, 20 (13), 3137.
- Samarah, N., Alqudah, A., Amayreh, J. ve McAndrews, G., 2009, The effect of late-terminal drought stress on yield components of four barley cultivars, *Journal of agronomy and crop science*, 195 (6), 427-441.
- Samarah, N. H., 2005, Effects of drought stress on growth and yield of barley, *Agronomy for sustainable development*, 25 (1), 145-149.
- Sánchez-Díaz, M., García, J., Antolín, M. ve Araus, J., 2002, Effects of soil drought and atmospheric humidity on yield, gas exchange, and stable carbon isotope composition of barley, *Photosynthetica*, 40, 415-421.
- Savin, R. ve Nicolas, M. E., 1996, Effects of short periods of drought and high temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars, *Functional Plant Biology*, 23 (2), 201-210.
- Savin, R. ve Nicolas, M. E., 1999, Effects of timing of heat stress and drought on growth and quality of barley grains, *Australian Journal of Agricultural Research*, 50 (3), 357-364.
- Shahriary, R., Shahbazi, H., Hejran, N. ve Seifbarghi, S., 2020, Efficiency of some physiological traits in evaluation of tolerance of barley advanced lines (*Hordeum vulgare* L.) to terminal drought stress, *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 13 (1).
- Shakhatreh, Y., Haddad, N., Alrababah, M., Grando, S. ve Ceccarelli, S., 2010, Phenotypic diversity in wild barley (*Hordeum vulgare* L. ssp. *spontaneum* (C. Koch) Thell.) accessions collected in Jordan, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57, 131-146.

- Sharma, S., Sain, R. ve Sharma, R., 2003, The genetic control of flag leaf length in normal and late sown durum wheat, *The Journal of Agricultural Science*, 141 (3-4), 323-331.
- Singh, S., Madakemohekar, A., Prasad, L. ve Prasad, R., 2015, Genetic variability and correlation analysis of yield and its contributing traits in barley (*Hordeum vulgare* L.) for drought tolerance, *Indian Research Journal of Genetics and Biotechnology*, 7 (1), 103-108.
- Sinha, N. ve Patil, B., 1986, Screening of barley varieties for drought resistance, *Plant Breeding*, 97 (1), 13-19.
- Sinha, S., 1987, Drought resistance in crop plants: a critical physiological and biochemical assessment. Chapter 28, *Improving Winter Cereals for Moisture-limiting Areas, Capri (Italy)*, 27-31 Oct 1985.
- Soleimani, A., Valizadeh, M., Darvishzadeh, R. ve Alipour, H., 2017, Evaluation of yield and yield component of spring barely genotypes under late season drought stress, *Journal of Crop Breeding*, 9 (23), 105-116.
- Soylu, S. ve Bayram, S., 2016, Makarnalık Buğdaylarda (*Triticum Durum* L.) Bitki Boyu, Hasat İndeksi ve Bunlara Etkili Faktörlerin Kombinasyon Yeteneği ve Kalitimi, *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 13 (1).
- Subhani, G. M. ve Chowdhry, M. A., 2000, Correlation and path coefficient analysis in bread wheat under drought stress and normal conditions, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3 (1), 72-77.
- Suzuki, N., Rivero, R. M., Shulaev, V., Blumwald, E. ve Mittler, R., 2014, Abiotic and biotic stress combinations, *New Phytologist*, 203 (1), 32-43.
- Szira, F., Bálint, A., Börner, A. ve Galiba, G., 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.
- Şahin, M., Göçmen, A. ve Aydoğan, S., 2004, Buğday ve arpa ıslahında kullanılan kalite kriterleri (Derleme), *BDUTAE Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1, 54-60.
- Tahara, M., Carver, B. F., Johnson, R. C. ve Smith, E. L., 1990, Relationship between relative water content during reproductive development and winter wheat grain yield, *Euphytica*, 49, 255-262.
- TEPGE, 2021, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, 2022 Arpa Raporu. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/>.
- Teulat, B., Monneveux, P., Wery, J., Borries, C., Souyris, I., Charrier, A. ve This, D., 1997, Relationships between relative water content and growth parameters under water stress in barley: a QTL study, *New Phytologist*, 137 (1), 99-107.

- Teulat, B., Zoumarou-Wallis, N., Rotter, B., Ben Salem, M., Bahri, H. ve This, D., 2003, QTL for relative water content in field-grown barley and their stability across Mediterranean environments, *Theoretical and Applied Genetics*, 108, 181-188.
- Thameur, A., Lachiheb, B. ve Ferchichi, A., 2012, Drought effect on growth, gas exchange and yield, in two strains of local barley Ardhaoui, under water deficit conditions in southern Tunisia, *Journal of Environmental Management*, 113, 495-500.
- Tian, Y., Zhang, H., Xu, P., Chen, X., Liao, Y., Han, B., Chen, X., Fu, X. ve Wu, X., 2015, Genetic mapping of a QTL controlling leaf width and grain number in rice, *Euphytica*, 202, 1-11.
- TMO, 2020, Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü, 2020 Sektör Raporu. <https://www.tmo.gov.tr/>.
- TTSM, 2023, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM>
- Turner, N. C., 1991, Measurement and influence of environmental and plant factors on stomatal conductance in the field, *Agricultural and forest Meteorology*, 54 (2-4), 137-154.
- TÜİK, 2007, Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/>.
- TÜİK, 2022, Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/>.
- UHK, 2020, Ulusal Hububat Konseyi 2019-2020 Üretim Raporu. <http://www.uhk.org.tr/>
- Vaezi, B., Bavei, V. ve Shiran, B., 2010, Screening of barley genotypes for drought tolerance by agro-physiological traits in field condition, *African Journal of Agricultural Research*, 5 (9), 881-892.
- Van Gool, D. ve Vernon, L., 2006, Potential impacts of climate change on agricultural land use suitability: barley.
- Varshney, R., Paulo, M., Grando, S., Van Eeuwijk, F., Keizer, L., Guo, P., Ceccarelli, S., Kilian, A., Baum, M. ve Graner, A., 2012, Genome wide association analyses for drought tolerance related traits in barley (*Hordeum vulgare* L.), *Field Crops Research*, 126, 171-180.
- Wang, Z.-M., Wei, A.-L. ve Zheng, D.-M., 2001, Photosynthetic characteristics of non-leaf organs of winter wheat cultivars differing in ear type and their relationship with grain mass per ear, *Photosynthetica*, 39, 239-244.
- Wardlaw, I. F., 2002, Interaction between drought and chronic high temperature during kernel filling in wheat in a controlled environment, *Annals of botany*, 90 (4), 469-476.

- Wiegmann, M., Maurer, A., Pham, A., March, T. J., Al-Abdallat, A., Thomas, W. T., Bull, H. J., Shahid, M., Eglinton, J. ve Baum, M., 2019, Barley yield formation under abiotic stress depends on the interplay between flowering time genes and environmental cues, *Scientific Reports*, 9 (1), 6397.
- Williams, P., El-Haramain, F. J., Hani, N. ve Safouh, R., 1988, Crop quality evaluation methods and guidelines, *Crop quality evaluation methods and guidelines*. (14, Ed. 2.).
- Wimmerová, M., Hlavinka, P., Pohanková, E., Kersebaum, K. C., Trnka, M., Klem, K. ve Žalud, Z., 2018, Is Crop Growth Model Able to Reproduce Drought Stress Caused by Rain-out Shelters above Winter Wheat, *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun*, 66, 225-233.
- Wu, X., Chen, X., Zeng, F. ve Zhang, G., 2015, The genotypic difference in the effect of water stress after anthesis on the malt quality parameters in barley, *Journal of Cereal Science*, 65, 209-214.
- WWF, 2014, Türkiye'nin Su Riskleri Raporu. <http://awsassets.wwftr.panda.org>.
- Xu, J., Lafitte, H., Gao, Y., Fu, B., Torres, R. ve Li, Z., 2005, QTLs for drought escape and tolerance identified in a set of random introgression lines of rice, *Theoretical and Applied Genetics*, 111, 1642-1650.
- Xu, Z., Zhou, G. ve Shimizu, H., 2009, Are plant growth and photosynthesis limited by pre-drought following rewatering in grass?, *Journal of experimental botany*, 60 (13), 3737-3749.
- Xue, D., Zhang, X., Lu, X., Chen, G. ve Chen, Z.-H., 2017, Molecular and evolutionary mechanisms of cuticular wax for plant drought tolerance, *Frontiers in plant science*, 8, 621.
- Yan, W., Hunt, L. A., Sheng, Q. ve Szlavnics, Z., 2000, Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot, *Crop Science*, 40 (3), 597-605.
- Yan, W., 2001, GGEbiplot—A Windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data, *Agronomy Journal*, 93 (5), 1111-1118.
- Yang, D., Liu, Y., Cheng, H., Chang, L., Chen, J., Chai, S. ve Li, M., 2016, Genetic dissection of flag leaf morphology in wheat (*Triticum aestivum* L.) under diverse water regimes, *BMC genetics*, 17 (1), 1-15.
- Yildiz, N. ve Tari, A. F., 2018, Yarı Kurak Koşullarda Tamamlayıcı Sulamanın Arpada Verim ve Kaliteye Etkisi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 435-443.
- Yin, X., Struik, P. C., Tang, J., Qi, C. ve Liu, T., 2005, Model analysis of flowering phenology in recombinant inbred lines of barley, *Journal of experimental botany*, 56 (413), 959-965.

- Yue, B., Xue, W., Xiong, L., Yu, X., Luo, L., Cui, K., Jin, D., Xing, Y. ve Zhang, Q., 2006, Genetic basis of drought resistance at reproductive stage in rice: separation of drought tolerance from drought avoidance, *Genetics*, 172 (2), 1213-1228.
- Yüksel, S. ve İkincikarakaya, S. Ü., 2020, Farklı Kavuzsuz Arpa Genotiplerinin (*Hordeum vulgare* L. var. nudum Hook. f.) Sulu Koşullarda Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 38-45.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T. ve Konzak, C. F., 1974, A decimal code for the growth stages of cereals, *Weed research*, 14 (6), 415-421.
- Zaharieva, M., Gaulin, E., Havaux, M., Acevedo, E. ve Monneveux, P., 2001, Drought and heat responses in the wild wheat relative *Aegilops geniculata* Roth: potential interest for wheat improvement, *Crop Science*, 41 (4), 1321-1329.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İbrahim KARA
Uyruğu : T. C.

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Laborant Meslek Lisesi, Erzincan	1992
Üniversite	: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ordu Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ordu	1998
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Konya	2007
Doktora	: Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya	2023

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
1992-2001	Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Giresun	Laborant
2001-2004	Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Giresun	Mühendis
2004-	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Konya	Mühendis

UZMANLIK ALANI

Serin iklim tahılları ıslahı, Tahıllarda abiyotik stresler ve kuraklık fizyolojisi, Bitki besleme ve gübreleme

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

Arpa ve buğday ıslahı, kuraklık abiyotik stresler, bitki besleme ve gübreleme konularında uzmandır. 4 arpa çeşidinin ıslahçı proje lideridir. Ayrıca 18 buğday, 2 tritikale ve 6 yulaf çeşidinin ıslahçısıdır.

YÜRÜTTÜĞÜ PROJELER

1. Arpa Islah Araştırmaları (TAGEM-Proje Lideri)
2. Ekmeklik Buğday Islah Çalışmaları (TAGEM-Araştırmacı)
3. Makarnalık Buğday Islah Çalışmaları (TAGEM-Araştırmacı)
4. Ülkesel Yulaf Islah Araştırmaları (TAGEM-Araştırmacı)
5. Ülkesel Tritikale Islah Araştırmaları (TAGEM-Araştırmacı)

6. Hububatın Kalbinde Çiftçi Buluşmaları (Araştırmacı)
7. Toprak İşlemesiz Tarım Tekniğinin Yaygınlaştırılması (Araştırmacı)
8. Innovative Barley Breeding Approaches to Tackle the Impact of Climatic Change in the Mediterranean Region. (ARİMNET Projesi – Araştırmacı)
9. Buğday ve Arpada İleri Çıkmış Hatların Hastalıklara Karşı Test Edilmesi Projesi(TAGEM-Araştırmacı)
10. Çavdar Islah Araştırmaları (TAGEM-Araştırmacı)
11. Arpa Islah Materyalinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi (TAGEM-Araştırmacı)
12. Kışlık Ekmeklik Buğday Melez Bahçesinin Kuraklığa, Hastalıklara Tolerans ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi (TAGEM-Araştırmacı)
13. KOP Bölgesine Uygun Geliştirilmiş Kurağa Dayanıklı Hububat Çeşitlerinin Yaygınlaştırılması (KOP-Araştırmacı)

YAYINLAR

Uluslararası Dergilerde Yayınlanmış Makaleler

1. Puglisi, D., Delbono, S., Visioni, A., Ozkan, H., Kara, İ., Casas, A.M., Igartua, E., Valè, G., Piero, A.R.L., Cattivelli, L., Tondelli, A., Fricano, A. 2021. Genomic Prediction of Grain Yield in a Barley MAGIC Population Modeling Genotype per Environment Interaction. *Front. Plant Sci.* 12:664148.DOI:10.3389/fpls.2021.664148
2. Puglisi D, Visioni A, Ozkan H, Kara İ, Lo Piero AR, Rachdad FE, Tondelli A, Valè G, Cattivelli L, Fricano A. High accuracy of genome-enabled prediction of belowground and physiological traits in barley seedlings. *G3 (Bethesda)*. 2022 Mar 4;12(3):jkac022. doi: 10.1093/g3journal/jkac022. PMID: 35099521; PMCID: PMC8895982.

Uluslararası Bildiriler, Seminerler

1. Özenç, N., Özenç, D.B., Kara, İ. General Soil Properties and Conditions For Using Fertilizers and Soil Products İn The ‘Tombul’ Hazelnut Ochards of Giresun. VI. International Congress on Hazelnut, 30 July 2005, Tarragona-Reus, Spain.
2. Ozer, E., Taner, S., Akcacak G.A., Kara, I. & Kaya Y. (2010) Wheat Studies İn Anatolian Region Of Turkey. 8th International Wheat Conference. 1-4 June 2010 St. Petersburg, Russia.
3. Ercan, B.; Topal, I.; Kara, I.; Ozer, E.; Gunes, A.; Ozdemir, F. and Koc, H., 2011. Determination of Reactions of Bread Wheat Breeding Materials for Dry Areas to Stripe Rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) Disease under the Konya Echological Conditions. International Wheat Stripe Rust Symposium, 18-20 April 2011, ICARDA-SYRIA
4. Ozer E., Koç H., Taner S., Ceri S., Turkoz M., Akcacak A.G., Ozdemir F., Kara İ., Ercan B. & Kaya Y. 2011. Rye in Turkey. More Attention to Rye Conference. Taru-Estonia (6-8 October 2011)
5. Kaya, Y., H. Koc, A. Gunes, F. Özdemir, İ. Kara, E. Ozer, S. Taner, B. Ercan, İ. Topal, R. Ulker, G. Ozcan, E. Yakısır, M. Turkoz, S. Ceri, A. G. Akcacak, S. Aydogan, R. Z. Arisoy, 2012. Drought tolerance on early vegetative stage in winter wheat. Plant Breeding for Future Generations Proceedings of the 19th EUCARPIA General Congress 21-24 May 2012 Budapest, Hungary page:375

6. Özer E., Cerit Ş.İ., Türköz M., Yakışır E., Çeri S., Kara İ., Yaşar M., Yıldırım T., Eser C., 2018. Triticale's Last Decade in Turkey, 2. International Conference on Triticale Biology, Breeding and Production, 25-28 June 2018, Erzurum Turkey.
7. Cerit Ş.İ., Özer E., Türköz M., Yaşar M., Yakışır E., Çeri S., Yıldırım T., Kara İ., 2018. Characterization of some morphological characteristics of rye breeding materials, Int. Agr. Biological&Life Science Conference, Edirne.
8. Yakisir E., Taner S., Ozdemir F., Aydoğan S., Yasar M., Ozer E., Eser C., Turkoz M., Yildirim T., Kara İ., Cerit Ş.İ., Ceri S. 2019. The Relations of Some Traits in Turkish Winter Bread Wheat Landraces, Cultivars, and Breeding Lines. I. International Wheat Congress, 21-26 July 2019, Canada
9. Yakisir E., Ozdemir F., Eser C., Sahin M., Yildirim T., Yasar M., Kara İ., Ozer E., Turkoz M., Cerit Ş.İ., Ceri S., Topal I. 2019. The Relationships of Some Traits in Turkish Winter Bread Wheat Landraces and Breeding Lines. International Conference on Wheat Diversity and Human Health, 22-24 Oct. 2019, İstanbul, Turkey.

Ulusal Dergilerde Yayınlanmış Makaleler

1. Kaya, Y. Güneş, A. Koç, H. Küçükçongar, M. Şahin, M. Özer, E. Özdemir, F. Arısoy, Z. Kara, İ. Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tarafından Geliştirilen Hububat Çeşitleri. Konya Ticaret Borsası Dergisi, Temmuz 2009, Sayı.33. Sayfa:19-26. Konya.
2. Aydoğan S., M., Şahin, A., Göçmen Akçacık, Y., Kaya, İ. Kara, M., Türköz, M. Akçura. Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 5 (1): 82-85, 2012
3. Kara, İ., Ercan, B., 2014. Ülkesel Arpa Yetiştiriciliği, Tarımsal Araştırmalardan Bakış, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitü Müdürlüğü Yayınları.
4. Kara, İ., Ercan, B., 2015. Ülkesel Arpa Yetiştiriciliği, Tarımsal Araştırmalardan Bakış, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitü Müdürlüğü Yayınları.
5. Kara, İ., 2016. Ülkesel Arpa Yetiştiriciliği, Tarımsal Araştırmalardan Bakış, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitü Müdürlüğü Yayınları, yayın No: 260, ISBN: 978-605-9175-31-9, Ankara)
6. Aydoğan S., Şahin M., Göçmen Akçacık A., Demir B., Hamzaoğlu S., Kara İ., 2017. Yemlik Arpa Genotiplerinin Kalite Özellikleri Açısından İslah Programı Kapsamında Değerlendirilmesi. Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Bilimsel Araştırma Dergisi.
7. Aydoğan S, Şahin M, Göçmen Akçacık A, Demir B, Hamzaoğlu S, Kara İ, 2017. Arpa genotiplerinin farklı lokasyonlardaki kalite özelliklerinin değerlendirilmesi, Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 31(2), 8-13.
8. Kara İ., 2018. Türkiye’de Arpa üretimi ve üretimi artırma imkanları, Çiftçi ve Köy Dünyası Dergisi, Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Temmuz 2018, Sayı: 403, Sayfa: 54-55.
9. Kara, İ., Türköz, M., Yakışır, E., Ozer, E., Yaşar, M., Yıldırım, T., Çeri, S., Cerit, Ş.İ. 2019. Konya İli Kuru Şartlarında Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Genotiplerinin Verim ve bazı Tarımsal Özelliklerinin Araştırılması. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi Journal of Bahri Dagdas Crop Research 8 (1): 21-25, 2019
10. Yıldırım, T., Yakışır, E., Eser C., Türköz, M., Çeri S., Özer, E., Kara, İ., Yaşar, M., Cerit, Ş.İ. (2020). Ekmeklik Buğday Çeşit ve Hatlarında Kışlık ve Yazlık Ekimlerin Morfolojik ve Fenolojik Özellikler Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 9(2), 122-133.

11. Aydoğan, S., Şahin, M., Göçmen Alçacık, A., Hamzaoğlu, S., Demir, B., Kara, İ. 2021. Farklı Çevrelerde Yetiştirilen Bazı Arpa Genotiplerinin Fiziksel ve Kimyasal Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ziraat Mühendisliği (372), 44-55
12. Yıldırım, T., Yakışır, E., Eser, C., Şahin, M., Türköz, M., Yaşar, M., Çeri, S., Özer, E., Kara, İ., Cerit, Ş.İ., (2021). Erken ve Geç Kuraklık ile Doğal Koşullar Uygulamalarının, Kuraklık Yönünden Öne Çıkan Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinde Bitki Boyu, Başakta Tane Ağırlığı ve Protein Oranına Etkisinin Belirlenmesi, Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 10 (2): 112-123 e-ISSN: 2687-3753, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdbad>

Ulusal Bildiriler, Seminerler

1. Kaya, Y.; Kara, İ.; Akcura, M.; Taner, S.; Çeri, S.; Ayrancı, R.; Özer, E.; Güneş, A.; Topal, İ.; Ercan, B.; Arısoy, R. Z.; Ülker, R.; Özcan, G.; Tezel, M. ve Koç, H. 2009. Serin İklim Tahıllarında İlkbahar Erken Gelişiminin Düzeltilmiş Bitki Örtüsü Katsayısı Farklılığıyla Tahmin Edilmesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran 2008, s:46-52. KONYA.
2. Kaya, Y., Kara, İ., Koç, H., Güneş, A., Akcura, M., Taner, S., Özer, E., Ercan, B., Topal, İ., Ülker, R., Özcan, G., Özdemir, F. Kuru Ekmeklik buğday (*T.aestium* L.) Bölge Verim Denemelerinin GGÇ-Biplot Analizi ile değerlendirilmesi. VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim 2009, HATAY
3. Kara, İ.; Gezgın, S., 2011 İki Farklı Çinko Uygulamasının Bazı Yerel Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim Ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi , 12-15 Eylül 2011, 9. Tarla Bitkileri Kongresi 12-15 Eylül 2011. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. BURSA
4. Ercan B., H. Koç, R. Ülker, R. Keleş, İ. Topal, İ. Kara. 2011. Bazı Yazlık Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Genotiplerinin Pas Hastalığına (*Puccinia carthami* Corda) Tepkilerinin Belirlenmesi. 28-30 Haziran 2011, Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildiriler Kitabı, S79. Kahramanmaraş
5. Aydoğan S., M., Şahin, A., Göçmen Akçacık, Y., Kaya, M., Türköz ve İ. Kara, 2011. İleri Kademe Makarnalık Buğday Hatlarında Tane Verimi Ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Determination of Grain Yield and Some Quality Traits of Advanced Durum Wheat Lines. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırarç Tarım Kongresi Ve Fuarı 27-30 Nisan, 2011.S. 2113-2119 Cilt. 3. Eskişehir.
6. Aydoğan S., A., Göçmen Akçacık, M., Şahin, Y., Kaya, İ., Kara ve M., Türköz, 2011. Makarnalık Buğday Hatlarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Determination Of Yield And Some Quality Traits Of Durum Wheat Lines. 9. Tarla Bitkileri Kongresi 12-15 Eylül 2011. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü. BURSA
7. Topal, İ.; Ercan, B.; Türköz, M.; Özdemir, F.; Özer, E.; Kara, İ.; ve Koç, H., 2011. Bazı Makarnalık Buğday Hatlarının Suni İnokulasyon Koşulları Altında Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) Hastalığına Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi. 28-30 Haziran 2011, Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildiriler Kitabı, S77. Kahramanmaraş
8. Topal, İ.; Ercan, B.; Özdemir, F.; Kara, İ.; ve Koç, H., 2011. Konya Ekolojisinde İleri Kademe Sulu Ekmeklik Buğday Materyallerinin Suni İnokulasyon Koşulları Altında Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) Hastalığına Karşı Reaksiyonlarının Belirlenmesi, 12-15 Eylül 2011, Tarla Bitkileri Kongresi/Bursa
9. Ercan, B.; Topal, İ.; Özdemir, F.; Kara, İ.; ve Koç, H., 2011. Kuru Alanlar İçin Geliştirilen Ekmeklik Buğday Islah Materyallerinin Konya İli Ekolojik Koşullarında Sarı

Pas (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) Hastalığına Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi, 12-15 Eylül 2011 Tarla Bitkileri Kongresi/Bursa

10. Topal, İ., Güneş, A., Koç, H., Acar, R., Kara, İ., Ercan, B., Gummadow, N. Konya Koşullarında Farklı Ekim Sıklıklarının Karabuğdayda (*Fagopyrum esculentum* M.) Verim ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi, Tıbbi Aromatik Bitkiler Sempozyumu Bildirileri, Sayfa:10, Eylül 2012, Tokat.

11. Koç, H., Ülker, R., Güneş, A., Gümüşçü, G., Ercan, B., Topal, İ., Kara, İ., Özdemir, F., Keleş, R., Bayrak, H., Bazı Yerel Haşhaş Genotiplerinin Tohum ve Kapsül Verimi Açısından Değerlendirilmesi, Tıbbi Aromatik Bitkiler Sempozyumu Bildirileri, Sayfa:255, Eylül 2012, Tokat.

12. Kara İ., S. Gezin, 2013. Bazı Yerel Ekmeklik buğday Genotiplerinde iki Farklı Çinko Uygulamasının Dane ve Yaprığın Çinko Konsantrasyonunun ile Danenin Fosfor Konsantrasyonu Üzerine Etkisi, 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Konya.

13. Taş M. N., F. Özdemir, B. Ercan, İ. Topal, M. Türköz ve İ. Kara, 2013. Bazı Durum Buğday Genotiplerinin Önemli Bir Kök Çürüklüğü Etmeni Olan *Fusarium culmorum*'a Karşı Dayanıklılıklarının Belirlenmesi, 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Konya.

14. Topal İ., B. Ercan, F. Özdemir, M.N. Taş, M. Türköz, İ. Kara, E. Yakışır, A. Güneş ve H. Koç, 2013. Makarnalık Buğday Genotiplerinin Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) ve Kara Pas (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) Hastalıklarına Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi, 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Konya.

15. Ercan B., İ. Topal, F. Özdemir, M. N. Taş, İ. Kara, S. Taner, M. Türköz, H. Koç, A. Güneş ve E. Yakışır, 2013. İleri Kademe Ekmeklik Buğday Islah Materyallerinin Konya İli Ekolojik Koşullarında Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) ve Kara pas (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) Hastalıklarına Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi, 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Konya.

16. Taner S., S. Çeri, M. Şahin, R. Ayrancı, E. Özer, İ. Kara ve M. Akçura, 2013. Konya Ekolojik Şartlarında Gecikmiş Ekimin Ekmeklik Buğday Verim ve Bazı Kalite Parametrelerine Etkisi, 10. Tarla Bitkileri Kongresi, Konya.

17. İ. Kara, M. Türköz, E. Yakışır, B. Ercan, S. Taner, T. Yıldırım, M. Yaşar, S. Aydoğan, R. Ayrancı, İ. Topal, Ş.İ. Cerit, M. A. Çayıröz, E. Özer, M. Bayraktaroğlu. 2015. Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Hat ve Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. 7-10 Eylül 2015 11. Tarla Bitkileri Kongresi. Çanakkale

18. Yakışır E., Taner S., Bayraktaroğlu M., Yıldırım T., Çayıröz M.A., Kara İ., Cerit Ş.İ., Şahin M., Aydoğan S., 2015. İleri kademe bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin yağışa dayalı şartlarda tane verimi ve bazı kalite parametreleri yönünden değerlendirilmesi, 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül 2015, Çanakkale.

19. Özer E., Cerit Ş.İ., Göçmen Akçacık A., Yakışır E., Türköz M., Taner S., Çeri S., Kara İ., Yıldırım T., Bayraktaroğlu M., Yaşar M., 2015. Tritikale (*Triticosecale* Witt.) hatlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül 2015, Çanakkale.

20. Cerit Ş.İ., Özer E., Türköz M., Yakışır E., Kara İ., Şahin M., Okur O., Çayıröz M.A., 2015. Tritikale (x *Triticosecale* Wittmack) melez bahçesi hat ve çeşitlerinin verim ve kalite yönünden incelenmesi, 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül 2015, Çanakkale.

21. Türköz M., Yaşar M., Kara İ., Yakışır E., Çayıröz M.A., Özer E., Şahin M., 2016. Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) Hatlarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Türkiye 12. Gıda Kongresi, 5-7 Ekim 2016.

22. Yulaf (*Avena sativa* L.)'da Tane Verimi ve Kalite Performanslarının Değerlendirilmesi ve Beta Glukan. Türkiye 12. Gıda Kongresi 05-07 Ekim 2016; Edirne)

23. Özer E, Cerit Şİ, Türköz M, Çeri S, Yakışır E, Yaşar M, Yıldırım T, Çayıröz MA, Gökalp M, Kara İ, Yıldırım Y, 2017. Farklı bölgelerde denenilen Tritikale hat ve çeşitlerinin dane verim performansları yönünden değerlendirilmesi, Türkiye 12. Tarla Bitkileri Kongresi 12-15 Eylül 2017 Kahramanmaraş.
24. Türköz M, Yaşar M., Kara İ., Özer E., Yakışır E., Cerit Ş.İ., Çeri S., Yıldırım T., Eser C., Keleş R., 2018. Kuru koşullar için geliştirilen bazı makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) genotiplerine ait NDVI ve verim değerlerinin belirlenmesi, Uluslararası Yeşil Başkentler Kongresi, 8-11 Mayıs 2018.
25. Yaşar M., Türköz M, Kara İ., Özer E., Yakışır E., Cerit Ş.İ., Çeri S., Yıldırım T., Eser C., 2018. Kuru koşullar için geliştirilen bazı makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) genotiplerinin verim ve kalite özellikleri, Uluslararası Yeşil Başkentler Kongresi, 8-11 Mayıs 2018.
26. Yakışır E., Özer E., Yıldırım T., Gökalp M., Türköz M., Kara İ., Cerit Ş.İ., Çeri S., Yaşar M., Eser C., Özdemir F., Determination of the relationship between stress susceptibility Index (SSI) and vegetation Index (NDVI) of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes, Uluslararası Yeşil Başkentler Kongresi, 8-11 Mayıs 2018, Konya.
27. Yaşar M., Türköz M., Ateş Sönmezoğlu Ö., Kara İ., Özer E., Yakışır E., Cerit Ş.İ., Eser C., İmriz G., Karaca M.S., Taş M.N., Özdemir F., 2018. Yerel buğday genotiplerinin kuraklık açısından değerlendirilmesi, Türkiye Yerel Buğdaylar Sempozyumu, 20-22 Aralık, 2018.
28. Yakışır E., Taner S., Özdemir F., Aydoğan S., Yaşar M., Özer E., Türköz M., Kara İ., 2018. Kışlık Buğday çeşit, yerel çeşit ve ıslah materyalinin bazı karakterler arasındaki ilişkileri, Türkiye Yerel Buğday Sempozyumu, 2018.