T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKMEKLİK BUĞDAYDA KURAKLIĞA TOLERANSIN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN BAZI MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK PARAMETRELER İLE KÖK SİSTEM ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN TESPİTİ

Suat ÖZDEMİR

DOKTORA TEZİ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Haziran-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

DOKTORA TEZİ

EKMEKLİK BUĞDAYDA KURAKLIĞA TOLERANSIN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN BAZI MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK PARAMETRELER İLE KÖK SİSTEM ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN TESPİTİ

Suat ÖZDEMİR

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Süleyman SOYLU

2020, 167 Sayfa

Jüri
Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Prof. Dr. Bayram SADE
Prof. Dr. Ali TOPAL
Doç. Dr. Mehmet HAMURCU
Dr. Öğr. Üyesi Ramazan AYRANCI

Bu çalışma, Orta Anadolu koşullarında ekmeklik buğdayda kuraklığa toleransın geliştirilmesinde kullanılan bazı morfolojik ve fizyolojik parametrelerin, kök sistem özellikleri ile arasındaki ilişkileri incelemek, çeşit ıslah çalışmalarında seleksiyon kriteri olarak kullanılabilirlik durumlarını araştırmak ve çok sayıda ıslah materyalinde hızlı tarama için eşdeğer yaklaşımları belirlemek amacıyla planlanmıştır.

Araştırma, 2016-2017 ve 2017-2018 yılları arasında, iki yıl süre ile Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlası ve araştırma serasında olmak üzere iki farklı ortamda, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde ve dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak, fenolojik, morfolojik, kalite ve fizyolojik özelliklerine göre seçilen, 16 adet ekmeklik buğday çeşidi (Gerek 79, Bezostaja 1, Sönmez 2001, İzgi 2001, Altay 2000, Müfitbey, Ak 702, Yayla 305, Kıraç 66, Mesut, Bayraktar 2000, Karahan-99, Konya-2002, Alpu 2001, Kate A-1 ve Reis) kullanılmıştır. Bitkiler sera koşullarında, 10 cm çapında ve 100 cm uzunluğunda, içinde kum bulunan kök tüplerinde yetiştirilmiştir. Deneme süresince optimum seviyede bitki besin maddesi içeren solüsyon (hoagland), materyale eşit olarak verilmiştir.

Araştırma sonucunda, çeşitlerin toplam kök biyokütlesi 0.44-1.27 g/bitki, kök uzunlukları 93.1-118.3 cm/bitki, tane verimi 7.1-15.2 g/bitki, bitki örtüsü sıcaklığı 28.9-30.6 ºC, gövde biyokütlesi 18.5-36.0 g/bitki, bitki boyu 72.0-117.3 cm/bitki, kardeş sayısı 4.4-9.1, bayrak yaprak oransal nem içeriği % 93.7-95.9 ve azot alım etkinliği % 11.3-23.4 arasında belirlenmiştir. Kök biyokütlesi ile bitki boyu, oransal nem içeriği, gövde biyokütlesi, kök uzunluğu, üst boğum uzunluğu, kardeş sayısı ve bitki besin maddeleri (N,P,K,Ca) alım etkinlikleri arasında istatistiksel anlamda pozitif ve önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Aynı zamanda, kök biyokütlesi ile bitki örtüsü sıcaklığı ve hasat indeksi arasında negatif yönde önemli ilişkiler saptanmıştır.

Araştırmada, Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde yaygın olarak ekilen ve ıslahçıların melezleme programlarında ebeveyn olarak sıklıkla kullandıkları 16 adet ekmeklik buğday çeşidi, kök özellikleri yönünden sınıflandırılmıştır. Ayrıca, buğday ıslahında kuraklığa tolerans çalışmaları yönünde farklı bir yaklaşım uygulanmıştır. Bununla birlikte, deneme materyalinde, morfolojik, fizyolojik, agronomik, kalite ve kök özellikleri yönünden geniş çapta veri setleri oluşturulmuş, araştırmacılar ve ıslahçılar için temel bilgiler sağlanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, yeni buğday çeşitlerinin ıslahında, bitki gelişiminin iyileştirilmesinde ve özellikle de kuraklığa toleransın arttırılmasında, buğdayın gizli kalan diğer yarısının da seleksiyona dahil edilmesinin gerekliliğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, fizyoloji, kalite, kök ve gövde özellikleri, kuraklık stresi, verim

ABSTRACT

Ph.D. THESIS

DETERMINATION OF RELATIONSHIPS AMONG ROOT SYSTEM TRAITS WITH SOME MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS USED TO IMPROVE DROUGHT TOLERANCE IN BREAD WHEAT

Suat ÖZDEMİR

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

Advisor: Prof. Dr. Süleyman SOYLU

2020, 167 Pages

Jury
Prof. Dr. Süleyman SOYLU
Prof. Dr. Bayram SADE
Prof. Dr. Ali TOPAL
Assoc. Prof. Dr. Mehmet HAMURCU
Assist. Prof. Dr. Ramazan AYRANCI

This research was planned to observe the relationship between bread wheat's root system traits and some of its morphological and physiological parameters, which are used to improve drought tolerance under Central Anatolian conditions. Moreover, to determine equivalent approaches for rapid screening of a large number of breeding materials by researching the usability of these parameters.

The experiment was carried out on a randomized complete block design with four replications in two different environments, which were an experimental field and a glasshouse in 2016-2017 and 2017-2018 at Eskisehir Transitional Zone Agricultural Research Institute. In this research, 16 bread wheat cultivars, Gerek 79, Bezostaja 1, Sönmez 2001, İzgi 2001, Altay 2000, Müfitbey, Ak 702, Yayla 305, Kıraç 66, Mesut, Bayraktar 2000, Karahan-99, Konya-2002, Alpu 2001, Kate A-1 and Reis, were selected in terms of their quality, phenological, morphological, and physiological characteristics. Single plants were grown in sand tubes having the diameter of 10 cm and the length of 100 cm. The nutrition solution was equally given to the entire experimental materials at the optimum level during the experimentations.

Root biomass as 0.44-1.27 g/plant, root length as 93.1-118.3 cm/plant, grain yield as 7.1-15.2 g/plant, canopy temperature as 28.9-30.6 ^{0}C, shoot biomass as 18.5-36.0 g/plant, plant height as 72.0-117.3 cm/plant, tiller number as 4.4-9.1, flag leaf relative water content as % 93.7-95.9 and nitrogen uptake efficiency as % 11.3-23.4 were measured during the research. It is found that root biomass has a statistically positive and significant correlation with plant height, relative water content, shoot biomass, root length, peduncle length, tiller number and plant nutrients (N, P, K, Ca) uptake efficiency. However, root biomass has a negative and significant correlation with the canopy temperature and harvest index.

In conclusion, 16 bread wheat cultivars, which are widely cultivated in Central Anatolia and Transition Zones that breeders frequently used as parents in breeding programs, were classified according to their root traits. Besides, a different approach has been applied to drought tolerance studies in wheat breeding. At the same time, a wide range of data sets were formed on the experimental material in terms of morphological, physiological, agronomic, quality and root system traits, providing basic information to breeders and researchers. In this study, results were pointing out that the hidden half of wheat should be included in the selection for breeding new wheat cultivars, improvement of plant growth and especially to improve drought tolerance.

Keywords: Bread wheat, drought stress, physiology, root and shoot traits, quality, yield

ÖNSÖZ

Doktora sürecimin her aşamasında, öncelikle danışmanlığımı üstlenerek bu çalışmanın yürütülmesi, yazılması ve sonuçlandırılmasındaki çok kıymetli fikirleri ve katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Süleyman SOYLU 'ya, tez izleme komitemin değerli üyeleri Prof. Dr. Bayram SADE ve Doç. Dr. Mehmet HAMURCU 'ya saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, doktora dersi aldığım Prof. Dr. Ali TOPAL 'a ve çalışma konumun belirlenmesinde ilham kaynağı olan Prof. Dr. J. Giles WAINES 'e (University of California, Riverside) değerli fikirlerini paylaştıkları ve nezaketleri için teşekkür ederim.

Verilerin istatistiksel analizi ve yorumlanması başta olmak üzere, araştırmama değer katan Dr. Oğuz ÖNDER 'e, denemelerin sağlıklı yürütülmesinde büyük özveri ile destek veren değerli çalışma arkadaşlarım Dr. Erdinç SAVAŞLI, Ramis DAYIOĞLU, Didem ÖZEN, laboratuvar analizlerinde katkıda bulunan Dr. Yaşar KARADUMAN, Dr. Özgür ATEŞ ve laborant Nuri TUNCER 'e, çalışmanın sonuçlanmasında emeği, desteği, işbirliği, yardımı olan tüm mühendis, memur ve işçi arkadaşlarıma teşekkürlerimi bildiririm.

Doktora çalışmamım projeli olarak yürütülmesi desteğini vererek bütçe ve imkan sağlayan, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 'ne, Ülkesel Serin İklim Tahılları Grubu 'na, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü ile Tarım ve Orman Bakanlığı 'na saygılarımı ve minnettarlığımı arz ederim.

Bu yoğun süreçte bana en büyük sabrı gösteren ve manevi desteği veren kıymetli eşim Bahriye ÖZDEMİR ile kızlarım Nurefşan ve Aden Masal 'a en içten duygularımla teşekkür ediyorum.

Suat ÖZDEMİR
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

2.1. Ekmeklik Buğdayda Kök Özellikleri 5
2.2. Kuraklık, Fizyoloji ve Toprak Üstü Özellikler 10

3. MATERYAL VE YÖNTEM **21**

3.1. Materyal 21
3.1.1. Deneme yerinin iklim özellikleri 21
3.1.2. Deneme yerinin toprak özellikleri 23
3.2. Yöntem 24
3.2.1. Tarla çalışmaları 24
3.2.1.1. Bitki örtüsü sıcaklığı 25
3.2.1.2. Toprak yüzeyini erken kapatma 26
3.2.1.3. Yaprak alan indeksi 27
3.2.1.4. Suda çözünebilir karbonhidrat miktarı 28
3.2.1.5. Bayrak yaprak oransal nem içeriği 29
3.2.1.6. Bayrak yaprak yeşil kalma süresi 30
3.2.1.7. Verim unsurları ve agronomik özellikler 31
3.2.1.8. Kalite özellikleri 33
3.2.2. Sera çalışmaları 34
3.2.2.1. Fenolojik özellikler 35
3.2.2.2. Fenotipik kök ve gövde özellikleri 36
3.2.2.3. Azot kapsamı belirleme çalışmaları 40
3.2.2.4. Element analizleri 41
3.2.3. İstatistiki analiz ve değerlendirme 41

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **42**

4.1. Tarla Çalışmaları 42
4.1.1. Bitki örtüsü sıcaklığı 42
4.1.2. Toprak yüzeyini erken kapatma 44
4.1.3. Yaprak alan indeksi 47
4.1.4. Suda çözünebilir karbonhidrat miktarı 50
4.1.5. Bayrak yaprak oransal nem içeriği 52
4.1.6. Bayrak yaprak yeşil kalma süresi 54
4.1.7. Verim unsurları ve agronomik özellikler 56

4.1.7.1. Tane verimi 56
4.1.7.2. Metrekarede başak sayısı 61
4.1.7.3. Başakta tane sayısı 63
4.1.7.4. Başakta tane ağırlığı 66
4.1.7.5. Hasat indeksi 69
4.1.7.6. Bitki boyu 72
4.1.7.7. Üst boğum uzunluğu 74
4.1.8. Fenolojik özellikler 76
4.1.8.1. Başaklanma gün sayısı 76
4.1.8.2. Olgunlaşma gün sayısı 78
4.1.8.3. Tane doldurma süresi 81
4.1.9. Kalite özellikleri 83
4.1.9.1. Bin tane ağırlığı 83
4.1.9.2. Hektolitre ağırlığı 85
4.1.9.3. Sedimantasyon değeri 87
4.1.9.4. Protein oranı 89
4.2. Sera Çalışmaları 92
4.2.1. Fenolojik Özellikler 92
4.2.1.1. Başaklanma gün sayısı 92
4.2.1.2. Olgunlaşma gün sayısı 94
4.2.1.3. Tane doldurma süresi 96
4.2.2. Fenotipik kök ve gövde özellikleri 98
4.2.2.1. Kök uzunluğu 98
4.2.2.2. Yüzey kök biyokütlesi 101
4.2.2.3. Derin kök biyokütlesi 103
4.2.2.4. Toplam kök biyokütlesi 106
4.2.2.5. Tek bitki verimi 109
4.2.2.6. Bin tane ağırlığı 112
4.2.2.7. Başakta tane sayısı 114
4.2.2.8. Başakta tane ağırlığı 116
4.2.2.9. Bitki boyu 119
4.2.2.10. Fertil başak sayısı 122
4.2.2.11. Kardeş sayısı 125
4.2.2.12. Üst boğum uzunluğu 127
4.2.2.13. Gövde biyokütlesi 129
4.2.2.14. Bitki biyokütlesi 131
4.2.2.15. Kök hasat indeksi 133
4.2.3. Kök özelliklerinin bitki besleme üzerine etkileri 136
4.2.3.1. Azot alım etkinliği 137
4.2.3.2. Fosfor alım etkinliği 141
4.2.3.3. Potasyum alım etkinliği 144
4.2.3.4. Kalsiyum alım etkinliği 146

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 149

5.1. Sonuçlar 149
5.2. Öneriler 153

KAYNAKLAR 156

ÖZGEÇMİŞ 165

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

^0C	Santigrat Derece
Ca	Kalsiyum
K	Potasyum
m^2	Metrekare
mm	Milimetre
N	Azot
P	Fosfor
P_2O_5	Fosfor pentaoksit
r	Korelasyon katsayısı
R^2	Regresyon (determinasyon) katsayısı

Kısaltmalar

AÖF	Asgari Önemli Fark
AAE	Azot Alım Etkinliği
BB	Bitki Boyu
BTA	Başakta Tane Ağırlığı
BTS	Başakta Tane Sayısı
BÖS	Bitki Örtüsü Sıcaklığı
BYYKS	Bayrak Yaprak Yeşil Kalma Süresi
DK	Değişim Katsayısı
DKB	Derin Kök Biyokütlesi
FAE	Fosfor Alım Etkinliği
FBS	Fertil Başak Sayısı
Hİ	Hasat İndeksi
HL	Hektolitre Ağırlığı
KHİ	Kök Hasat İndeksi
KO	Kareler Ortalaması
KS	Kardeş Sayısı
KT	Kareler Toplamı
KU	Kök Uzunluğu
MBS	Metrekarede Başak Sayısı
LAI	Yaprak Alan İndeksi
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
ONİ	Oransal Nem İçeriği
ö.d.	Önemli Değil
PAE	Potasyum Alım Etkinliği
SÇK	Suda Çözünebilir Karbonhidratlar
SD	Serbestlik Derecesi
SPAD	Klorofil Birimi
TA	Bin Tane Ağırlığı
TBV	Tek Bitki Verimi
TDS	Tane Doldurma Süresi
TKB	Toplam Kök Biyokütlesi
TV	Tane Verimi
ÜBU	Üst Boğum Uzunluğu
YKB	Yüzey Kök Biyokütlesi
ZD	Zadoks Dönemi

1. GİRİŞ

Tarımsal açıdan kuraklık, bitkisel üretimde azalma ile sonuçlanan, yetiştirme dönemi içerisinde uzun bir süre toprak neminin düşük seviyede kalması olarak ifade edilebilir. Dünyanın birçok üretim bölgesinde ve ülkemizde buğday verimini azaltan kuraklık, günümüzde bilim adamları, araştırmacılar ve ıslahçıların yüzleştiği ciddi bir sorun olmaya devam etmektedir.

Dünya buğday ekim alanlarının son 50 yıl içinde yaklaşık % 5 azalmasına karşın, verim % 135 ve üretim % 125 artmış olup, halen ekim alanı 214,3 milyon hektar, üretim 734 milyon ton ve ortalama verim 3425 kg/ha 'dır. Ülkemizde 10,9 milyon hektarlık tahıl ekiliş alanı içerisinde, buğday 7,3 milyon hektar ile ilk sırada yer almaktadır. Bununla birlikte, buğday ekim alanlarımız son 50 yıl içinde yaklaşık % 13 azalmasına karşın, verim % 140 ve üretim % 110 artmış olup, toplam yıllık üretimimiz 20 milyon ton, ortalama verim ise, 2744 kg/ha ile dünya ortalamasının oldukça altında gerçekleşmektedir (FAOSTAT, 2018). Öngörüler, insan nüfusunun 2050 yılına kadar 9 milyarın üzerinde olacağını ve gıda tüketiminin en az % 50 artacağını tahmin etmekte (FAOSTAT, 2018), artan talebi karşılamak için tahıl veriminde de düzenli olarak artışa ihtiyaç duyulmaktadır.

Dünya nüfusunun hızla artması ve beslenme ihtiyacı ile birlikte şehirleşmenin getirdiği sorunlar, göç ve buna bağlı olarak tarım arazilerinin elden çıkması gibi problemlere rağmen, tarımsal üretim arzının daha da artması için devam eden talep ve beklentiler, tarımda verimliliğin geliştirilmesi için su ve bitki besin maddesi gibi kaynakların daha etkin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, buğday ıslahında kuraklığa toleransın geliştirilmesi için çok sayıda çalışma ve bu konuya ilgi vardır. Kuraklık üzerine birçok bakış açısı olmakla birlikte, kuraklığa toleransın en önemli parametrelerinden biri de bitkilerde suyun ve dolayısıyla bitki besin maddelerinin topraktan alımını sağlayan kök sistemleridir. Ancak, buğday türlerinin insanlar tarafından kültüre alınması sürecinde ana hedef tane verimini arttırmak olmuş ve seleksiyonda genellikle gövde, yaprak, çiçek ve tane yapısı gibi bitkinin toprak üstü kısımları gözlenmiş, kökler gibi bitkinin toprak altında kalan diğer kısmı ihmal edilmiştir. Yeşil devrim ile birlikte, bitki boyunun kısalması ve yatmaya dayanımın artmasına bağlı olarak, azotlu gübrelerin daha yoğun kullanımı sonucunda verimde belirgin bir artış sağlanmıştır. Ancak, ıslah programlarında uygulanan bu taraflı seleksiyon sonucu, yüksek girdi koşulları altında iyi performans gösteren çeşitler tescil

edilse de, genetik çeşitlilik azalmış ve bir dar boğaz oluşmuştur (Newton ve ark., 2011). Son yüz yıl içerisinde genetik çeşitliliğin % 75 oranında kaybolduğu tahmin edilmektedir (Pingali, 2012). Günümüzde, birçok modern buğday çeşidi kuraklık, sıcaklık ve tuzluluk gibi abiyotik stres faktörleri ile başa çıkamamaktadır. Kuraklık toleransı, kök sistem özellikleri, yüksek besin maddesi alımı ve kullanım etkinliği ile yüksek su alımı ve kullanım etkinliği gibi daha önce ihmal edilen özellikler, son zamanlarda iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini tolere etmek için önemli özellikler haline gelmiştir (Bektas, 2015). Sürekli artan dünya nüfusu, devam eden arazi bozulmaları, giderek fazlalaşan gübre maliyetleri, küresel iklim değişikliğinin belirsiz etkileri ve kuraklık gibi çevresel stres faktörleri, günümüzde ikinci bir yeşil devrim ihtiyacını doğurmaktadır. İlk yeşil devrim, yüksek toprak verimliliğine ve gübrelemeye cevap veren mahsullere dayandığı gibi, ikinci yeşil devrim ise, düşük toprak verimliliğine toleranslı, kıraç topraklarda yetişebilen mahsullere dayanacaktır (Lynch, 2007).

Ülkemizde üretilen buğdayların büyük bir bölümü yağmura dayalı şartlarda yetiştirilmektedir. Bunun büyük kısmı ise, İç Anadolu ve Geçit Bölgelerinde ekilmektedir. Bu bölgelerde tane verimini etkileyen en önemli unsurların başında, yağış miktarı ve yağışın yetiştirme sezonu içerisinde ki düzensiz dağılımı gelmektedir. Ülkemizde buğday ıslah araştırmaları, Cumhuriyet ilan edildikten hemen sonra başlamış olup, 13 Aralık 1925 ’te Eskişehir’de, 1926 yılından itibaren ise, Ankara, Adapazarı, Yeşilköy, Konya, Edirne, İzmir, Adana, Erzurum, Diyarbakır, Şanlıurfa olmak üzere, birçok yerde tohum ıslah istasyonları ve araştırma enstitülerinin kurulmasıyla devam ettirilmiştir. Bununla birlikte, başlangıçta sadece ıslah dalında yapılan çalışmalara, zamanla yetiştirme tekniği üzerine yapılan çalışmalar da eklenmiştir. 1929 yılında kurulan, Eskişehir Kuru Ziraat Deneme İstasyonunda, Ali Numan KIRAÇ tarafından yürütülen ve bu alanda yapılmış en uzun süreli araştırma olan, uluslararası kuruluşlarca “Türk Mucizesi” olarak ifade edilen, toprak işleme, münavebe ve ot kontrolü denemelerinin sonunda ortaya çıkan “Kuru Tarım Sistemi” yürütülen ıslah çalışmalarına büyük katkılar sağlamıştır.

Blum (2005), kuraklığa tolerans kavramının literatürdeki en muğlak kavramlardan biri olduğunu belirtmiştir. Kuraklık stresi, yıllara, zamanlamaya, şiddetine ve süresine göre değişmekte, bu durum açık tarla koşullarında kuraklık senaryo çalışmalarını ve belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Aynı zamanda, kuraklığa toleranslı çeşitlerin uygun nem koşulları altında da denenmesi gerekmektedir. Bununla

birlikte, kuraklık stresinin etkileri fenoloji, tuzluluk, soğuk ve sıcaklık gibi diğer stres faktörleri ile değişebilmektedir. Yağışların yetersizliği ve yıl içerisinde ki dağılımında oluşan değişkenlik sebebiyle, bitkinin farklı gelişim dönemlerinde su sıkıntısı yaşanabilmektedir. Özellikle çiçeklenme döneminde başlayan kuraklık stresi, tane dolum döneminde etkisini daha çok göstermektedir. Tane doldurma döneminde gerçekleşen kuraklık stresi erkenci çeşitlerin öne çıkmasını sağlarken, kuraklığın erken dönemde oluşması ve çiçeklenme dönemi sonrasında yağışların yeterli düzeyde olması, orta-geççi ve geççi çeşitlerin avantajlı duruma gelmesine sebep olmaktadır.

Projenin konusu, kuraklığa toleranslı ve yüksek kalite özelliklerine sahip ekmeklik buğday genotipleri geliştirmek ve bunu yaparken bitkiyi bir bütün olarak değerlendirmek adına kök özelliklerini de göz önünde bulundurmaktır. Proje kapsamında incelenen materyal, tarla ve sera koşullarında olmak üzere iki ortamda değerlendirilmiştir. Çalışmada yer alan 16 adet ekmeklik buğday çeşidinin seçimi, varyasyon oluşturmak amacıyla çeşitlerin fenolojik, morfolojik, fizyolojik ve kalite özelliklerine göre belirlenmiştir.

Tarlada yağmura bağımlı şartlarda yürütülen denemelerde fizyolojik ve morfolojik parametrelerden; bitki örtüsü sıcaklığı (ZD 69), kardeşlenme (ZD 21-24) döneminde toprak yüzeyini erken kapatma, yaprak alan indeksi (ZD 41), başaklanma zamanı (ZD 59), fizyolojik olum tarihi (ZD 89), hasat indeksi, bayrak yaprak yeşil kalma süresi (ZD 59-89), bayrak yaprağı oransal nem içeriği ve ana sapta suda çözünebilir karbonhidrat miktarı ile verim ve verim unsurları belirlenmiştir.

Kontrollü koşullar altında yürütülen kök çalışmalarında ise; fenolojik özellikler, başaklanma ve çiçeklenme tarihleri kaydedilmiştir. Olgunlaşma gün sayısı, tane doldurma süresi, bitki boyu ve kardeş sayısı ile derin kök biyokütlesi, yüzey kök biyokütlesi, toplam kök biyokütlesi, seminal kök uzunluğu, toplam gövde biyokütlesi, toplam bitki biyokütlesi, verim ve verim unsurları incelenmiştir. Ayrıca, kök biyokütlesi ve gövde biyokütlesi değerleri ile birbirine oranları hesaplanarak, her bir bitkinin gövde, kök ve tanelerinde, makro element içerikleri (N, P, K ve Ca) tayin edilmiş olup, çeşitlerin bitki besin maddesi alım etkinlikleri hesaplanmıştır.

Buğdayda tane veriminin açıklanması, kök gelişimi ve kök özellikleri hakkında daha fazla bilgi sağlanmasını gerektirir. Aynı zamanda, farklı buğday çeşitlerinin de kök yapıları analiz edilmelidir. Buğday ıslah programlarında köklenme modelleri, özellikle kuraklık sorunu olan hedef çevrelerde, çeşitlerin kök sistem özelliklerini geliştirmek için kullanılabilir (Lilley ve Kirkegaard, 2011).

Bu çalışmanın amacı, ideal kök ve gövde oranlarına sahip, kuraklığa toleranslı buğday çeşitleri elde etmek yönünde bir ön çalışma yapmak, mevcut laboratuvar ve sera alt yapısını güçlendirmek ve proje bitiminden sonra bu sistemin devam ettirilmesini sağlayacak teorik ve pratik bilgi birikimine sahip teknik alt yapıyı oluşturmaktır. Ayrıca, bu proje sonunda elde edilecek altyapı ve bilgi birikimi yalnızca bazı morfolojik ve fizyolojik parametrelerin, kök özellikleri ile arasındaki ilişkileri belirlemekle kalmayıp, devam eden ıslah programına entegre edilmesinde ve uygulamaya aktarılmasında bir basamak oluşturmaktır.

Projemizin amacına ulaşmasını sağlayacak hedefler şu şekilde özetlenebilir;

Hedef 1: Orta Anadolu koşullarında ekmeklik buğdayda kuraklığa toleransın geliştirilmesinde kullanılan bazı morfolojik ve fizyolojik parametreleri ile kök özellikleri arasındaki ilişkileri incelemek ve çeşit ıslah çalışmalarında seleksiyon kriteri olarak kullanılabilirlik durumlarını belirlemek.

Hedef 2: Ülkemizde buğday çeşitleri ve onların kurak koşullar altında tepkileri üzerine birçok araştırma varken, buğday çeşitlerinin kök yapıları çok az çalışılmıştır. Bu çalışmalara katkı sağlamak amacıyla Orta Anadolu koşullarında yaygın olarak yetiştirilen, ıslahçıların melez programlarında ebeveyn olarak sıklıkla kullandığı ve kuraklığa toleranslı olduğu bilinen 16 adet ekmeklik buğday çeşidinde kök karakterleri analiz etmek.

Hedef 3: Kök sistemindeki potansiyel özelliklerin hiçbiri bugüne kadar ticari ya da kamu ıslah kuruluşlarınca kriter olarak ele alınmamıştır. Kök özelliklerinin sisteme adaptasyonundaki bu eksikliğin en önemli sebeplerinden birisi tarla koşulları altında kök özellikleri için taramanın emek yoğun ve lojistik zorluklarının olmasıdır. Bununla birlikte, kontrollü ortamlarda kullanılan tarama yöntemleri ile tarla koşulları altındaki performansın yüksek ilişkili sonuçlar vermesi beklenmektedir. Bu proje ile çok sayıdaki ıslah materyalinin seleksiyon sürecinde, hızlı tarama için muadil yaklaşımların belirlenmesi hedeflenmektedir.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ile önceki kuraklık çalışmalarının sonuçlarını kullanarak seçtiğimiz materyalde, geniş çapta agronomik, morfolojik, fizyolojik, kalite ve kök özelliklerinden oluşan veri setleri oluşturulmuştur. Aynı zamanda, yeni buğday çeşitlerinin geliştirilmesinde, bitki gelişiminin iyileştirmesinde ve özellikle de kuraklığa toleransın arttırılmasında buğday bitkisinin gizli kalan diğer yarısı olan köklerinin de seleksiyona dahil edilmesine yönelik sonuçlar elde edilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Ekmeklik Buğdayda Kök Özellikleri

Weaver ve Bruner (1926), çok dallanmış bir saçak kök sistemi oluşturan adventif köklerin, yazlık buğdaylarda 15-25 cm yanlara, 60-90 cm derinliklere yayıldığını, kök sisteminin kışlık buğdaylarda ise çok daha derinlere ulaştığını bildirmiştir.

Zayıf bir kök faaliyetiyle bahara çıkan buğday bitkileri, sonbaharda iyi bir kök gelişimi sağlamış buğdaylar ile rekabet edemez. Sonbaharda iyi gelişim sağlamış bir ekin daha iyi kardeşlenir. Hububatta kardeşlenme verim ile en çok ilişkili olan bir faktördür. Sonbaharda çimlenmiş ve kardeşlenmiş bir ekinin kökleri derinlere gittiği için ilkbahar kuraklığından, geç çimlenenler ve yazlıklar kadar zarar görmez. Kuraklığa dayanıklılık, kuraktan kaçmak ya da kuraklığın zararlı etkilerine karşı önceden tedbirli ve hazırlıklı bulunmaktır. Sonbaharda temin edilen çimlenme ile her iki koşulda da uygun bir vaziyet kurulmuş olur. Bitkide gelişmeyi öne almakla kuraktan kaçılmış ve daha derin bir kök sistemiyle kuraklığın olumuz etkilerine karşı yedekli ve hazırlıklı bulunmuş oluruz (Kıraç, 1937).

Sıcaklığın buğdayda çim kını ve kök gelişmesine etkilerini araştıran Taylor ve McCall (1936), 15 ^{o}C 'den 26 ^{o}C 'ye yükseltilen toprak sıcaklığının, genç buğday bitkisinde embriyonal kök sayısını arttırdığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte Kıraç (1937), 20 Eylül 'de ekilmiş buğday köklerinin 65 cm derinlikte, 20 Ekim 'de ekilenlerde köklerin 30 cm derinlikte ve kuraklık dolayısıyla iyi çimlenemeyen üçüncü buğdayın köklerinin ise tohumun gömüldüğü 5 cm derinlikte ve ancak tanenin hemen civarında olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, Ekim ayında 5 cm derinlikte aylık sıcaklık ortalaması 13.3 ^{o}C, Kasım ayında ise aynı derinlikte günlük sıcaklık ortalamasının + 5 dereceden yukarı olduğu günlerin sayısının 13 olduğunu saptamıştır.

Weaver ve Bruner (1926), tarafından başlatılmış olan kök çalışmalarından, günümüze kadar tarla bitkileri ile ilgili birçok kök sistemi özelliği değerlendirilmiştir (Kıraç, 1937; Ehdaie ve Waines, 1997; Sharma ve ark., 2011). Aynı zamanda, genetik haritalamanın avantajları ile birlikte, kök sistemleri ile ilişkili lokusları inceleyen birkaç çalışma yayınlanmıştır. Bu çalışmalar, genetik, morfoloji, kök sistemi anatomisi, jel gözlem odaları, saksı, PVC tüpler, 2D ve 3D görüntüleme, kürekle ve kolon şeklinde çıkarılan toprak numunelerini içermektedir (Oyanagi, 1994; Ehdaie ve ark., 2006;

Bengough ve ark., 2011; Richard ve ark., 2015). Bu çalışmalarda odaklanan konular genellikle, adventif kök sayısı, ksilem çapı, seminal kök uzunlukları, yanal kökler, fide dönemi kök yapısı, yüzey ve derin kök ağırlıklarıdır (Lynch, 2007). Bitkiler, derin ve yoğun kök sistemleri ile toprak profilinde depolanan suya ulaşarak, daha iyi bir stres toleransına sahip olmaktadırlar (Hurd, 1964; Passioura, 1983; Ehdaie ve ark., 2003; Bengough ve ark., 2011). Tane doldurma sırasında toprak profilinden çıkarılan ilave su verimi doğrudan arttırmaktadır (Manschadi ve ark., 2006).

Buğdayda kök sistemi ile kuraklığa dayanıklılık ve tane verimi arasında sıkı bir ilişkinin bulunduğu ve kök sisteminin bitki fizyolojisi yönünden taşıdığı önem birçok araştırıcı tarafından belirtilmiştir. Ancak, uygun sayıda çeşit ve tekrarlamalar ile tarla koşullarında yapılacak kök çalışmalarının zorlukları nedeniyle, buğdayda kök büyümesi ve gelişimi üzerindeki araştırmalar oldukça sınırlı kalmıştır (Kün ve Şehirali, 1975).

Gregory ve ark. (1978), buğday ve arpada kök gelişiminin genellikle kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde gerçekleştiğini, kök biyokütlesinin çiçeklenme döneminde maksimuma ulaştığını ve daha sonra azaldığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda, toplam kök biyokütlesinin % 65 ’inin ise toprağın ilk 30 cm ’lik bölümünde bulunduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, güçlü ve büyük bir kök sisteminin, özellikle bitki besin maddesi ve suyun kısıtlı olduğu durumlarda çok daha fazla önem arz ettiği saptanmıştır (Gregory, 1994).

Tahıllarda kök sistemi, primer ve sekonder olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. Primer kökler, tohumdan çıkan ilk kökler olup, seminal kökler olarak da ifade edilmektedir. Sekonder kökler ise, adventif, koleoptilar ve nodal kökler olarak isimlendirilmektedir. Dördüncü ana sap yaprakları görüldüğünde, toprağın seviyesinin 1-2 cm altında, adventif kökler gelişmeye başlar. Tahıllarda seminal kök sayısı genel olarak 5-7 adet arasında değişmekte olup, bazen 10 ’a kadar çıkabilmektedir. Seminal kökler, buğdayda fide dönemi gelişimi için çok önemlidir. Seminal kökler, toplam kök sisteminin % 1-14 ’ünü oluşturmaktadır. Seminal kökler yer çekiminin etkisi ile birlikte toprağın derinliklerine doğru (Oyanagi, 1994), sekonder kökler ise daha çok lateral olarak gelişmektedirler (Manske ve Vlek, 2002). Ekmeklik buğdaylar ortalama 3-5 adet seminal köklere ayrıca, kardeş sayısına göre değişen pek çok sekonder köklere sahiptir (Robertson ve ark., 1979). Buğdayda primer ve sekonder kök sayıları ile kardeş sayıları arasında pozitif yönde önemli bir ilişki vardır. Buğdayda kök mimarisi toprakta, lateral olarak 30-60 cm yanlara, yetersiz toprak nemi koşullarında 100 cm ve hatta 200 cm

’den daha fazla derinliğe ulaşabilmektedir. Kök biyokütlesinin % 70 ’i ise, toprak profilinin 0–30 cm ’lik kısmında bulunur (Manske ve Vlek, 2002).

Bitkide biyokütle artışı doğal olarak transpirasyon (terleme) ile ilişkilidir. Stomaların açık kalması ve yaprak alanı, hem fotosentez hem de transpirasyon oranını belirlemektedir. Bu yüzden transpirasyon oranının azalması, su tüketimini azaltmak yoluyla stresten kaçış sağlamasına rağmen, biyokütle birikiminin durmasına ve dolayısıyla verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu durum, bitkinin fizyolojik mekanizmasında işleyen kuraklığa tolerans için doğal bir çelişkidir (Collins ve ark., 2008). Suyun sınırlı olduğu şartlarda transpirasyon oranının muhafazası çoğu kez kök sisteminin boyut, mimari ve hidrolik iletkenliğinin iyileştirilmesiyle başarılmıştır (Maurel ve ark., 2010). Aynı zamanda, buğdayda kuraklığa toleransı geliştirmek için birçok özellik bitkinin kök sistemi ile bağlantılıdır. Yoğun ve derin bir kök sistemi, toprak profilindeki suyun daha iyi alınması ve bitki su durumunun korunarak, transpirasyonun devamı ile yakından ilişkilidir (Blum, 2009; Ehdaie ve ark., 2012).

Buğdayda güçlü bir kök sistemi, kök uzunluğu, kök uzunluğunun yoğunluğu ve kök biyokütlesinin büyüklüğü olarak tanımlanır (Hamblin ve Tennant, 1987). Kurak çevreler için buğday adaptasyonunda kök uzunluğu ve kök biyokütlesinin büyüklüğü ile kök mimarisinin önemi ilk olarak Aamodt ve Johnston (1936), tarafından açıklandı. Buğday, su ve bitki besin maddelerini topraktan kökleri vasıtasıyla almaktadır. Bitkide güçlü bir kök yapısı, özellikle geç dönemde kuraklık görülen bölgelerde su ve bitki besin maddelerinin alımını artırarak, mahsulün ilk gelişim döneminde önemli bir avantaj sağlamaktadır (Palta ve Watt, 2009). Jackson ve ark. (2000), toprak profili içerisinde derin ve geniş yayılarak, çok dallanan kök yapılarının kuraklığa toleranslı çeşitlerin geliştirilmesinde önemli olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, Passioura (1983), su kullanım etkinliğinin geliştirilmesiyle kurak bölgelerde daha küçük kök sistemlerinin de fayda sağlayabileceğini saptamıştır. Ancak, şiddetli su stresi yaşanan çevrelerde, toprak profilinde ki suyu alamayacak kadar küçük kök yapısına sahip çeşitlerin özellikle olgunlaşma döneminde toprak altında bulunan suya ulaşamadığı ve bu yüzden önemli miktarda suyu orada bıraktığı konusunda birkaç iddia bulunmaktadır. Buğdayın olgunlaşma döneminde, toprak profilinin derinliklerinde bulunan neminin bitki tarafından kullanılmasının faydası Kirkegaard ve ark. (2007) tarafından bildirilmiştir. Özellikle kurak geçen senelerde, toprak profilinde bulunan suyun bitki tarafından kullanılabilmesi büyük üstünlük sağlamaktadır. Bazı araştırmacılar da, kök mimari ve morfolojisinin yüksek tane veriminde çok önem arz ettiğini belirtmişlerdir

(Bengough ve ark., 2011). Son zamanlarda, suyun kısıtlı olduğu bölgelerde buğday bitkisinin kuraklığa toleransını geliştirmek için, kök yapısının değerlendirilmesi ve tespitine yönelik ilgi giderek artmaktadır. Bu durum, toprak altındaki suyun alımını arttırmak için kök dağılımının geliştirilmesi Manske ve Vlek (2002), derin kök sistemi Hurd (1974), kök uzama hızları ve oranları O'Brien (1979), primer köklerde ksilem çaplarının azaltılması Richards ve Passioura (1989), primer kök açılarının azaltılması Manschadi ve ark. (2006) ve toprak profilinden su alımını arttırmak için kök/gövde oranını arttırmak gibi özellikleri içermektedir (Reynolds ve ark., 2006). Suyun kısıtlı olduğu şartlar altında buğdayda tane verimini arttırmak için güçlü kök yapısı, verimin dönemsel yağışlara bağlı bulunduğu ve ülkemizin de içinde olduğu Akdeniz tipi iklim bölgelerinde kullanılabilmektedir.

Lopes ve Reynolds (2010), kurak şartlarda bitki örtüsü sıcaklığının bitkinin topraktan su alımıyla ilgili olduğunu ve bitki örtüsü sıcaklığı için yapılan seleksiyonun suyun derinlerde olduğu çevrelerde büyük ihtimalle kökle ilişkili genlerin frekansını artıracağını bildirmişlerdir. Ren ve ark. (2010), buğday çeşitlerinde büyük kök sistemlerinin daha yüksek azot ve fosfor kullanım etkinliği ve alımı gösterdiğini bildirmişlerdir. Tahıllarda azot alımını kök morfolojik karakterleri etkilemektedir. Küçük ve yüzeysel kök sistemine sahip bitkilerde yıkanan azot, verilen azottan büyük ve derin kök sistemlerine sahip bitkilere oranla daha yüksektir. Ayrıca yoğun kök sistemleriyle, yan dalları ve kök saçları yoğun bitkiler daha büyük kök yüzey alanı sayesinde besin maddelerini almak için seyrek kök sistemlerine sahip bitkilerden daha iyi adapte olmaktadırlar (Gahoonia ve ark., 2007). Tahıl tarlalarında toprak altındaki nitratın tüketilmesinin, kök uzunluğu ve yoğunluğu ile yakından ilgili olduğu bildirilmiştir (Wiesler ve Horst, 1994). Diğer bir araştırmada ise buğdayda derin köklenen hatlarda düşük azot yıkanması ve yüksek N, P, K alımı gerçekleştirdiği saptanmıştır (Ehdaie ve ark., 2010). Bu sonuç, kuraklığa toleransta önemli bir parametre olarak kullanılan yeşil kalma süresi bakımından da önemlidir. Bununla birlikte, yapılan birçok çalışmada, fosfor, potasyum ve kalsiyum ’un bitki bünyesinde birçok fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonlarda hayati önem arz ettiği, bitkide kök gelişimini artırdığı, kuraklığa toleransın geliştirilmesinde, stomaların açılıp kapanmasında, hücre uzaması ve turgor basıncının korunmasında, bitkisel üretimde verim ile kalitenin artmasında anahtar rol oynayan makro elementler olduğu bildirilmiştir (Britto ve Kronzucker, 2008; Marschner, 2011; Fageria, 2016).

Waines ve Ehdaie (2007), yeşil devrim sonrasında geliştirilen buğday genotiplerde kök sistemlerinin, daha önce geliştirilen genotip ve yerel çeşitlerden daha küçük olduğunu ve bu durumun bodurluk (Rht) genlerinin kök büyümesi üzerine etkisinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Bununla birlikte, derin kök gelişiminin kurak koşullarda önemli olduğu, sulu koşullarda ise aşırı kök gelişiminin fotosentez ürünü israfı anlamına geleceği ifade edilmiştir (Blum, 2005).

Yapılan birçok çalışma, yeşil devrim öncesi buğdayların, toprak profilinden daha fazla su çekerek, modern buğday çeşitlerine göre kuraklığa daha iyi tepki verdiğini göstermiştir (Ehdaie ve ark., 1988; Reynolds ve ark., 2006; Trethowan ve Mujeeb-Kazi, 2008). Bunun nedeni, yeşil devrim buğdaylarının yüksek verim için fazla miktarda gübre ve sulama koşulları altında seleksiyona tabi tutulmalarıydı. Kök sistem özellikleri seleksiyon kriterleri arasında değildi ve optimum büyüme koşulları altında strese hassas genotipler bile seçilmişti. Kuraklık toleransı ile ilişkili herhangi bir özelliğe karşı optimum koşullar altında yüksek verim için seçim yapılması uygun değildir. Sonuç olarak, bu taraflı seleksiyon buğdayda kök sistem boyutunu düşürdü (Waines ve Ehdaie, 2007; Pingali, 2012).

Son zamanlarda suyun sınırlı olduğu çevrelerde buğday adaptasyonu için kök sistemlerinin değerlendirilmesi ve tespitine yönelik ilgi artmıştır. Derinlerdeki suyun alımını geliştirmek için kök dağılımının arttırılması, derin köklenme, derinlerde korunan toprak suyu için seminal köklerin ksilem çapının azaltılması, seminal köklerin açısının daraltılması ve toprak profilinin genelinde su alımını geliştirmek için kök/gövde kuru madde oranını arttırmak gibi potansiyel özellikler çalışılmaktadır. Morfolojik kök özellikleri için tarla geçerliliği (doğrulaması) çok önemlidir. Bu özelliklerin değerlendirilmesi, hedef çevredeki iklim ve toprak tipine, denemelerde su eksikliğinin şekline ve zamanına bağlı olarak değişecektir. Ayrıca, kök özelliklerinin genetiği hakkında bilgi eksikliği ve tam olarak anlaşılamaması ıslah programlarına dahil olmasının önündeki en önemli engeldir. Islah programlarında hızlı ve basit tarama işlemlerine ihtiyaç vardır. Tarla şartları altında bireysel kök özellikleri için tarama, emek yoğun ve yüksek değişkenliğe maruz kalmaktadır (Lynch, 2007). Ürün simülasyon modeli çalışmalarında değişken Avustralya iklimi, toprak yelpazesi ve ürün yönetimi senaryolarında, buğday kök sistemlerini modifiye etmenin tahmini faydaları ölçülmüştür. Sonuç olarak, daha hızlı ve etkili kök gelişimi ile çeşitlerin, tüm alanlarda 30-40 kg/da verim artışı sağladığı bildirilmiştir (Lilley ve Kirkegaard, 2011).

Bitkiler çevresel değişime genetik potansiyellerine bağlı olarak değişen kök uzunluğu, yoğunluğu ve kök/gövde oranları ile tepki verebilirler. Bu değişiklikler bitkilere marjinal koşullarda hayatta kalabilmek için bir şans verebilir (Persson ve ark., 2002). Hurd (1974), farklı buğday çeşitlerinde yoğun köklenme yeteneğine sahip olanların, kuraklık direnci ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Manschadi ve ark. (2006), iki buğday genotipinin kök özelliklerini incelediği çalışmasında, kuraklığa toleranslı çeşidin (Seri M82), derin köklenebilme kabiliyetini kullanarak, toprağın derinliklerinden daha fazla su alıp, kuraklığa tepki verdiğini bildirmişlerdir.

Akman (2014), sulu çeşitlerin sapa kalkma döneminde kuru çeşitlere göre daha uzun kök yapısı oluşturduğunu, çiçeklenme ve hasat dönemlerinde ise bu durumun değişerek, kuru çeşitlerin sulu çeşitlere göre daha uzun kök yapısına sahip olduğunu saptamıştır. Ayrıca, kök parametrelerinde yapılan çalışmalarda, toprak üstü özellikler üzerinde yapılan çalışmalara göre değişim katsayılarının daha yüksek olduğunu, bu durumun ise köklerin çıkarılma ve yıkanma esnasında oluşan kayıplardan kaynaklandığını bildirmiştir.

Bektas (2015), geleneksel yöntemlerle yürütülen klasik ıslah programlarında seleksiyon kriteri olarak ana hedefin tane verimine dayandığını, bu yaklaşımın ise son zamanlarda görülen çevresel değişikliklere kadar etkili olsa da, günümüzde birçok modern buğday çeşidinin kuraklık, sıcaklık ve tuzluluk gibi abiyotik stres faktörleri ile başa çıkamadığını bildirmiştir. Bununla birlikte, kuraklık toleransı, kök sistem özellikleri, yüksek besin maddesi alımı ve kullanım etkinliği ile yüksek su alımı ve kullanım etkinliği gibi daha önce ihmal edilen özelliklerin, günümüzde iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini tolere etmek için önemli özellikler haline geldiğini belirtmiştir.

2.2. Kuraklık, Fizyoloji ve Toprak Üstü Özellikler

Yeşil devrim ’in başlamasından günümüze kadar geçen dönemde, buğday üretimindeki artışa en büyük katkı, cücelik genlerinin (Rht) bitkiye aktarılmasıyla gerçekleşen hasat indeksi artışlarından meydana gelmiş, ancak bu süreçte radyasyon kullanım etkinlikleri ve toplam biyokütlede bir artış gözlenmemiştir. Hasat indeksinin teorik limiti olarak bilinen % 60 seviyelerine yaklaşmış olması, bundan sonraki üretim artışları yönünden diğer özelliklerin önemini arttırmaktadır (Austin ve ark., 1980).

Gifford (1986), tarihsel setler üzerinde yapmış olduğu çalışmada, yüz yıldan daha fazla bir süre içinde buğday verimindeki artışın, hasat indeksine bağlı olduğunu bildirmiştir.

Kuraklık çalışan ıslah programlarının, hedef bölgelerindeki kuraklık / sıcaklık şiddetine ve yağış rejimine göre farklı stratejiler geliştirmesi kaçınılmazdır. Klasik olarak kuraklığa dayanıklılık, kuraklıktan kaçış, su kaybından kurtulma ve tolerans stratejileri olarak gruplandırılabilir (Turner, 1986).

Van Oosterom ve Acevedo (1993) Suriye 'de 1989 senesinde iki farklı lokasyonda, çevre ve fenolojinin arpada bitki gelişimi ve tane verimi üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, çeşitlerin yaprak yeşil kalma süresi, yaprak alanı ve bitki gelişme oranlarını erkenci, orta erkenci ve geççi çeşitlerde kıyaslamışlardır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, orta erkenci çeşitler erkenci çeşitlere göre daha uzun yaprak yeşil kalma süresine, geççi çeşitlere göre ise, daha yüksek bitki gelişme oranına sahip oldukları belirlenmiştir. Ayrıca, daha yüksek kuraklığa dayanım ve kuraklıktan kaçma özelliklerine sahip orta erkenci çeşitlerin kuraklığa toleranslı ve yüksek tane verimine de sahip oldukları bu yüzden, kuru tarım bölgeleri için uygun olacağı bildirilmiştir.

Sade ve ark. (1995), ekmeklik buğday genotiplerinde yaptıkları bir araştırmaya göre, başakta tane sayısının verimi etkileyen en önemli parametre olduğunu, başakta tane verimi ile başakta tane sayısı ve başakta başakçık sayısı arasında pozitif yönde önemli ilişkiler bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Kalaycı ve ark. (1998), Orta Anadolu koşullarında kuraklığa toleranslı buğday genotiplerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Bu bölgede, en stabil tane verimine sahip çeşitlerin; Gerek 79, Dağdaş-94 ve Bolal 2973 olduğunu, makul miktardaki kuraklıklarda yaprak eni ile bitki boyunun toleransı belirleyici önemli morfolojik özellikler olduğunu, bu yüzden uzun boylu ve dar yapraklı genotiplerin, normal düzeydeki kuraklıklara daha dayanıklı olduğu, fakat sıcaklık stresi ile birlikte gelen şiddetli kuraklık durumlarında fizyolojik özelliklerin daha önemli rol oynadığını saptamışlardır.

Reynolds ve ark. (2000), buğdayda kuraklığa toleransın arttırılması yönünde kullanılabilecek bir model geliştirmişlerdir. Buna göre; a) Tohumun iri olması, çıkış gücünü arttırması, erken dönemde tarla yüzeyini kapatmaya yardımcı olması nedeniyle başlangıç biyokütlesinin yüksek olmasına yardım etmektedir. b) Uzun koleoptil, derine yapılan ekimlerde çıkış gücünü arttırmakta, köklerin profildeki neme ulaşmasına yardım

etmekte ve toprak yüzeyinde gerçekleşen yüksek sıcaklığın, çimlenmeyi etkilemesinin önüne geçmektedir. c) Tarla yüzeyini erken kapatma, ince ve geniş yapraklı çeşitler tarla yüzeyini daha iyi kapatarak, toprak suyunun korunması ve radyasyon etkinliğinin artmasını sağlamaktadır. Bu fizyolojik parametre, özellikle yağışların erken dönemde geldiği Akdeniz tipi iklim bölgelerinde kuraklığa tolerans yönünden de önemlidir. d) Tane doldurma dönemi öncesi yüksek biyokütle, erken dönemde toprak yüzeyini iyi kapatan ve tane doldurma dönemi öncesi yüksek biyokütleye sahip genotiplerin su kullanım etkinliği de daha fazla olmaktadır. e) Translokasyon kapasitesi, tane doldurma dönemi içerisinde gerçekleşen stres koşullarında, gövdeden taneye taşınan depo besin maddeleri önem arz etmektedir. Bu kapasitenin yüksek düzeyde olmasını sağlayan kalın ve uzun sapların depo besin maddeleri yönünden gerekli olduğu bildirilmiştir. f) Yapraklarda yüksek nisbi nem içeriği, stoma iletkenliği ve düşük bitki örtüsü sıcaklığı, bu fizyolojik özellikler bitkinin toprak profilinden daha iyi su aldığını gösteren endirekt işaretlerdir. g) Kardeşlerin hayatını devam ettirebilme özelliğinin yüksekliği, h) Yaprakların yeşil kalma süresinin uzunluğu, saptanan bu özelliklerin kuraklığa toleranslı buğday geliştirme çalışmalarında, seleksiyon ölçütü olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Reynolds ve ark. (2001), buğdayda klorofil kaybıyla ilişkili fizyolojik belirtilerin tane doldurma dönemi süresince devam etmesinin, verim düşüşüyle ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, bitkide ki farklı fizyolojik sistemlerin tarla koşullarında, sıcaklık stresine karşı dayanıma katkı sağlayabileceğini bildirmişlerdir. Bu fizyolojik sistemlerin, uzun süre yeşil kalabilme yeteneği ve yüksek fotosentez oranı gibi parametrelerin göstergesi oldukları, sıcağa tolerans metabolizmaları veya bitki örtüsü sıcaklığındaki düşüşün göstergesi olarak, sıcaktan kaçma özelliği olabileceğini ifade etmişlerdir. Bitki örtüsü sıcaklığının, seleksiyona yüksek oranda tepki verebilmeleri ve tane verimi ile yüksek genetik ilişki gösterme özelliklerinin kalıtıma dayalı olması bedeniyle erken generasyonda yapılan seçimler için faydalı bir özellik olarak seçilebileceğini, ıslahçıların bu fizyolojik değerlendirmeleri sıcaklığa dayanıklı ebeveynlerin, açılan materyal ıslah kademesi ve ileri kademe hatların seçiminde kullanabileceklerini belirtmişlerdir.

Del Moral ve ark. (2003), makarnalık buğdayların kuraklık ve yüksek sıcaklık stresinde verim stabilitesi üzerine yürüttükleri araştırmada, kurak koşullarda tane verimine en büyük katkıyı başakta tane sayısının verdiğini, tane doldurma döneminin serin geçtiği bölgelerde bu etkinin kaybolduğunu, buna karşın sıcak koşullarda

metrekarede başak sayısının, başaktaki tane sayısı ve bin tane ağırlığı üzerine olumsuz etki yaptığını belirtmişlerdir.

Kurak koşullar için yapılan seleksiyonda, genetik olarak su kaybını önlemeye yönelik bir strateji hedef alınmaktadır. Böyle mekanizmaya sahip bitkilerde kuraklık stresine karşı, tipik olarak bitki su potansiyelini yüksek seviyede devam ettirebilme kabiliyeti bulunmaktadır. Ancak, bu olay erken başaklanma süresi, düşük bitki ağırlığı, düşük yaprak alanı ya da daha az kardeşlenme kapasitesini temsil edebilmekte ve bu özellikler genellikle yüksek tane verimi potansiyelini engellemektedir. Kuraklığa toleranslı çeşit geliştirmek için, teorik olarak yüksek tane verimi potansiyeli ile birlikte kuraklıktan korunma mekanizmasını birleştirmek mümkün olabilmektedir. Bunun için, yüksek verim potansiyelini engellemeden kuraklıktan korunma özelliklerinin çeşitlere aktarılması gerekmektedir. Örneğin, yüksek absisik asit birikimi kuraklık yönünden önemli ise, absisik asit içeriği yüksek buğday bitkisinde, kuraklığa tolerans ile yüksek tane verim potansiyelini birleştirmek mümkün görünmektedir. (Blum, 2005).

Ehdaie ve ark. (2006) kuru ve sulu şartlarda iki yıl süre ile yürüttükleri çalışmada, 11 buğday çeşidinde genetik farklılığı incelemek için, 10 gün arayla boğumlar arasındaki suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriği, özgül içeriği (SÇK içeriği / boğum uzunluğu) ile yoğunluğunu (SÇK içeriği / boğum arası ağırlık) ölçmüşlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, kuraklığın orta ve alt boğumda SÇK içeriğini, özgül içeriğini ve yoğunluğu azalttığını, sulu şartlarda ise, orta ve alt boğumdan taşınan SÇK 'nın kurak şartlara kıyasla daha fazla olduğu, kurak şartların SÇK translokasyon etkinliğini arttırdığını ve bu artışın en çok üst boğum aralığında oluştuğunu, tane doldurma döneminde ölçülen SÇK içeriğinin diğer boğum aralarından taşınan toplam SÇK ile yüksek ilişki verdiğini saptamışlardır. Bununla birlikte, bitkide boğumların SÇK içeriğini tespit etmenin, kuraklığa toleranslı buğday ıslah etmede seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Buğdayda kuraklığa tolerans çalışmaları pek çok genotipik, fizyolojik, morfolojik, çevre ve yetiştirme teknikleri gibi faktörlerin etkisinde olup, kuraklığa toleransı geliştirmek için birçok değişik senaryolar ortaya çıkmaktadır. Kuraklık stresi dışında verimi etkileyen faktörlerin bulunmadığı bir ortamda daha yüksek verim elde edilen çeşitler kuraklığa toleranslı olarak ifade edilebilir. Tane verimi esas alındığında bu tanımlama kolayken, çeşidin hangi fizyolojik ya da genotipik özellikler yönünden kuraklığa tolerans gösterdiğinin tespiti oldukça zordur. Kuraklık ile ilgili çalışmaları diğer tarımsal araştırmalardan farklı ve zorlu kılan pek çok faktör bulunmaktadır.

Bunlar, kuraklıkla ilişkili özelliklerin kompleks bir şekilde birbirinden etkilenmesi ve hedef çevreye göre önemli değişimler göstermesi, laboratuvar ve kontrollü şartlarda yapılan kuraklık çalışmalarının çoğu kez tarla koşullarında doğrulanamaması ve tarla koşullarında tane verimini azaltan diğer etkenlerin (hastalık, tuzluluk, toprak işleme, yetiştirme teknikleri gibi) kuraklık etkisinin tespitini zorlaştırmasıdır (Passioura, 2006).

Kuraklık araştırmalarını zorlu kılan diğer bir faktör ise kuraklık konusuna bakış açısıdır. Kuraklığın anlamı ve zaman skalası muhataplarına göre büyük anlam farklılıkları taşımaktadır. Biyokimyacı ve moleküler biyolog için kuraklığın anlamı saatler içerisinde gerçekleşen hızlı kuruma ve ani gerçekleşen su difüzyonu iken, bitki fizyologları, ıslahçılar ve çiftçiler için haftalar, aylar veya bir yetişme sezonunda gerçekleşen ve suyun verimi önemli oranda sınırlaması anlamına gelmektedir (Passioura, 2006). Kuraklık çalışmalarının zorluğu yanında farklı disiplinlerde araştırmacıların diyalog sorunu da kuraklığa toleranslı ürün geliştirmeyi zorlaştırmaktadır. Bir bitkinin kurak şartlarda hayatını sürdürmesi ile kurak şartlarda ekonomik üretim yapması arasında çok büyük farklılıklar vardır (Passioura, 2006). Bir moleküler biyolog için kurakta hayatta kalabilen bir bitkinin dayanıklılık mekanizması çok değerli iken, bir bitki ıslahçısı bitkinin ekonomik verime sahip olmaksızın hayatta kalmasıyla çok fazla ilgilenmeyecektir. Bu kapsamda bitki ıslahçısı buğdaydan kaktüs gibi davranmasını beklemezken, bu hedef moleküler biyolog için oldukça anlamlı olacaktır. Bir bitkinin kurak şartlarda hayatta kalması tatminkar bir bitkisel üretim yapmadığı sürece agronomik anlamda kuraklığa toleranslı olduğunu göstermemektedir (Passioura, 2006). Sonuç olarak Blum (2005), kuraklığa tolerans kavramının literatürdeki en muğlak ifadelerden biri olduğunu bildirmiştir.

Kumari ve ark. (2007), Hindistan ’da farklı ıslah programlarından elde ettikleri 963 adet ileri kademe buğday hatları üzerinde, yaprak yeşil kalma sürelerini kıyasladıkları çalışmada, materyalin % 5.5 ’inin yeşil kalma süreleri bakımından daha uzun, % 10.6 ’sının ise orta seviyede olduğunu saptamışlardır. Aynı zamanda, bu genotipler arasından seleksiyona tabi tuttukları 100 adet genotip üzerinde yaptıkları çalışma sonucunda, yaprak yeşil kalma süresinin, bitki örtüsü sıcaklığı, tane doldurma süresi ve tane verimi ile yüksek korelasyon verdiğini saptamışlardır. Bununla birlikte, bitki örtüsü sıcaklığının tane doldurma süresi, tane verimi ve gövde biyokütlesi ile istatistiksel anlamda önemli düzeyde ilişkili olduğunu, yaprak alanı ile yeşil kalma süresi açısından genetik olarak bir varyasyon olduğunu ve bitki örtüsü sıcaklığı ile

birlikte kurak şartlarda, yüksek sıcaklığa dayanıklı çeşit ıslahında seleksiyon kriteri olabileceğini belirtmişlerdir.

Olivares-Villegas ve ark. (2007), Seri M82 ve Baba çeşitlerinin melezlerinden elde edilen hatlar üzerinde fizyolojik parametrelerin kurağa dayanıklılıkla ilişkisini araştırmak amacıyla, Meksika ve Avutralya 'da kurak koşullarda 3 yıl süre ile yürüttükleri araştırmada, kurak koşullarda bitki örtüsü sıcaklığının (BÖS) verimle en yüksek korelasyonu verdiğini, bu parametreden sonra en yüksek ilişkiyi erkenciliğin verdiğini, BÖS 'ün kalıtımının yüksek olduğunu, sapa kalkma döneminde yapılan BÖS değerlerinin biyokütle ile ilişkili olduğunu, klorofil içeriği ve bitki boyunun tane doldurma döneminde daha az ilişkili olduğunu, buna rağmen kuraklığa toleranslı çeşit geliştirme sürecinde genetik değişim ve ileri kademede bulunan ıslah materyalinde ki açılmaların karmaşık bir yapı oluşturması sebebiyle daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir.

Önder (2007), Orta Anadolu bölgesi kuru koşullarında yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinde kardeşlenme dinamiğinin incelenmesi üzerine yaptığı bir çalışmada, verimin kardeşlenme ile ilişkili olduğunu, kardeş sayısının artması ile birlikte gövde biyokütlesinin de arttığını ve bunun da hasat indeksini azalttığını saptamıştır.

Farshadfar ve ark. (2008), kuraklığa toleransın moleküler indekslerini araştırmak amacıyla 20 farklı buğday çeşidi üzerinde sulu ve kuru şartlar altında yürüttükleri tarla denemelerinde, bayrak yapraklar üzerinde analizler yapmışlar, verim ile prolin, SÇK ile toplam protein (yaprakta) arasında pozitif ilişki tespit etmişlerdir. SÇK ile tane verimi (r= 0.82), tane protein oranı (r= 0.57), prolin (r= 0.75) seviyelerinde çok önemli pozitif ilişkiler saptamış ve bu özellikler yönünden yüksek olan çeşitlerin kuraklığa dayanıklılık gösterebilen çeşitler olduğunu belirtmişlerdir.

Van Ginkel ve ark. (2008), tarafından dört ekmeklik buğday çeşidinin melez hatları arasında tane verim potansiyeli, bitki yapısı ve bitki örtüsü sıcaklığı arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmada, melezleme sonrasında açılan materyal kademesinde bitki seleksiyonunu modifiye bulk yöntemi ile yapmışlar ve bitki örtüsü sıcaklığı ölçümüne F-4 aşamasında başlamışlardır. Çalışma sonucunda, gübreleme ve sulama yapılan şartlarda bitki örtüsü sıcaklığı ve tane verimi arasında pozitif yönde önemli korelasyon saptamışlardır. Aynı zamanda, erken kademedeki ıslah materyalinde, bitki örtüsü sıcaklığı ölçümü ile düşük verimli genotiplerin belirlenmesine yardımcı olacağı için seleksiyonda etkin bir yöntem olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Dünyanın birçok bölgesinde kuraklığa toleransın geliştirilmesi yönünde yürütülen ıslah programları sayesinde, birim alandan elde edilen verimler önemli oranda artmıştır. Avustralya'nın kurak alanlarında 1960 'larda 100 kg/da olan ortalama verim, günümüzde 200 kg/da civarındadır (Richards ve ark., 2010). Kuzey Çin ovasında yeni tescil edilen çeşitlerin ortalama verimleri 700 kg/da 'a yükselmiştir. 1970'li yıllarda 500 kg/da olan verimlerin artmasında yeni geliştirilen çeşitlerin su kullanım etkinliklerinin artmış olması da önemli rol oynamıştır (Zhang ve ark., 2010).

Palta ve ark. (2011), Avustralya 'da kurak koşullara uygun kök sistemini belirleyebilmek için yaptıkları araştırmada, yaprak alanı genişliği yönünde yapılan dolaylı seleksiyon ile kök biyokütlesi ve uzunluğunda artış sağlanması sonucu, güçlü kök sistemine sahip genotipler elde edilebileceğini, bu büyük kök sisteminin erken gelişme dönemlerinde daha fazla su ve azot alımına katkı sağladığını saptamışlardır. Araştırmacılar, tarımın toprakta suyun depolanmasıyla yapıldığı çevrelerde, büyük kök sistemine sahip bitkilerin, tane dolum döneminden önce topraktaki suyu tüketme riskine karşı, buğday yetiştiriciliğinin dönemsel yağışlara dayalı ve suyun yetersiz olduğu Akdeniz tipi iklim bölgelerinde güçlü kök sisteminin büyük bir avantaj sağladığını bildirmişlerdir.

Buğdayda kurak koşullara toleransta ilk akla gelen morfolojik özellikler, kök gelişmesi dışında, bitki boyu ve yaprak özellikleridir. Buğday, doğal seleksiyon şartlarında neslini genellikle uzun boy, derin ve yaygın bir kök sistemi ve yüksek düzeyde kardeşlenme ile sağlamıştır (Evans ve Evans, 1975). Uzun boylu çeşitlerin kurak koşullara daha uyumlu olmasının nedenlerinden biri de genellikle daha uzun koleoptile sahip olmaları ve bunun sonucu olarak toprak tavının derinde olduğu durumlarda derin ekime uygun olmaları ve köklerinin daha derine gitmesidir (Kirby, 1993). Rebetzke ve ark. (2007), uzun koleoptile sahip yarı bodur genotiplerin geliştirilmesinin toprak neminin düşük olduğu dönemlerde derine ekim imkanı sağlayacağını belirtmişlerdir. Diğer bir faktör ise tane doldurma döneminde yaşanan kuraklık ve sıcaklık stresinde gövdeden rezerv taşınmasının uzun boylu çeşitlerde daha fazla olmasıdır (Blum ve ark., 1994). Kuraklık geldiğinde fotosentez oranı düşeceğinden saptaki rezerv karbonhidratların önemi artmaktadır. Buğdayda sapta biriktirilen suda çözünebilir karbonhidratlar tozlanma döneminden sonra parçalanarak taneye taşınır. Kuraklığa tolerans kriteri olarak kullanılan saptaki suda çözünebilir karbonhidratlar optimum yetiştirme koşullarında % 10-20 oranında katkı sağlarken, kuraklık stresi yaşanan şartlarda tane doldurmaya katkıları % 50 'ye kadar çıkmaktadır

(Torres ve ark., 2012). Saptaki rezervlerin tane verimine nispi katkısı büyük oranda çevresel faktörlere ve genotipe bağlı olarak % 6 - 100 arasında değişmektedir (Blum ve ark., 1994). Son yıllarda yapılan bir araştırmada, taneye taşınacak karbonhidrat miktarının çiçeklenme döneminde sapta bulunan kuru madde miktarıyla ilişkili olduğu ve çiçeklenme döneminde saptaki kuru madde miktarının suyun sınırlı olduğu şartlarda yüksek verim için önemli bir özellik olduğu saptanmıştır (Xue ve ark., 2014). Foulkes ve ark. (2007), sapta bulunan suda çözünebilir karbonhidrat miktarının hem sulu hem de kurak şartlarda tane verimiyle pozitif bir ilişkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Bitki örtüsü sıcaklığı oldukça kolay ve ucuz belirlenebilmesi yanında kalıtım oranı yüksek önemli bir kuraklığa tolerans parametresidir (Rashid ve ark., 1999). Yapılan bir araştırmada ıslahçıların sadece görsel seleksiyon yapması ile görsel seleksiyonla bitki örtüsü sıcaklığının kombine edilmesi karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak görsel seleksiyona ilave olarak bitki örtüsü sıcaklığı kullanıldığında seçilen yüksek verimli genotip sayısında önemli bir artış olmuştur (Van Ginkel ve ark., 2008). Kumari ve ark. (2013), bitki örtüsü sıcaklığı ile tane verimi ve biyokütle arasında önemli ilişkiler tespit etmişlerdir.

Genotiplerin toprak yüzeyini erken kapatması, özellikle geç dönem kuraklık görülen bölgelerde evaporasyonla topraktaki suyun kaybolmasını önlemek ve muhafaza etmek açısından önemlidir (Richards ve ark., 2002). Toprak yüzeyini erken kapatma bakımından genotipik değişim genellikle fide çıkış oranı, tane (embriyo) büyüklüğü ve kardeşlenme kapasitesiyle ilişkilidir (Richards ve Lukacs, 2002)..

Balkan (2011), 2007-2008 ve 2008-2009 yetiştirme dönemlerinde yürüttüğü tarla, saksı ve laboratuvar denemelerinde; 8 ekmeklik buğday çeşidinin çimlenme-fide, başaklanma ve olgunlaşma dönemlerinde kuraklık stresine yanıtlarının belirlenmesi ile buğdayda kurağa dayanıklılık ıslahı çalışmalarında kullanılabilecek morfolojik ve fizyolojik seleksiyon parametrelerinin saptanmasını amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda, ekmeklik buğdayda çimlenme-fide döneminde; çimlenme oranı, çim kını uzunluğu, kök uzunluğu, fide boyu, kök kuru ağırlığı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı, klorofil içeriği, yaprak su kayıp oranı ve stoma sayısı, başaklanma döneminde; başaklanma gün sayısı, yeşil yaprak sayısı, bayrak yaprak açısı, bayrak yaprak klorofil içeriği, oransal nem içeriği, stoma eni ve boyu, translokasyon miktarı ve oranı, olgunlaşma döneminde; olgunlaşma gün sayısı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, hasat indeksi, kök uzunluğu ve kök kuru ağırlığının kurağa

dayanıklılık yönünden etkili morfolojik ve fizyolojik parametreler olduğunu belirlemiştir.

Öztürk (2011), bazı ekmeklik buğday genotiplerinin kuraklığa dayanıklılıkla ilgili morfolojik, fizyolojik karakterleri ile kalite özellikleri arasındaki ilişkilerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışma sonucunda, bitki boyu uzun olan genotiplerde bitki örtüsü sıcaklığının azaldığını, çok kısa boylu buğday bitkilerinin kuraklığa tolerans yönünden uygun olmadığını belirtmiştir. Ayrıca, üst boğum arası uzun olan genotiplerin yaprak su tutma kapasitesinin de yüksek olduğunu, bu durumun ise, bitki örtüsü sıcaklığında azalmaya katkı sağladığını tespit etmiştir. Üst boğum uzunluğunu ıslah çalışmalarında, tane verimi ve kuraklığa tolerans açısından değerlendirilebilecek bir özellik olabileceğini bildirmiştir. Araştırmada, tane dolum döneminin uzaması genotiplerde tane verimini önemli oranda yükseltirken, bitki boyu, bayrak yaprak alanı, üst boğum arası uzunluğu ve oransal nem içeriğindeki artışın verime olumlu yönde katkı sağladığı belirlenmiştir. Bitki örtüsü sıcaklığı artışı verimi olumsuz yönde etkilemiş, düşük bitki örtüsü sıcaklığına sahip genotiplerden daha yüksek tane verimi elde edilmesinden dolayı, kuraklığa daha toleranslı oldukları ifade edilmiştir. Bu sonuçlara göre, düşük bitki örtüsü sıcaklığının kurağa dayanıklılıkta önemli bir parametre olduğu saptanmıştır. Araştırmada incelenen verim unsurları, metrekarede başak, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığındaki artış ile birlikte yüksek hasat indeksi, tane verimini artıran diğer özellikler olduğu tespit edilmiştir. Kuraklığa dayanıklılıkta önemli özelliklerden olan bitki kök ağırlığı 3,62 g ile en fazla Bereket çeşidinde belirlenirken, en düşük ağırlık 2,74 g ile Tekirdağ çeşidinde tespit edilmiştir. Araştırmada kuraklık stresi koşullarında bitkilerde kök ağırlığının azaldığı ve 2.82 g ile en az kök ağırlığı tam kuraklık uygulanan parselde ölçülmüştür. Sulama koşulları veya topraktaki nem fazlalığı bitkilerde kök miktarını da arttırmış ve 3.50 g ile en fazla kök ağırlığı, kuraklık stresi uygulanmayan parselde ölçülmüştür. Araştırma sonunda incelenen karakterler arasında yapılan değerlendirmede genotiplerde kök ağırlığının artışı, bayrak yaprak alanı, bitki boyu ve üst boğum uzunluğu gibi karakterlerde artış sağladığı tespit edilmiştir. Araştırmada, bitki örtüsü sıcaklığının bitki kök aksamı ile yüksek oranda ilişkili olduğu belirlenmiş olup, bitkilerde kök miktarı azaldıkça bitki örtüsü sıcaklığında artış olması, kuraklığa toleransın geliştirilmesinde çok önemli bir özellik olarak görülmüştür.

Modern çeşitlerin birçoğunda bitki örtüsünün üst kısmındaki yaprakların daha küçük ve daha dik durması, ışık kullanım etkinliğini arttırması yanında alt yaprakların

daha fazla ışık almasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, bitki örtüsü mimarisi bakımından çok geniş çeşitlilik gösteren buğdayda, ışığın yakalanması toprak yüzeyini erken kapatma ve yeşil kalma özellikleriyle ilişkilidir (Cossani ve Reynolds, 2012).

Ayrancı (2012), Orta Anadolu Bölgesinde, 2009-2010 ve 2010-2011 yetiştirme yıllarında, yağmur korunakları altında, beş farklı kuraklık uygulamasının modellendiği, 10 adet ekmeklik buğday genotipini kullanarak yürüttüğü çalışmada, genotiplerin tane verimi, fenoloji, morfoloji, fizyoloji ve kalite özellikleri yönüyle tepkilerini incelemiş, farklı kuraklık tiplerinde kullanılabilecek etkili seleksiyon parametrelerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda, kuraklık stresi altında, genotiplerin kuraklığa adaptasyonuna üst boğum uzunluğu, bitki boyu ve bayrak yaprak boyu daha çok katkıda bulunduğu belirlenmiştir. Fenolojik özelliklerden başaklanma, çiçeklenme ve fizyolojik olum süreleri, kuraklık uygulamalarının tamamında tane verimi ile negatif ilişkili olarak belirlenirken, toprak yüzeyini erken kapatma, tane dolum süresinin uzunluğu ve tane verimi arasında pozitif yönde ilişkiler tespit edilmiştir. Fizyolojik parametrelerden, düşük bitki örtüsü sıcaklığı, bayrak yaprak klorofil içeriği, stoma iletkenliği ve yüksek yaprak oransal nem içeriği genotiplerin kuraklığa adaptasyonunu daha çok desteklemiştir. Translokasyon kapasitesi ise, kuraklık ile pozitif, bayrak yaprağın yeşil kalma süresi ile negatif ilişkili bulunmuştur. Kalite özelliklerinden tane protein oranı, kuru gluten içeriği ve mini SDS sedimantasyon değeri, kuraklık stresi altındaki uygulamalarda artarken, bin tane ve hektolitre ağırlığı düşmüştür. Sonuç olarak, kuraklık stresi altında ekmeklik buğday genotiplerinde kuraklığa adaptasyonu artırdığı belirlenen bu özelliklerin, farklı gelişme dönemlerinde etkili olan kuraklık tipleri için, ekmeklik buğdayda kuraklığa toleransı geliştirmede, seleksiyon parametreleri olarak kullanılabileceğini bildirmiştir.

Gummadov (2012), Konya ve Eskişehir lokasyonlarında, 2007-2008 ve 2008-2009 yetişme sezonlarında, 15 'i kuru ve 15 'i sulu koşullar için geliştirilen, toplam 30 adet ekmeklik buğday çeşidi ile 1931 yılından günümüze kadar geliştirilen çeşitlerin, tane verimi ve kalite özelliklerinde ki genetik ilerlemeyi ortaya koymak ve ele alınan özellikler arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla yaptığı çalışmada; tane verimi ile ilgili parametrelerde genetik ilerlemeyi pozitif yönde bulurken, kalite özellikleri açısından yıllar itibariyle negatif yönde bir ilişki belirlemiştir.

Kuraklığın diğer önemli bir etkisi de ekmeklik buğdayın kalitesi üzerinedir. Ülkemizde kuraklığa tolerans bakımından en çok tercih edilen çeşitler, kalite yönünden yüksek değerlere sahip değildir (Bayraktar 2000, Karahan-99, Gerek 79, Sönmez 2001

vb). Kurak koşullarda tane veriminin azalmasıyla genel olarak protein oranı artmaktadır (Dupont ve ark., 2006). Kurak koşullarda ki tane protein oranının artmasına rağmen, protein niteliğinin olumsuz etkilendiğini ifade eden araştırma sonuçları bulunmaktadır (Gooding ve ark., 2003). Kurak şartların buğday kalitesi üzerine diğer bir olumsuz etkisi ise, özellikle şiddetli kuraklık koşullarında bin tane ve hektolitre ağırlıklarının önemli oranda düşmesidir (Houshmand ve ark., 2005). Sonuç olarak, kuraklığın buğday tanesinin kalite ve protein bileşimi üzerine etkisi çevresel koşullara, stresin şiddetine, stresin gerçekleştiği bitki gelişme dönemine ve genotipik farklılıklara bağlı olarak değişmektedir (Ashraf Vaghefi ve ark., 2014).

Buğday ıslah programlarında, ıslah edilecek çeşitlerin sanayici ve tüketicilerin taleplerine uygunluğu en önemli hedeflerden birisidir. Yürütülen çalışmalarda bu özelliklere sahip çeşit geliştirme süreci, melezleme çalışmaları ile başlamakta, genetik durulmanın tamamlandığı gözlem bahçesi (F-6) aşamasından itibaren yapılan kalite açısından değerlendirmeler, diğer ıslah hedefleri ile birlikte öncelik teşkil etmektedir. Kalite açısından değerlendirmelerde, materyalin teknolojik özellikleri olarak başlıca beş özelliğe bakılmaktadır. Bunlar, tanenin fiziksel özellikleri, tane protein oranı, proteinin kalitesi, gluten özellikleri ve hamur reolojik özellikleridir (Karaduman ve ark., 2017). Tane fiziksel özellikleri (hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı) yönünden iyi olan hatlar ile istenilen protein kalitesine sahip genotipler ıslah programlarında seçilmektedirler (Karaduman ve ark., 2017). Protein miktarı ise, önemli bir faktör olmakla birlikte daha çok çevre ve gübreleme gibi faktörlerden etkilenebilen bir özellik olduğundan (Carson ve Edwards, 2009), değerlendirmelerde protein kalitesinden sonra gelen seleksiyon kriteri olmaktadır. Buğdayın en önemli kalite ölçütleri olarak kabul edilen, gluten niceliği ve niteliği (protein kalitesi) hamurun yoğrulma, işlenme, gaz tutma kapasitesi ve son ürün kalitesi üzerinde etkili olan en önemli unsurlardır. Gluten miktarı ve kalitesinin yüksekliği buğdaylarda bir kalite ayracı olarak kabul edilir (Kent, 1982). Bu kademede protein (gluten) kalitesi en hızlı bir şekilde C-SDS sedimantasyon değeri ile belirlenebilmektedir. Ancak, C-SDS testi çok iyi ve çok kötü protein kalitesinin ayırt edilmesinde başarılı sonuçlar verirken, daha orta grup materyalde belirleyiciliği düşük olabilmektedir (Karaduman ve ark., 2017). Gluten kuvvetinin belirlenmesinde sedimantasyon testleri (SDS ve Zeleny), birçok araştırma kuruluşu tarafından yaygın olarak tercih edilmektedir (Karaduman ve ark., 2015; Karaduman, 2019).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırma, 2016-2017 ve 2017-2018 yılları arasında iki yıl süre ile Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yürütülmüş olup, çalışmada materyal olarak, Orta Anadolu koşullarında yaygın olarak üretimi yapılan 16 adet ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Denemede çeşit seçimi, varyasyon oluşturmak amacıyla çeşitlerin fenolojik, morfolojik, kalite ve fizyolojik özelliklerine göre yapılmış olup, bu çeşitlere ait bazı özellikler Çizelge 3.1 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmada materyal olarak kullanılan çeşitlerin özellikleri

Çeşit Adı	Tescil Tarihi	Islahçı Kuruluş	Başak Rengi	Kılçıklılık Durumu	Bitki Boyu (cm)	Tane Rengi	Tane Sertliği
Ak 702	1931	GKTAEM[1]	Beyaz	Kılçıklı	110-120	Beyaz	Yumuşak
Alpu 2001	2001	GKTAEM[1]	Beyaz	Kılçıklı	80-90	Beyaz	Orta Sert
Altay 2000	2000	GKTAEM[1]	Kahverengi	Kılçıklı	100-110	Beyaz	Orta Sert
Bayraktar 2000	2000	TARM[2]	Beyaz	KIlçıklı	100-105	Beyaz	Yumuşak
Bezostaja 1	1968	GKTAEM[1]	Beyaz	Kılçıksız	95-105	Kırmızı	Sert
Gerek 79	1979	GKTAEM[1]	Kahverengi	Kılçıklı	100-105	Beyaz	Yumuşak
İzgi 2001	2001	GKTAEM[1]	Beyaz	Kılçıklı	90-100	Beyaz	Yumuşak
Karahan-99	1999	BDUTAE[3]	Beyaz	Kılçıklı	100-110	Beyaz	Orta Sert
Kate A-1	1988	TTAE[4]	Beyaz	Kılçıksız	90-100	Kırmızı	Orta Sert
Kıraç 66	1970	GKTAEM[1]	Beyaz	Kılçıklı	110-120	Beyaz	Orta Sert
Konya-2002	2002	BDUTAE[3]	Beyaz	Kılçıklı	80-90	Kırmızı	Orta Sert
Mesut	2013	GKTAEM[1]	Beyaz	Kılçıksız	95-105	Kırmızı	Sert
Müfitbey	2006	GKTAEM[1]	Beyaz	Kılçıklı	100-110	Beyaz	Sert
Reis	2016	GKTAEM[1]	Kahverengi	Kılçıklı	95-105	Kırmızı	Sert
Sönmez 2001	2001	GKTAEM[1]	Beyaz	Kılçıksız	95-105	Kırmızı	Orta Sert
Yayla 305	1930	GKTAEM[1]	Beyaz	Kılçıklı	110-120	Beyaz	Yumuşak

GKTAEM[1]: Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, TARM[2]: Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, BDUTAEM[3]: Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, TTAE[4]: Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü.

3.1.1. Deneme yerinin iklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü 2016-2017 ve 2017-2018 yılları yetiştirme dönemlerine ait, GKTAEM meteoroloji istasyonunda ölçülen aylık ortalama sıcaklık ve

yağış değerleri ile uzun yıllar (1993-2018) ortalamaları Çizelge 3.2 'de verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü yıllarda yağış toplamı sırasıyla 410, 8 mm ve 478,1 mm olarak gerçekleşmiştir. Geç dönem kuraklık stresi üzerine etki gösteren Mart, Nisan ve Mayıs aylarında oluşan ilkbahar yağışları incelendiğinde, uzun yıllarda 121,6 mm iken, denemenin birinci yılında 187,4 ikinci yılında ise 143,1 mm olarak gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 3.2).

Çalışmanın yürütüldüğü 2016-2017 yılında buğdayın yetişme süresi (Eylül-Haziran) içerisinde 360,7 mm olarak gerçekleşen yağış, uzun yıllar ortalamasından % 8 oranında daha yüksek olmuştur. 2017-2018 yetişme döneminde ise bu artış % 21 olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca, Ekim işleminin yapıldığı Ekim ayında, sırasıyla toplam yağış 7,3 mm ve 48,4 mm olarak gerçekleşmiştir. Denemenin ilk yılı için bu miktar uzun yıllar ortalamasından (32,3 mm) daha düşük bir değer göstermiştir (Çizelge 3.2). Yağış dağılımında oluşan bu değişkenlik, bölgede farklı kuraklık senaryolarının oluşmasına, dolayısıyla bitki biyokütleleri ve üretimde dengesizliklere neden olmaktadır.

Çizelge 3.2. Deneme yılı ve uzun yıllar ortalamasına ait aylık ortalama sıcaklıklar ve toplam yağış verileri

Aylar	2016 - 2017		2017 - 2018		Uzun Yıllar Ortalama*	
	Yağış (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Ortalama Sıcaklık (°C)
Eylül	29,0	17,0	0,5	19,6	14,8	16,2
Ekim	7,3	11,5	48,4	10,7	32,3	11,1
Kasım	27,8	4,6	28,6	5,5	29,8	6,2
Aralık	27,0	-1,1	41,8	3,9	42,0	2,7
Ocak	39,8	-2,0	28,8	1,6	37,3	-0,2
Şubat	4,5	-2,0	41,6	5,8	29,7	1,5
Mart	24,8	7,6	41,1	9,3	32,9	4,5
Nisan	66,8	9,7	9,5	13,8	40,3	8,7
Mayıs	95,8	14,3	92,5	16,7	48,4	12,0
Haziran	37,9	19,1	73,8	19,9	27,6	16,7
Temmuz	6,2	23,0	59,9	22,2	15,0	19,7
Ağustos	43,9	21,7	11,6	23,0	12,3	19,8
Toplam	410,8		478,1		362,4	
Ortalama		10,3		12,7		9,9

*1993-2018 dönemine ait ortalama değerler (Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Meteoroloji Verileri).

Denemenin yürütüldüğü 2016-2017 ve 2017-2018 yıllarında ortalama sıcaklık değerleri, uzun yıllar ortalama sıcaklık değerlerinden her iki yılda da bir miktar yüksek gerçekleşmiştir. Buğdayın vejetatif dönemi dikkate alındığında, kardeşlenme dönemini kapsayan süreçte (Aralık-Mart) uzun yıllar ortalamasına göre, araştırmanın birinci yılında daha serin, ikinci yılında ise daha sıcak geçtiği ifade edilebilir. Bununla birlikte, diğer bitki gelişim dönemlerinde (Nisan-Haziran) ise uzun yıllar ortalamasına göre, her iki yılın da daha sıcak geçtiği görülmektedir (Çizelge 3.2).

3.1.2. Deneme yerinin toprak özellikleri

Deneme alanından ekim öncesi, 0-30, 30-60 ve 60-90 cm derinliklerden toprak örnekleri alınmış ve analize tabi tutulmuştur. Chapman (1960), bitkiler için topraktaki NO_3 miktarı 5 mg/kg 'dan düşük ise noksan, 20 mg/kg 'dan fazla ise yüksek düzeyde olduğunu bildirmiştir. Buğdayın topraktan kaldırdığı azot miktarı ve bildirilen sınır değerlerine göre, en düşük miktarda inorganik azot içeren toprak örneklerinin alındığı arazi, denemenin yürütüleceği alan olarak seçilmiştir (Şekil 3.1). Toprak analiz sonuçları Çizelge 3.3 'de verilmiş olup, araştırma 2016-2017 ve 2017-2018 döneminde aynı deneme alanı içerisinde yürütülmüştür.

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

Toprak Özelikleri	Derinlik (cm)		
	0-30	30-60	60-90
Kum (%)	46,45	45,20	46,98
Silt (%)	24,14	25,09	23,17
Kil (%)	29,40	29,70	29,85
Bünye Sınıfı	SCL	SCL	SCL
pH	7,80	7,86	7,88
EC (dS/m)	0,61	0,63	0,51
Kireç (%)	8,50	9,23	10,34
Organik Madde (%)	1,36	1,28	1,10
Nitrat (mg/kg)	31,6	22,3	14,4
Fosfor (kg/da)	5,57	4,62	2,88
Potasyum (kg/da)	237,9	195,3	153,1
Çinko (mg/kg)	0,35	0,26	0,22
Demir (mg/kg)	2,08	2,21	3,28
Mangan (mg/kg)	4,55	4,11	3,85
Bakır (mg/kg)	0,89	0,85	0,79

*Toprak analizleri Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünde yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, denemenin yürütüldüğü topraklar fiziksel olarak kumlu-killi-tınlı bünyede, organik madde içeriği düşük, değişebilir potasyum miktarı çok yüksek, yarayışlı fosfor miktarı yönünden zayıf, tuzluluk sorunu olmayan, orta kireçli ve hafif alkalidir (Ülgen ve Yurtsever, 1995). Mikro besin elementleri yönünden ise, bitkiye yarayışlı çinko ve demir miktarı düşük seviyedeyken, bakır ve mangan düzeyinin yeterli olduğu görülmüştür (Lindsay ve Norvell, 1978).



Şekil 3.1. Denemenin yürütüldüğü alandan genel görünüm

3.2. Yöntem

Araştırma, 2016-2017 ve 2017-2018 yıllarında, tarla ve kontrollü koşullar (cam sera) olmak üzere iki farklı ortamda yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak kullanılan 16 adet ekmeklik buğday çeşidi üzerinde yapılan çalışmalar ve incelenen özellikler aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

3.2.1. Tarla çalışmaları

Bitkide kuraklığa toleransı geliştirmekte kullanılan fizyolojik ve morfolojik parametrelerin belirlenmesi amacıyla yürütülecek tarla çalışmalarında yer alan çeşitler, 500 tane/m^2 ekim normunda parsel mibzeri ile 5 metre x 1.2 metre boyutundaki parsellere ekimi yapılmıştır. Denemede analiz sonuçlarına göre ekimden önce, toprağa 7 kg P_2O_5 / da ve 2,7 kg N / da (DAP %18-46) ve ilkbaharda 7 kg N / da (Amonyum Nitrat %33) olacak şekilde gübre uygulaması yapılmıştır. Tarla denemelerinde sulama yapılmayıp, tamamen doğal yağış ortamında yetiştiricilik yapılmıştır. Denemelerin hasadı parsel biçerdöveriyle yapılmış olup, yabancı ot mücadelesinde kimyasal herbisit kullanılmıştır.

Tarla çalışmalarında denemeler, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tarla koşullarında, kuru (yağmura bağımlı) şartlardaki denemelerde fizyolojik parametrelerden, çiçeklenme döneminin tamamlandığı dönemde (ZD 69) bitki örtüsü sıcaklığı, kardeşlenme (ZD 21-24) döneminde erken kapatma (NDVI), yaprak alan indeksi (ZD 41), bayrak yaprak yeşil kalma süresi, bayrak yaprağı oransal nem içeriği ve ana sapta suda çözünebilir karbonhidrat miktarı belirlenmiştir. Ayrıca, buğday çeşitlerinde fenolojik, morfolojik, kalite, verim ve verim unsurları ile ilgili özellikler tespit edilmiştir.

3.2.1.1. Bitki örtüsü sıcaklığı

Bitki örtüsü sıcaklığının düşük olması köklerin toprak profilindeki suya ulaşabildiğinin bir göstergesi olup, derin kök yapısına sahip bitkiler kuraklık stresi altında fotosentez ve translokasyonu devam ettirebilmektedir. Çiçeklenme döneminin tamamlandığı dönemde (ZD 69), bitki örtüsü sıcaklığı taşınabilir bir termal kamera ile santigrat derece (°C) cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3.2). Sıcaklığın yüksek olduğu öğle saatinde (12:00- 14:00 arasında) okuma yapılırken, cihaz zeminden 30 derecelik bir açıyla tutulmuştur. Ölçüm yapılırken bulutlu hava ve rüzgarın olmamasına dikkat edilmiştir (Reynolds ve ark., 2001).



Şekil 3.2. Bitki örtüsü sıcaklığı ölçümlernden bir görüntü

3.2.1.2. Toprak yüzeyini erken kapatma

Erken dönemde tarla yüzeyini iyi kapatan çeşitler toprak suyunun buharlaşma yoluyla kaybını azaltarak muhafazası ve radyasyon kullanım etkinliğinin yükselmesini sağlamaktadır. Bu özellik, yağışların erken dönemde geldiği, tane doldurma döneminde kuraklığın yaşandığı ve ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz iklim kuşağında, kuraklığa tolerans açısından önemlidir. Çeşitlerin toprak yüzeyini erken kapatma özelliklerini belirlemek amacıyla, kardeşlenme döneminde (ZD 21-24) NTech, GreenSeeker Model 505, optik el sensörü kullanılarak NDVI değerleri ölçülmüştür (Şekil 3.3). Model spektral yansıma ilkesine göre çalışmakta olup, bu değerleri farklı dalga boylarındaki yansımalara göre hesaplamaktadır (Peñuelas ve ark., 1994). Okumalarda optik sensör, bitki örtüsünden 80 cm yukarıda olacak şekilde ayarlanmış ve 5 metrelik parsel uzunluğu boyunca sabit hızda yürünmüştür.

$$NDVI = (R_{900} - R_{680}) / (R_{900} + R_{680})$$

R: (Reflectance) yansımayı gösterirken, alt simge rakamlar ışınların dalga boyunu (nm) göstermektedir.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)



Şekil 3.3. Çeşitlerin toprak yüzeyini erken kapatma özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalardan bir görüntü

3.2.1.3. Yaprak alan indeksi

Yüksek bitki biyokütlesine sahip çeşitlerin su ve radyasyon kullanım etkinliği daha fazla olduğu ve tane doldurma döneminde ortaya çıkan kuraklık stresine karşı dayanıklılık gösterdiği bilinmektedir. Bu amaçla bayrak yaprak döneminde (ZD 41), Yaprak Alan İndeksi (LAI) ölçümlerinde, LAI-2000 marka optik sensör kullanılmıştır (Şekil 3.4). Sensör, ölçüm anında LAI rakamlarını depolamakta, hesaplanmış indeks değerleri olarak vermektedir. Aygıt kendi ışık kaynağına sahip olmadığından dolayı, atmosferden gelen ışık miktarı doğrudan etkili olmaktadır. Bu sebeple ölçümler, ışık yoğunluğunun değişiklik göstermediği sabah saatlerinde yapılmıştır.

Sensörün çalışma prensibi gereği bir kez bitki örtüsü üzerinden okuma (A) yapılırken, bitki örtüsü altından daha fazla sayıda okuma (B) yapılır, sensör görüntüsü halka şeklinde eş merkezli beş açıya bölünmüş olup, her açı için bir değer okunmaktadır (Welles ve Cohen, 1996). Bu halkalar bitki örtüsü üzerinde tutulan ya da yansıtılan radyasyon ile bitki örtüsü altına geçen radyasyon (490 nm altında) arasındaki orana göre her açıya ait B değerlerinin, kendine ait A değerine bölünmesi ile hesaplanır (Welles ve Norman, 1991). Her parselde 1 üst (A) okuması ve bitki örtüsü altından 4 adet alt (B) okuma yapılmıştır.



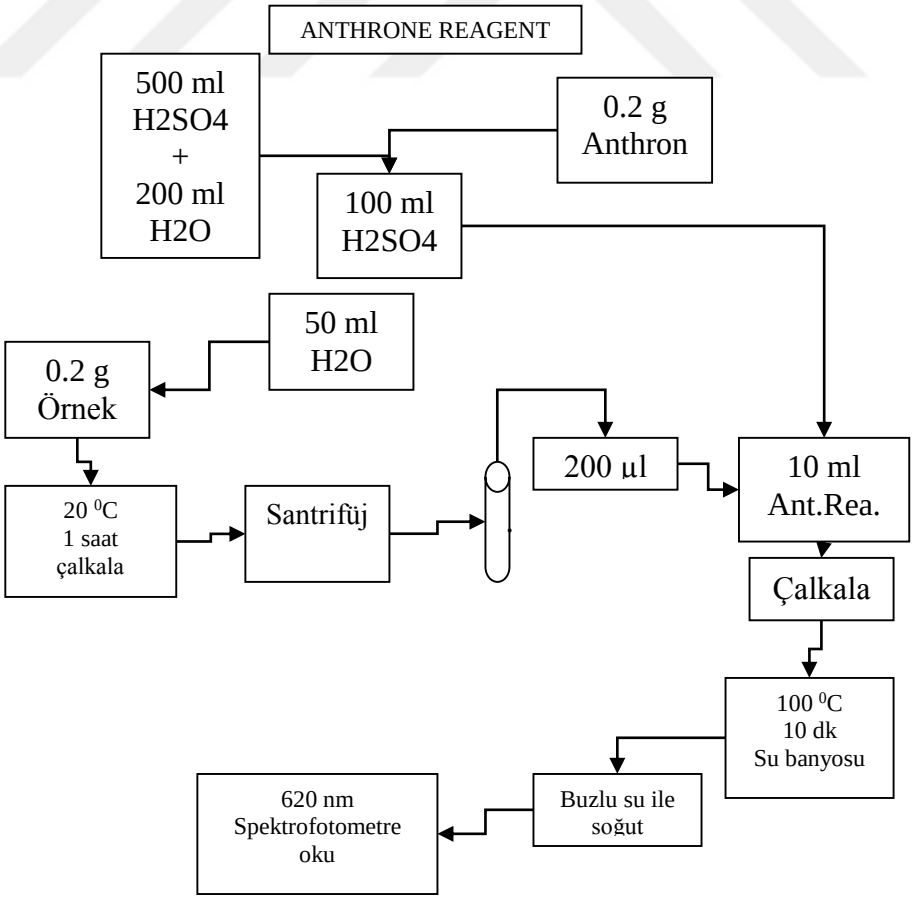
Şekil 3.4. Çeşitlerin biyokütlelerini belirlemek amacıyla kullanılan LI-COR, LAI-2000 Plant Canopy Analyzer, optik el sensörü.

3.2.1.4. Suda çözünebilir karbonhidrat miktarı

Yapılan birçok araştırmada, kuraklığın etkisi ile fotosentezin azaldığı koşullarda saptaki yedek depo ürünlerinin tane doldurma üzerine önemli bir kaynak olduğu bildirilmiştir (Blum ve ark., 1994; Foulkes ve ark., 2007; Torres ve ark., 2012; Xue ve ark., 2014). Yemm ve Willis (1954)'e göre, başaklanma tamamlandıktan sonra (ZD 59) başaktan itibaren II. boğum aralığında SÇK 'ların belirlenmesi amacıyla örnekler alınmıştır. Yapılan SÇK analizi ile ilgili protokol Şekil 3.5 'te verilmiştir.

Öğütülüp tartılan sap örneklerinden 0,2 g örnek alınıp 50 ml su eklenir, 20 °C 'de 1 saat çalkalanır. Çalkalama işlemi bittikten sonra, santrifüj yapılarak sıvı ve katı bölüm birbirinden ayrılır. Reaksiyon için 200 µl örnek alınır ve üzerine 10 ml anthrone reagent* eklenir. Kaynayan (100 °C) su banyosunda 10 dakika bekletilir. Sıcak su banyosundan alınan örnekler buzlu su ile soğutulur ve Spektrofotometrede 620 nm dalga boyunda okunur.

*Anthrone reagent Hazırlanışı: 500 ml H_2SO_4 200 ml H_2O ile seyreltilir, bu seyreltilmiş çözeltiden 100 ml alınır ve 0,2 g anthrone eklenir.



Şekil 3.5. SÇK 'ların belirlenmesinde kullanılan yönteme ait süreç

3.2.1.5. Bayrak yaprak oransal nem içeriği

Bitkilerin kuraklık ile başa çıkma stratejilerinden biri olan su kaybından kaçınmak, atmosferik ya da topraktaki stres koşulları altında su alımını nispeten yüksek tutmak için bitkinin kabiliyeti ve/veya kurumanın geciktirilmesi olarak ifade edilir. Adaptasyonun bu tipinde bitkilerin hücresel ve fizyolojik süreçlerinde, gelişme ve verim su eksikliğinden etkilenmez ya da diğer genotiplerden daha az etkilenir. Bu amaçla, başaklanma döneminde, yaprakların örnekleme anında içermiş oldukları suyun taşıyabilecekleri toplam su içeriğine oranı olan oransal nem içeriği deneme materyalinde aşağıdaki yönteme göre belirlenmiştir.

Her parsel üzerinden parseli temsil edebilecek şekilde tesadüfi olarak, 6 bayrak yaprağı makasla alt ve üst kısımları kesilip atılarak, nem kaybını engellemek amacıyla hızlı bir şekilde tüplere konulup kapağı kapatılmıştır.

Laboratuvara getirilen tüpler tartılarak dara ağırlıkları alınmıştır (TA).

Tüpler ağzına kadar saf su ile doldurulduktan sonra turgor basıncına ulaşması için 4 ºC'de bir gece bekletilmiştir (Şekil 3.6).

Yaprak numuneleri tüplerin içerisinden çıkarıldıktan sonra üzerlerindeki fazla su, havlu kağıt ile dikkatli bir şekilde alındıktan sonra tartılmıştır (TUA).

Tartılan örnekler 70 ºC 'de 24 saat kurutulmuş ve tekrar tartılmıştır (KA).

Oransal nem içeriği (ONİ) Barrs ve Weatherley (1962) 'ye göre, aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

ONİ (%) = [(TA-KA) / (TUA-KA)] x 100



Şekil 3.6. Bayrak yaprak oransal nem içeriğini belirlemek amacıyla kullanılan yönteme ait süreç

3.2.1.6. Bayrak yaprak yeşil kalma süresi

Başaklanmadan itibaren bayrak yaprağın yeşil kalma süresinin (BYYKS) uzun olması, fotosenteze bağlı üretimin de artmasını sağlamakta olup, bu durum verim üzerine olumlu etki yapmaktadır. Ayrıca, BYYKS ile kuraklığa toleransın arttırılması arasında anlamlı ilişkiler olduğu bilinmektedir. Çeşitlerin klorofil içeriklerinin belirlenmesi amacıyla klorofilmetre (SPAD 502, Minolta) kullanılmıştır. SPAD metre iki farklı dalga boyunda (650 nm ve 950 nm) ışın yayar ve bu ışınların klorofil tarafından tutulması esasına göre çalışır (Maas ve Dunlap, 1989). Bu amaçla her parselde 5 bitki seçilmiş, her bitkinin bayrak yaprağından 3 adet olmak üzere toplam 15 adet okuma yapılmış ve bu değerlerin ortalaması kullanılmıştır (Şekil3.7). Başaklanma döneminden itibaren fizyolojik olum tarihine kadar, farklı zamanlarda SPAD metre ile okunan SPAD değerleri bağımlı değişken (y), okumanın yapıldığı tarihlerdeki başaklanma tarihinden itibaren Gelişme Derecesi Gün (GDG) değerleri ise bağımsız değişken (x) olarak alınmıştır. Kuatratik regresyon metodu ile klorofilin sıfıra düştüğü teorik nokta hesaplanarak, bayrak yaprak yeşil kalma süresi GDG cinsinden belirlenmiştir (Lopes ve Reynolds, 2012).



Şekil 3.7. BYYKS hesaplamak amacıyla yapılan yaprakta SPAD değeri belirleme çalışmalarından bir görüntü

3.2.1.7. Verim unsurları ve agronomik özellikler

Verim, stres ve diğer bütün kaynakların toplamının bir sonucudur. Sekonder özellikler, kurak koşullar altında verimin nasıl değişeceği hakkında ek bilgi veren, tane veriminden başka diğer bitki karakterleri olarak tanımlanır (Lafitte ve ark., 2003). Stres koşullarının verim üzerine yaptığı olumsuz etkilerin esas kaynağını anlayabilmek amacıyla verim ve verim unsurları belirlenmiştir.

-**Tane verimi (kg/da):** Ekimde 7 x 1,2 m boyutunda ekim yapılan parsellerin, hasatta 5 x 1,2 m boyutundaki kısmı parsel biçerdöveriyle hasat edilmiş ve elde edilen parsel verimi 0,01 g hassas terazide tartılarak sonuç kg/da birimine çevrilmiştir.



Şekil 3.8. Çeşitlerin fizyolojik olum dönemi ve hasat çalışmalardan görüntüler

-Metrekarede başak sayısı: Hasat döneminde her parselde hasat alanı içerisindeki iki sıranın 1 m ’lik kısmındaki fertil başaklar sayılarak, bu değerler m^2 ’ye çevrilmiştir.

-Başakta tane sayısı: Her parselden hasat döneminde toplanan 10 adet başak numunesinden elde edilen tanelerin sayılması ile saptanmıştır.

-Başakta tane ağırlığı (g): Her parselden hasat öncesi toplanan 10 ’ar adet başak örneğinden elde edilen tanelerin 0,01 g hassasiyetli terazide tartılmasıyla belirlenmiştir.

-Hasat indeksi (%): Birim alandan elde edilen tane verimi biyolojik verime oranlanmış, elde edilen değer 100 ile çarpılarak hasat indeksi değeri elde edilmiştir.

-Bitki boyu (cm): Bitki boyunun uzun olması sapın rezerv kaynaklarının zenginliğinin bir göstergesi olup, kuraklığa toleransta seleksiyon kriteri olarak halen kullanılmaktadır. Fizyolojik olum döneminde (ZD 89), bitkinin toprak yüzeyinden son başakçığının üst noktasına kadar olan mesafe cm olarak ölçülmüştür. Ölçüme kılçıklar dahil edilmemiş ve ölçüm yapılan toprak yüzeyinin çukur ya da sırt olmamasına dikkat edilmiştir.

-Üst boğum uzunluğu (cm): Üst boğum ile başağın ilk başakçık boğumu arasındaki uzunluk belirlenmiştir. Her tekerrürde parsellerin ortalarındaki 5 adet bitkinin ana sapında en üst boğum arası uzunluk ölçülmüş, değerlerin aritmetik ortalaması alınarak, her parsel için üst boğum uzunluğu (cm) saptanmıştır.

-Fenolojik özellikler: Denemelerde yer alan çeşitlerin erkencilik ve tane doldurma sürelerini belirlemek amacıyla, Mayıs ve Haziran aylarında başaklanma tarihleri (ZD 59), çiçeklenme (ZD 69) ve fizyolojik olum tarihleri (ZD 89) kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3.9. Çeşitlerin farklı gelişme dönemlerinden görüntüler

-Tane doldurma süresi: Tane doldurma süresi ve tanenin ağırlığının belirlenmesi çeşidin tane doldurma oranı ile hızı hakkında dolaylı bilgi vermektedir. Başaklanma tarihleri her parseldeki toplam başakların % 50 'den fazlasının, başak kınından % 50 oranında çıktığı zaman dikkate alınarak belirlenmiştir. 1 Mayıs 'tan itibaren takvim günü olarak belirlenen başaklanma tarihi, her çeşit için tüm yeşil aksamın kuruduğu gün fizyolojik olum tarihi (ZD 89) olarak belirlendikten sonra, çiçeklenme tarihi ile fizyolojik olum tarihi arasındaki fark tane doldurma süresi olarak değerlendirilmiştir (Zadoks ve ark., 1974).

3.2.1.8. Kalite özellikleri

Tüm numuneler ilk olarak, Buhler Labofix90 Dokaj cihazında temizlenerek analiz için elverişli hale getirilmiştir. Daha sonra numuneler analiz için, Retsch ZM200 değirmeni (Retsch, Haan, Germany) ile 0,5 mm iriliğinde kırma olarak (tam tane unu) öğütülmüştür.

-Rutubet analizi: FOSS NIRS 6500 cihazı ile spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Cihaz rutubet miktarı analizi için ICC No 110/1 Anonim (1981)'e göre elde edilen sonuçlar kullanılarak kalibre edilmiştir.

-Bin tane ağırlığı: Tripette Renaud Numigral II tane sayıcı kullanılarak daha önce örnek temizleyici cihazından geçirilen üründe 250 tane sayılarak ölçülmüştür.

-Hektolitre ağırlığı: 1 litre hacimli Chopin nilema-litre cihazı kullanılarak belirlenen değerler 100 litreye çevrilmiştir.

-SDS sedimantasyon analizi: Williams ve ark. (1988)'de belirtilen metoda göre yapılmıştır. 0,5 mm tane iriliğinde öğütülmüş 3 gram buğday kırması kullanılmış olup, analizde 5 dakika süreyle düz bir zeminde çöken hacim ölçülmüştür.

-Protein oranı (%): Dumas yakma yöntemi ile (AACC Metot 46-30) çalışan azot (N) analizatörü (Leco FP628) kullanılarak ölçülmüş ve Nx5.7 faktörü kullanılarak örneklerin protein içerikleri hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 2002).

-Tam tane unu örneklerinde protein miktarı: NearFOSS NIRS 6500 spektroskopi aleti ile belirlenmiştir. Tam tane unu protein oranı analizi için kullanılan alet ICC-Standart No: 105/1 'e göre Kjeltec aleti ile belirlenen toplam azotun 5.7 katsayısı ile çarpılmasıyla bulunan sonuçlara göre kalibre edilmiştir (Anonim, 1960).

3.2.2. Sera çalışmaları

Araştırmada incelenen 16 adet ekmeklik buğday çeşidi, kök özelliklerini tespit etmek için sera koşullarında yetiştirilmiştir. Kök sisteminin topraktan zarar görmeden ayrılmasının ve tarla toprağındaki farklılıklar nedeniyle kök ve gövde verilerinde çeşitler ve tekerrürler arasında büyük bir varyasyon söz konusu olacağından kök araştırmaları kontrollü şartlarda yapılmıştır. Temel hedefimiz kök özelliklerinin morfolojik davranışlarını, ortaya çıkacak varyasyonu ve gövde özelliklerini homojen bir çevrede kökler zarar görmeden belirlemek olmuştur.

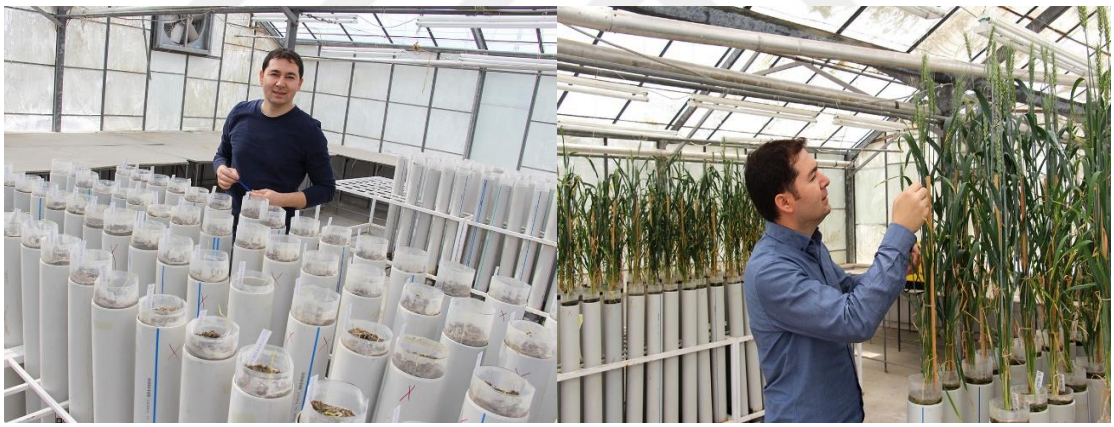


Şekil 3.10. Sera koşullarında yetiştirilen çeşitlerin kök tüplerinde ki görüntüleri

Kontrollü koşullar altında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen kök çalışmalarında, buğday tohumları Aralık ayı içerisinde petri kaplarına ekilmiş, sulanmış ve oda sıcaklığında 1 gün bekletildikten sonra tohumların vernalizasyon ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, 6 hafta süreyle soğutma kabinine (+4 °C) konulmuştur. Vernalizasyon ihtiyaçları karşılanan buğday tohumları, içerisinde 17,5 kg kum bulunan, 100 cm uzunluğunda, 10 cm çapında PVC tüpler içerisindeki naylon torbalara ekilerek sera koşullarında yetiştirilmiştir. Drenaj için her bir naylon torbanın altına iki adet delik açılıp, bu delikler filtre kâğıdı ile kapatılmıştır

(Waines ve Ehdaie, 2007). Her bir kök tüpüne 1 adet bitki dikilmiş olup (Şekil 3.11), bitkiler tam olum zamanına kadar (ZD 92) yetiştirilmiştir. Deneme süresince besin maddesi solüsyonu (hoagland) materyale eşit miktarda verilmiş olup, uygulanan solüsyon miktarı düzenli olarak kaydedilmiştir (Hoagland ve Arnon, 1938).

Tarla çalışmaları ile kıyaslamak için kontrollü koşullarda yürütülen çalışmada tüm çeşitlerde; fenolojik özellikler, gebecik, başaklanma ve çiçeklenme tarihleri kaydedilmiştir. Olgunlaşma gün sayısı, tane doldurma süresi, bitki boyu ve kardeş sayısı ile derin kök biyokütlesi, yüzey kök biyokütlesi, toplam kök biyokütlesi, seminal kök uzunluğu, toplam gövde biyokütlesi, toplam bitki biyokütlesi, verim ve verim unsurları belirlenmiştir. Ayrıca, kök biyokütlesi ve gövde biyokütlesi değerleri ile birbirine oranları hesaplanmıştır. Her bir bitkinin kök, gövde ve taneleri öğütülerek, bitki besin maddeleri içerikleri (N, P, K ve Ca) tayin edilmiş olup, bitki parçalarının kuru ağırlıkları ile besin maddesi konsantrasyonu çarpılarak bitki besin maddesi alım etkinlikleri hesaplanmıştır (Masoni ve ark., 2007). Sera şartlarında yetiştirilen buğday çeşitlerinde tespit edilen parametreler aşağıda detaylı olarak verilmiştir.



Şekil 3.11. Çeşitlerin kök tüplerine dikimi ve başaklanma döneminden görüntüler

3.2.2.1. Fenolojik özellikler

Ekim tarihinden itibaren, başaklanma, çiçeklenme ve fizyolojik olum dönemlerine kadar geçen gün sayısı kaydedilmiştir. Fizyolojik olum gün sayısından, çiçeklenme gün sayısı çıkarılarak, çeşitlerin tane doldurma süreleri hesaplanmıştır. Bitkiler tam olum zamanında (ZD 92) toprak üstü kısmı elle hasat edildikten sonra, kökler dikkatlice yıkanarak kumdan ayrılmış, gövde, yaprak ve başaklar etüvde 24 saat süreyle 78 °C'de kurutulup, tartılarak, aşağıda belirtilen fenotipik kök ve gövde özellikleri belirlenmiştir (Waines ve Ehdaie, 2007).



Şekil 3.12. Çeşitlerin, sera şartlarında kök tüplerinde yetiştirilmesi ve bakım işlerinden görüntüler

3.2.2.2. Fenotipik kök ve gövde özellikleri

Araştırmada, ZD 92 gelişim döneminde incelenmiş olan, fenotipik kök ve gövde özelliklerine ait gözlem ve ölçümler aşağıdaki gibidir (Waines ve Ehdaie, 2007).

-Seminal kök uzunluğu (cm): Köklenmenin başladığı yerden, kökün en uç kısmına kadar olan mesafe cm olarak ölçülmüştür.

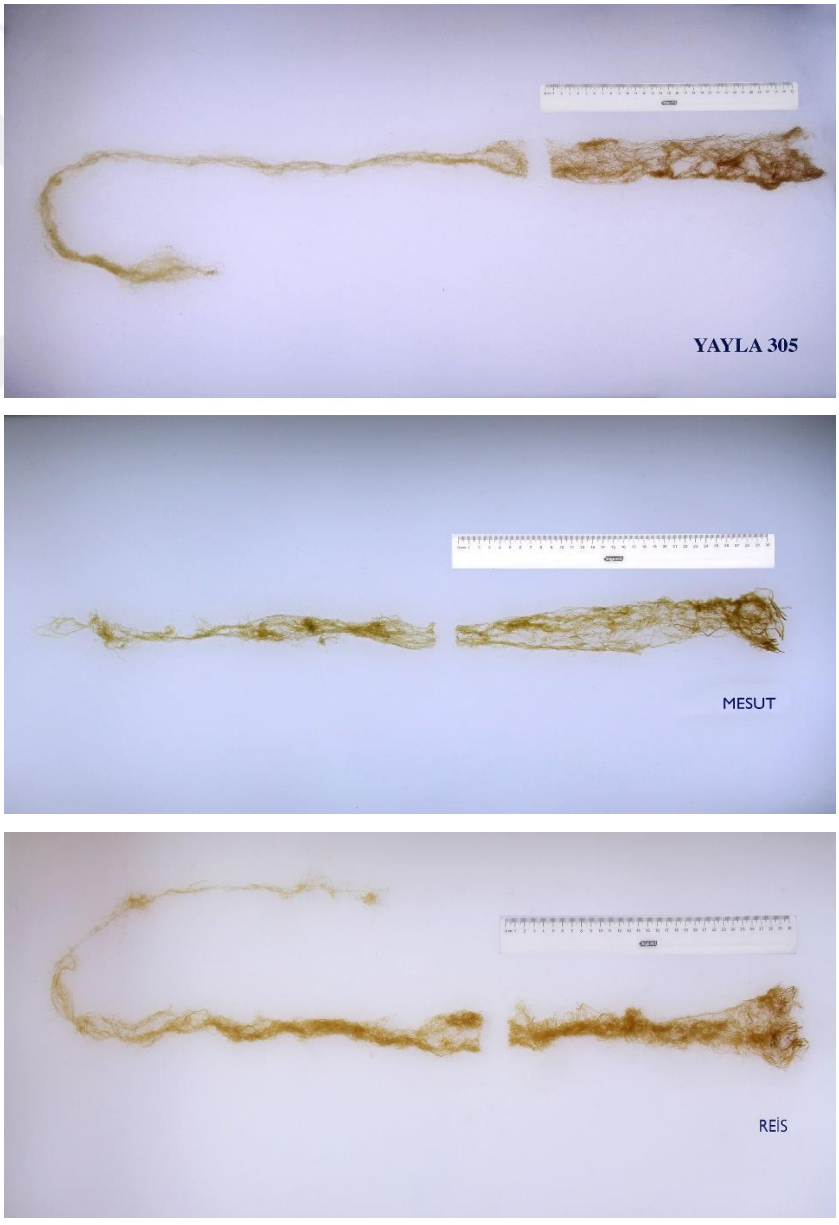


Şekil 3.13. Kök yıkama çalışmalarından bir görüntü

-Yüzey kök biyokütlesi (g): Yıkanan ve zarar görmeden kumdan ayrılan kökler, köklenmenin başladığı yerden itibaren ilk 30 cm ’lik kısmı kesilerek ikiye bölünmüş, bu kısım yüzey kök biyokütlesi olarak ifade edilmiştir.

-Derin kök biyokütlesi (g): Yıkanan ve zarar görmeden kumdan ayrılan kökler, köklenmenin başladığı yerden itibaren ilk 30 cm ’den kesilerek ikiye bölünmüş olup, 30 cm ‘den daha uzun olan kök kısmı derin kök biyokütlesi olarak ifade edilmiştir.

-Toplam kök biyokütlesi (g): Yüzey ve derin kök ağırlıklarının toplamı, toplam kök biyokütlesini oluşturmuştur. Yıkanarak ikiye bölünen yüzey ve derin kökler, etüvde 24 saat süreyle 78 °C ’de kurutulup, 0,01 g hassasiyetinde terazide tartılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.14. Yıkanan köklerin dikkatlice temizlenerek fotoğraflanması

-**Tane verimi (g/bitki):** Tam olum döneminde (ZD 92) elle hasat edilen her deneme ünitesi (tüp) içerisindeki fertil başaklar harman edilerek, kavuzlarından ayrılan taneler 0,01 g hassas terazide tartılmıştır.

-**Tane sayısı (g/bitki):** Tam olum döneminde (ZD 92) elle hasat edilen her deneme ünitesi (tüp) içerisindeki fertil başaklar harman edilerek, kavuzlarından ayrılan taneler sayılmış ve bitkideki tane sayısı belirlenmiştir.

-**Bin tane ağırlığı (g):** Bitkide tane verimi, bitkide tane sayısına bölünüp 1000 ile çarpılarak belirlenmiştir.

-**Başakta tane sayısı:** Bitkide tane sayısı, fertil başak sayısına bölünerek belirlenmiştir.

-**Başakta tane ağırlığı:** Bitkide tane verimi, fertil başak sayısına bölünerek belirlenmiştir.

-**Bitki boyu (cm):** Fizyolojik olum döneminde (ZD 89) bitkinin kum yüzeyinden son başakçığının üst noktasına kadar olan mesafe cm olarak ölçülmüş olup, ölçüme kılçıklar dahil edilmemiştir.

-**Fertil başak sayısı:** Tam olum döneminde (ZD 92) elle hasat edilen her deneme ünitesi (tüp) içerisindeki fertil başaklar sayılmıştır.

-**Kardeş sayısı:** Tam olum döneminde (ZD 92) elle hasat edilen her deneme ünitesi (tüp) içerisindeki kardeşler sayılmıştır.

-**Üst boğum uzunluğu (cm):** Bitki boyu ölçümü sırasında üst boğum ile başağın ilk başakcık boğumu arasındaki uzunluk ölçülerek belirlenmiştir.

-**Gövde biyokütlesi (g):** Bitkide toprak üstü kısmın toplam ağırlığını ifade etmekte olup, bitkiler etüvde 24 saat süreyle 78 °C ’de kurutulduktan sonra, 0,01 g hassasiyetinde terazide tartılarak belirlenmiştir.

-**Bitki biyokütlesi (g):** Bitkide gövde biyokütlesi ve kök biyokütlesinin toplamını ifade etmekte olup, 0,01 g hassas terazide tartılarak belirlenmiştir.

-**Kök hasat indeksi (%):** Bitkide tane veriminin, toplam bitki biyokütlesine oranlanması ile elde edilmiştir.

-**Azot alım etkinliği (%):** Çeşitlerin azot alım etkinlikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Tane azot miktarı (mg)= [Tane azot oranı (%) x Verim (gr) / 100] x1000
Gövde azot miktarı (mg)= [Gövde azot oranı (%) x Gövde Ağ. (gr) / 100] x1000
Kök azot miktarı (mg)= [Kök azot oranı (%) x Kök Ağ. (gr) / 100] x1000
Bitkinin aldığı toplam azot miktarı (mg)= Tane azot miktarı + Gövde azot miktarı + Kök azot miktarı

Uygulanan azot (mg)= (Toplam uygulanan solüsyon (ml) x 210) / 1000
AAE (%)= [Toplam alınan azot (mg) / Uygulanan azot (mg)] x 100

-Fosfor alım etkinliği (%): Çeşitlerin fosfor alım etkinlikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Tane fosfor miktarı (mg)= [Tane fosfor içeriği (ppm) x Verim (gr) x 1000] / 1000000
Gövde fosfor miktarı (mg)= [Gövde fosfor içeriği (ppm) x Gövde Ağ. (gr) x 1000] / 1000000
Kök fosfor miktarı (mg)= [Kök fosfor içeriği (ppm) x Kök Ağ. (gr) x 1000] / 1000000
Bitkinin aldığı toplam fosfor miktarı (mg)= Tane fosfor miktarı + Gövde fosfor miktarı + Kök fosfor miktarı
Uygulanan fosfor (mg)= Toplam uygulanan solüsyon (ml) x 31 / 1000
FAE (%)= [Toplam alınan fosfor (mg) / Uygulanan fosfor (mg)] x 100

-Potasyum alım etkinliği (%): Çeşitlerin potasyum alım etkinlikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Tane potasyum miktarı (mg)= [Tane potasyum içeriği (ppm) x Verim (gr) x 1000] / 1000000
Gövde potasyum miktarı (mg)= [Gövde potasyum içeriği (ppm) x Gövde Ağ. (gr) x 1000] / 1000000
Kök potasyum miktarı (mg)= [Kök potasyum içeriği (ppm) x Kök Ağ. (gr) x 1000] / 1000000
Bitkinin aldığı toplam potasyum miktarı (mg)= Tane potasyum miktarı + Gövde potasyum miktarı + Kök potasyum miktarı
Uygulanan potasyum (mg)= Toplam uygulanan solüsyon (ml) x 235 / 1000
PAE (%)= [Toplam alınan potasyum (mg) / Uygulanan potasyum (mg)] x 100

-Kalsiyum alım etkinliği (%): Çeşitlerin kalsiyum alım etkinlikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Tane kalsiyum miktarı (mg)= [Tane kalsiyum içeriği (ppm) x Verim (gr) x 1000] / 1000000
Gövde kalsiyum miktarı (mg)= [Gövde kalsiyum içeriği (ppm) x Gövde Ağ. (gr) x 1000] / 1000000
Kök kalsiyum miktarı (mg)= [Kök kalsiyum içeriği (ppm) x Kök Ağ. (gr) x 1000] / 1000000
Bitkinin aldığı toplam kalsiyum miktarı (mg)= Tane kalsiyum miktarı + Gövde kalsiyum miktarı + Kök kalsiyum miktarı
Uygulanan kalsiyum (mg)= Toplam uygulanan solüsyon (ml) x 200 / 1000
CaAE (%)= [Toplam alınan kalsiyum (mg) / Uygulanan kalsiyum (mg)] x 100



Şekil 3.15. Sera şartlarında yetiştirilen çeşitlerin, hasat sonrası agronomik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi çalışmalarından görüntüler

3.2.2.3. Azot kapsamı belirleme çalışmaları

Bitkide toplam kök biyokütlesi ile onun yüzey ve derin kök dağılımı aynı zamanda bitkinin azot (N) alımını etkilemektedir (Ehdaie ve ark., 2010). Çeşitlerin azot alım etkinlikleri ile kök biyokütleleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla, kontrollü koşullarda yetiştirilen materyalin kök, gövde ve tanelerine ait kısımların toplam azot (N) içerikleri Dumas yakma yöntemiyle (AACC Metot 46-30) çalışan azot (N) analizatörü (LECO FP528) kullanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.16). Bitki parçalarının kuru ağırlıkları ile azot oranı çarpılarak, çeşitlerin azot alım etkinlikleri hesaplanmıştır (Masoni ve ark., 2007).



Şekil 3.16. Bitki kısımlarında azot oranını belirlemek için kullanılan LECO cihazı

3.2.2.4. Element analizleri

Bitkide toplam kök biyokütlesi ile onun yüzey ve derin kök dağılımı aynı zamanda bitkinin besin maddeleri alımını etkilemektedir (Ehdaie ve ark., 2010). Bu ilişkiyi belirlemek amacıyla, kontrollü koşullarda yetiştirilen materyalin kök, gövde ve tanelerine ait kısımların içerdikleri bitki besin elementleri (P, K, Ca) ICP-OES cihazında belirlenmiş olup (Şekil 3.17), bitki parçalarının kuru ağırlıkları ile besin maddesi konsantrasyonu çarpılarak çeşitlerin bitki besin maddesi alım etkinlikleri hesaplanmıştır (Masoni ve ark., 2007).



Şekil 3.17. Bitki kısımlarında, besin elementleri oranlarını belirlemek için kullanılan ICP-OES cihazı

3.2.3. İstatistiki analiz ve değerlendirme

Tarla ve sera çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin, uygun modelle istatistiki analizleri yapılmıştır. Ortalamaların gruplandırılmasında Student's t yöntemiyle (Student, 1908), elde edilen 0.05 önemlilik düzeyindeki AÖF değerleri kullanılmıştır. Tarladan alınan veriler ile sera koşullarından alınan verilerin karşılaştırılmasında korelasyon (r) hesaplamalarında, (Pearson product-moment correlation) kullanılmıştır (Pearson, 1920). Sonuçlar, JMP 5.0.1. paket istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir (JMP, 2009)

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Tarla Çalışmaları

4.1.1. Bitki örtüsü sıcaklığı

Bitki örtüsü sıcaklığının (BÖS) düşük olması köklerin toprak profilindeki suya ulaşabildiğinin ve bitkide transpirasyonun devam ettiğinin bir göstergesidir. Bitki yüzeyinde suyun buharlaşması bitki sıcaklığının atmosfer sıcaklığından daha düşük olmasını sağlarken, düşük bitki örtüsü sıcaklığı daha iyi adaptasyon yeteneğinin bir göstergesi olmaktadır (Reynolds ve ark., 2001). Buğday çeşitleri arasında topraktaki suyu kullanabilme açısından genetik farklılığın mevcut olması nedeniyle kurağa dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarında BÖS ölçümünün seleksiyon kriteri olabileceği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Rashid ve ark., 1999; Kumari ve ark., 2007; Olivares-Villegas ve ark., 2007; Van Ginkel ve ark., 2008; Lopes ve Reynolds, 2010; Kumari ve ark., 2013). Aynı zamanda Öztürk ve Korkut (2018), 15 ekmeklik buğday genotipinin kök yapısı ile bazı fizyolojik parametreler arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmalarında, bitki örtüsü sıcaklığının kök biyokütlesinin tahmin edilmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Çeşitlerin bitki örtüsü sıcaklığı (BÖS) özelliklerini incelemek amacıyla, çiçeklenme dönemi sonunda (ZD 69) ölçülen bitki örtüsü sıcaklığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1 ’de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.2 ’de verilmiştir. Çizelge 4.1 ’de görüldüğü üzere, bitki örtüsü sıcaklığı (BÖS) bakımından yıllar arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunurken, çeşitler arasındaki farkın $p<0,05$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Çeşitlerin bitki örtüsü sıcaklıklarına ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	218,144	218,14	48,056	**
Tekerrür [Yıl]	6	27,2361	4,5394	4,7546	
Çeşit	15	26,5618	1,7708	1,8547	*
Yıl*Çeşit	15	19,5674	1,3045	1,3663	
Hata	90	85,9264	0,9547		
Genel	127	377,435			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

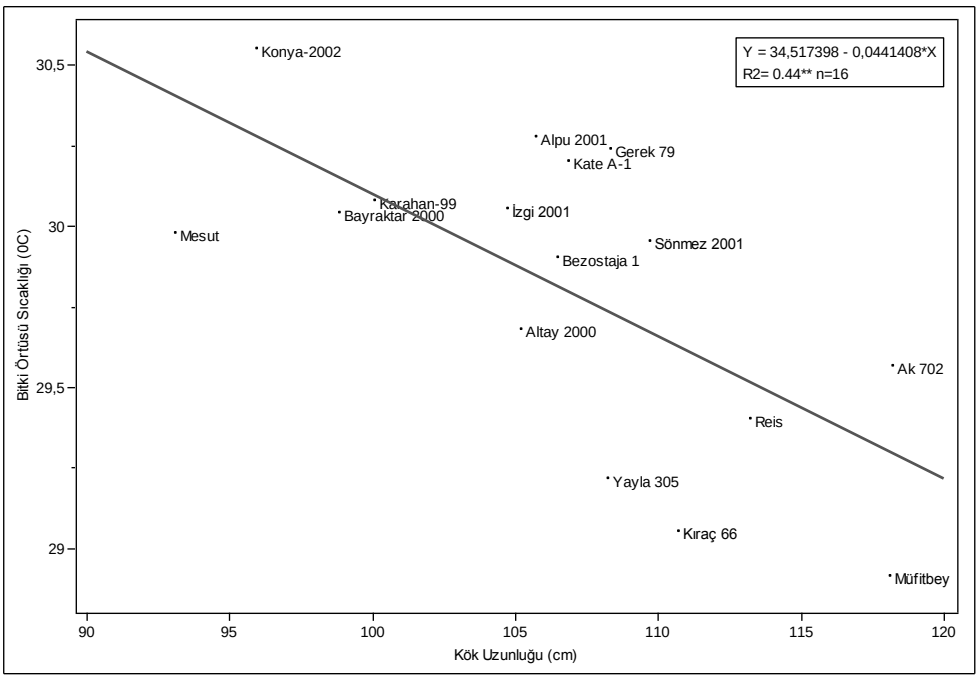
Çalışmada bitki örtüsü sıcaklığı değerleri genel ortalaması 29,8 ^{0}C olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 28,5 ^{0}C, ikinci yılda ise 31,1 ^{0}C olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama BÖS değerleri 28,9 ^{0}C (Müfitbey) ile 30,6 ^{0}C (Konya-2002) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 27,7 ^{0}C (Yayla 305) ile 29,1 ^{0}C (Kate A-1) arasında, ikinci yılda ise 29,5 ^{0}C (Müfitbey) ile 32,6 ^{0}C (Konya-2002) arasında değişmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Çeşitlerin bitki örtüsü sıcaklıklarına ait ortalama değerler (^{0}C)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	28,3		30,9		29,6	b-e
Alpu 2001	28,6		31,9		30,3	ab
Altay 2000	28,8		30,5		29,7	a-e
Bayraktar 2000	28,5		31,6		30,0	abc
Bezostaja 1	28,4		31,4		29,9	a-d
Gerek 79	28,7		31,8		30,2	ab
İzgi 2001	28,9		31,2		30,1	abc
Karahan-99	28,5		31,7		30,1	abc
Kate A-1	29,1		31,3		30,2	ab
Kıraç 66	28,3		29,8		29,1	de
Konya-2002	28,5		32,6		30,6	a
Mesut	28,4		31,6		30,0	a-d
Müfitbey	28,3		29,5		28,9	e
Reis	28,7		30,1		29,4	b-e
Sönmez 2001	28,6		31,4		30,0	a-d
Yayla 305	27,7		30,8		29,2	cde
Ortalama	28,5	**b**	31,1	**a**	29,8	
DK %			3,3			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,92			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,97			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			ö.d.			

Kuraklık toleransı, kök sistem özellikleri, yüksek besin maddesi alımı ve kullanım etkinliği ile yüksek su alımı ve kullanım etkinliği gibi daha önce ihmal edilen özellikler iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini azaltmak için önemli özellikler haline gelmiştir. Çalışmada, bitki örtüsü sıcaklığı ile çeşitlerin kök uzunlukları arasında istatistiksel anlamda çok önemli ve negatif bir ilişki bulunmuştur (Şekil 4.1). Bu durum, kuraklığa toleransı arttırmak için birçok parametrenin bitkilerde kök sistemi ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Yoğun ve derin bir kök sistemi, toprak profilindeki suyun daha iyi alınması ve bitki su durumunun korunarak, tranpirasyonun devamı ile yakından

ilişkilidir (Collins ve ark., 2008; Ehdaie ve ark., 2012). Derin köklenme özellikle tane doldurma döneminde, bitkide su alımı ve yüksek tane verimi için istenen bir özelliktir (Blum, 1996). Aynı zamanda Reynolds ve ark. (2000), düşük bitki örtüsü sıcaklığının, bitkinin topraktan daha iyi su aldığını gösteren dolaylı bir gösterge olduğunu, bu fizyolojik parametrenin buğday ıslahında kuraklığa toleransın geliştirilmesi için seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.1. Çeşitlerin kök uzunluğu ile bitki örtüsü sıcaklığı arasındaki ilişki

4.1.2. Toprak yüzeyini erken kapatma

Erken dönemde tarla yüzeyini iyi kapatan çeşitler, toprak suyunun buharlaşma yoluyla kaybını azaltarak muhafaza etmekte ve bu durum tane doldurma döneminde bitkiye kuraklığa tolerans açısından avantaj sağlamaktadır (Richards ve Lukacs, 2002; Richards ve ark., 2002).

Çeşitlerin toprak yüzeyini erken kapatma özelliklerini belirlemek amacıyla, kardeşlenme döneminde (ZD 21-24) yapılan ölçümlerde elde edilen NDVI (Normalize edilmiş vejetasyon indeksi) değerleri Çizelge 4.4 ’de ve bu değerlere ait varyans analiz sonuçları da Çizelge 4.3 ’te verilmiştir. Çizelge 4.3 ’te görüldüğü üzere, toprak yüzeyini erken kapatma bakımından yıl ve çeşitler arasındaki farklılık, $p<0,01$ seviyesinde istatistiki anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Çeşitlerin toprak yüzeyini erken kapatma (NDVI) parametresine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	1,7062	1,7062	110,53	**
Tekerrür [Yıl]	6	0,0926	0,0154	3,3654	
Çeşit	15	0,1546	0,0103	2,2464	**
Yıl*Çeşit	15	0,0708	0,0047	1,0286	
Hata	90	0,4128	0,0046		
Genel	127	2,4369			

** (p<0.01), * (p<0.05)

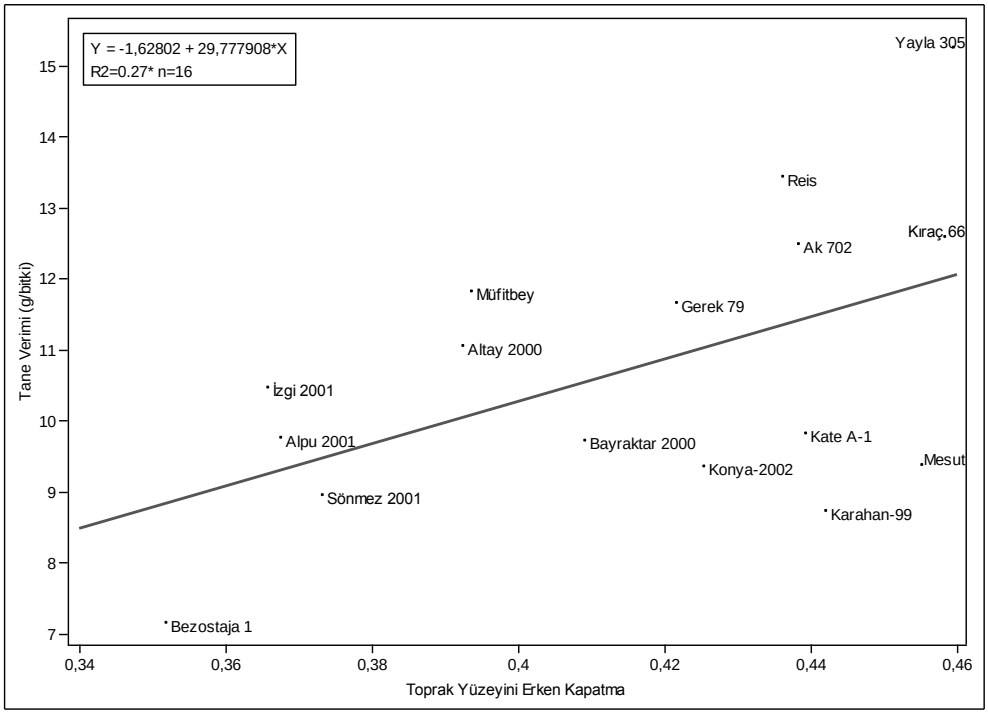
Çalışmada NDVI değerleri genel ortalaması 0,414 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 0,299 iken, ikinci yılda 0,530 olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama NDVI değerleri 0,352 (Bezostaja 1) ile 0,460 (Yayla 305) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 0,221 (Alpu 2001) ile 0,386 (Kıraç 66) arasında, ikinci yılda ise 0,459 (Bezostaja 1) ile 0,588 (Yayla 305) arasında değişmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Çeşitlerin toprak yüzeyini erken kapatma (NDVI) değerlerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	0,308		0,569		0,438	ab
Alpu 2001	0,221		0,514		0,368	cd
Altay 2000	0,250		0,535		0,392	a-d
Bayraktar 2000	0,295		0,523		0,409	a-d
Bezostaja 1	0,245		0,459		0,352	d
Gerek 79	0,306		0,537		0,422	abc
İzgi 2001	0,231		0,501		0,366	cd
Karahan-99	0,327		0,557		0,442	a
Kate A-1	0,368		0,510		0,439	ab
Kıraç 66	0,386		0,531		0,458	a
Konya-2002	0,348		0,503		0,426	abc
Mesut	0,328		0,582		0,455	a
Müfitbey	0,252		0,535		0,394	a-d
Reis	0,316		0,556		0,436	ab
Sönmez 2001	0,272		0,475		0,373	bcd
Yayla 305	0,331		0,588		0,460	a
Ortalama	0,299	**b**	0,530	**a**	0,414	
DK %			16,3			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,05			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,07			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			ö.d.			

NDVI değerleri için yapılan AÖF testine göre, Yayla 305 (0,460) “a” grubu ile 1. sırada yer almıştır. Kıraç 66 (0,458) “a”, Mesut (0,455) “a”, Karahan-99 (0,442) “a”, Kate A-1 (0,439) ve Ak 702 (0,438) “ab” grubuyla bunu izleyen çeşitler olmuştur. Bezostaja 1 (0,352) ise “d” grubu ile son sırada yer almıştır.

Bir çeşidin kardeşlenme döneminde (ZD 21-24) gelişmesine hızlı başlayarak toprak yüzeyini daha erken kapatması, toprak suyunu korumak için önemlidir. Bu durum tane doldurma döneminde, bitkiye kuraklığa tolerans yönünden avantaj sağlamaktadır (Şekil 4.2). Reynolds ve ark. (2000), erken dönemde tarla yüzeyini daha hızlı kapatan çeşitlerin, toprak suyunun muhafazası ve radyasyon kullanım etkinliğinin yükselmesi yönünden avantaj sağladığını ve bu parametrenin özellikle yağışların erken dönemde geldiği Akdeniz tipi iklim kuşağında, kuraklığa dayanıklı buğday çeşitleri geliştirilmesinde seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.



Şekil 4.2. Çeşitlerin NDVI değerleri ile tane verimi arasındaki ilişki

4.1.3. Yaprak alan indeksi

Yüksek bitki biyokütlesine sahip çeşitlerin su ve radyasyon kullanım etkinliği daha fazla olduğu ve tane doldurma döneminde ortaya çıkan kuraklık stresine karşı dayanıklılık gösterdiği bilinmektedir. Yaprak alanı bir yaprağa ait alanın doğrudan ölçülmesi sonucunu ifade ederken, LAI-2000 ile yapılan ölçümlerde bu durumdan farklı olarak toprak üstünde kalan bütün bitki kısımları LAI (Leaf Area Index) değerini oluşturduğu için, Welles ve Norman (1991), LAI terimi yerine, bitki örtüsünde bulunan "tüm yaprak ve sap alanı" terimini önermiş olup, bu ifade LAI değerini daha iyi açıklamaktadır.

Çeşitlerin toprak üstü biyokütle özelliklerinin belirlenebilmesi için, bayrak yaprak döneminde (ZD 41) yapılan ölçümlerde elde edilen LAI değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5 'te, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.6 'da verilmiştir. Çizelge 4.5 'te görüldüğü üzere, bayrak yaprak döneminde toprak üstü bitki biyokütlesi bakımından yıl ve çeşitler, $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunurken; yıl x çeşit interaksiyonu, istatistiki bakımdan $p<0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

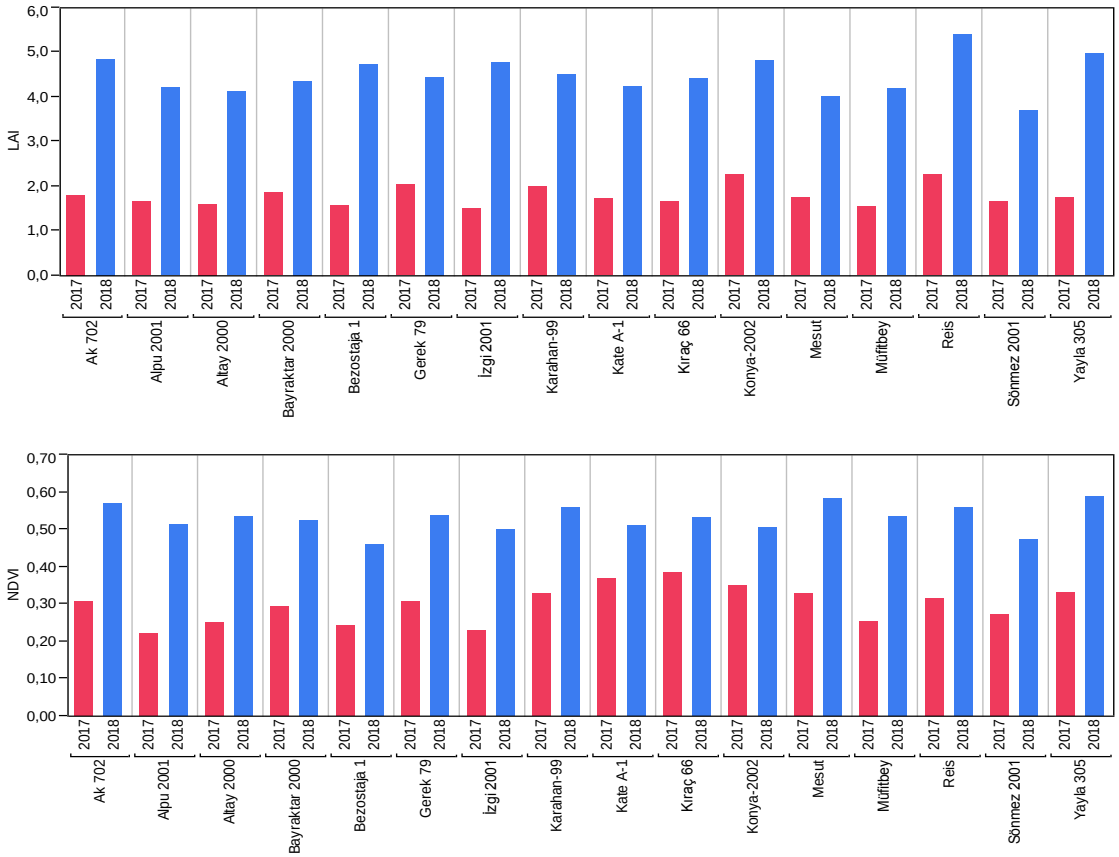
Çizelge 4.5. Çeşitlerin yaprak alan indeksi (LAI) parametresine ait varyans analizi

Kaynaklar	SD	KT	KO	F	
Yıl	1	231,905	231,905	321,46	**
Tekerrür [Yıl]	6	4,32849	0,72141	5,4623	
Çeşit	15	10,1951	0,67968	5,1462	**
Yıl*Çeşit	15	4,04278	0,26952	2,0407	*
Hata	90	11,8864	0,13207		
Genel	127	262,358			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada LAI değerleri genel ortalaması 3,13 olarak tespit edilmiş olup, bu değer birinci yılda 1,78 iken, ikinci yılda 4,47 olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama LAI değerleri 2,67 (Sönmez 2001) ile 3,83 (Reis) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 1,51 (İzgi 2001) ile 2,27 (Konya-2002) arasında, ikinci yılda ise 3,68 (Sönmez 2001) ile 5,40 (Reis) arasında değişmiştir (Çizelge 4.6). Birinci yıl NDVI değerinin (0,299), ikinci yıl NDVI değerinden daha düşük olması (0,530) ile birlikte, LAI değerleri arasında da benzer bir değişim görülmüştür (Şekil 4.3).

İkinci yıl toplam yağış miktarı 478,1 mm ile uzun yıllar ortalamasının (362,4 mm) üzerinde gerçekleşmiştir. Aynı zamanda, Mayıs ayında 92,5 mm ile (Mayıs ayı uzun yıllar ortalaması 48,4 mm) yüksek bir yağış ölçülmüştür (Çizelge 3.1). Yıllık ortalama yağışın uzun yıllar ortalamasından yüksek olması ve özellikle Mayıs ayındaki yüksek yağış miktarı üzerine etkili olmuş, bu durum ise LAI değerlerine benzer şekilde yansımıştır (Çizelge 4.6). Aparicio ve ark. (2002), vejetasyon indeksi (NDVI) ve yaprak alan indeksi (LAI) arasındaki ilişkinin düzeyini tespit etmek amacıyla, makarnalık buğdaylar üzerinde yürüttüğü araştırmada, NDVI ve LAI arasında yüksek bir ilişki (r= 0,75**) bulunduğunu, özellikle süt olum döneminde (Zadoks 75) NDVI ve LAI arasında (r= 0,89**), NDVI ve biyokütle arasında (r= 0,84**), NDVI ve metrekarede başak sayısı arasında (r= 0.57**) önemli ilişkiler olduğunu bildirmiştir. Buğday bitkisinde erken dönemde ölçülen spektral vejetasyon indeksi (NDVI) ile genotiplerin ışıktan yararlanma kapasitelerindeki farklılıklar yanında gövde biyokütleleri arasındaki farklılıklar da hesaplanabilmektedir. Aynı zamanda, bu değer (NDVI) biyokütledeki toplam klorofil içeriğine göre fotosentetik kapasite hakkında da fikir vermektedir (Gutiérrez-Rodríguez ve ark., 2004).



Şekil 4.3. Çeşitlerin yıllar itibari ile LAI ve NDVI değerleri arasındaki ilişki

Çizelge 4.6. Çeşitlerin yaprak alan indeksi (LAI) değerlerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	1,79	*f-i*	4,85	*bc*	3,32	bcd
Alpu 2001	1,64	*hi*	4,20	*d*	2,92	e-h
Altay 2000	1,59	*hi*	4,11	*de*	2,85	gh
Bayraktar 2000	1,86	*f-i*	4,36	*cd*	3,11	c-g
Bezostaja 1	1,57	*hi*	4,73	*bc*	3,15	c-g
Gerek 79	2,02	*fgh*	4,43	*cd*	3,23	b-f
İzgi 2001	1,51	*i*	4,77	*bc*	3,14	c-g
Karahan-99	2,00	*f-i*	4,50	*bcd*	3,25	b-e
Kate A-1	1,71	*hi*	4,22	*d*	2,97	d-h
Kıraç 66	1,65	*hi*	4,41	*cd*	3,03	c-h
Konya-2002	2,27	*f*	4,82	*bc*	3,54	ab
Mesut	1,74	*hi*	4,01	*de*	2,87	fgh
Müfitbey	1,54	*hi*	4,19	*de*	2,86	gh
Reis	2,25	*fg*	5,40	*a*	3,83	a
Sönmez 2001	1,65	*hi*	3,68	*e*	2,67	h
Yayla 305	1,74	*ghi*	4,95	*ab*	3,35	bc
Ortalama	1,78	**b**	4,47	**a**	3,13	
DK %			11,6			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,37			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,36			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			0,51			

Çalışma sonucunda elde edilen ikinci yıl sonuçlarına göre, LAI değerleri ile toplam bitki biyokütlesi (r= 0,507*), gövde biyokütlesi (r= 0,516*), kardeş sayısı (r= 0,564*), fertil başak sayısı (r= 0,532*), azot alım etkinliği (r= 0,563*), fosfor alım etkinliği (r= 0,595*) ve potasyum (r= 0,586*) alım etkinliği arasında önemli düzeyde ($p<0,05$) pozitif ilişki bulunurken, başakta tane sayısı (r= -0,516*) önemli düzeyde negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Ganguli ve ark. (2000)'da gövde biyokütlesi ve LAI arasında yüksek bir korelasyon (r= 0,83**) olduğunu bildirmiş olup, bizim çalışmamızda da, çeşitlerin gövde ve toplam biyokütleleri ile LAI değerleri arasında benzer bir ilişki tespit edilmiştir. Yapılan birçok çalışma, besin maddesi alımının, kök uzunluğu, kök uzunluğunun yoğunluğu, kök tüylerinin inceliği ve kök yüzey alanının fazlalığı gibi morfolojik özellikler ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Barber ve ark., 1963; Barley, 1970; Okajima, 2001). Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz iki senelik sonuçlara göre, çeşitlerin fosfor alım etkinliği ile LAI değerleri arasında pozitif anlamda önemli ($p<0,05$) ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Çeşitlerin LAI değerleri ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	LAI	AAE	FAE	PAE	GB	FBS	KS	TBB
AAE	0,563*							
FAE	0,595*	0,763**						
PAE	0,586*	0,870**	0,667**					
GB	0,516*	0,960**	0,683**	0,943**				
FBS	0,532*	0,756**	0,465	0,811**	0,798**			
KS	0,564*	0,829**	0,510*	0,839**	0,856**	0,978**		
TBB	0,507*	0,958**	0,676**	0,941**	0,999**	0,785**	0,849**	
BTS	-0,516*	-0,485	-0,115	-0,571*	-0,541*	-0,581*	-0,653**	-0,548*

LAI: Yaprak alan indeksi, AAE: Azot alım etkinliği, FAE: Fosfor alım etkinliği, PAE: Potasyum alım etkinliği, GB: Gövde biyokütlesi, FBS: Fertil başak sayısı, KS: Kardeş sayısı, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, BTS: Başakta tane sayısı

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

4.1.4. Suda çözünebilir karbonhidrat miktarı

Kuraklığın etkisi ile fotosentezin azaldığı koşullarda saptaki yedek depo ürünlerinin tane doldurma üzerine önemli bir kaynak olduğu bilinmektedir (Torres ve ark., 2012; Xue ve ark., 2014). Ehdaie ve ark. (2006), SÇK içeriğinin ölçülmesinin kuraklığa dayanıklı buğday geliştirmede seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Çeşitlerin başaklanma dönemi sonunda (ZD 59), alınan bitki örneklerinde yapılan analizler sonucu elde edilen suda çözünebilir karbonhidrat miktarına (SÇK) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8 ’de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.9 ’de verilmiştir. Çizelge 4.8 ’de görüldüğü üzere, bitki örneklerindeki suda çözünebilir karbonhidrat miktarı (SÇK) bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasında, $p<0,01$ seviyesinde istatistiki anlamda önemli farklılık bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Çeşitlerin başaklanma dönemi sonunda saptaki SÇK değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	11922,1	11922,1	276,995	**
Tekerrür [Yıl]	6	258,245	43,0408	1,6546	
Çeşit	15	2171,79	144,786	5,5659	**
Yıl*Çeşit	15	1209,79	80,6523	3,1005	**
Hata	90	2341,17	26,013		
Genel	127	17903,1			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

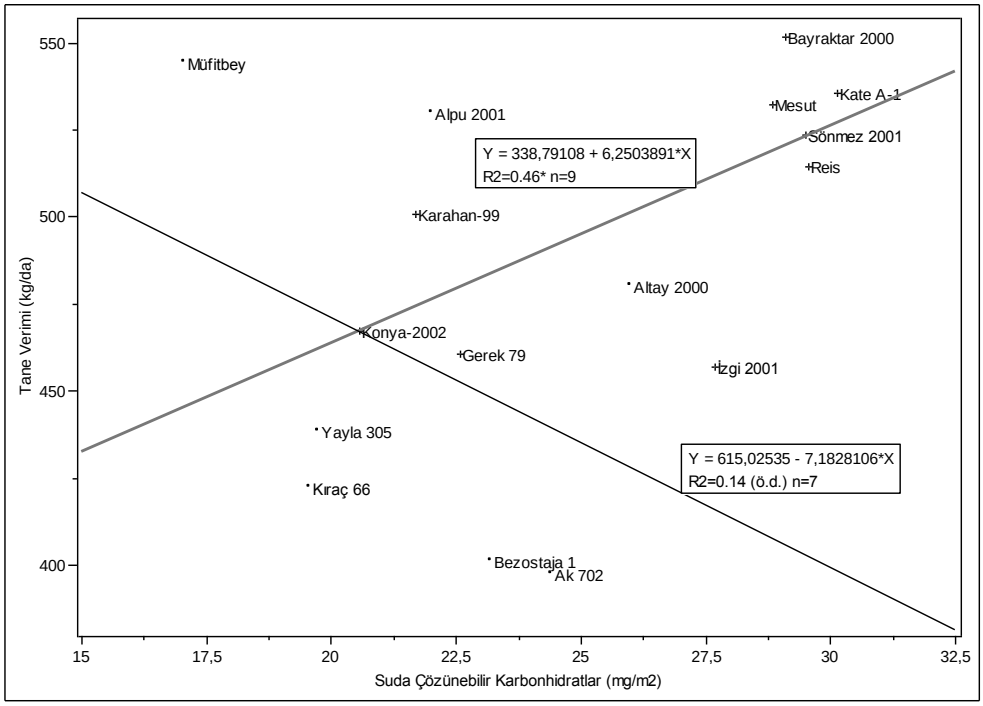
Denemede yer alan çeşitlere ait SÇK değerleri genel ortalaması 24,5 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 14,8 iken, ikinci yılda 34,1 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.9). Çalışmada, iki yıllık ortalama SÇK değerleri 17,1 (Müfitbey) ile 30,1 (Kate A-1) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 10,0 (Müfitbey) ile 20,0 (Altay 2000) arasında, ikinci yılda ise 23,0 (Konya-2002) ile 42,6 (Mesut) arasında değişmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Çeşitlerin başaklanma dönemi sonunda saptaki SÇK değerlerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	12,1	*jk*	36,7	*abc*	24,4	b-e
Alpu 2001	11,7	*jk*	32,3	*cde*	22,0	def
Altay 2000	20,0	*ghi*	31,9	*cde*	26,0	a-d
Bayraktar 2000	17,2	*hij*	41,0	*ab*	29,1	ab
Bezostaja 1	13,1	*ijk*	33,3	*cde*	23,2	cde
Gerek 79	11,1	*jk*	34,0	*bcd*	22,5	de
İzgi 2001	14,8	*ijk*	40,5	*ab*	27,6	abc
Karahan-99	14,7	*ijk*	28,6	*def*	21,6	def
Kate A-1	18,3	*hij*	41,9	*a*	30,1	a
Kıraç 66	12,9	*ijk*	26,2	*efg*	19,5	ef
Konya-2002	18,0	*hij*	23,0	*fgh*	20,5	ef
Mesut	15,0	*ijk*	42,6	*a*	28,8	ab
Müfitbey	10,0	*k*	24,1	*fgh*	17,1	f
Reis	18,2	*hij*	40,8	*ab*	29,5	a
Sönmez 2001	17,1	*h-k*	41,8	*a*	29,5	a
Yayla 305	12,6	*jk*	26,9	*d-g*	19,7	ef
Ortalama	14,8	**b**	34,1	**a**	24,5	
DK %			20,9			
AÖF 0,05 (Yıl)			2,84			
AÖF 0,05 (Çeşit)			5,07			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			7,16			

Sade (1999), kuraklık stresinin yaşandığı koşullarda bitki sapında depolanan kuru madde miktarının, tane verimi kayıplarını en aza indirmek için büyük bir öneme sahip olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte Farshadfar ve ark. (2008), tarafından yapılan çalışmada tane verimi ile SÇK arasında pozitif ilişki bulunmuş ve bu çeşitlerin kuraklığa dayanıklılık gösterebilen çeşitler oldukları saptanmıştır. Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre, özellikle erkenci çeşitlerde (Gerek 79, Sönmez 2001, İzgi 2001, Altay 2000, Mesut, Bayraktar 2000, Karahan-99, Kate A-1, Reis), SÇK miktarı ile tane verimi arasında önemli düzeyde ($p<0.05$) pozitif bir ilişki belirlenirken, geçci

çeşitlerde (Bezostaja 1, Müfitbey, Ak 702, Yayla 305, Kıraç 66, Konya-2002, Alpu 2001) ise bu ilişkinin negatif yönde ancak önemsiz olduğu görülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Çeşitlerin tane verimi ile SÇK arasındaki ilişki

4.1.5. Bayrak yaprak oransal nem içeriği

Bitkilerin kuraklık ile başa çıkma stratejilerinden biri olan su kaybından kaçınmak, atmosferik ya da topraktaki stres koşulları altında su alımını nispeten yüksek tutmak için bitkinin kabiliyeti ve/veya kurumanın geciktirilmesi olarak ifade edilir. Adaptasyonun bu tipinde bitkilerin hücresel ve fizyolojik süreçlerinde, gelişme ve verim su eksikliğinden etkilenmez ya da diğer genotiplerden daha az etkilenir.

Çeşitlerin başaklanma dönemi başlangıcında (ZD 50), alınan bitki örneklerinde yapılan analizler sonucu elde edilen oransal nem içeriği (ONİ) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10 'da, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.11 'de verilmiştir. Çizelge 4.10 'dan anlaşılacağı üzere, denemede incelenen çeşitlere ait oransal nem içeriği değerleri (ONİ) bakımından yıl, $p<0,05$ seviyesinde önemli bulunurken, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasında $p<0,01$ seviyesinde istatistiki anlamda önemli farklılık bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Çeşitlerin başaklanma dönemi başlangıcı ONİ değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	29,1037	29,1037	10,149	*
Tekerrür [Yıl]	6	17,206	2,86766	2,2179	
Çeşit	15	57,0744	3,80496	2,9428	**
Yıl*Çeşit	15	68,9137	4,59425	3,5532	**
Hata	90	116,369	1,29299		
Genel	127	288,667			

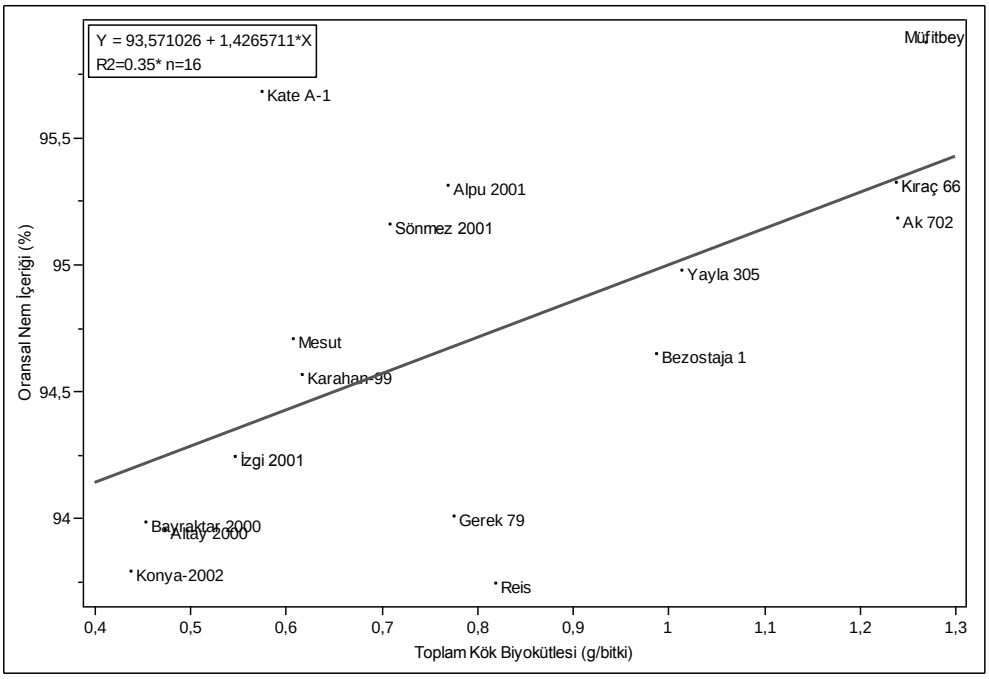
** (p<0.01), * (p<0.05)

Çalışmada, ONİ değerleri genel ortalaması % 94,7 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda % 94,2 iken, ikinci yılda % 95,2 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.11). Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama ONİ değerleri % 93,7 (Reis) ile % 95,9 (Müfitbey) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda % 92,4 (Konya-2002) ile % 95,8 (İzgi 2001) arasında, ikinci yılda ise % 92,6 (İzgi 2001) ile % 96,5 (Ak 702 ve Müfitbey) arasında değişmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Çeşitlerin başaklanma dönemi başlangıcı ONİ değerlerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	93,9	*def*	96,5	*a*	95,2	abc
Alpu 2001	94,6	*cd*	96,0	*abc*	95,3	abc
Altay 2000	92,7	*ef*	95,2	*a-d*	93,9	de
Bayraktar 2000	93,9	*def*	94,0	*de*	94,0	de
Bezostaja 1	94,8	*bcd*	94,5	*cd*	94,6	b-e
Gerek 79	94,0	*de*	94,0	*de*	94,0	de
İzgi 2001	95,8	*abc*	92,6	*ef*	94,2	cde
Karahan-99	94,6	*cd*	94,5	*cd*	94,6	b-e
Kate A-1	95,0	*a-d*	96,4	*ab*	95,7	ab
Kıraç 66	94,6	*cd*	96,0	*abc*	95,3	abc
Konya-2002	92,4	*f*	95,2	*a-d*	93,8	e
Mesut	94,7	*cd*	94,7	*cd*	94,7	b-e
Müfitbey	95,2	*a-d*	96,5	*a*	95,9	a
Reis	92,6	*ef*	94,9	*bcd*	93,7	e
Sönmez 2001	94,6	*cd*	95,7	*abc*	95,2	abc
Yayla 305	94,0	*de*	95,9	*abc*	95,0	a-d
Ortalama	94,2	**b**	95,2	**a**	94,7	
DK %			1,2			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,73			
AÖF 0,05 (Çeşit)			1,13			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			1,60			

Kökler, bitkiye su ve bitki besin maddelerinin sağlanmasında çok önemli bir organdır. Bu nedenle, kök gelişimi bitki verimliliği ile doğrudan ilişkilidir. Reynolds ve ark. (2000), yapraklarda yüksek oransal nem içeriği ve düşük bitki örtüsü sıcaklığı gibi fizyolojik parametrelerin, bitkinin topraktan daha iyi su aldığını gösteren dolaylı göstergeler olduğunu, bu parametrelerin kuraklığa dayanıklı buğday geliştirilmesinde seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamız sonucunda, ONİ değerleri ile toplam kök biyokütlesi arasında pozitif ilişki bulunmuş (Şekil 4.5) olup, derin ve yüzey kök biyokütlesindeki artışla birlikte, kök yüzey alanı da artmış, bu çeşitlerde bayrak yaprak oransal nem içeriğinin diğerlerine oranla daha yüksek olduğu görülmüştür.



Şekil 4.5. Çeşitlerin toplam kök biyokütlesi ile oransal nem içeriği arasındaki ilişki

4.1.6. Bayrak yaprak yeşil kalma süresi

Bayrak yaprak yeşil kalma süresi (BYYKS) ile kuraklığa toleransın arttırılması arasında anlamlı ilişkiler olduğu bilinmektedir. Başaklanma döneminden itibaren BYYKS 'nin uzun olması, fotosenteze bağlı üretimin de artmasını sağlamakta olup, bu durum verim üzerine olumlu etki yapmaktadır. Bununla birlikte, başaklanma dönemi öncesi fotosentezde artış, ışık kullanımı ve radyasyon kullanım etkinliğinin artırılması,

bitki büyüme oranını arttırmakta, böylece bitki biyokütlesi ve tane verimi de artmaktadır (Cossani ve Reynolds, 2012).

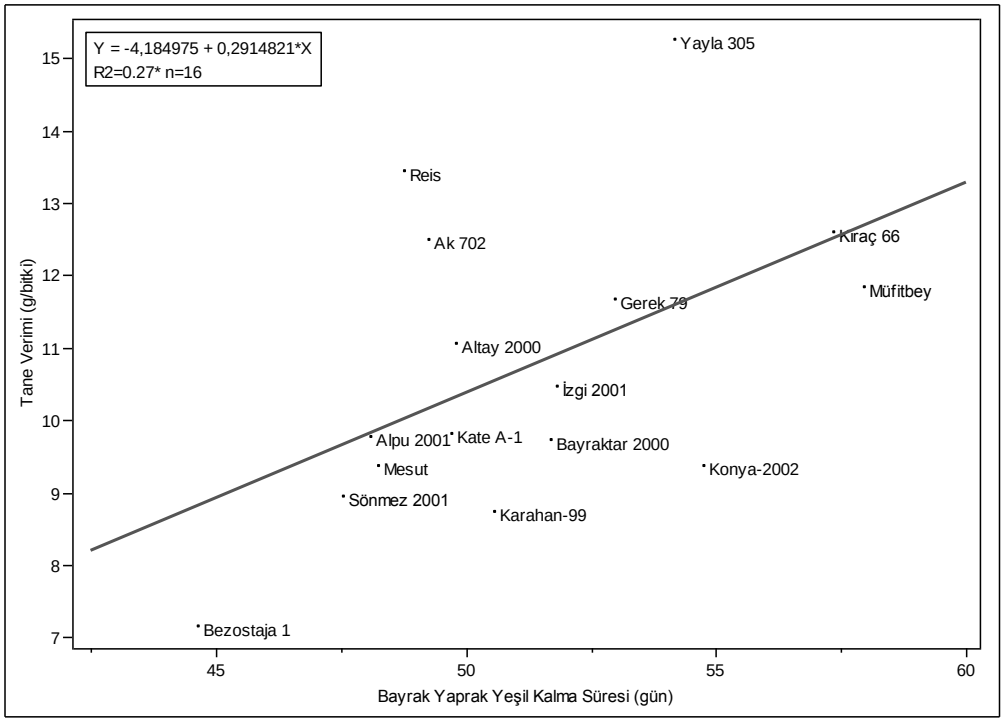
Çeşitlerin, başaklanma dönemi sonundan (ZD 59), fizyolojik olum tarihine kadar (ZD 89) yapılan klorofil okumaları sonucu elde edilen BYYKS ait ortalama değerler Çizelge 4.12 'de verilmiştir. Araştırmada, BYYKS genel ortalaması 51,1 gün olarak tespit edilmiş olup, bu değer birinci yılda 47,7 gün, ikinci yılda ise 54,5 gün olarak belirlenmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama BYYKS değerleri 44,7 gün (Bezostaja 1) ile 58,0 gün (Müfitbey) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 43,7 gün (Alpu 2001) ile 51,3 gün (Kate A-1) arasında, ikinci yılda ise 44,7 gün (Bezostaja 1) ile 66,7 gün (Müfitbey) arasında değişmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11. Çeşitlerin BYYKS değerlerine ait ortalamalar

Çeşit	2017	2018	Ortalama
Ak 702	47,7	50,9	49,3
Alpu 2001	43,7	52,5	48,1
Altay 2000	44,9	54,7	49,8
Bayraktar 2000	48,6	54,9	51,7
Bezostaja 1	44,7	44,7	44,7
Gerek 79	49,0	57,0	53,0
İzgi 2001	51,1	52,6	51,8
Karahan-99	50,0	51,2	50,6
Kate A-1	51,3	48,2	49,8
Kıraç 66	52,0	62,7	57,4
Konya-2002	47,7	61,8	54,8
Mesut	44,7	51,9	48,3
Müfitbey	49,3	66,7	58,0
Reis	44,9	52,7	48,8
Sönmez 2001	45,4	49,8	47,6
Yayla 305	48,6	59,8	54,2
Ortalama	47,7	54,5	51,1

Ren ve ark. (2010), buğday çeşitlerinde büyük kök sistemlerinin daha yüksek azot ve fosfor kullanım etkinliği ve alımı gösterdiğini bildirmiştir. Diğer bir araştırmada ise buğdayda derin köklenen hatlarda düşük azot yıkanması ve yüksek N, P, K alımı gerçekleştirdiği saptanmıştır (Ehdaie ve ark., 2010). Bu sonuç kuraklığa toleransta önemli bir parametre olarak kullanılan bayrak yaprak yeşil kalma süresi bakımından da önemlidir. Çünkü kurak şartlarda üreticilerin sınırlı azot kullanımı nedeniyle çeşitlerin yeşil kalma süreleri kısalabilmektedir. Azot alım etkinliği yüksek olan çeşitler daha

uzun süre yeşil kalabilmekte, bu da ekmeklik buğdayda daha yüksek tane verimi ile sonuçlanmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Çeşitlerin tane verimi ile BYYKS arasındaki ilişki

4.1.7. Verim unsurları ve agronomik özellikler

4.1.7.1. Tane verimi

Verim, stres ve diğer bütün kaynakların toplamının bir sonucudur. Yağmura bağımlı alanlarda buğday yetiştiriciliğinde biyotik ve abiyotik strese bağlı çevresel faktörlerden dolayı ortalama buğday verimi gerçek potansiyeline ulaşamamaktadır. Böyle alanlarda ortalama verim 200-300 kg/da olarak gerçekleşirken, gerçek potansiyel 700 kg/da 'dır (Hawkesford ve ark., 2013).

Yapılan homojenlik testinde Bartlett (1937), denemelerin birlikte değerlendirilebileceği sonucuna varılmış olduğundan denemeler yılların birleştirilmesi ile toplu olarak değerlendirilmiştir. Tarla şartlarında, 2016-2017 ve 2017-2018 yıllarında, 16 adet ekmeklik buğday çeşidi kullanılarak, yağmura bağımlı koşullarda yürütülen denemede, elde edilen tane verimine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13

’de, ortalama değerler ise Çizelge 4.14 ’te verilmiştir. Çizelge 4.13 ’ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, tane verimi bakımından çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık p<0,01 seviyesinde istatistiki anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Çeşitlerin tane verimi değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	263,69	263,686	0,0587	
Tekerrür [Yıl]	6	26936	4489,33	1,8108	
Çeşit	15	320365	21357,7	8,6147	**
Yıl*Çeşit	15	154698	10313,2	4,1599	**
Hata	90	223129	2479,2		
Genel	127	725392			

** (p<0.01), * (p<0.05)

Çalışma sonucunda, tane verimi genel ortalaması 485,0 kg/da olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 483,5 kg/da iken, ikinci yılda 486,4 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama verim değerleri 397,5 kg/da (Ak 702) ile 552,0 kg/da (Bayraktar 2000) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 356,7 kg/da (İzgi 2001) ile 557,1 kg/da (Kate A-1) arasında, ikinci yılda ise 358,7 kg/da (Bezostaja 1) ile 587,5 kg/da (Bayraktar 2000) arasında değişmiştir (Çizelge 4.14).

Modern bitki ıslah programlarında tane verimi her zaman ana hedef olmuştur. Geleneksel seleksiyon kriteri tane verimini ölçmek ve elemektir. Eğer bir hattın performansı iyi sonuç sergiliyorsa seçilir, aksi halde elenir. Bu yaklaşım son zamanlarda görülen çevresel değişikliklere kadar çok etkili olmuştur. Ancak, günümüzde birçok modern buğday çeşidi kuraklık, sıcaklık ve tuzluluk gibi abiyotik stres faktörleri ile başa çıkamamaktadır. Kuraklık toleransı, kök sistem özellikleri, yüksek besin maddesi alımı ve kullanım etkinliği ile yüksek su alımı ve kullanım etkinliği gibi daha önce ihmal edilen özellikler, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini azaltmak için önemli özellikler haline gelmiştir (Bektas, 2015).

Çizelge 4.14. Çeşitlerin tane verimi değerlerine ait ortalamalar

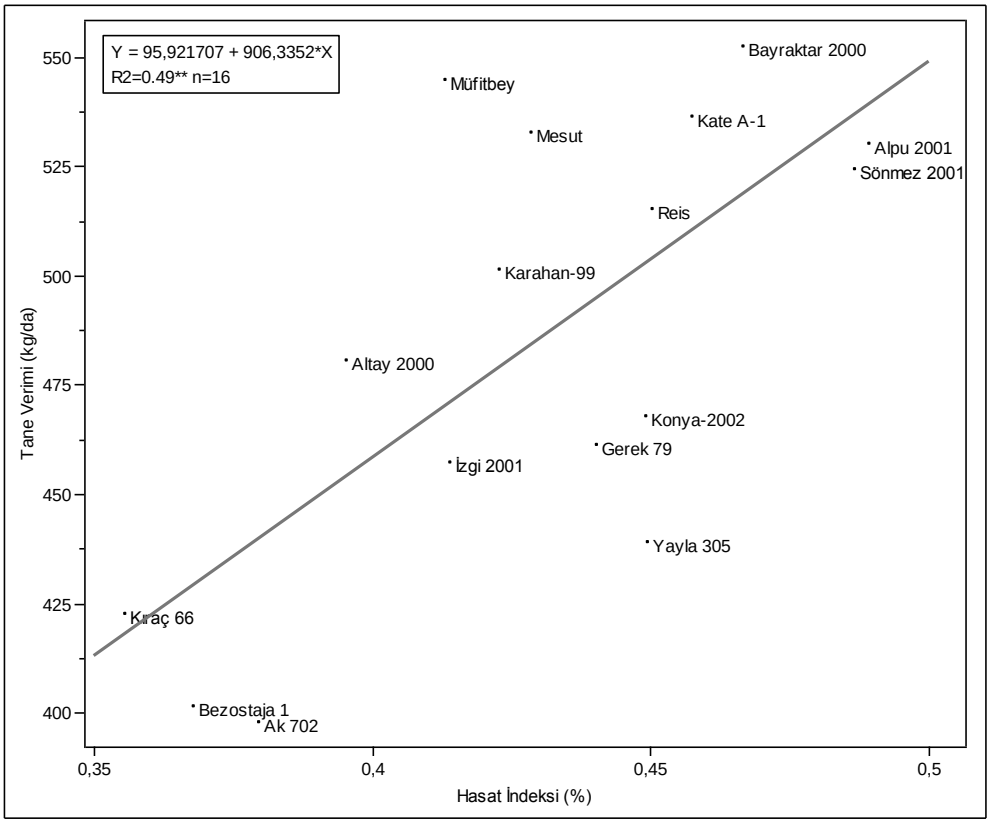
Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	435,7	*hi*	359,3	*j*	397,5	h
Alpu 2001	524,4	*a-f*	535,5	*a-d*	530,0	ab
Altay 2000	460,1	*e-h*	500,5	*c-h*	480,3	c-f
Bayraktar 2000	516,5	*b-g*	587,5	*a*	552,0	a
Bezostaja 1	443,3	*hi*	358,7	*j*	401,0	h
Gerek 79	463,3	*e-h*	458,6	*fgh*	460,9	efg
İzgi 2001	356,7	*j*	557,1	*abc*	456,9	efg
Karahan-99	523,7	*a-f*	478,4	*d-h*	501,0	b-e
Kate A-1	557,1	*abc*	514,7	*b-g*	535,9	ab
Kıraç 66	460,6	*e-h*	383,9	*ij*	422,2	gh
Konya-2002	488,0	*c-h*	446,9	*ghi*	467,4	d-g
Mesut	528,7	*a-e*	536,1	*a-d*	532,4	ab
Müfitbey	516,4	*b-g*	572,7	*ab*	544,6	ab
Reis	490,2	*c-h*	539,4	*a-d*	514,8	a-d
Sönmez 2001	534,1	*a-d*	513,6	*b-g*	523,8	abc
Yayla 305	437,6	*hi*	439,5	*hi*	438,6	fgh
Ortalama	483,5		486,4		485,0	
DK %			10,3			
AÖF 0,05 (Yıl)			ö.d.			
AÖF 0,05 (Çeşit)			49,5			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			69,9			

Verim, değerlendirilmesi kolay olmayan önemli bir özelliktir. Bu nedenle birçok araştırma projesi düşük nem koşulları altında verimi arttırmak için alternatif değerlendirme yöntemleri olarak, ikincil özellikleri inceler. Önerilen pek çok ikincil özelliğin sadece birkaçı ıslah programlarına dahil edilmektedir. Çünkü lojistik zorluklar ve masraflar sınırlayıcı olmakta, ayrıca bazı durumlarda özelliklerin değerlendirilmesi sonucu ikna edici kanıtlar bulunamamaktadır.

İkincil özellikler, kurak koşullar altında verimin nasıl değişeceği hakkında ek bilgi veren, tane veriminden başka diğer bitki karakterleri olarak tanımlanmaktadır (Lafitte ve ark., 2003). Bunlar, kurak koşullar altında verimlilik ya da hayatta kalma ile ilgili genel fizyolojik ya da morfolojik özellikler olup, özellikle kurak koşullar altında verimden daha yüksek kalıtıma sahiptirler.

Seleksiyonun daha etkili olması için sekonder özellikler, kuraklık stresi altında verim ile ilişkili, yüksek oranda kalıtım derecesine sahip, ölçmek için kolay ve ucuz, ölçüm süresi boyunca stabil olmalı, ancak iyi koşullar altında verim kaybından sorumlu olmamalıdır (Monneveux ve Ribaut, 2006).

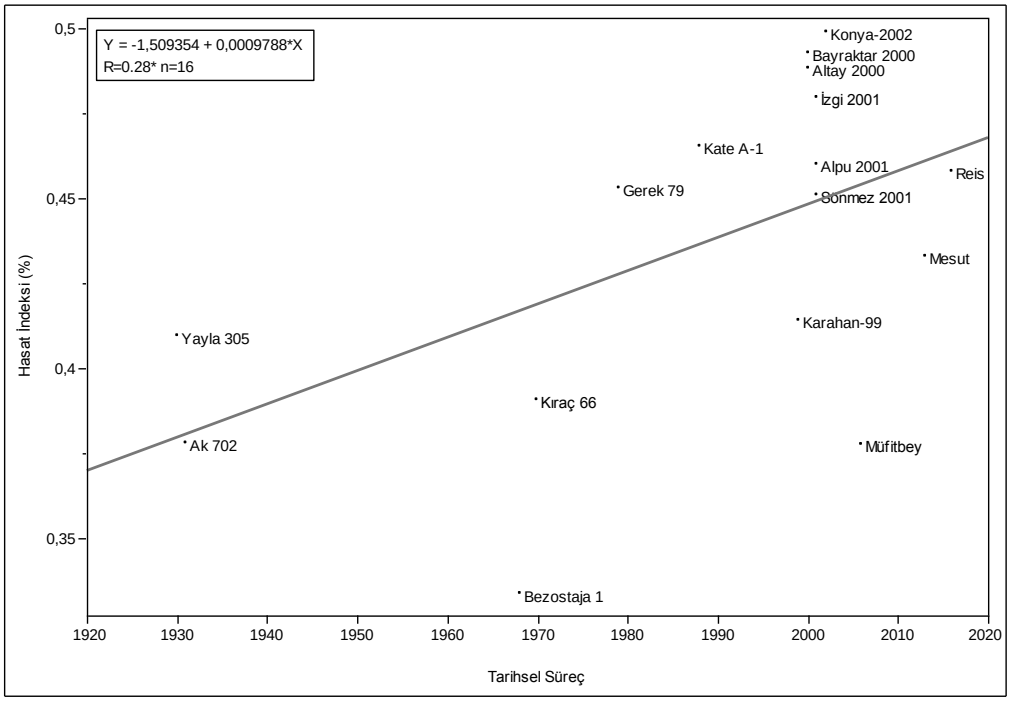
İkincil özellikler kuraklığın belirli bir özelliğine, tipine ve zamanına dikkatlice odaklanabilir, ancak verim, stres ve bütün kaynakların toplamının bir sonucudur. Bazen verim hasat döneminden önce iklim, hastalık ve zararlıların etkisinden dolayı azalır. İkincil özellikler ise, sezonun daha erken dönemlerinde ölçülerek, kullanışlı veriler toplanabilir. İkincil özellikler ürüne özgü olabilir. Farklı biyoloji ve bitki türlerinin adaptasyonu göz önüne alındığında her bitkinin en hassas dönemleri değişecektir. Örneğin, mısırda çiçeklenme ve tepe püskülü zamanı aralığı, darıda salkım hasat indeksi, pirinçte kök derinliği ve fonksiyonu, sorgumda yeşil kalma süresi, buğday ve arpada ise derin kökler ve gövde rezervlerinin taneye taşınması gibi sekonder özellikler önemli olabilir (Monneveux ve Ribaut, 2006).



Şekil 4.7. Çeşitlerin tane verimi ile hasat indeksi oranları arasındaki ilişki

Gifford (1986), tarihsel setler üzerinde yapmış olduğu çalışmada, yüz yıldan daha fazla bir süre içinde buğday verimindeki artışın hasat indeksine bağlı olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlarda da, benzer şekilde tane verimi ve hasat indeksi arasında istatistiki anlamda pozitif bir ilişki ($p<0,01$) olduğu tespit

edilmiştir (Şekil 4.7). Aynı zamanda, hasat indeksi sonuçlarına göre, yıllar itibari ile tarihsel süreç arasındaki ilişki istatistiki yönden önemli görülmüş olup, ($p<0,05$), yıllar geçtikçe çeşitlerin hasat indeksi oranları yönünden bir artış olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.8).

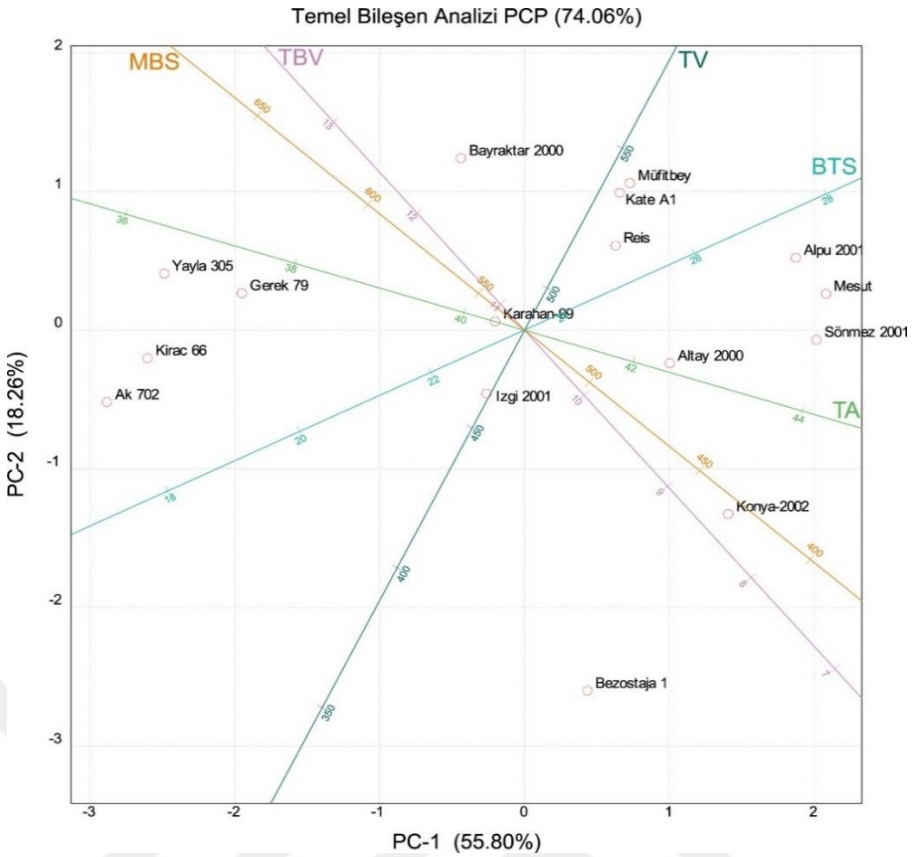


Şekil 4.8. Çeşitlerin hasat indeksi oranları ile tarihsel süreç arasındaki ilişki

Şekil 4.9 incelendiğinde, Yayla 305, Kıraç 66, Gerek 79 ve Ak 702 çeşitlerinin metrekarede başak sayısı (MBS) yüksek olmasına rağmen, başakta tane sayısı (BTS) ve bin tane ağırlığının (TA) deneme ortalamasının altında olması nedeniyle dekara verimleri de düşük gerçekleşmiş olup, tek bitki verimi (TBV) açısından incelendiğinde, verimin fertil başak sayısı tarafından belirlendiği saptanmıştır (Şekil 4.35). Bayraktar 2000, Müfitbey, Kate A-1 ve Reis çeşitlerinin, MBS, BTS ve TA değerlerinin deneme ortalaması ve üzerinde olduğu, bu durumun dekara verimlerinin yüksek olmasını sağladığı görülmektedir (Şekil 4.9).

Şekil 4.9 ‘da yer alan bütün özelliklerin birlikte değerlendirildiği ve Stepwise yöntemine göre yapılan çoklu regresyon analizinde, tane verimini belirleyen varyasyon kaynağının % 96 ’sını açıklayan özelliklerden ilki BTS olurken, bunu TA ve MBS izlemiştir. TV değerini tanımlayan çoklu regresyon denklemi aşağıda verilmiştir.

TV= (-870.2005) + (0.8300 x MBS) + (18.6722 x BTS) + (11.7544 x TA)



Şekil 4.9. Çeşitlerde 5 parametre yönünden temel bileşen analizi

4.1.7.2. Metrekarede başak sayısı

Hasattan önce deneme materyalinin metrekaredeki başak sayımları yapılmış ve varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15 'te, ilgili parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.16 'da, verilmiştir. Çizelge 4.15 'te görüldüğü üzere, çeşitlerin metrekaredeki başak sayıları (MBS) bakımından yıl x çeşit interaksiyonu önemsiz bulunurken, yıl ve çeşitler arasındaki farklılık p<0,01 seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Çeşitlerin metrekarede başak sayısı değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	283120	283120	48,0334	**
Tekerrür [Yıl]	6	35365,4	5894,23	0,6854	
Çeşit	15	731405	48760,3	5,6696	**
Yıl*Çeşit	15	123863	8257,51	0,9601	
Hata	90	774023,6	8600,3		
Genel	127	1947776,4			

** (p<0.01), * (p<0.05)

Ortalamalar açısından metrekarede başak sayıları değerlendirildiğinde (Çizelge 4.16), çeşitler arasında kardeşlenme kabiliyetinin yüksek olduğu bilinen Gerek 79 çeşidi birinci yılda en yüksek m^2'de başak sayısına (599) sahip olurken, bu çeşidi Bayraktar 2000 (584) çeşidi takip etmiştir. Çalışmada, MBS değerleri genel ortalaması 529 adet olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 482 adet iken, ikinci yılda 576 adet olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama metrekarede başak sayıları 440 adet (Konya-2002) ile 662 adet (Bayraktar 2000) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 374 adet (Alpu 2001) ile 599 adet (Gerek 79) arasında, ikinci yılda ise 435 adet (Konya-2002) ile 740 adet (Bayraktar 2000) arasında değişmiştir (Çizelge 4.16).

Del Moral ve ark. (2003), makarnalık buğdaylarda, kuraklık ve yüksek sıcaklık streslerine karşı verim stabilitesini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmada, kurak şartlarda tane verimine en büyük katkıyı başakta tane sayısının verdiğini, tane doldurma döneminin serin geçtiği bölgelerde ise bu etkinin kaybolduğunu, buna karşı sıcak şartlarda metrekarede başak sayısının, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığı üzerine olumsuz etki yaptığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.16. Çeşitlerin metrekarede başak sayısı değerlerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	569,8		645,7		607,8	abc
Alpu 2001	374,2		547,2		460,7	ef
Altay 2000	410,3		478,0		444,1	f
Bayraktar 2000	584,4		739,6		662,0	a
Bezostaja 1	422,7		486,0		454,4	ef
Gerek 79	599,1		674,8		636,9	a
İzgi 2001	391,4		606,2		498,8	def
Karahan-99	554,5		615,0		584,8	a-d
Kate A-1	557,3		524,6		541,0	b-e
Kıraç 66	574,4		678,1		626,3	ab
Konya-2002	445,0		434,8		439,9	f
Mesut	394,1		511,1		452,6	ef
Müfitbey	481,8		566,0		523,9	c-f
Reis	409,1		574,3		491,7	ef
Sönmez 2001	417,1		488,4		452,7	ef
Yayla 305	530,3		651,0		590,6	a-d
Ortalama	482,2	**b**	576,3	**a**	529,3	
DK %			17,5			
AÖF 0,05 (Yıl)			33,2			
AÖF 0,05 (Çeşit)			92,3			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			ö.d.			

Denemede incelenen verim unsurlarından, başakta tane sayısı (r= -0,724**), başakta tane ağırlığı (r= -0,828**), morfolojik parametrelerden üst boğum arası uzunluğu (r= 0,499*), bitki boyu (r= 0,503*), kalite ile ilgili özelliklerden ise bin tane ağırlığı (r= -0,639**) ile metrekarede başak sayısı arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Çalışmamızda elde ettiğimiz bu sonuçlar, metrekarede başak sayısının değerlendirilirken, diğer verim unsurlarının da göz önünde bulundurulmasının faydalı olacağını göstermektedir.

Çizelge 4.17. Çeşitlerin metrekarede başak sayısı ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	MBS	BTS	BTA	TA	ÜBU
BTS	-0,724**				
BTA	-0,828**	0,922**			
TA	-0,639**	0,367	0,695**		
ÜBU	0,499*	-0,640**	-0,519*	-0,106	
BB	0,503*	-0,516*	-0,568*	-0,462	0,697**

MBS: Metrekarede başak sayısı, BTS: Başakta tane sayısı, TA: Bin tane ağırlığı, ÜBU: Üst boğum uzunluğu, BB: Bitki boyu

** (p<0.01), * (p<0.05)

4.1.7.3. Başakta tane sayısı

Başakta tane sayısı, tane verimini direk etkileyen bir özellik olup, başakta tane sayısındaki her birim artış başakta tane ağırlığına ve dolaylı olarak verime olumlu yönde yansımaktadır (Sayre ve ark., 1997). Çeşitlerin başakta tane sayısına (BTS) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18 ’de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.19 ’da verilmiştir. Çizelge 4.18 ’de görüldüğü üzere, başakta tane sayısı (BTS) bakımından yıl x çeşit interaksiyonu önemsiz bulunurken, yıl ve çeşitler arasındaki fark p<0,01 seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.18. Çeşitlerin başakta tane sayısı değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	913,67	913,67	115,77	**
Tekerrür [Yıl]	6	47,3546	7,89243	0,6934	
Çeşit	15	1475,63	98,3754	8,6428	**
Yıl*Çeşit	15	157,145	10,4764	0,9204	
Hata	90	1024,41	11,3823		
Genel	127	3618,21			

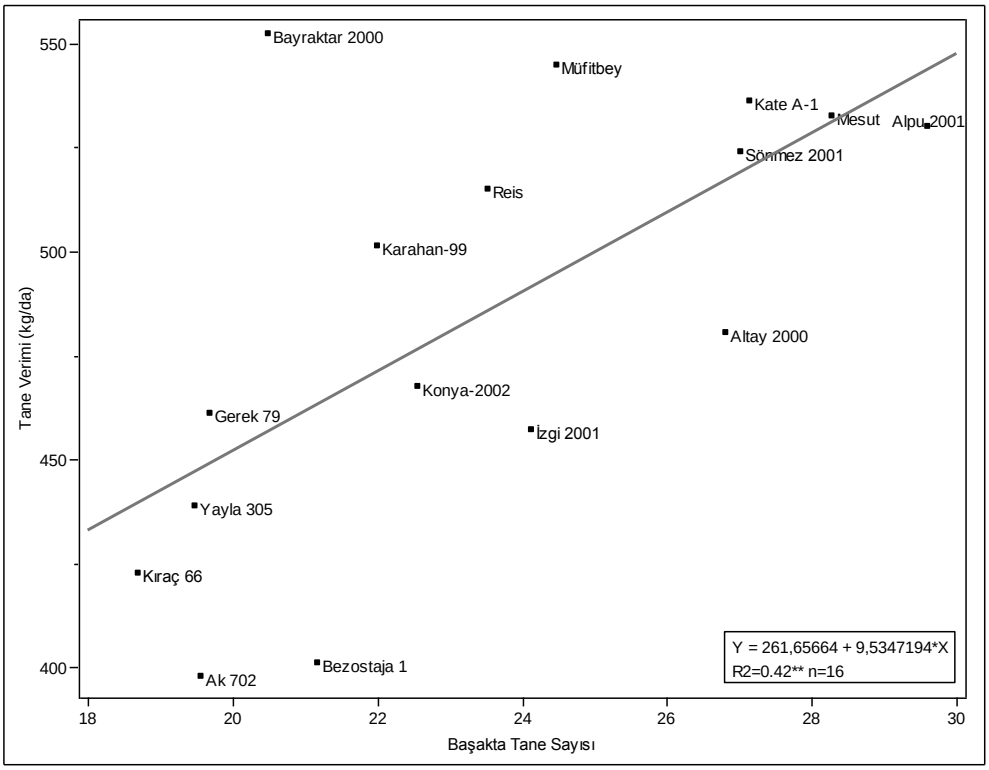
** (p<0.01), * (p<0.05)

Çalışmada, BTS değerleri genel ortalaması 23,4 adet olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 26,1 adet iken, ikinci yılda 20,7 adet olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama BTS değerleri 18,7 adet (Kıraç 66) ile 29,6 adet (Alpu 2001) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 21,7 adet (Gerek 79) ile 34,8 adet (Alpu 2001) arasında, ikinci yılda ise 15,2 adet (Kıraç 66) ile 25 adet (Mesut) arasında değişmiştir (Çizelge 4.19).

Tarih setleri göstermiştir ki, buğdayda hasat indeksi ve tane verimindeki artışın temel nedeni bin tane ağırlığından çok, birim alanda tane sayısındaki artıştan kaynaklanmaktadır (Austin ve ark., 1980; Cox ve ark., 1988; Sayre ve ark., 1997). Ayrıca, erken başaklanma ve tane dolum süresinin uzunluğu başakta tane sayısını arttıran diğer bir özellik olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte Sade ve ark. (1995), başakta tane sayısının tane verimini etkileyen en önemli özelliklerden biri olduğu, başakta tane sayısı ile başakta tane ağırlığı arasında olumlu ve önemli ilişki bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlarda da, benzer şekilde tane verimi ve başakta tane sayısı arasındaki ilişkinin istatistiki açıdan pozitif ve çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.10).

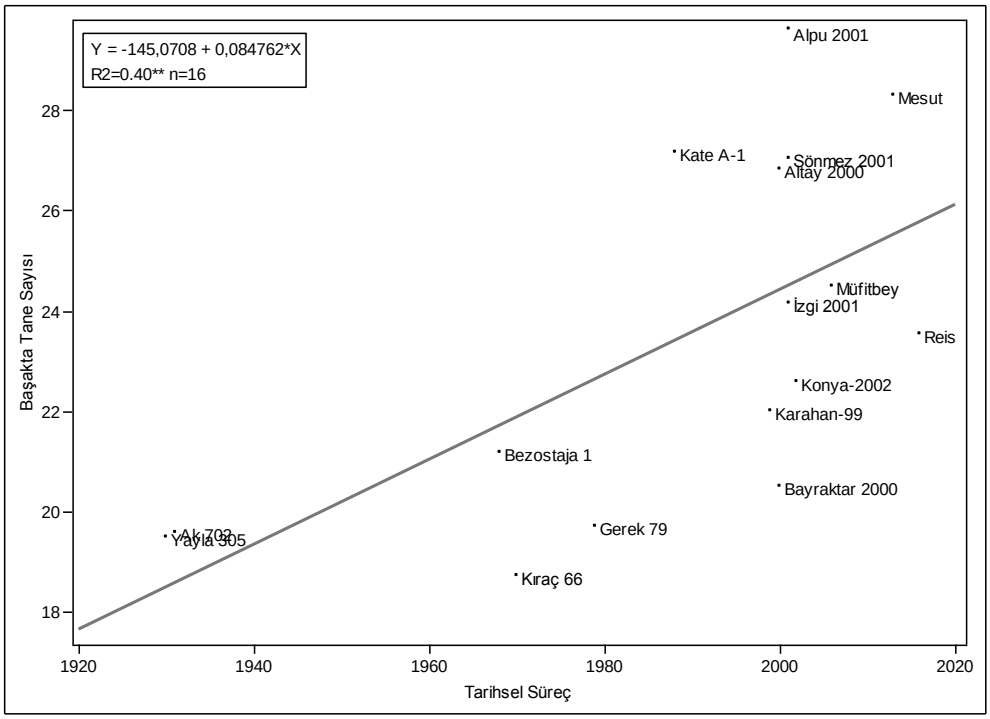
Çizelge 4.19. Çeşitlerin başakta tane sayısı değerlerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	23,2		15,9		19,6	fg
Alpu 2001	34,8		24,4		29,6	a
Altay 2000	29,0		24,6		26,8	abc
Bayraktar 2000	22,2		18,9		20,5	efg
Bezostaja 1	24,8		17,5		21,2	d-g
Gerek 79	21,7		17,7		19,7	fg
İzgi 2001	25,5		22,8		24,1	bcd
Karahan-99	24,8		19,2		22,0	d-g
Kate A-1	29,0		25,3		27,1	ab
Kıraç 66	22,2		15,2		18,7	g
Konya-2002	23,1		22,1		22,6	def
Mesut	31,6		25,0		28,3	a
Müfitbey	26,6		22,4		24,5	bcd
Reis	26,8		20,3		23,5	cde
Sönmez 2001	30,4		23,6		27,0	ab
Yayla 305	21,9		17,1		19,5	fg
Ortalama	26,1	**a**	20,7	**b**	23,4	
DK %			14,4			
AÖF 0,05 (Yıl)			1,22			
AÖF 0,05 (Çeşit)			3,35			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			ö.d.			



Şekil 4.10. Çeşitlerin tane verimi ile BTS arasındaki ilişki

İdeal koşullar altında karbondan yararlanma oranı artmakta, bu durum ise tane sayısına ve dolayısıyla tane verimine yansımaktadır. Yeşil devrim döneminde keşfedilen cüceleşme genleri ile yatmaya karşı boy kısalırken, tane sayısının artışı teşvik edilmiştir. Boy kısaldığında ise sap ve başak arasındaki rekabet azalarak, kısa boylu çeşitlerde başak için daha fazla karbon takviyesi sağlanmıştır (Rawson ve ark., 1983). Bizim çalışmamızda elde edilen başakta tane sayısı sonuçlarına göre, yıllar itibari ile tarihsel süreç arasında istatistiki yönden çok önemli ilişki bulunmuş olup ($p<0,01$), yıllar geçtikçe çeşitlerde başakta tane sayısı yönünden bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Çeşitlerin başakta tane sayısı ile tarihsel süreç arasındaki ilişki

4.1.7.4. Başakta tane ağırlığı

Başakta tane ağırlığı, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığı tarafından belirlenmekte olup, tane verimini olumlu yönde etkileyen unsurlardan biridir. Çeşitlerin başakta tane ağırlığı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20 'de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.21 'de verilmiştir. Çizelge 4.20 incelendiğinde, başakta tane ağırlığı (BTA) bakımından yıl ve çeşitler arasındaki fark $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunurken, yıl x çeşit interaksiyonun, $p<0,05$ seviyesinde istatistiki anlamda önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.20. Çeşitlerin başakta tane ağırlığı değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	0,93255	0,93255	153,25	**
Tekerrür [Yıl]	6	0,03651	0,00608	0,3582	
Çeşit	15	4,10636	0,27376	16,116	**
Yıl*Çeşit	15	0,47477	0,03165	1,8633	*
Hata	90	1,52880	0,01698		
Genel	127	7,07899			

** (p<0.01), * (p<0.05)

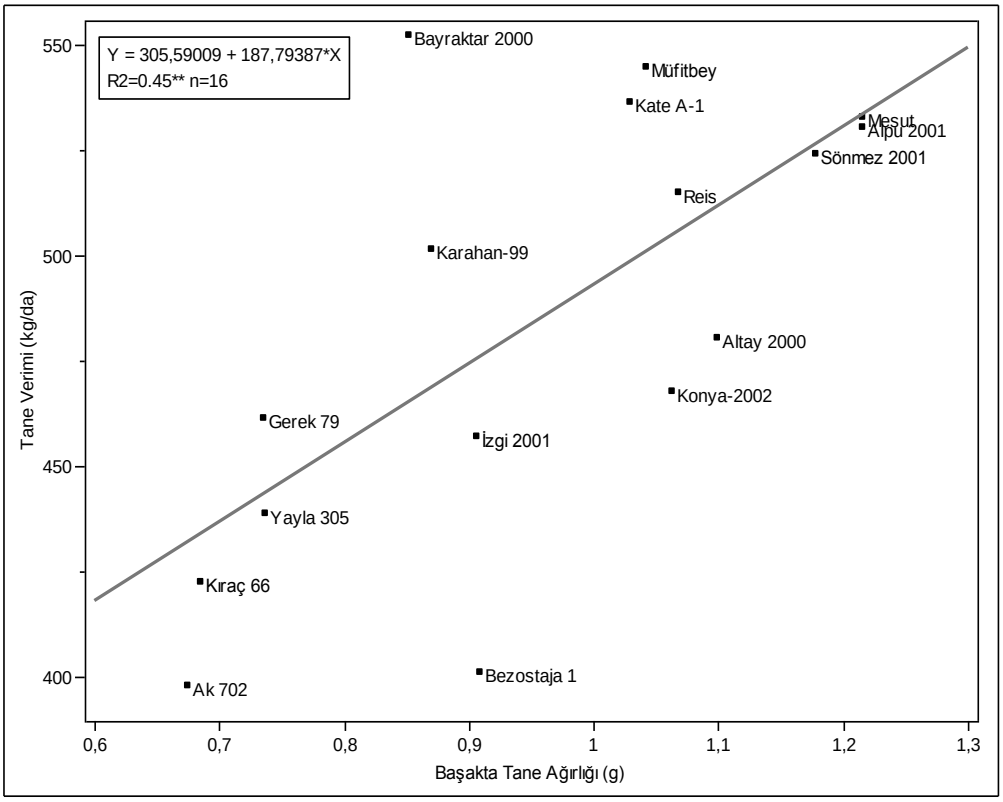
Çalışmada BTA değerleri genel ortalaması 0,96 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 1,04 g, ikinci yılda ise 0,87 g olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama BTA değerleri 0,67 g (Ak 702) ile 1,22 g (Alpu 2001, Mesut) çeşitleri arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 0,77 g (Ak 702) ile 1,44 g (Alpu 2001) arasında, ikinci yılda ise 0,57 g (Kıraç 66) ile 1,06 g (Mesut, Altay 2000) arasında değişmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Çeşitlerin başakta tane ağırlığı değerlerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	0,77	*klm*	0,58	*n*	0,67	g
Alpu 2001	1,44	*a*	0,99	*e-i*	1,22	a
Altay 2000	1,14	*cde*	1,06	*d-h*	1,10	abc
Bayraktar 2000	0,90	*g-l*	0,81	*i-m*	0,85	ef
Bezostaja 1	1,07	*d-g*	0,75	*lmn*	0,91	de
Gerek 79	0,78	*klm*	0,69	*mn*	0,74	fg
İzgi 2001	0,89	*h-l*	0,93	*f-l*	0,91	de
Karahan-99	0,95	*f-k*	0,79	*klm*	0,87	e
Kate A-1	1,08	*d-g*	0,98	*e-j*	1,03	cd
Kıraç 66	0,80	*j-m*	0,57	*n*	0,69	g
Konya-2002	1,10	*def*	1,03	*d-h*	1,06	bc
Mesut	1,37	*ab*	1,06	*d-h*	1,22	a
Müfitbey	1,07	*d-g*	1,01	*e-h*	1,04	c
Reis	1,20	*bcd*	0,94	*f-k*	1,07	bc
Sönmez 2001	1,31	*abc*	1,05	*d-h*	1,18	ab
Yayla 305	0,78	*klm*	0,69	*mn*	0,74	fg
Ortalama	1,04	**a**	0,87	**b**	0,96	
DK %			13,6			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,03			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,13			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			0,18			

Ekmeklik buğdayda günümüze kadar olan tane verimindeki artışın, tane sayısından kaynaklandığı göz önünde bulundurulduğunda (Şekil 4.11), bu durum dolaylı olarak başakta tane ağırlığında da artışa neden olmuştur (Çizelge 4.22). Bilgin ve Korkut (2005), Tekirdağ ekolojik koşullarında, 1999-2000 yıllarında yürüttükleri çalışmada, erken başaklanan, başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı yüksek, aynı zamanda bitki boyu kısa olan genotiplerin önem arz ettiğini, buğday ıslah programlarında bu özellikler üzerinde önemle durulması gerektiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda, farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda da, tane verimi ile

başakta tane ağırlığı arasında pozitif ilişki bulunduğunu tespit edilmiştir (Gökmen, 1989; Leilah ve Al-Khateeb, 2005; Chander ve Singh, 2008; Pireivatlou ve Yazdansepas, 2008). Bizim çalışmamızda da elde ettiğimiz sonuçlara göre, çeşitlerin başakta tane ağırlıkları ile tane verimleri arasında pozitif ve çok önemli bir ilişki ($p<0,01$) belirlenmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Çeşitlerin tane verimi ile BTA arasındaki ilişki

Öztürk (2011), başakta tane sayısı ve dolayısı ile başakta tane ağırlığı fazla olan genotiplerin hasat indeksinin de yüksek olduğunu, bu durumun ise tane verimine olumlu katkı yaptığını bildirmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen iki yıllık ortalama başakta tane ağırlığı değerlerine göre, başakta tane ağırlıkları yüksek olan çeşitlerin, başakta tane sayısı, hasat indeksi, tane verimi ve sedimantasyon değerlerinin yüksek olduğu belirlenirken, bitki boyu, üst boğum uzunluğu ve metrekarede başak sayısının ise diğer çeşitlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Çeşitlerin başakta tane ağırlığı ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	BTA	TV	ÜBU	BB	MBS	BTS	HI
TV	0,672**						
ÜBU	-0,519*	-0,291					
BB	-0,568*	-0,386	0,697**				
MBS	-0,828**	-0,166	0,499*	0,503*			
BTS	0,922**	0,647**	-0,640**	-0,516*	-0,724**		
HI	0,505*	0,699**	-0,417	-0,561*	-0,142	0,466	
SDS	0,519*	0,143	-0,104	-0,409	-0,591*	0,282	0,029

BTA: Başakta tane ağırlığı, TV: Tane verimi, ÜBU: Üst boğum uzunluğu, BB: Bitki boyu, MBS: Metrekarede başak sayısı, BTS: Başakta tane sayısı, HI: Hasat indeksi, SDS: Sedimantasyon değeri

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

4.1.7.5. Hasat indeksi

Buğdayda tane verimine etki eden önemli unsurlardan biri de hasat indeksidir. Zira hasat indeksi, tane veriminin biyokütle ağırlığı içindeki oranını göstermektedir. Bu oranın artırılması, birim alandan daha az sap, daha fazla tane ürünü elde etmeyi sağlamaktadır. Çeşitlerin hasat indeksi (Hİ) oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23 'de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.24 'de verilmiştir. Çizelge 4.23 incelendiğinde, hasat indeksi (Hİ) bakımından yıl x çeşit interaksiyonu önemsiz bulunurken, yıl ve çeşitler arasında ki farkın $p<0,01$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.23. Çeşitlerin hasat indeksi (Hİ) oranlarına ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	0,07019	0,07019	17,0531	**
Tekerrür [Yıl]	6	0,02470	0,00412	1,82700	
Çeşit	15	0,19031	0,01269	5,63130	**
Yıl*Çeşit	15	0,04840	0,00323	1,43210	
Hata	90	0,20277	0,00225		
Genel	127	0,53635			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada Hİ oranlarının genel ortalaması % 43 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda % 41 iken, ikinci yılda % 45 olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama Hİ değerleri % 36 (Kıraç 66) ile % 43 (Alpu 2001, Sönmez 2001) çeşitleri arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda % 35

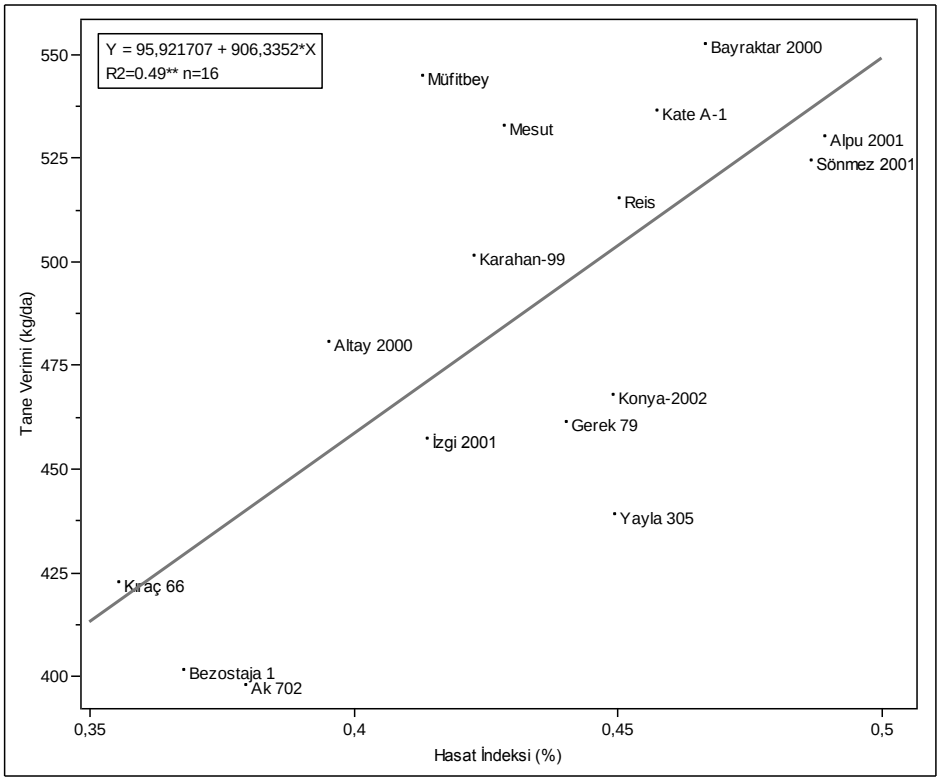
(Kıraç 66, Bezostaja 1) ile % 47 (Sönmez 2001) arasında, ikinci yılda ise % 36 (Kıraç 66) ile % 54 (Alpu 2001) arasında değişmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Çeşitlerin hasat indeksi (Hİ) oranlarına ait ortalamalar

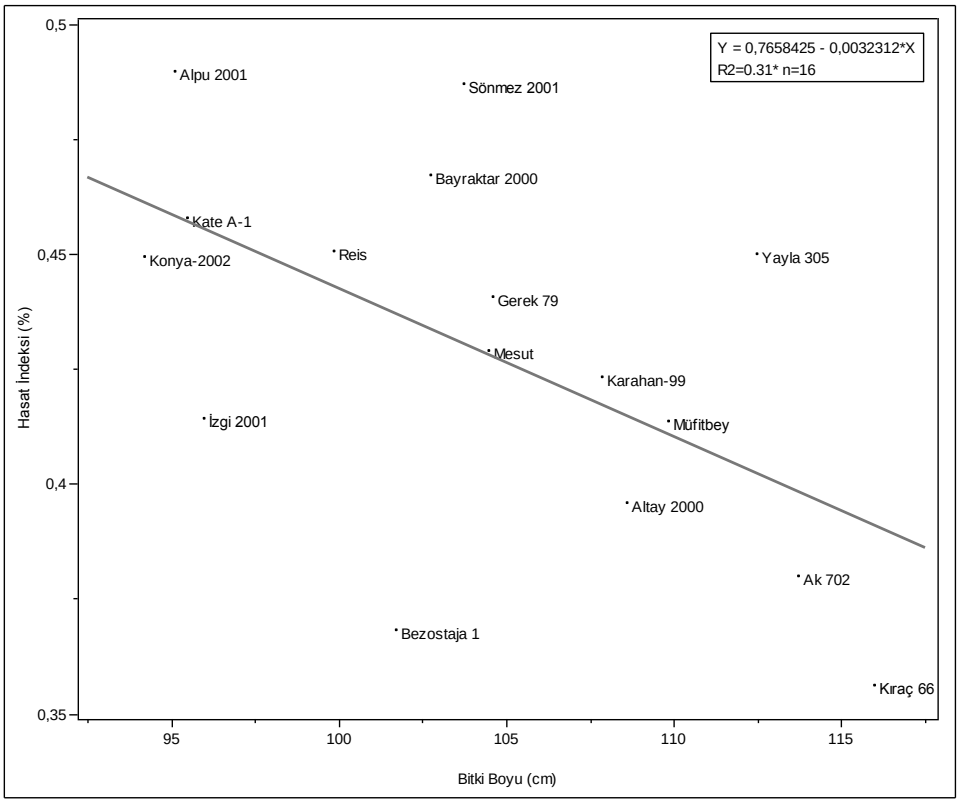
Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	0,39		0,37		0,38	fgh
Alpu 2001	0,44		0,54		0,49	a
Altay 2000	0,37		0,42		0,40	e-h
Bayraktar 2000	0,45		0,48		0,47	abc
Bezostaja 1	0,35		0,39		0,37	gh
Gerek 79	0,41		0,47		0,44	b-e
İzgi 2001	0,38		0,45		0,41	d-g
Karahan-99	0,39		0,45		0,42	c-f
Kate A-1	0,46		0,46		0,46	a-d
Kıraç 66	0,35		0,36		0,36	h
Konya-2002	0,38		0,51		0,45	a-d
Mesut	0,44		0,42		0,43	cde
Müfitbey	0,38		0,45		0,41	d-g
Reis	0,42		0,48		0,45	a-d
Sönmez 2001	0,47		0,50		0,49	ab
Yayla 305	0,41		0,49		0,45	a-d
Ortalama	0,41	**b**	0,45	**a**	0,43	
DK %			11,1			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,03			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,05			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			ö.d.			

Gifford (1986), tarihsel setler üzerinde yapmış olduğu çalışmada, yüz yıldan daha fazla bir süre içinde buğday verimindeki artışın hasat indeksine bağlı olduğunu bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlarda da, benzer şekilde tane verimi ve hasat indeksi arasındaki ilişkinin istatistiki yönden pozitif anlamda çok önemli ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.13).

Yeşil devrim ile birlikte üretimdeki artışa en büyük katkı cücelik genlerinin yeni çeşitlere aktarılmasıyla elde olunan hasat indeksi artışlarından gelmiş, ancak bu süreçte radyasyon kullanma etkinlikleri ve toplam biyolojik kütlede bir artış gözlenmemiştir (Çekiç, 2007). Hasat indeksinin teorik limit olarak ifade edilen % 60 düzeylerine (Austin ve ark., 1980) yaklaşmış olması, bundan sonraki üretim artışları açısından diğer özelliklerin önemini arttırmaktadır. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre, çeşitlerin hasat indeksi ile bitki boyu arasında beklenildiği üzere, negatif ve önemli bir ilişki ($p<0,05$) belirlenmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.13. Çeşitlerin tane verimi ile hasat indeksi oranları arasındaki ilişki



Şekil 4.14. Çeşitlerin bitki boyu ile hasat indeksi oranları arasındaki ilişki

4.1.7.6. Bitki boyu

Kalaycı ve ark. (1998), bitki boyunun kuraklığa dayanıklılığı belirleyen önemli morfolojik parametrelerden olduğunu ve uzun boylu çeşitlerin kuraklığa karşı daha fazla dayanıklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda, uzun boylu çeşitler genellikle daha uzun koleoptile sahip olup (Kirby, 1993), bir özellik olarak kuraklığa toleransı arttırmada uzun koleoptil faydalı olabilir. Bu sayede tohumlar daha derine ekilebilir ve derinlerdeki nemli toprakta daha iyi çimlenerek toprak yüzeyine çıkabilirler (Rebetzke ve ark., 2007). Sonbaharda bitki gelişimi, derin ve hızlı köklenme (O'Brien, 1979) önemli olduğundan, bitki kış dönemine girmek için daha güçlü ve hazırlıklı durumda olacaktır (Kıraç, 1937).

Çeşitlerin bitki boyuna (BB) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25 'te, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.26 'da verilmiştir. Çizelge 4.25 'te görüldüğü üzere, bitki boyu bakımından yıllar arasındaki fark önemsizken, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasında istatistiki açıdan $p<0,01$ seviyesinde önemli farklılık bulunmuştur.

Çizelge 4.25. Çeşitlerin bitki boyu değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	SD	KT	KO	F	
Yıl	1	24,5	24,5	0,4701	
Tekerrür [Yıl]	6	312,719	52,1198	1,1881	
Çeşit	15	5729,47	381,965	8,7068	**
Yıl*Çeşit	15	2655,25	177,017	4,035	**
Hata	90	3948,28	43,87		
Genel	127	12670,2			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada bitki boyu (BB) değerleri genel ortalaması 104,2 cm olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 103,7 cm iken, ikinci yılda 104,6 cm olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama bitki boyu değerleri 94,3 cm (Konya-2002) ile 116 cm (Kıraç 66) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 86 cm (Kate A-1) ile 122 cm (Kıraç 66) arasında, ikinci yılda ise 93,8 cm (Konya-2002) ile 112,5 cm (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Çeşitlerin bitki boyu değerlerine ait ortalamalar (cm)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	115,0	*abc*	112,5	*bcd*	113,8	ab
Alpu 2001	95,3	*jkl*	95,0	*jkl*	95,1	h
Altay 2000	106,0	*c-i*	111,3	*b-e*	108,6	bcd
Bayraktar 2000	100,5	*g-k*	105,0	*d-i*	102,8	def
Bezostaja 1	106,0	*c-i*	97,5	*ijk*	101,8	efg
Gerek 79	108,0	*c-h*	101,3	*f-k*	104,6	c-f
İzgi 2001	87,0	*L*	105,0	*d-i*	96,0	gh
Karahan-99	110,8	*b-e*	105,0	*d-i*	107,9	b-e
Kate A-1	86,0	*l*	105,0	*d-i*	95,5	gh
Kıraç 66	122,0	*a*	110,0	*b-f*	116,0	a
Konya-2002	94,8	*jkl*	93,8	*kl*	94,3	h
Mesut	99,0	*h-k*	110,0	*b-f*	104,5	c-f
Müfitbey	109,8	*b-g*	110,0	*b-f*	109,9	abc
Reis	97,3	*ijk*	102,5	*e-k*	99,9	fgh
Sönmez 2001	103,8	*d-j*	103,8	*d-j*	103,8	c-f
Yayla 305	118,8	*ab*	106,3	*c-i*	112,5	ab
Ortalama	103,7		104,6		104,2	
DK %			6,4			
AÖF 0,05 (Yıl)			ö.d.			
AÖF 0,05 (Çeşit)			6,6			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			9,4			

Yapılan homojenlik testinde Bartlett (1937), denemelerin birlikte değerlendirilebileceği sonucuna varılmış olup, denemeler yılların birleştirilmesi ile toplu olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda iki yıllık ortalama bitki boyu değerlerine göre, bitki boyu uzun olan çeşitlerin azot ve potasyum alım etkinliği ile toplam bitki biyokütlesinde artış belirlenirken, üst boğum uzunluğu ile toplam kök ve derin kök ağırlıklarının da yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca, bitki boyu uzun olan çeşitlerde bitki örtüsü sıcaklığının düşük olması, çok kısa boylu çeşitlerin kuraklığa tolerans yönünden uygun olmadığını göstermiştir (Çizelge 4.27). Elde ettiğimiz bu sonuçlar, Öztürk (2011) ve Ayrancı (2012) 'nın, farklı kuraklık uygulamalarını modellediği çalışmalarında elde ettikleri bulgular ile benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte, bitki boyu tek başına kuraklığa toleransı açıklayamamaktadır. Buğday çeşitlerinde sadece kuraklığa dayanıklılık değil aynı zamanda, iyi şartlara yanıt verebilme özelliği de arandığından ve uzun boyun yatmaya dayanıklılığı azaltarak, uygun şartlarda bitkinin tane verim potansiyelini sınırlandırıcı rol oynadığından dolayı, çok uzun bitki boyu negatif bir seleksiyon kriteri olarak ta ele alınabilir (Çekiç, 2007).

Çizelge 4.27. Çeşitlerin bitki boyu ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	BB	ÜBU	BÖS	DKB	TKB	TBB
ÜBU	0,697**					
BÖS	-0,750**	-0,618**				
DKB	0,641**	0,630**	-0,748**			
TKB	0,657**	0,662**	-0,765**	0,985**		
TBB	0,699**	0,674**	-0,827**	0,783**	0,802**	
AAE	0,647**	0,586**	-0,740**	0,747**	0,759**	0,974**

BB: Bitki boyu, ÜBU: Üst boğum uzunluğu, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, DKB: Derin kök biyokütlesi, TKB: Toplam kök biyokütlesi, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, AAE: Azot alım etkinliği

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

4.1.7.7. Üst boğum uzunluğu

Çeşitlerin fizyolojik olum döneminde (ZD 89), yapılan ölçümler sonucu elde edilen üst boğum uzunluklarına (ÜBU) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.28 'de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.29 'da verilmiştir. Çizelge 4.28 incelendiğinde, üst boğum uzunluğu bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.28. Çeşitlerin üst boğum uzunluğuna ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	427,446	427,446	135,582	**
Tekerrür [Yıl]	6	18,916	3,15267	0,3882	
Çeşit	15	2115,07	141,005	17,3614	**
Yıl*Çeşit	15	297,594	19,8396	2,4428	**
Hata	90	730,957	8,1217		
Genel	127	3589,98			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada ÜBU değerleri genel ortalaması 35,4 cm olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 37,2 cm iken, ikinci yılda 33,5 cm olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama ÜBU değerleri 26,9 cm (Kate A-1) ile 41,9 cm (Kıraç 66) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 27,9 cm (Kate A-1) ile 44 cm (Kıraç 66) arasında, ikinci yılda ise 25,9 cm (Kate A-1) ile 41,2 cm (Müfitbey) arasında değişmiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Çeşitlerin üst boğum uzunluğuna ait ortalamalar (cm)

Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	42,4	*ab*	33,1	*h-l*	37,8	cd
Alpu 2001	32,2	*j-m*	32,6	*i-l*	32,4	gh
Altay 2000	33,2	*h-l*	30,9	*k-n*	32,0	gh
Bayraktar 2000	40,2	*a-d*	34,4	*f-k*	37,3	cde
Bezostaja 1	37,2	*d-g*	34,6	*f-k*	35,9	def
Gerek 79	41,3	*abc*	36,3	*d-i*	38,8	bc
İzgi 2001	30,0	*lmn*	30,0	*lmn*	30,0	h
Karahan-99	38,3	*c-f*	30,8	*k-n*	34,6	efg
Kate A-1	27,9	*no*	25,9	*o*	26,9	i
Kıraç 66	44,0	*a*	39,7	*b-e*	41,9	a
Konya-2002	35,8	*e-j*	32,9	*h-l*	34,3	fg
Mesut	36,8	*d-h*	37,5	*c-f*	37,1	c-f
Müfitbey	41,3	*abc*	41,2	*abc*	41,2	ab
Reis	38,0	*c-f*	33,4	*g-l*	35,7	def
Sönmez 2001	32,8	*h-l*	28,2	*mno*	30,5	h
Yayla 305	43,7	*ab*	35,0	*f-j*	39,4	abc
Ortalama	37,2	**a**	33,5	**b**	35,4	
DK %			8,1			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,8			
AÖF 0,05 (Çeşit)			2,8			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			4,0			

Çalışma sonucunda, üst boğum uzunluğu ile bitki boyu arasında çok önemli düzeyde (r= 0,697**) ilişki bulunurken, başakta tane sayısı (r= -0,640**), başakta tane ağırlığı (r= -0,519*), suda çözünebilir karbonhidratlar (r= -0,614**) ve bitki örtüsü sıcaklığı (r= -0,618**) değerleri ile önemli düzeyde negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4.30). Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlarda, üst boğum arası uzun olan çeşitlerin metrekarede başak sayısı fazla olsa da, bu durum başakta tane sayısı ve dolayısıyla başakta tane ağırlığı ile desteklenmediğinden dolayı, bu çeşitler verim yönünden düşük seviyede kalmışlardır. Daha önce yapılan çalışmalarda, üst boğum uzunluğunun ıslah çalışmalarında tane verimi ve kuraklığa dayanıklılık açısından değerlendirilebilecek bir özellik olabileceği aynı zamanda, metrekarede başak, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığındaki artış ile birlikte yüksek hasat indeksinin, tane verimini artıran diğer özellikler olduğu bildirilmiştir (Balkan, 2011; Öztürk, 2011). Bizim elde ettiğimiz bulgular ile bu araştırmalarda ortaya konan sonuçlar karşılaştırıldığında aradaki farklılıklar, çalışmalarda kullanılan materyallerin genetik farklılığından, çevre etkisinden ve değişen uygulamalardan kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 4.30. Çeşitlerin üst boğum uzunluğu ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	ÜBU	BB	BÖS	BYYKS	SÇK	MBS	BTS
BB	0,697**						
BÖS	-0,618**	-0,750**					
BYYKS	0,536*	0,362	-0,427				
SÇK	-0,614**	-0,419	0,354	-0,620**			
MBS	0,499*	0,503*	-0,251	0,442	-0,187		
BTS	-0,640**	-0,516*	0,313	-0,409	0,406	-0,724**	
BTA	-0,519*	-0,568*	0,313	-0,385	0,357	-0,828**	0,922**

ÜBU: Üst boğum uzunluğu, BB: Bitki boyu, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, BYYKS: Bayrak yaprak yeşil kalma süresi, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar, MBS: Metrekarede başak sayısı, BTS: Başakta tane sayısı, BTA: Başakta tane ağırlığı

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

4.1.8. Fenolojik özellikler

4.1.8.1. Başaklanma gün sayısı

Erkencilik, bitkinin kuraklığa dayanıklılıktan ziyade, bir tür kuraklıktan kaçış mekanizması olarak bilinmektedir. Kuraklığın genellikle sıcaklık baskısıyla birlikte oluştuğu ve ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz tipi iklim bölgelerinde, erkenciliğin yaygın şekilde bir genetik strateji olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Richards, 1991).

Ekim tarihinden itibaren başaklanma dönemine kadar geçen süre gün olarak hesaplanmıştır. Başaklanma tarihleri her parseldeki toplam başakların % 50 'den fazlasının, başak kınından % 50 oranında çıktığı zaman dikkate alınarak belirlenmiştir. Çeşitlerin başaklanma olum sürelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31 'de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.32 'de verilmiştir. Çizelge 4.31 incelendiğinde, başaklanma olum süreleri bakımından yıl ve çeşitler arasındaki fark $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunurken, yıl x çeşit interaksiyonu, $p<0,05$ seviyesinde istatistiki anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.31. Çeşitlerin başaklanma sürelerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	20150,3	20150,3	1766,6	**
Tekerrür [Yıl]	6	68,4375	11,4063	6,2192	
Çeşit	15	630,469	42,0313	22,917	**
Yıl*Çeşit	15	56,4688	3,76458	2,0526	*
Hata	90	165,063	1,834		
Genel	127	21070,7			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

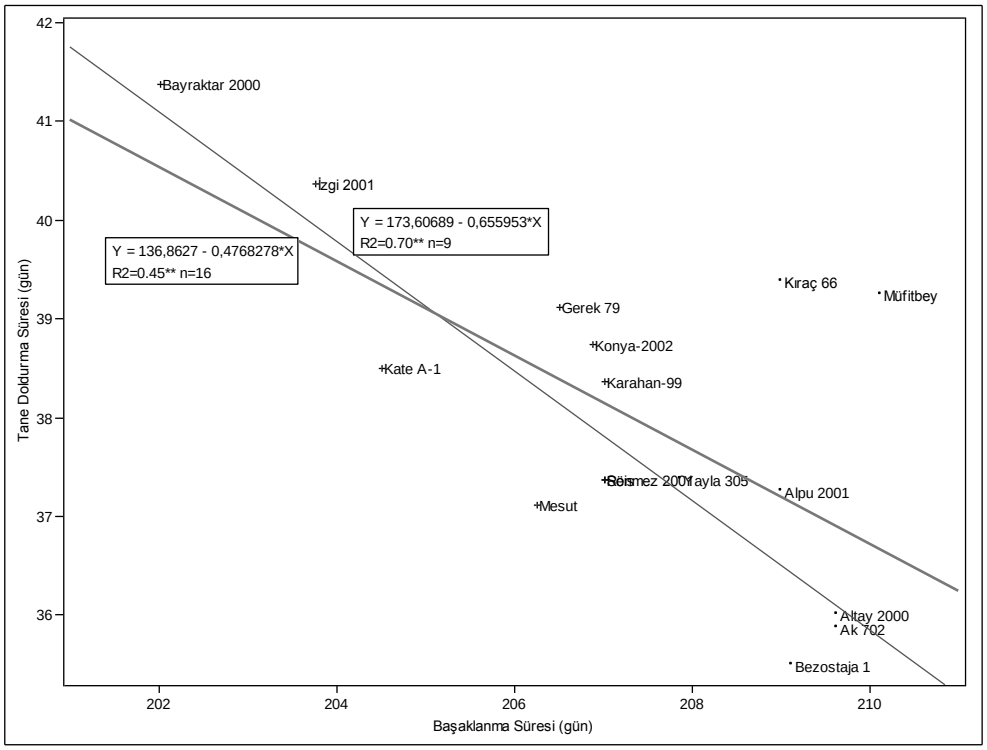
Çalışmada başaklanma süreleri genel ortalaması 207,2 gün olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 219,8 gün, ikinci yılda ise 194,7 gün olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama başaklanma süreleri 202 gün (Bayraktar 2000) ile 210,1 gün (Müfitbey) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 214,8 gün (Bayraktar 2000) ile 222,5 gün (Alpu 2001, Müfitbey) arasında, ikinci yılda ise 189,3 gün (Bayraktar 2000) ile 198 gün (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Çeşitlerin başaklanma sürelerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	221,3	*abc*	198,0	*j*	209,6	a
Alpu 2001	222,5	*a*	195,5	*klm*	209,0	ab
Altay 2000	222,0	*ab*	197,3	*jk*	209,6	a
Bayraktar 2000	214,8	*i*	189,3	*p*	202,0	f
Bezostaja 1	221,5	*abc*	196,8	*jkl*	209,1	ab
Gerek 79	218,8	*efg*	194,3	*mno*	206,5	d
İzgi 2001	217,5	*gh*	190,0	*p*	203,8	e
Karahan-99	220,5	*b-e*	193,5	*no*	207,0	cd
Kate A-1	216,3	*hi*	192,8	*o*	204,5	e
Kıraç 66	220,8	*a-d*	197,3	*jk*	209,0	ab
Konya-2002	218,5	*fg*	195,3	*lmn*	206,9	cd
Mesut	219,0	*d-g*	193,5	*no*	206,3	d
Müfitbey	222,5	*a*	197,8	*j*	210,1	a
Reis	219,8	*c-f*	194,3	*mno*	207,0	cd
Sönmez 2001	220,3	*b-f*	193,8	*mno*	207,0	cd
Yayla 305	220,3	*b-f*	195,5	*klm*	207,9	bc
Ortalama	219,8	**a**	194,7	**b**	207,2	
DK %			0,7			
AÖF 0,05 (Yıl)			1,46			
AÖF 0,05 (Çeşit)			1,35			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			1,90			

Çalışmada, çeşitlerin başaklanma gün sayıları ile tane doldurma süreleri arasında negatif ve çok önemli ($p<0,01$) bir ilişki bulunmuş olup, başaklanma süresi uzadıkça çeşitlerin tane doldurma süreleri kısalmıştır (Şekil 4.15). Çeşitlerin kuraklığa dayanıklılıklarından ziyade kuraklıktan kaçış mekanizması olarak adlandırılan erkencilik, geç dönemde yani tane doldurma sırasında gelen kuraklık stresinin olduğu bölgelerde ön plana çıkmaktadır (Blum, 2018). Ancak, erkencilik her zaman için kurak bölgelerde yüksek verim anlamına gelmemektedir. Erken başaklanma, terminal

kuraklığın öngörüldüğü bölgelerde etkili bir strateji olabilir ve nispeten kolayca selekte edilebilir. Bununla birlikte, sıcaklığın aşırı olmadığı ve nemin yeterli olduğu yerlerde olgunlaşma gün sayısı ve tane verimi arasında genellikle pozitif ilişki varken, böyle durumlarda erkencilikten kaynaklı olarak verim düşebilir (Şekil 4.16). Daha erken başaklanan çeşitler, daha küçük kök gelişimi ve daha küçük toprak üstü gövdeye sahip oldukları için verim düşük gerçekleşmektedir (Kirkegaard ve ark., 2007) . Bu nedenle, daha derinlerdeki toprak neminden daha az faydalanmaktadırlar. Bizim çalışmamızda da, erkenci çeşitlerin, başaklanma gün sayıları ve tane doldurma süreleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) negatif ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Çeşitlerin başaklanma süresi ile tane doldurma süresi arasındaki ilişki

4.1.8.2. Olgunlaşma gün sayısı

Çeşitlerin ekim tarihinden itibaren fizyolojik olum dönemine (ZD 89) kadar geçen süre gün olarak hesaplanmıştır. Yapılan gözlemler sonucu elde edilen olgunlaşma sürelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33 ’de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.34 ’de verilmiştir. Çizelge 4.33 incelendiğinde, olgunlaşma süresi bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.33. Çeşitlerin olgunlaşma sürelerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	24255	24255	2174,1	**
Tekerrür [Yıl]	6	66,9375	11,1563	5,2142	
Çeşit	15	348,469	23,2312	10,858	**
Yıl*Çeşit	15	139,969	9,33125	4,3612	**
Hata	90	192,563	2,14		
Genel	127	25002,97			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada olgunlaşma süreleri genel ortalaması 245,3 gün olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 259 gün, ikinci yılda ise 231,5 gün olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama fizyolojik olum süreleri 243 gün (Kate A-1) ile 249,4 gün (Müfitbey) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 257,5 gün (Kate A-1) ile 260,3 gün (Kıraç 66, Müfitbey) arasında, ikinci yılda ise 228,5 gün (Kate A-1) ile 238,5 gün (Müfitbey) arasında değişmiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Çeşitlerin olgunlaşma sürelerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	259,0	*abc*	232,0	*ef*	245,5	bcd
Alpu 2001	259,5	*abc*	233,0	*e*	246,3	b
Altay 2000	259,8	*ab*	231,5	*efg*	245,6	bc
Bayraktar 2000	258,0	*bc*	228,8	*i*	243,4	ef
Bezostaja 1	259,5	*abc*	229,8	*ghi*	244,6	cde
Gerek 79	259,8	*ab*	231,5	*efg*	245,6	bc
İzgi 2001	258,3	*abc*	230,0	*f-i*	244,1	def
Karahan-99	259,8	*ab*	231,0	*e-h*	245,4	bcd
Kate A-1	257,5	*c*	228,5	*i*	243,0	f
Kıraç 66	260,3	*a*	236,5	*d*	248,4	a
Konya-2002	258,5	*abc*	232,8	*e*	245,6	bc
Mesut	257,8	*bc*	229,0	*hi*	243,4	ef
Müfitbey	260,3	*a*	238,5	*d*	249,4	a
Reis	258,8	*abc*	230,0	*f-i*	244,4	c-f
Sönmez 2001	258,8	*abc*	230,0	*f-i*	244,4	c-f
Yayla 305	259,3	*abc*	231,3	*efg*	245,3	bcd
Ortalama	259,0	**a**	231,5	**b**	245,3	
DK %			0,6			
AÖF 0,05 (Yıl)			1,44			
AÖF 0,05 (Çeşit)			1,45			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			2,05			

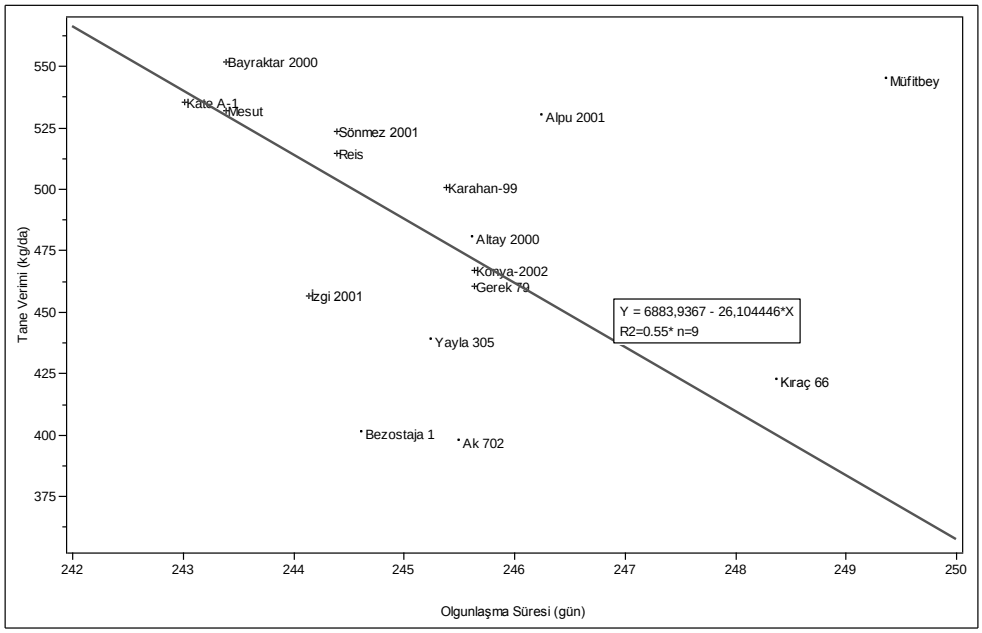
Çizelge 4.35. Çeşitlerin olgunlaşma süreleri ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	OLG	BYYKS	ÜBU	BÖS	SÇK	BB
BYYKS	0,663**					
ÜBU	0,593*	0,536*				
BÖS	-0,579*	-0,427	-0,618**			
SÇK	-0,841**	-0,620**	-0,614**	0,354		
BB	0,503*	0,362	0,697**	-0,750**	-0,419	
BŞK	0,704**	0,060	0,373	-0,499*	-0,617**	0,499*

OLG: Olgunlaşma süresi, BYYKS: Bayrak yaprak yeşil kalma süresi, ÜBU: Üst boğum uzunluğu, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar, BB: Bitki boyu, BŞK: Başaklanma süresi

** (p<0.01), * (p<0.05)

Çalışmada, çeşitlerin iki yıllık ortalama olgunlaşma gün sayısı ile başaklanma süresi (r= 0,704**), BYYKS (r= 0,663**), üst boğum uzunluğu (r= 0,593*) ve bitki boyu (r= 0,503*) arasında pozitif ilişkiler belirlenirken, suda çözünebilir karbonhidratlar (r= -0,841**) ve bitki örtüsü sıcaklığı (r= -0,579*) ile çeşitlerin olgunlaşma süreleri arasında önemli düzeyde negatif ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 4.35). Sonuç olarak, olgunlaşma süresi fazla olan çeşitlerde bitki örtüsü sıcaklığının daha düşük, diğer çeşitlerde ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerde bayrak yaprak yeşil kalma süresi, başaklanma gün sayısı, üst boğum uzunluğu ve bitki boyu, olgunlaşma süresi uzadıkça arttığı belirlenen diğer parametreler olmuştur (Çizelge 4.35).



Şekil 4.16. Çeşitlerin olgunlaşma süresi ile tane verimi arasındaki ilişki

Sıcaklığın aşırı olmadığı ve nemin yeterli olduğu yerlerde, olgunlaşma gün sayısı ve tane verimi arasında genellikle pozitif ilişki varken, böyle üretim sezonlarında erkencilikten kaynaklı olarak tane verimi düşebilmektedir. Daha erken başaklanan bitkiler, daha küçük kök gelişimi ve daha küçük toprak üstü gövdeye sahip oldukları için verim düşük gerçekleşmektedir (Kirkegaard ve ark., 2007). Bizim çalışmamızda da erkenci çeşitlerin olgunlaşma süreleri ile tane verimleri arasında önemli düzeyde ($p<0,05$) negatif ilişki tespit edilmiştir (Şekil 4.16).

4.1.8.3. Tane doldurma süresi

Çeşitlerde tane dolum süresi her parselde çiçeklenmenin % 50 'sinin tamamlandığı gün ile fizyolojik olgunlaşmanın (ZD 89) tamamlandığı gün arasındaki toplam süre göz önünde bulundurularak belirlemiştir. Yapılan gözlemler sonucu elde edilen tane doldurma sürelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36 'da, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.37 'de verilmiştir. Çizelge 4.36 incelendiğinde, tane doldurma süresi bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Çeşitlerin tane doldurma sürelerine ait varyans analizi

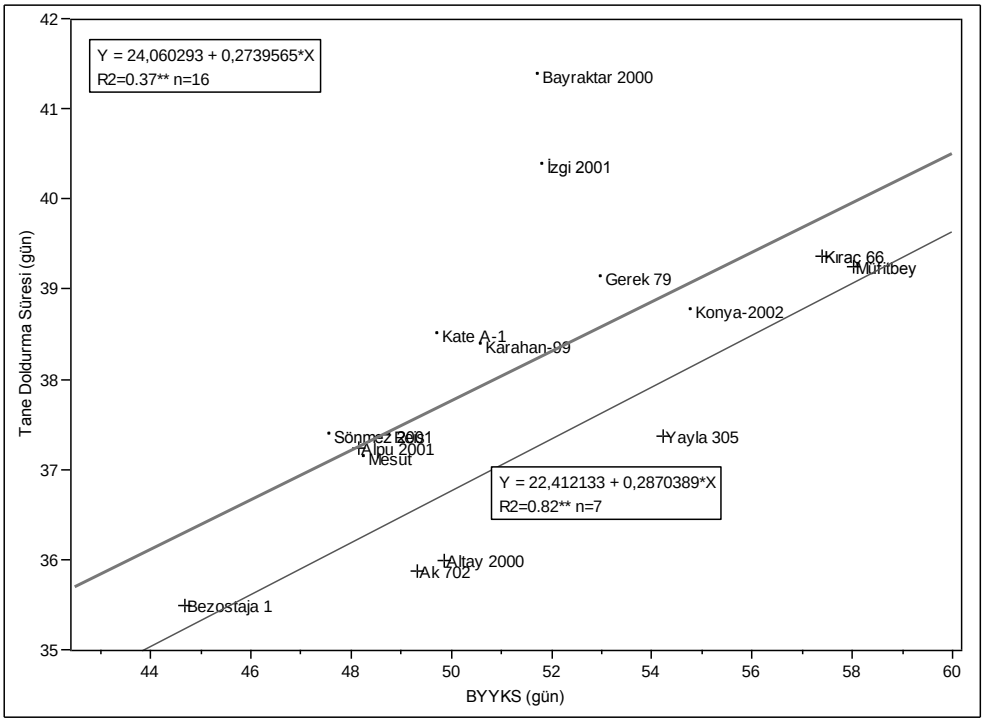
Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	190,13	190,125	22,478	**
Tekerrür [Yıl]	6	50,75	8,45833	2,5186	
Çeşit	15	319,25	21,2833	6,3375	**
Yıl*Çeşit	15	141,13	9,40833	2,8015	**
Hata	90	302,25	3,3583		
Genel	127	1003,5			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada tane doldurma süreleri genel ortalaması 38,1 gün olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 39,3 gün, ikinci yılda ise 36,8 gün olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama tane doldurma süreleri 35,5 gün (Bezostaja 1) ile 41,4 gün (Bayraktar 2000) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 37 gün (Alpu 2001) ile 43,3 gün (Bayraktar 2000) arasında, ikinci yılda ise 33 gün (Bezostaja 1) ile 40,8 gün (Müfitbey) arasında değişmiştir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. Çeşitlerin tane doldurma sürelerine ait ortalamalar

Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	37,8	*d-g*	34,0	*hi*	35,9	fg
Alpu 2001	37,0	*efg*	37,5	*d-g*	37,3	efg
Altay 2000	37,8	*d-g*	34,3	*hi*	36,0	fg
Bayraktar 2000	43,3	*a*	39,5	*b-e*	41,4	a
Bezostaja 1	38,0	*d-g*	33,0	*i*	35,5	g
Gerek 79	41,0	*abc*	37,3	*efg*	39,1	bcd
İzgi 2001	40,8	*abc*	40,0	*bcd*	40,4	ab
Karahan-99	39,3	*b-e*	37,5	*d-g*	38,4	cde
Kate A-1	41,3	*ab*	35,8	*gh*	38,5	cde
Kıraç 66	39,5	*b-e*	39,3	*b-e*	39,4	bc
Konya-2002	40,0	*bcd*	37,5	*d-g*	38,8	b-e
Mesut	38,8	*b-f*	35,5	*ghi*	37,1	efg
Müfitbey	37,8	*d-g*	40,8	*abc*	39,3	bc
Reis	39,0	*b-e*	35,8	*gh*	37,4	def
Sönmez 2001	38,5	*c-f*	36,3	*fgh*	37,4	def
Yayla 305	39,0	*b-e*	35,8	*gh*	37,4	def
Ortalama	39,3	**a**	36,8	**b**	38,1	
DK %			4,8			
AÖF 0,05 (Yıl)			1,26			
AÖF 0,05 (Çeşit)			1,82			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			2,57			



Şekil 4.17. Çeşitlerin BYYKS ile tane doldurma süresi arasındaki ilişki

Erkenciliğin her zaman için kurak bölgelerde yüksek verim anlamına gelmediği, erkencilikle birlikte gelişme oranı yüksek ve kurak koşullarda yapraklarını daha uzun süre yeşil tutabilen çeşitlerin ön plana çıktığı bildirilmiştir (Van Oosterom ve Acevedo, 1993). Bu nedenle çeşitlerin fenolojisi ile birlikte diğer fizyolojik ve morfolojik özelliklerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz iki senelik sonuçlara göre, çeşitlerin bayrak yaprak yeşil kalma süresi ile tane doldurma süreleri arasında pozitif anlamda çok önemli ($p<0,01$) ilişki belirlenirken, özellikle geçci çeşitlerde bu durumun çok daha fazla önem arz ettiği tespit edilmiştir (Şekil 4.17).

4.1.9. Kalite özellikleri

4.1.9.1. Bin tane ağırlığı

Çeşitlerin bin tane ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38 'de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.39 'da verilmiştir. Çizelge 4.38 'de görüldüğü gibi, bin tane ağırlığı bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.38. Çeşitlerin bin tane ağırlıklarına ait varyans analizi

Kaynaklar	SD	KT	KO	F	
Yıl	1	129,002	129,002	87,976	**
Tekerrür [Yıl]	6	8,79797	1,46633	0,3629	
Çeşit	15	1430,15	95,3435	23,599	**
Yıl*Çeşit	15	140,124	9,34162	2,3122	**
Hata	90	363,6195	4,0402		
Genel	127	2071,696			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Ortalamalar açısından bin tane ağırlıkları değerlendirildiğinde (Çizelge 4.39), çeşitler arasında bin tane ağırlığı yüksek olduğu bilinen Konya-2002 çeşidi birinci yılda en yüksek bin tane ağırlığına (47,9 g) sahip olurken, bunu Reis (44,9 g) çeşidi takip etmiştir. Çalışmada, bin tane ağırlıkları genel ortalaması 40,7 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 39,7 g iken, ikinci yılda 41,7 g olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama bin tane ağırlıkları 34,3 g (Ak 702) ile 47,2 g

(Konya-2002) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 32,2 (Ak 702) ile 47,9 g (Konya-2002) arasında, ikinci yılda ise 36,3 g (Ak 702) ile 46,5 g (Konya-2002) arasında değişmiştir (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Çeşitlerin bin tane ağırlıklarına ait ortalamalar (g)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	32,2	*l*	36,3	*ijk*	34,3	h
Alpu 2001	41,3	*def*	40,5	*def*	40,9	de
Altay 2000	39,4	*fgh*	43,0	*cde*	41,2	de
Bayraktar 2000	40,8	*def*	42,7	*cde*	41,8	cd
Bezostaja 1	43,0	*cde*	42,7	*cde*	42,9	cd
Gerek 79	36,7	*h-k*	39,0	*f-i*	37,8	fg
İzgi 2001	34,7	*kl*	40,8	*def*	37,7	g
Karahan-99	38,6	*f-i*	41,0	*def*	39,8	ef
Kate A-1	37,1	*h-k*	38,8	*f-i*	38,0	fg
Kıraç 66	36,3	*ijk*	37,6	*g-j*	37,0	g
Konya-2002	47,9	*a*	46,5	*ab*	47,2	a
Mesut	43,2	*cd*	42,6	*cde*	42,9	cd
Müfitbey	40,6	*def*	45,2	*abc*	42,9	cd
Reis	44,9	*bc*	46,3	*ab*	45,6	ab
Sönmez 2001	43,0	*cde*	44,5	*bc*	43,7	bc
Yayla 305	35,7	*jk*	40,2	*efg*	38,0	fg
Ortalama	39,7	**b**	41,7	**a**	40,7	
DK %			4,9			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,5			
AÖF 0,05 (Çeşit)			2,0			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			2,8			

Bin tane ağırlığı tanenin fiziksel kalitesi açısından önemli bir göstergedir. Tanenin büyük olması bin tane ağırlığını arttıracağı gibi başakta tane ağırlığını ve hektolitre ağırlığını da doğrudan etkilemektedir. Büyük taneli çeşitlerde küçük tanelilere oranla endosperm daha fazla olmakta, bu sayede bin tane ağırlığı buğdayda un veriminin tahmin edilmesi konusunda yardımcı olmaktadır (Yağdı, 2004).

Çalışmamız sonucunda, çeşitlerin bin tane ağırlığı ile başakta tane ağırlığı (r= 0,695**), sedimantasyon değeri (r= 0,730**) ve hektolitre ağırlığı (r= 0,514*) arasında pozitif anlamda önemli ilişkiler bulunurken, metrekarede başak sayısı (r= - 0,639**) ile beklenildiği gibi çok önemli düzeyde negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4.40). Bin tane ağırlığı yönünden elde ettiğimiz veriler ve parametreler arası ilişkiler, (Gummadov, 2012; Mut ve ark., 2017) 'nın bulguları ile uyum göstermektedir.

Çizelge 4.40. Çeşitlerin bin tane ağırlığı ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	TA	BTA	MBS	HL	SDS
BTA	0,695**				
MBS	-0,639**	-0,828**			
HL	0,514*	0,357	-0,384		
SDS	0,730**	0,519*	-0,591*	0,663**	
PRT	-0,206	-0,443	0,212	0,244	0,282

TA: Bin tane ağırlığı, BTA: Başakta tane ağırlığı, MBS: Metrekarede başak sayısı, HL: Hektolitre ağırlığı, SDS: Sedimantasyon değeri, PRT: Protein oranı

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

4.1.9.2. Hektolitre ağırlığı

Hektolitre ağırlığı, serin iklim tahıllarında fiziksel bir kalite özelliği olup, ürünün yoğunluğunun bir ifadesidir. Çeşitlerin hektolitre ağırlığına (HL) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41 'de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.42 'de verilmiştir. Çizelge 4.41 incelendiğinde, hektolitre ağırlıkları bakımından yıllar arasındaki fark önemsizken, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılığın $p<0,01$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.41. Çeşitlerin hektolitre ağırlıklarına ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	1744,12	1744,1	5,3931	
Tekerrür [Yıl]	6	1940,4	323,4	7,0742	
Çeşit	15	7205,71	480,38	10,508	**
Yıl*Çeşit	15	8725,89	581,73	12,724	**
Hata	90	4114,41	45,716		
Genel	127	23730,5			

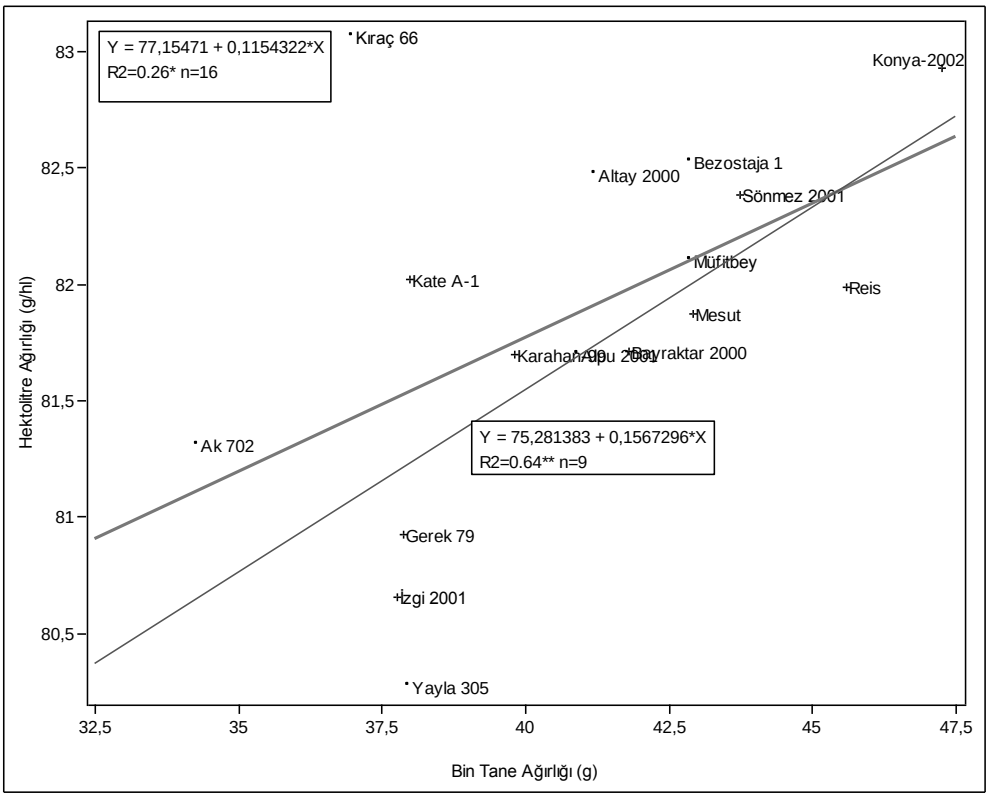
** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada hektolitre ağırlıkları (HL) genel ortalaması 81,85 kg/hl olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 82,22 kg/hl iken, ikinci yılda 81,49 kg/hl olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama hektolitre ağırlıkları 80,28 kg/hl (Yayla 305) ile 83,07 kg/hl (Kıraç 66) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 80,14 kg/hl (Yayla 305) ile 84,21 kg/hl (Bayraktar 2000) arasında, ikinci yılda ise 79,22 kg/hl (Bayraktar 2000) ile 83,70 kg/hl (Altay 2000) arasında değişmiştir (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.42. Çeşitlerin hektolitre ağırlıklarına ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	81,31	*h-k*	81,31	*h-k*	81,31	ef
Alpu 2001	81,65	*ghi*	81,75	*fgh*	81,70	de
Altay 2000	81,25	*h-k*	83,70	*ab*	82,47	abc
Bayraktar 2000	84,21	*a*	79,22	*m*	81,71	de
Bezostaja 1	82,53	*d-g*	82,53	*d-g*	82,53	abc
Gerek 79	81,80	*e-h*	80,05	*lm*	80,93	fg
İzgi 2001	80,56	*jkl*	80,76	*i-l*	80,66	fg
Karahan-99	82,95	*bcd*	80,45	*kl*	81,70	de
Kate A-1	82,75	*cde*	81,31	*h-k*	82,03	cd
Kıraç 66	83,51	*abc*	82,62	*c-f*	83,07	a
Konya-2002	84,06	*a*	81,81	*e-h*	82,93	ab
Mesut	82,46	*d-g*	81,30	*h-k*	81,88	cde
Müfitbey	81,40	*hij*	82,80	*bcd*	82,10	cd
Reis	82,37	*d-g*	81,62	*ghi*	81,99	cd
Sönmez 2001	82,64	*c-f*	82,14	*d-h*	82,39	bc
Yayla 305	80,14	*lm*	80,41	*kl*	80,28	g
Ortalama	82,22		81,49		81,85	
DK %			0,8			
AÖF 0,05 (Yıl)			ö.d.			
AÖF 0,05 (Çeşit)			6,7			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			8,9			

Mut ve ark. (2017), bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı arasında pozitif ve çok önemli ilişki olduğunu saptamışlardır. Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda da, çeşitlerin bin tane ağırlığı ile hektolitre ağırlığı arasında önemli ($p<0,05$) ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Bununla birlikte erkenci çeşitlerde, bin tane ağırlığındaki artışın, hektolitre ağırlığının yükselmesinde çok daha önemli olduğu ($p<0,01$) tespit edilmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Çeşitlerin bin tane ağırlığı ile hektolitre ağırlığı arasındaki ilişki

4.1.9.3. Sedimantasyon değeri

Sedimantasyon değeri, tanede bulunan proteinin kalitesini ifade eden ve kalıtım derecesi yüksek bir kalite özelliğidir. Sedimantasyon değerlerindeki farklılıklar, çeşitlerin genetik özelliklerinden kaynaklanmakta, yetiştiricilik etkisi çok az bulunmaktadır (Balkan, 2006). Buğdayın en önemli kalite ölçütleri olarak kabul edilen gluten niceliği ve niteliği (protein kalitesi) hamurun yoğrulma, işlenme, gaz tutma kapasitesi ve son ürün kalitesi üzerinde etkili olan en önemli öğelerdir. Gluten miktarının fazlalığı ve niteliğinin yüksekliği buğdaylarda bir kalite belirteci olarak kabul edilir (Kent, 1982). Bu nedenle, gluten kuvvetinin belirlenmesi amacıyla yapılan sedimantasyon testleri (SDS ve Zeleny), birçok araştırma kuruluşu tarafından geniş ıslah materyalinin taranmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Karaduman ve ark., 2015; Karaduman, 2019). Çeşitlerin sedimantasyon değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43 ’da, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.44 ’de verilmiştir. Çizelge 4.43 incelendiğinde, sedimantasyon değeri bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.43. Çeşitlerin sedimantasyon değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	SD	KT	KO	F	
Yıl	1	684,5	684,5	39,934	**
Tekerrür [Yıl]	6	102,844	17,141	1,8318	
Çeşit	15	9287,72	619,18	66,171	**
Yıl*Çeşit	15	857	57,133	6,1058	**
Hata	90	842,156	9,357		
Genel	127	11774,2			

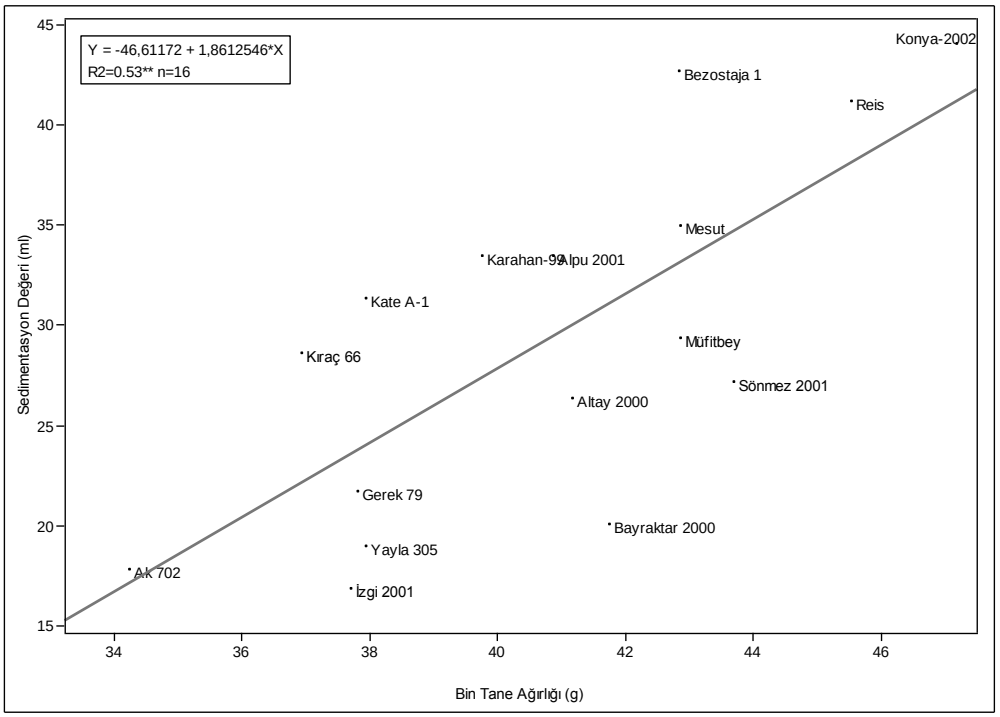
** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada sedimantasyon değerleri (SDS) genel ortalaması 29,2 ml olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 31,5 ml iken, ikinci yılda 26,9 ml olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama sedimantasyon değerleri 16,8 ml (İzgi 2001) ile 44,0 ml (Konya-2002) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 16,8 ml (İzgi 2001) ile 48,5 ml (Bezostaja 1) arasında, ikinci yılda ise 16,8 ml (İzgi 2001) ile 39,8 ml (Konya-2002) arasında değişmiştir (Çizelge 4.44).

Çizelge 4.44. Çeşitlerin sedimantasyon değerlerine ait ortalamalar

Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	18,3	*no*	17,3	*o*	17,8	gh
Alpu 2001	36,8	*def*	30,0	*g-j*	33,4	bc
Altay 2000	26,8	*jkl*	25,8	*jkl*	26,3	e
Bayraktar 2000	22,5	*lmn*	17,5	*o*	20,0	fg
Bezostaja 1	48,5	*a*	36,8	*def*	42,6	a
Gerek 79	20,0	*mno*	23,3	*lm*	21,6	f
İzgi 2001	16,8	*o*	16,8	*o*	16,8	h
Karahan-99	42,0	*bc*	24,8	*kl*	33,4	bc
Kate A-1	33,5	*efg*	29,0	*h-k*	31,3	cd
Kıraç 66	28,0	*ijk*	29,0	*h-k*	28,5	de
Konya-2002	48,3	*a*	39,8	*cd*	44,0	a
Mesut	37,8	*cde*	32,0	*ghi*	34,9	b
Müfitbey	33,0	*fgh*	25,5	*kl*	29,3	de
Reis	45,0	*ab*	37,3	*def*	41,1	a
Sönmez 2001	26,5	*jkl*	27,8	*ijk*	27,1	e
Yayla 305	20,3	*mno*	17,5	*o*	18,9	fgh
Ortalama	31,5	**a**	26,9	**b**	29,2	
DK %			10,5			
AÖF 0,05 (Yıl)			1,8			
AÖF 0,05 (Çeşit)			3,0			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			4,3			

Sedimantasyon değerinin yüksek ölçülmesi, tanede protein kalitesinin de yüksek olduğunu göstermekte olup, böyle unlardan yapılan ekmeklerin hacimleri de yüksek olmaktadır (Elgün ve ark., 2005). Kalite parametreleri değerlendirilirken, bin tane ağırlığı mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır (Karaduman ve ark., 2017). Çalışmamızda elde edilen sonuçlarda, çeşitlerin bin tane ağırlığı ile sedimantasyon değerleri arasında, pozitif ve çok önemli ($p<0,01$) bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Çeşitlerin bin tane ağırlığı ile sedimantasyon değeri arasındaki ilişki

4.1.9.4. Protein oranı

Buğdayda en önemli kalite özelliklerinden biri de tanedeki protein oranı olmakla birlikte, çevresel şartlar, genotipik farklılıklar, ve gübreleme gibi faktörlerden etkilenebilen bir parametredir (Houshmand ve ark., 2005; Carson ve Edwards, 2009; Ashraf Vaghefi ve ark., 2014). Çeşitlerin tane protein oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.45 ’te, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.46 ’da verilmiştir. Çizelge 4.45 incelendiğinde, çeşitlerin protein oranları bakımından yıllar arasındaki fark önemsizken, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılığın $p<0,01$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.45. Çeşitlerin protein oranlarına ait varyans analizi

Kaynaklar	SD	KT	KO	F	
Yıl	1	4,3845	4,3845	3,3956	
Tekerrür [Yıl]	6	7,74733	1,29122	4,1922	
Çeşit	15	24,193	1,61287	5,2365	**
Yıl*Çeşit	15	10,207	0,68047	2,2093	**
Hata	90	27,7204	0,308		
Genel	127	74,2522			

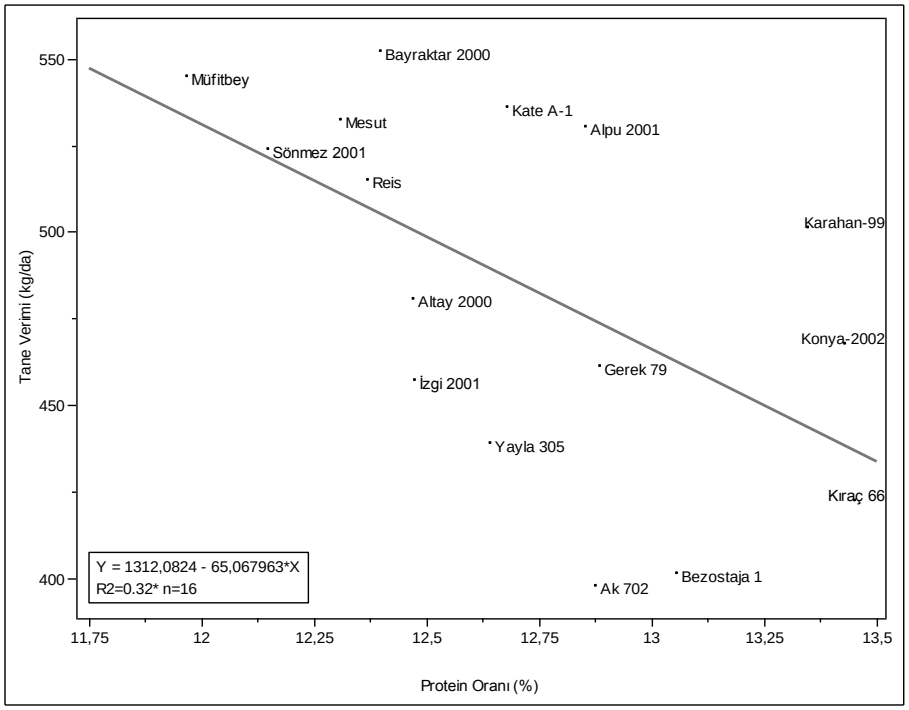
** (p<0.01), * (p<0.05)

Çalışmada tane protein oranları genel ortalaması % 12,7 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda % 12,9 iken, ikinci yılda % 12,5 olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama protein oranları % 12 (Müfitbey) ile %13,5 (Kıraç 66) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda % 11,7 (Müfitbey) ile % 13,9 (Konya-2002) arasında, ikinci yılda ise % 11,8 (Reis) ile % 13,4 (Kıraç 66) arasında değişmiştir (Çizelge 4.46). Mut ve ark. (2010), ekmeklik buğday çeşitlerinde tane protein içeriğinin % 11,5 - 13,4 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.46. Çeşitlerin protein oranlarına ait ortalamalar (%)

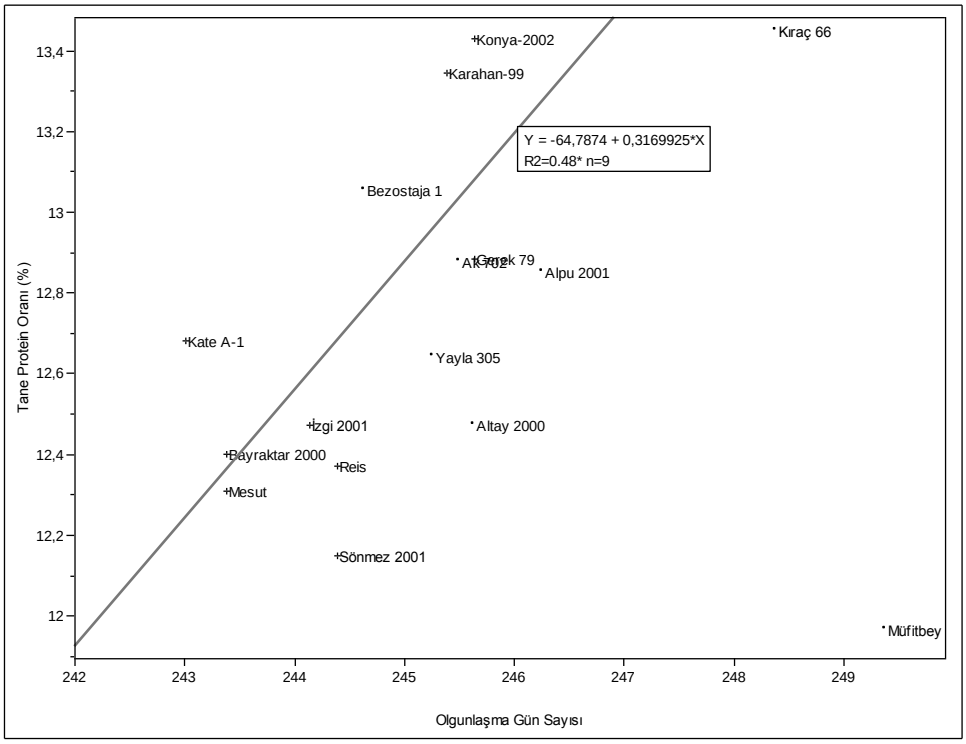
Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	12,8	*b-i*	13,0	*b-g*	12,9	cde
Alpu 2001	13,2	*a-d*	12,5	*e-m*	12,9	c-f
Altay 2000	12,6	*d-l*	12,4	*f-m*	12,5	e-h
Bayraktar 2000	12,8	*b-h*	12,0	*j-m*	12,4	e-h
Bezostaja 1	13,0	*b-g*	13,1	*b-f*	13,1	a-d
Gerek 79	13,0	*b-g*	12,8	*b-h*	12,9	b-e
İzgi 2001	12,9	*b-h*	12,1	*h-m*	12,5	e-h
Karahan-99	13,5	*ab*	13,2	*a-e*	13,3	abc
Kate A-1	13,5	*ab*	11,9	*klm*	12,7	d-g
Kıraç 66	13,5	*ab*	13,4	*abc*	13,5	a
Konya-2002	13,9	*a*	13,0	*b-g*	13,4	ab
Mesut	12,4	*f-m*	12,3	*g-m*	12,3	fgh
Müfitbey	11,7	*m*	12,2	*g-m*	12,0	h
Reis	12,9	*b-g*	11,8	*lm*	12,4	e-h
Sönmez 2001	12,0	*i-m*	12,3	*g-m*	12,2	gh
Yayla 305	12,7	*c-j*	12,6	*c-k*	12,6	d-g
Ortalama	12,9		12,5		12,7	
DK %			4,4			
AÖF 0,05 (Yıl)			ö.d.			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,55			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			0,78			

Buğday çeşitlerinde genel olarak verim ile tane protein oranı arasında negatif ilişki bulunmaktadır. Bu negatif ilişki bugüne kadar yapılan çok sayıda çalışma ile ortaya konulmuştur (Trethowan ve ark., 2001; Gooding ve ark., 2003; Dupont ve ark., 2006; Avcı, 2007).



Şekil 4.20. Çeşitlerin tane verimi ile protein oranı arasındaki ilişki

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre, çeşitlerin tane protein oranı ile tane verimi arasında beklenildiği üzere, negatif ve önemli ($p<0,05$) bir ilişki (Şekil 4.20), bununla birlikte erkenci çeşitlerin, olgunlaşma süresi ve tane protein oranları arasında önemli düzeyde ($p<0,05$) pozitif bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Çeşitlerin olgunlaşma süresi ile tane protein oranı arasındaki ilişki

4.2. Sera Çalışmaları

4.2.1. Fenolojik Özellikler

4.2.1.1. Başaklanma gün sayısı

Çeşitlerin kök tüplerine dikildiği tarihten itibaren, başaklanma dönemine kadar geçen süre gün olarak hesaplanmıştır. Çeşitlerin başaklanma olum sürelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.47 ’de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.48 ’de verilmiştir. Çizelge 4.47 incelendiğinde, başaklanma olum süreleri bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık istatistiki açıdan $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çalışmada başaklanma süreleri genel ortalaması 76,7 gün olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 78,6 gün, ikinci yılda ise 74,8 gün olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama başaklanma olum süreleri 71,8 gün (Mesut) ile 83,3 gün (Ak 702) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda

73,3 gün (İzgi 2001, Bayraktar 2000) ile 86,0 gün (Müfitbey) arasında, ikinci yılda ise 70,5 gün (İzgi 2001) ile 81,8 gün (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.48).

Çizelge 4.47. Çeşitlerin başaklanma sürelerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	457,531	457,531	61,431	**
Tekerrür [Yıl]	6	44,6875	7,44792	3,0917	
Çeşit	15	1719,47	114,631	47,584	**
Yıl*Çeşit	15	279,719	18,6479	7,7408	**
Hata	90	216,813	2,409		
Genel	127	2718,22			

** (p<0.01), * (p<0.05)

Çalışma sonucunda, iki yıllık ortalama başaklanma gün sayılarına göre geçci çeşitlerin, toplam kök biyokütlesi, kök uzunluğu, toplam bitki biyokütlesi, azot alım etkinliği, potasyum alım etkinliği ve oransal nem içeriği değerlerinin yüksek olduğu bulunurken, hasat indeksi ve bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinin ise erkenci çeşitlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.48. Çeşitlerin başaklanma sürelerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	84,8	*a*	81,8	*b*	83,3	a
Alpu 2001	80,5	*bc*	75,8	*e-h*	78,1	cd
Altay 2000	78,5	*cd*	77,0	*d-g*	77,8	cde
Bayraktar 2000	73,3	*ij*	70,8	*kl*	72,0	ij
Bezostaja 1	81,8	*b*	76,3	*e-h*	79,0	c
Gerek 79	77,5	*def*	75,0	*ghi*	76,3	ef
İzgi 2001	73,3	*ij*	70,5	*kl*	71,9	ij
Karahan-99	74,3	*hi*	74,5	*hi*	74,4	gh
Kate A-1	75,5	*fgh*	71,3	*jkl*	73,4	hi
Kıraç 66	84,0	*a*	78,5	*cd*	81,3	b
Konya-2002	75,8	*e-h*	71,8	*jk*	73,8	gh
Mesut	74,3	*hi*	69,3	*l*	71,8	j
Müfitbey	86,0	*a*	80,0	*bc*	83,0	a
Reis	77,3	*def*	73,3	*ij*	75,3	fg
Sönmez 2001	75,5	*fgh*	77,8	*de*	76,6	def
Yayla 305	85,0	*a*	73,3	*ij*	79,1	c
Ortalama	78,6	**a**	74,8	**b**	76,7	
DK %			2,0			
AÖF 0,05 (Yıl)			1,18			
AÖF 0,05 (Çeşit)			1,54			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			2,18			

Geçci çeşitler, kök özellikleri yönünden daha büyük biyokütle ve kök uzunluğuna sahip olup, besin maddeleri alım etkinlikleri ile kuraklığa toleransın dolaylı göstergelerinden olan oransal nem içerikleri yüksek, bitki örtüsü sıcaklıkları düşük olmasına rağmen, hasat indeksi değerlerinin erkenci çeşitlere göre daha düşük olması ve verim unsurları tarafından desteklenmediği için, bu avantajı verime yansıtamamışlardır.

Çizelge 4.49. Çeşitlerin başaklanma süreleri ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	BŞK	BB	TKB	KU	HI	AAE	PAE	TBB	ONİ
BB	0,444								
TKB	0,885**	0,505*							
KU	0,787**	0,409	0,778**						
HI	-0,695**	-0,440	-0,830**	-0,478					
AAE	0,642**	0,712**	0,759**	0,659**	-0,485				
PAE	0,590*	0,738**	0,738**	0,571*	-0,509*	0,917**			
TBB	0,693**	0,702**	0,802**	0,674**	-0,507*	0,974**	0,963**		
ONİ	0,535*	0,022	0,593*	0,460	-0,530*	0,270	0,186	0,301	
BÖS	-0,681**	-0,632**	-0,765**	-0,662**	0,552*	-0,740**	-0,795**	-0,827**	-0,384

BŞK: Başaklanma süresi, BB: Bitki boyu, TKB: Toplam kök biyokütlesi, KU: Kök uzunluğu, HI: Hasat indeksi, AAE: Azot alım etkinliği, PAE: Potasyum alım etkinliği, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, ONİ: Oransal nem içeriği, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı

** (p<0.01), * (p<0.05)

4.2.1.2. Olgunlaşma gün sayısı

Çeşitlerin kök tüplerine dikildiği tarihten itibaren, fizyolojik olum dönemine (ZD 89) kadar geçen süre gün olarak hesaplanmıştır. Yapılan gözlemler sonucu elde edilen olgunlaşma sürelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.50 ’de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.51 ’de verilmiştir. Çizelge 4.50 ’de görüldüğü gibi, çeşitlerin olgunlaşma süresi bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık istatistiki anlamda p<0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.50. Çeşitlerin olgunlaşma sürelerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	192,57	192,57	228,93	**
Tekerrür [Yıl]	6	5,04688	0,8411	0,8885	
Çeşit	15	995,18	66,345	70,081	**
Yıl*Çeşit	15	436,805	29,120	30,760	**
Hata	90	85,2031	0,9467		
Genel	127	1714,80			

** (p<0.01), * (p<0.05)

Çalışmada olgunlaşma süreleri genel ortalaması 133,0 gün olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 134,2 gün, ikinci yılda ise 131,7 gün olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama olgunlaşma süreleri 129,5 gün ile 137,4 gün (Ak 702) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 131 gün ile 140 gün arasında, ikinci yılda ise 128 gün ile 135,3 gün (Altay 2000) arasında değişmiştir (Çizelge 4.51).

Çizelge 4.51. Çeşitlerin olgunlaşma sürelerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	140,0	*a*	134,8	*c*	137,4	a
Alpu 2001	137,0	*b*	135,0	*c*	136,0	b
Altay 2000	131,0	*fg*	135,3	*c*	133,1	c
Bayraktar 2000	131,0	*fg*	128,0	*h*	129,5	g
Bezostaja 1	137,0	*b*	134,5	*c*	135,8	b
Gerek 79	131,0	*fg*	133,0	*de*	132,0	de
İzgi 2001	131,0	*fg*	128,0	*h*	129,5	g
Karahan-99	131,0	*fg*	132,0	*ef*	131,5	ef
Kate A-1	137,0	*b*	128,0	*h*	132,5	cd
Kıraç 66	140,0	*a*	134,0	*cd*	137,0	a
Konya-2002	131,0	*fg*	128,0	*h*	129,5	g
Mesut	131,0	*fg*	128,0	*h*	129,5	g
Müfitbey	140,0	*a*	134,0	*cd*	137,0	a
Reis	131,0	*fg*	131,0	*fg*	131,0	f
Sönmez 2001	131,0	*fg*	134,5	*c*	132,8	cd
Yayla 305	137,0	*b*	129,8	*g*	133,4	c
Ortalama	134,2	**a**	131,7	**b**	133,0	
DK %			1,0			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,40			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,97			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			1,37			

Çalışma sonucunda, çeşitlerin iki yıllık ortalama olgunlaşma gün sayıları ile toplam kök biyokütlesi (r= 0,842**), kök uzunluğu (r= 0,731**), oransal nem içeriği (r= 0,686**), toplam bitki biyokütlesi (r= 0,532*) ve azot alım etkinliği (r= 0,490*), arasında pozitif ilişki bulunurken, hasat indeksi (r= -0,716**), bitki örtüsü sıcaklığı (r= -0,558*) ve suda çözünebilir karbonhidratlar (r= -0,538*) ile olgunlaşma süreleri arasında önemli düzeyde negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4.52). Sonuç olarak, erkenci çeşitlerde bitki örtüsü sıcaklığı ve hasat indeksi artarken, geçci çeşitlerde azaldığı belirlenmiştir. Çeşitlerde oransal nem içeriği, kök ve gövde biyokütleleri ile azot alımı, olgunlaşma süresi uzadıkça arttığı saptanan diğer özellikler olmuştur.

Çizelge 4.52. Çeşitlerin olgunlaşma süreleri ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	OLG	ONİ	BÖS	SÇK	TKB	KU	TBB	HI
ONİ	0,686**							
BÖS	-0,558*	-0,384						
SÇK	-0,538*	-0,275	0,354					
TKB	0,842**	0,593*	-0,765**	-0,557*				
KU	0,731**	0,460	-0,662**	-0,236	0,778**			
TBB	0,532*	0,301	-0,827**	-0,474	0,802**	0,674**		
HI	-0,716**	-0,530*	0,552*	0,474	-0,830**	-0,478	-0,507*	
AAE	0,490*	0,270	-0,740**	-0,375	0,759**	0,659**	0,974**	-0,490*

OLG: Olgunlaşma süresi, ONİ: Oransal nem içeriği, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar, TKB: Toplam kök biyokütlesi, KU: Kök uzunluğu, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, HI: Hasat indeksi, AAE: Azot alım etkinliği

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

4.2.1.3. Tane doldurma süresi

Çeşitlerin çiçeklenme tarihinden itibaren fizyolojik olum dönemine (ZD 89) kadar geçen süre gün olarak hesaplanmıştır. Yapılan gözlemler sonucu elde edilen tane doldurma sürelerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.53 'de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.54 'de verilmiştir. Çizelge 4.53 incelendiğinde, tane doldurma süreleri bakımından yıllar arasındaki fark $p<0,05$, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık ise $p<0,01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.53. Çeşitlerin tane doldurma sürelerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	101,531	101,531	8,5388	*
Tekerrür [Yıl]	6	71,3438	11,8906	5,6575	
Çeşit	15	277,25	18,4833	8,7943	**
Yıl*Çeşit	15	228,219	15,2146	7,2391	**
Hata	90	189,156	2,1017		
Genel	127	867,5			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada tane doldurma süreleri genel ortalaması 51,1 gün olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 50,2 gün, ikinci yılda ise 52 gün olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama tane doldurma süreleri 48,4 gün

(Müfitbey) ile 54 gün (Kate A-1) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 46,8 gün (Altay 2000) ile 56,3 gün (Kate A-1) arasında, ikinci yılda ise 48,0 gün (Ak 702) ile 54,3 gün (Alpu 2001) arasında değişmiştir (Çizelge 4.54).

Erkencilik, bitkinin kuraklığa dayanıklılıktan ziyade, bir tür kuraklıktan kaçış stratejisi olarak bilinmektedir (Turner, 1986). Kuraklığın genellikle sıcaklık baskısıyla birlikte oluştuğu ve ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz tipi iklim bölgelerinde, erkenciliğin yaygın şekilde bir genetik strateji olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Richards, 1991). Erken başaklanma, tane doldurma döneminde oluşabilecek kuraklığın öngörüldüğü bölgelerde etkili bir strateji olabilir. Ancak, sıcaklığın aşırı olmadığı ve nemin yeterli olduğu yerlerde olgunlaşma gün sayısı ve tane verimi arasında genellikle pozitif ilişki varken, böyle durumlarda erkencilikten kaynaklı olarak verim düşebilir. Daha erken başaklanan bitkiler, daha küçük kök gelişimi ve daha küçük toprak üstü gövdeye sahip oldukları için verim düşük gerçekleşmektedir (Kirkegaard ve ark., 2007).

Çizelge 4.54. Çeşitlerin tane doldurma sürelerine ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	50,0	*h-l*	48,0	*l-o*	49,0	hi
Alpu 2001	51,0	*e-j*	54,3	*ab*	52,6	ab
Altay 2000	46,8	*o*	53,3	*bcd*	50,0	fgh
Bayraktar 2000	52,3	*b-g*	52,3	*b-g*	52,3	bc
Bezostaja 1	50,0	*h-l*	53,3	*bcd*	51,6	b-e
Gerek 79	48,3	*ko*	53,0	*b-e*	50,6	d-g
İzgi 2001	52,3	*b-g*	52,5	*b-f*	52,4	bc
Karahan-99	51,5	*d-i*	52,5	*b-f*	52,0	bcd
Kate A-1	56,3	*a*	51,8	*c-h*	54,0	a
Kıraç 66	50,5	*f-j*	50,5	*f-j*	50,5	efg
Konya-2002	49,5	*i-m*	51,3	*d-i*	50,4	e-h
Mesut	51,3	*d-i*	53,8	*bc*	52,5	b
Müfitbey	47,8	*mno*	49,0	*j-n*	48,4	i
Reis	48,3	*k-o*	52,8	*b-e*	50,5	efg
Sönmez 2001	50,3	*g-k*	51,8	*c-h*	51,0	c-f
Yayla 305	47,0	*no*	51,5	*d-i*	49,3	ghi
Ortalama	50,2	**b**	52,0	**a**	51,1	
DK %			2,8			
AÖF 0,05 (Yıl)			1,49			
AÖF 0,05 (Çeşit)			1,44			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			2,04			

Kontrollü şartlarda ve optimum bitki besin maddesi uygulamasının gerçekleştiği çalışmamızda, erkenci çeşitlerin başaklanma gün sayıları ve tane doldurma süreleri arasında çok önemli düzeyde ($p<0,01$) ve negatif bir ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 4.55). Aynı zamanda araştırmamız sonucunda, tane doldurma süreleri uzun olan çeşitlerin, toplam kök biyokütlesi, kök uzunluğu, toplam bitki biyokütlesi, azot alım etkinliği, potasyum alım etkinliği ve dolayısıyla tek bitki verimlerinin beklenildiği üzere düşük olduğu tespit edilirken, suda çözünebilir karbonhidrat miktarlarının ise geçci çeşitlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55. Çeşitlerin tane doldurma süreleri ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	TDS	BŞK	TKB	KU	TBB	AAE	PAE	TBV
BŞK	-0,729**							
TKB	-0,611**	0,885**						
KU	-0,584*	0,787**	0,778**					
TBB	-0,712**	0,693**	0,802**	0,674**				
AAE	-0,653**	0,642**	0,759**	0,659**	0,974**			
PAE	-0,703**	0,590*	0,738**	0,571*	0,963**	0,917**		
TBV	-0,612**	0,419	0,483	0,538*	0,889**	0,874**	0,854**	
SÇK	0,571*	-0,628**	-0,557*	-0,236	-0,474	-0,375	-0,493*	-0,260

TDS: Tane doldurma süresi, BŞK: Başaklanma süresi, TKB: Toplam kök biyokütlesi, KU: Kök uzunluğu, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, AAE: Azot alım etkinliği, PAE: Potasyum alım etkinliği, TBV: Tek bitki verimi, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

4.2.2. Fenotipik kök ve gövde özellikleri

4.2.2.1. Kök uzunluğu

Bitkiler çevresel dalgalanmalara, kök uzunlukları, yoğunlukları ile kök-gövde oranlarına bağlı olarak tepki verebilirler (Persson ve ark., 2002; Reynolds ve ark., 2006). Bu özellikler bitkilere kuraklık ve beslenme stresi koşulları altında hayatta kalmak için daha iyi bir şans verebilir (Manske ve Vlek, 2002). Buğday kök sistemi, seminal ve adventif kökler olarak adlandırılan iki ana kısımdan oluşur (Manske ve Vlek, 2002). Seminal kökler yer çekiminin etkisi ile toprağın derinliklerine doğru (Oyanagi, 1994), adventif kökler ise daha çok yanal olarak gelişir (Manske ve Vlek, 2002). Ekmeklik buğdaylar genel olarak 3-5 adet seminal köke ve kardeş sayısına göre değişen birçok adventif köklere sahiptir (Robertson ve ark., 1979).

Çeşitlerin kök uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.56 'da, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.57 'de verilmiştir. Çizelge 4.56 incelendiğinde, kök uzunlukları bakımından yıl ve yıl x çeşit interaksiyonu önemsiz bulunurken, çeşitler arasında ki farklılığın p<0,01 seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.56. Çeşitlerin kök uzunluğu değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	760,5	760,5	4,7096	
Tekerrür [Yıl]	6	968,875	161,479	1,5185	
Çeşit	15	5977,75	398,517	3,7476	**
Yıl*Çeşit	15	1042,25	69,4833	0,6534	
Hata	90	9570,63	106,34		
Genel	127	18320			

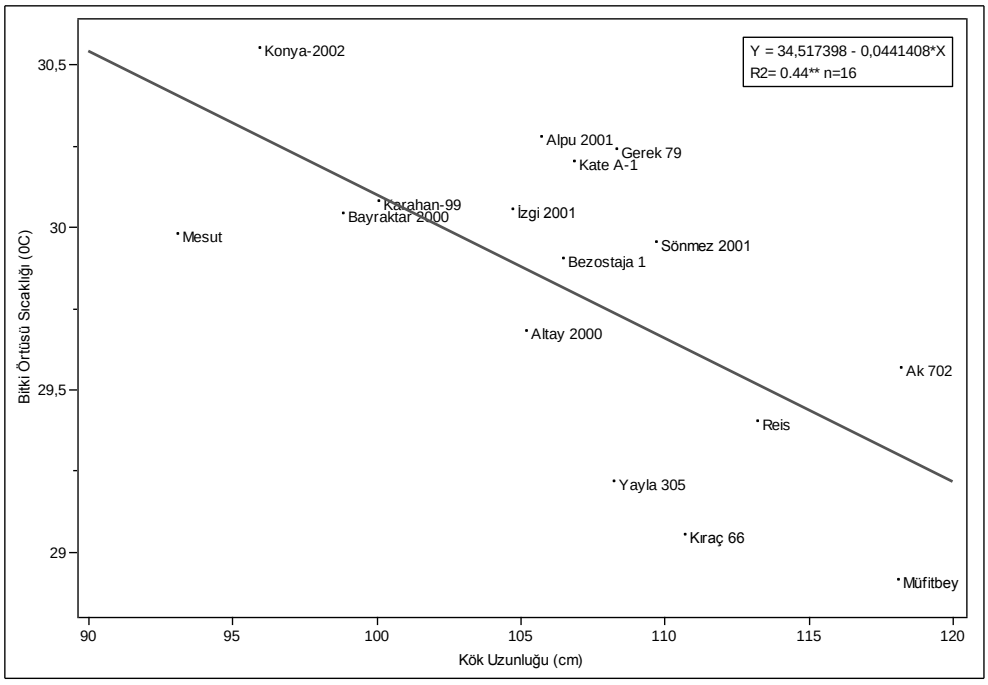
** (p<0.01), * (p<0.05)

Çalışmada kök uzunluğu (KU) değerleri genel ortalaması 106,5 cm olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 108,9 cm, ikinci yılda ise 104,1 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.57). Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama kök uzunlukları 93,1 cm (Mesut) ile 118,3 cm (Ak 702) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 96,3 cm (Bayraktar 2000) ile 124,8 cm (Ak 702) arasında, ikinci yılda ise 87,3 cm (Mesut) ile 118 cm (Müfitbey) arasında değişmiştir (Çizelge 4.57).

Buğdayda kuraklığa toleransı geliştirmek için birçok özellik bitkinin kök sistemi ile bağlantılıdır. Yoğun ve derin bir kök sistemi, toprak profilindeki suyun daha iyi alınması ve bitki su durumunun korunarak, transpirasyonun devamı ile yakından ilişkilidir (Blum, 2009; Ehdaie ve ark., 2012). Kuraklık çalışmalarında kullanılan en önemli parametrelerden birisi de bitki örtüsü sıcaklığı olup, bu özellik bitkide su düzeni ile ilgili bilgiler vermektedir. Su stresi yaşayan çeşitlere göre, bünyesinde daha fazla su bulunduran çeşitlerde devam eden transpirasyonun sağladığı serinlik etkisiyle, bitki örtüsü sıcaklığının düşük olması beklenmektedir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre, çeşitlerin kök uzunluğu ile bitki örtüsü sıcaklığı arasında beklenildiği üzere, negatif ve çok önemli bir ilişki (p<0,01) görülmüştür (Şekil 4.22).

Çizelge 4.57. Çeşitlerin kök uzunluğu değerlerine ait ortalamalar (cm)

Çeşit	2017	2018	Ortalama	
Ak 702	124,8	111,8	118,3	a
Alpu 2001	110,3	101,3	105,8	b-e
Altay 2000	105,0	105,5	105,3	b-e
Bayraktar 2000	96,3	101,5	98,9	def
Bezostaja 1	111,0	102,0	106,5	bcd
Gerek 79	114,3	102,5	108,4	a-d
İzgi 2001	106,8	102,8	104,8	b-e
Karahan-99	105,3	95,0	100,1	c-f
Kate A-1	103,5	110,3	106,9	bcd
Kıraç 66	114,0	107,5	110,8	ab
Konya-2002	98,3	93,8	96,0	ef
Mesut	99,0	87,3	93,1	f
Müfitbey	118,3	118,0	118,1	a
Reis	115,0	111,5	113,3	ab
Sönmez 2001	111,8	107,8	109,8	abc
Yayla 305	109,8	106,8	108,3	a-d
Ortalama	108,9	104,1	106,5	
DK %		9,7		
AÖF 0,05 (Yıl)		ö.d.		
AÖF 0,05 (Çeşit)		10,2		
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)		ö.d.		



Şekil 4.22. Çeşitlerin kök uzunluğu ile bitki örtüsü sıcaklığı arasındaki ilişki

4.2.2.2. Yüzey kök biyokütlesi

Çeşitlerin yüzey kök biyokütlesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.58 ’de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.59 ’da verilmiştir. Çizelge 4.58 incelendiğinde, yüzey kök biyokütlesi değerleri bakımından yıllar arasındaki fark önemsizken, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılığın p<0,01 seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.58. Çeşitlerin yüzey kök biyokütlesi değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	0,00327	0,00327	0,2509	
Tekerrür [Yıl]	6	0,0781	0,01302	2,0356	
Çeşit	15	1,66647	0,1111	17,375	**
Yıl*Çeşit	15	0,38341	0,02556	3,9974	**
Hata	90	0,57548	0,00639		
Genel	127	2,70672			

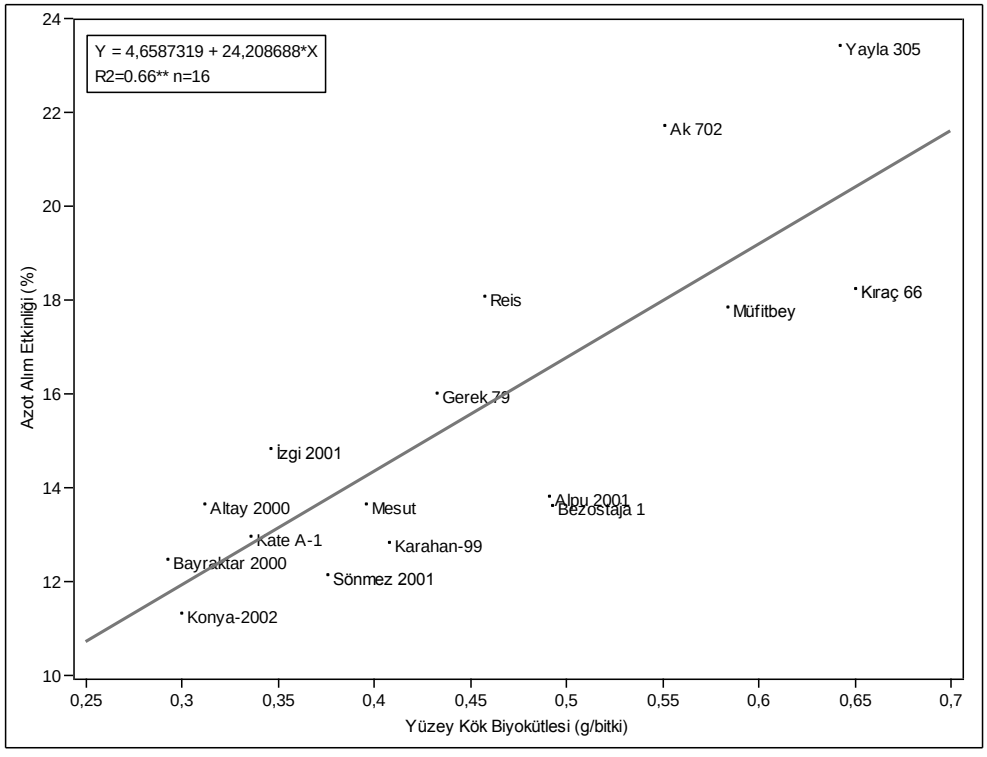
** (p<0.01), * (p<0.05)

Çizelge 4.59. Çeşitlerin yüzey kök biyokütlesi değerlerine ait ortalamalar (g)

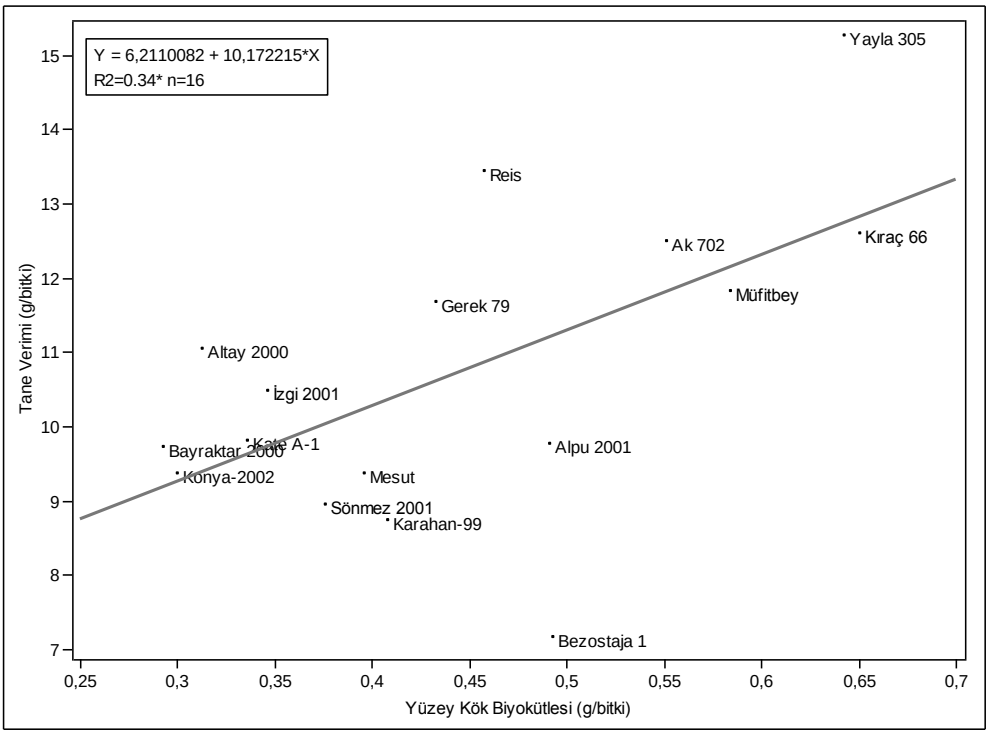
Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	0,47	*f-i*	0,64	*bc*	0,55	bc
Alpu 2001	0,57	*c-f*	0,41	*g-l*	0,49	cd
Altay 2000	0,33	*j-o*	0,30	*l-o*	0,31	hi
Bayraktar 2000	0,31	*k-o*	0,28	*o*	0,29	i
Bezostaja 1	0,47	*e-i*	0,52	*d-g*	0,49	cd
Gerek 79	0,47	*e-h*	0,39	*h-n*	0,43	def
İzgi 2001	0,34	*j-o*	0,36	*i-o*	0,35	ghi
Karahan-99	0,41	*g-k*	0,41	*h-m*	0,41	efg
Kate A-1	0,28	*no*	0,39	*h-o*	0,34	ghi
Kıraç 66	0,71	*ab*	0,59	*cd*	0,65	a
Konya-2002	0,29	*mno*	0,31	*k-o*	0,30	hi
Mesut	0,39	*h-n*	0,40	*h-m*	0,40	efg
Müfitbey	0,58	*cde*	0,59	*cd*	0,59	ab
Reis	0,42	*g-k*	0,50	*d-h*	0,46	de
Sönmez 2001	0,33	*j-o*	0,43	*g-j*	0,38	fgh
Yayla 305	0,79	*a*	0,50	*d-h*	0,64	a
Ortalama	0,45		0,44		0,44	
DK %			18,1			
AÖF 0,05 (Yıl)			ö.d.			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,08			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			0,11			

Çalışmada yüzey kök biyokütlesi değerleri genel ortalaması 0,44 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 0,45 g iken, ikinci yılda 0,44 g olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama yüzey kök biyokütlesi 0,29 g (Bayraktar 2000) ile 0,65 g (Kıraç 66) çeşitleri arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 0,28 g (Kate A-1) ile 0,79 g (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise 0,28 g (Bayraktar 2000) ile 0,64 g (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.59).

Tahıllarda azot alımını kök morfolojik karakterleri etkiler. Küçük ve yüzeysel kök sistemine sahip bitkilerde yıkanan azot, büyük ve derin kök sistemlerine sahip bitkilere oranla daha yüksektir. Ayrıca yoğun kök sistemleriyle, yan dalları ve kök saçları yoğun bitkiler daha büyük kök yüzey alanı sayesinde, besin maddelerini almak için seyrek kök sistemlerine sahip bitkilerden daha iyi adapte olurlar (Gahoonia ve ark., 2007). Bowman ve ark. (1998), nitrat yıkanması üzerine kök yapısının etkisini incelemiş olup, yüzey kök biyokütlesi düşük olan genotiplerde, nitrat yıkanmasının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlarda da görüldüğü üzere, yüzey kök biyokütlesinin fazla olduğu çeşitlerde azot alım etkinliği de yüksek oranda gerçekleşmiş (Şekil 4.23), bu durum ise ekmeklik buğdayda daha çok tane verimi ile sonuçlanmıştır (Şekil 4.24).



Şekil 4.23. Çeşitlerin yüzey kök biyokütlesi ile azot alım etkinliği arasındaki ilişki



Şekil 4.24. Çeşitlerin yüzey kök biyokütlesi ile tane verimi arasındaki ilişki

4.2.2.3. Derin kök biyokütlesi

Buğdayda kök sistem özellikleri çalışmaları, seleksiyondaki zorluklar ve kök yapısı ile fonksiyonlarındaki bilgilerin kısıtlı olması sebebiyle ihmal edilmiştir (Waines ve Ehdaie, 2007). Kuraklığa toleransı arttırmak için birçok parametre bitkilerin kök sistemi ile ilişkilidir. Yoğun ve derin bir kök sistemi, toprak profilindeki suyun daha iyi alınması ve bitki su durumunun korunarak, tranpirasyonun devamı ile yakından ilişkilidir (Blum, 2009; Ehdaie ve ark., 2012).

Çeşitlerin derin kök biyokütlesi (DKB) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.60 ’de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.61 ’de verilmiştir. Çizelge 4.60 incelendiğinde, derin kök biyokütlesi değerleri bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.60. Çeşitlerin derin kök biyokütlesi değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	0,48301	0,48301	31,504	**
Tekerrür [Yıl]	6	0,09199	0,01533	1,0581	
Çeşit	15	4,05656	0,27044	18,663	**
Yıl*Çeşit	15	0,73978	0,04932	3,4035	**
Hata	90	1,30415	0,01449		
Genel	127	6,67549			

** (p<0.01), * (p<0.05)

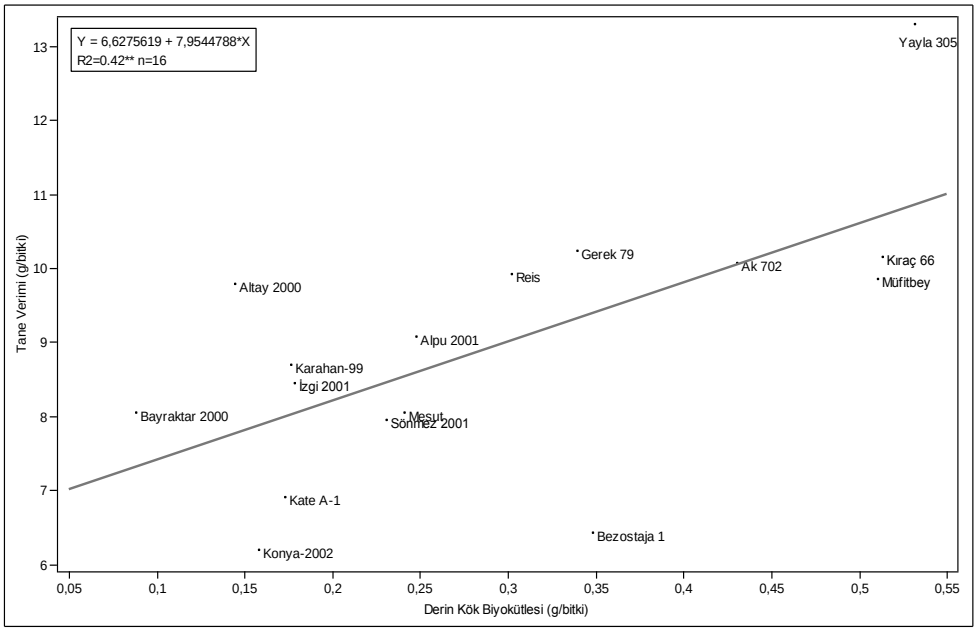
Çalışmada derin kök biyokütlesi değerleri genel ortalaması 0,35 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 0,29 g iken, ikinci yılda 0,41 g olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama derin kök biyokütlesi 0,16 g (Bayraktar 2000, Altay 2000 ve Konya-2002) ile 0,69 g (Ak 702, Müfitbey) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 0,09 g (Bayraktar 2000) ile 0,53 g (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise 0,17 g (Konya-2002) ile 0,95 g (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.61).

Çizelge 4.61. Çeşitlerin derin kök biyokütlesi değerlerine ait ortalamalar (g)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	0,43	*cde*	0,95	*a*	0,69	a
Alpu 2001	0,25	*f-j*	0,31	*e-i*	0,28	cde
Altay 2000	0,15	*ij*	0,18	*g-j*	0,16	e
Bayraktar 2000	0,09	*j*	0,23	*f-j*	0,16	e
Bezostaja 1	0,35	*def*	0,64	*b*	0,49	b
Gerek 79	0,34	*e-h*	0,35	*d-g*	0,34	cd
İzgi 2001	0,18	*g-j*	0,22	*f-j*	0,20	e
Karahan-99	0,18	*hij*	0,24	*f-j*	0,21	e
Kate A-1	0,17	*hij*	0,31	*e-i*	0,24	de
Kıraç 66	0,51	*bcd*	0,66	*b*	0,59	ab
Konya-2002	0,16	*ij*	0,17	*ij*	0,16	e
Mesut	0,24	*f-j*	0,18	*f-j*	0,21	e
Müfitbey	0,51	*bcd*	0,86	*a*	0,69	a
Reis	0,30	*e-i*	0,42	*cde*	0,36	c
Sönmez 2001	0,23	*f-j*	0,43	*cde*	0,33	cd
Yayla 305	0,53	*bc*	0,44	*cde*	0,48	b
Ortalama	0,29	**b**	0,41	**a**	0,35	
DK %			34,4			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,05			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,12			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			0,17			

Bitkinin su durumunu korumak ile su ve bitki besin maddesinin alımını arttırmak için kök özelliklerini çalışmak olumsuz çevre koşullarının etkisini azaltabilir (Manschadi ve ark., 2006). Toplam kök biyokütlesi, derin köklenme, seminal ve adventif kök sayısı gibi kök özelliklerinin incelenmesi zorunluluk haline gelmiştir. Derin köklenme özellikle tane doldurma döneminde bitkiye su alımı ve yüksek tane verimi için istenen bir özelliktir (Passioura, 1983; Blum, 1996). Ayrıca yapılan birçok çalışmada, derin, geniş yayılan ve çok dallanan kök sistemlerinin kurağa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde önemli olduğu bildirilmiştir (Weaver ve Bruner, 1926; Kıraç, 1937; Hurd, 1974; Evans ve Evans, 1975; Jackson ve ark., 2000).

Bitkilerde su kaybından kaçınmanın iki türü vardır. Bunlar Levitt (1980) tarafından, su tutucular ve su harcayıcılar olarak açıklanır. Su tutucular, dokuların su kaybını önlemek için terlemeyi azaltır ve böylece su kullanımı da azalır. Stomaların kapatılması ile terleme azaltılır. Hayatlarının daha sonraki döngülerinde toprak nemini koruyarak suyu tutumlu kullanırlar. Su kullanıcılar ise, diğerlerinden farklı olarak daha derin kök sistemlerine sahiptirler. Suyu çok kullanırlar, stomalar açıktır, fotosentez devam eder dolayısıyla verimleri yüksektir. Yağmurların devam edeceğini tahmin ederler, iyimser bitkilerdir ve su kullanımında cimri değillerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, derin kök biyokütlesinin bitkide su ve besin maddesi alımını artırdığını, bu durumun ise ekmeklik buğdayda daha çok tane verimi ile sonuçlandığını göstermiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Çeşitlerin derin kök biyokütlesi ile tane verimi arasındaki ilişki

4.2.2.4. Toplam kök biyokütlesi

Kuraklığa toleransı geliştirmek için çalışmalar, su ve bitki besin maddesi alım etkinliğini arttırmak yönünde seleksiyon yapmayı gerektirir. Kök sistem özellikleri bitkide su kazanımını arttırmak için en önemli unsurdur. Buğdayda kök sistemini incelemek yoğun emek ve zaman gerektirse de, ıslah programlarında kuraklığa toleransın geliştirilmesi yönünde zorunluluk haline gelmiştir. Günümüzde birçok modern buğday çeşidi kuraklık, sıcaklık ve tuzluluk gibi abiyotik stres faktörleri ile başa çıkamamaktadır. Bu yüzden, kuraklık toleransı, kök sistem özellikleri, yüksek besin maddesi alımı ve kullanım etkinliği ile yüksek su alımı ve kullanım etkinliği gibi daha önce ihmal edilen özellikler, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini tolere etmek için önemli özellikler haline gelmiştir (Bektas, 2015).

Çeşitlerin toplam kök biyokütlesi (TKB) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.62 ’de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.63 ’de verilmiştir. Çizelge 4.62 incelendiğinde, toplam kök biyokütlesi değerleri bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.62. Çeşitlerin toplam kök biyokütlesi değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	0,53914	0,5391	42,910	**
Tekerrür [Yıl]	6	0,07539	0,0126	0,3105	
Çeşit	15	9,87301	0,6582	16,266	**
Yıl*Çeşit	15	1,42047	0,0947	2,3402	**
Hata	90	3,64186	0,0405		
Genel	127	15,5499			

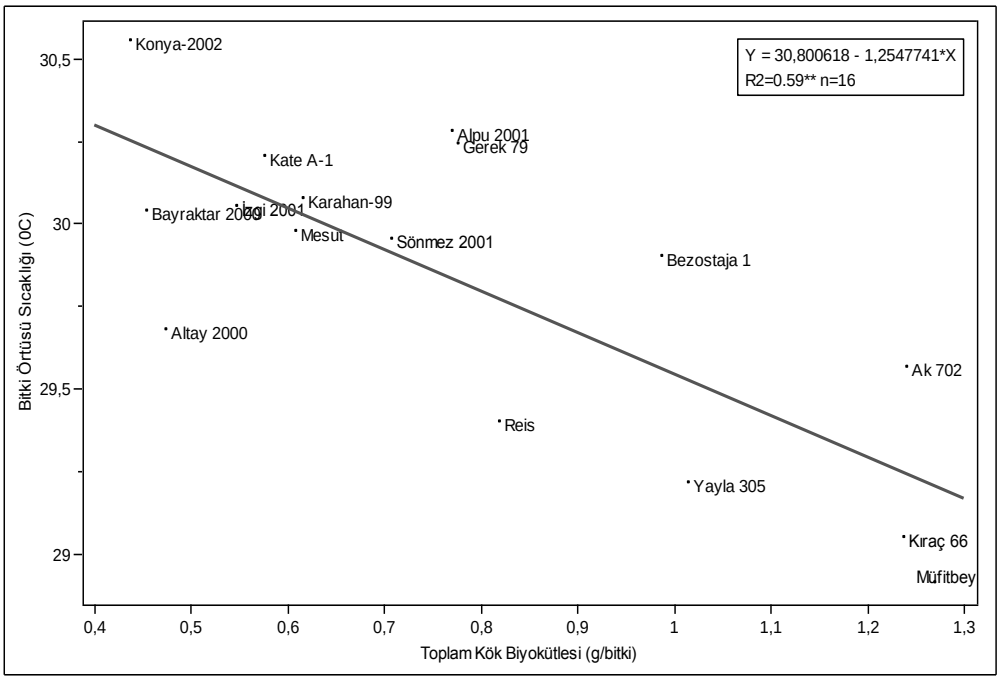
** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada toplam kök biyokütlesi değerleri genel ortalaması 0,78 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 0,72 g iken, ikinci yılda 0,85 g olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama toplam kök biyokütlesi 0,44 g (Konya-2002) ile 1,27 g (Müfitbey) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 0,40 g (Bayraktar 2000, Konya-2002) ile 1,22 g (Kıraç 66) arasında, ikinci yılda ise 0,47 g (Konya-2002) ile 1,59 g (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.63).

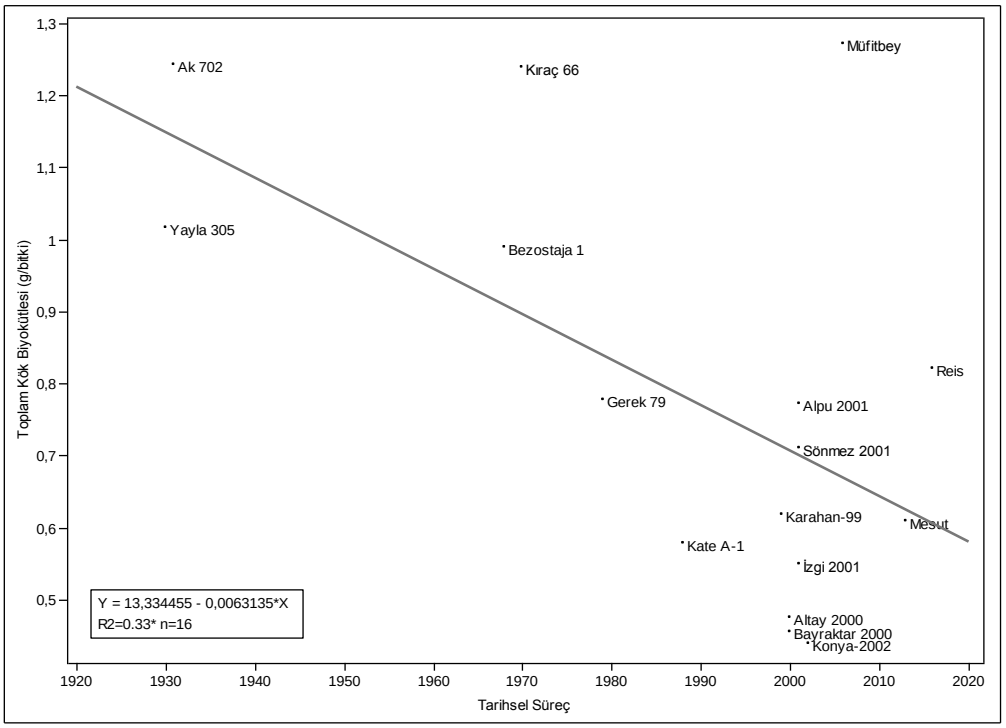
Çizelge 4.63. Çeşitlerin toplam kök biyokütlesi değerlerine ait ortalamalar (g)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	0,90	*d-h*	1,59	*a*	1,24	a
Alpu 2001	0,82	*e-j*	0,72	*f-k*	0,77	cde
Altay 2000	0,47	*Kl*	0,48	*kl*	0,47	g
Bayraktar 2000	0,40	*l*	0,51	*kl*	0,45	g
Bezostaja 1	0,82	*e-j*	1,16	*cd*	0,99	b
Gerek 79	0,81	*e-j*	0,74	*f-k*	0,78	cd
İzgi 2001	0,52	*kl*	0,58	*i-l*	0,55	fg
Karahan-99	0,59	*i-l*	0,65	*g-l*	0,62	d-g
Kate A-1	0,46	*kl*	0,69	*f-k*	0,58	efg
Kıraç 66	1,22	*bc*	1,25	*bc*	1,24	a
Konya-2002	0,40	*l*	0,47	*kl*	0,44	g
Mesut	0,63	*h-l*	0,58	*i-l*	0,61	d-g
Müfitbey	1,09	*cde*	1,45	*ab*	1,27	a
Reis	0,72	*f-k*	0,92	*d-g*	0,82	bc
Sönmez 2001	0,56	*jkl*	0,86	*e-i*	0,71	c-f
Yayla 305	1,10	*cde*	0,93	*def*	1,01	b
Ortalama	0,72	**b**	0,85	**a**	0,78	
DK %			25,6			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,05			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,20			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			0,28			

Kök, bitkiye su ve besin maddelerinin sağlanmasında çok önemli bir organdır. Çiçeklenme döneminde tarlada ölçülen bitki örtüsü sıcaklığı ile kök biyokütlesi ve toplam kök uzunluğu yakından ilişkilidir. Kök sisteminin gücünün artırılması, köklerin daha fazla suya ulaşması ve böylece daha iyi bir bitki su durumu, bitki örtüsü sıcaklığını düşürür (Palta ve ark., 2011). Elde ettiğimiz sonuçlar gösteriyor ki, çeşitlerin toplam kök biyokütlesi ve onun yüzey ve derin kök dağılımı, erken ve bol miktarda kök dallanması gibi morfolojik özellikler ile birlikte yüksek kök yüzey alanı, toprak profilinden su alımını arttırmakta, bu da bitki örtüsü sıcaklığı ile toplam kök biyokütlesi arasında beklenildiği gibi negatif bir ilişki ($p<0,01$) oluşturmaktadır (Şekil 4.26). Bitki örtüsü sıcaklığının düşük olması köklerin toprak profilindeki suya ulaşabildiğinin ve bitkide transpirasyonun devam ettiğinin bir göstergesidir. Suyun sınırlı olduğu şartlarda transpirasyon (terleme) oranının muhafazası ve biyokütle birikiminin devamlılığı çoğu kez kök sisteminin boyut, mimari ve hidrolik iletkenliğinin iyileştirilmesiyle başarılmıştır (Maurel ve ark., 2010).



Şekil 4.26. Çeşitlerin toplam kök biyokütlesi ile bitki örtüsü sıcaklığı arasındaki ilişki



Şekil 4.27. Çeşitlerin toplam kök biyokütesi değerlerine ait tarihsel süreç

Waines ve Ehdaie (2007), yeşil devrim sonrasında geliştirilen buğday genotiplerinde kök sistemlerinin daha önce geliştirilen genotip ve yerel çeşitlerden daha küçük olduğunu ve bu durumun bodurluk (Rht) genlerinin kök büyümesi üzerine etkisinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen toplam kök biyokütlesi sonuçlarına göre, yıllar itibari ile tarihsel süreç arasındaki ilişki istatistiki yönden önemli bulunmuş ($p<0,05$), yıllar geçtikçe kök biyokütlesi yönünden çeşitlerde bir azalmanın olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.27).

4.2.2.5. Tek bitki verimi

Yağmura bağımlı alanlarda buğday yetiştiriciliğinde biyotik ve abiyotik strese bağlı çevresel faktörlerden dolayı ortalama buğday verimi gerçek potansiyeline ulaşamamaktadır. Böyle alanlarda ortalama verim 200-300 kg/da olarak gerçekleşirken, gerçek potansiyel 700 kg/da 'dır (Hawkesford ve ark., 2013). Buğdayda mümkün olan en yüksek tane verimi için, su ve bitki besin maddeleri daha etkin kullanılmalı, bitki bir bütün olarak ele alınarak, buğdayda optimum kök ve gövde ölçüleri belirlenmelidir.

Sera şartlarında yürütülen denemede elde edilen tek bitki verimi (TBV) parametresine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.64 'de, ortalama değerler ise Çizelge 4.65 'te verilmiştir. Çizelge 4.64 incelendiğinde, tek bitki verimi bakımından yıl ve çeşitler arasında ki fark $p<0,01$ seviyesinde, yıl x çeşit interaksiyonu ise $p<0,05$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.64. Çeşitlerin tek bitki verimi değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	408,558	408,558	56,350	**
Tekerrür [Yıl]	6	43,5024	7,25039	2,0298	
Çeşit	15	503,952	33,5968	9,4058	**
Yıl*Çeşit	15	109,474	7,29828	2,0432	*
Hata	90	321,472	3,5719		
Genel	127	1386,96			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışma sonucunda, tek bitki verimi (TBV) genel ortalaması 10,7 g/bitki olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 48,9 g/bitki iken, ikinci yılda 12,5 g/bitki olarak

gerçekleşmiştir (Çizelge 4.65). Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama verim değerleri 7,1 g/bitki (Bezostaja 1) ile 15,2 g/bitki (Yayla 305) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 6,2 g/bitki (Konya-2002) ile 13,3 g/bitki (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise 7,9 g/bitki (Bezostaja 1) ile 17,2 g/bitki (Yayla 305) arasında değişmiştir (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.65. Çeşitlerin tek bitki verimi değerlerine ait ortalamalar (g)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	10,1	*g-m*	14,9	*abc*	12,5	bc
Alpu 2001	9,1	*k-n*	10,5	*f-m*	9,8	fg
Altay 2000	9,8	*j-m*	12,3	*c-j*	11,0	c-f
Bayraktar 2000	8,0	*l-o*	11,4	*d-k*	9,7	fg
Bezostaja 1	6,4	*no*	7,9	*mno*	7,1	h
Gerek 79	10,2	*g-m*	13,1	*b-f*	11,6	b-e
İzgi 2001	8,4	*l-o*	12,5	*b-i*	10,5	d-g
Karahan-99	8,7	*l-o*	8,8	*k-o*	8,7	gh
Kate A-1	6,9	*no*	12,7	*b-g*	9,8	efg
Kıraç 66	10,1	*g-m*	15,0	*ab*	12,6	bc
Konya-2002	6,2	*o*	12,5	*b-h*	9,3	fg
Mesut	8,0	*l-o*	10,7	*e-l*	9,4	fg
Müfitbey	9,8	*i-m*	13,8	*bcd*	11,8	bcd
Reis	9,9	*h-m*	16,9	*a*	13,4	ab
Sönmez 2001	7,9	*mno*	9,9	*h-m*	8,9	gh
Yayla 305	13,3	*b-e*	17,2	*a*	15,2	a
Ortalama	8,9	**b**	12,5	**a**	10,7	
DK %			17,6			
AÖF 0,05 (Yıl)			1,2			
AÖF 0,05 (Çeşit)			1,9			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			2,7			

Denemede incelenen verim unsurlarından, fertil başak sayısı (r= 0,840**), kardeş sayısı (r= 0,824**), toplam bitki biyokütlesi (r= 0,889**), morfolojik parametrelerden üst boğum uzunluğu (r= 0,551*), bitki boyu (r= 0,594*), kök özelliklerinden toplam kök biyokütlesi (r= 0,483*), yüzey kök biyokütlesi (r= 0,585*), kök uzunluğu (r= 0,538*), fizyolojik özelliklerden NDVI (r= 0,522*) ve BÖS (r= -0,672*), bitki besin maddesi alımı ile ilgili özelliklerden ise azot alım etkinliği (r= 0,874**), fosfor alım etkinliği (r= 0,680**), potasyum alım etkinliği (r= 0,854) ve kalsiyum alım etkinliği (r= 0,769**) ile tek bitki verimi arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir (Çizelge 4.66).

Bitkiler, derin ve yoğun kök sistemleri ile toprak profilinde depolanan suya erişerek, daha iyi bir stres toleransına sahip olmaktadırlar (Hurd, 1964; Passioura, 1983; Ehdaie ve ark., 2003; Bengough ve ark., 2011). Aynı zamanda, tane doldurma sırasında toprak profilinden çıkarılan ilave su verimi doğrudan arttırmaktadır (Manschadi ve ark., 2006). Çalışmamızda elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, ekmeklik buğdayda tane verimi, kök biyokütlesi ve diğer kök karakterleri ile ilişkilidir. Bitkide güçlü bir kök sistemi Hamblin ve Tennant (1987) ile birlikte büyük kök biyokütlesi, toprak profilinden su ve bitki besin maddelerinin (N, P, K ve Ca) alımını daha da arttırmış, bu da ekmeklik buğdayda daha yüksek tane verimi ile sonuçlanmıştır (Çizelge 4.66).

Çizelge 4.66. Çeşitlerin tek bitki verimleri ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerinin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	TBV	TBB	TKB	KU	BB	AAE	FAE	PAE	KAE	NDVI
TBB	0,889**									
TKB	0,483	0,802**								
KU	0,538*	0,674**	0,778**							
BB	0,594*	0,702**	0,505*	0,409						
AAE	0,874**	0,974**	0,759**	0,659**	0,712**					
FAE	0,680**	0,817**	0,672**	0,408	0,426	0,808**				
PAE	0,854**	0,963**	0,738**	0,571*	0,738**	0,917**	0,779**			
KAE	0,769**	0,914**	0,811**	0,652**	0,744**	0,927**	0,726**	0,847**		
NDVI	0,522*	0,465	0,144	-0,081	0,456	0,423	0,483	0,563*	0,365	
BÖS	-0,672**	-0,827**	-0,765**	-0,662**	-0,632**	-0,740**	-0,605**	-0,795**	-0,677**	-0,255

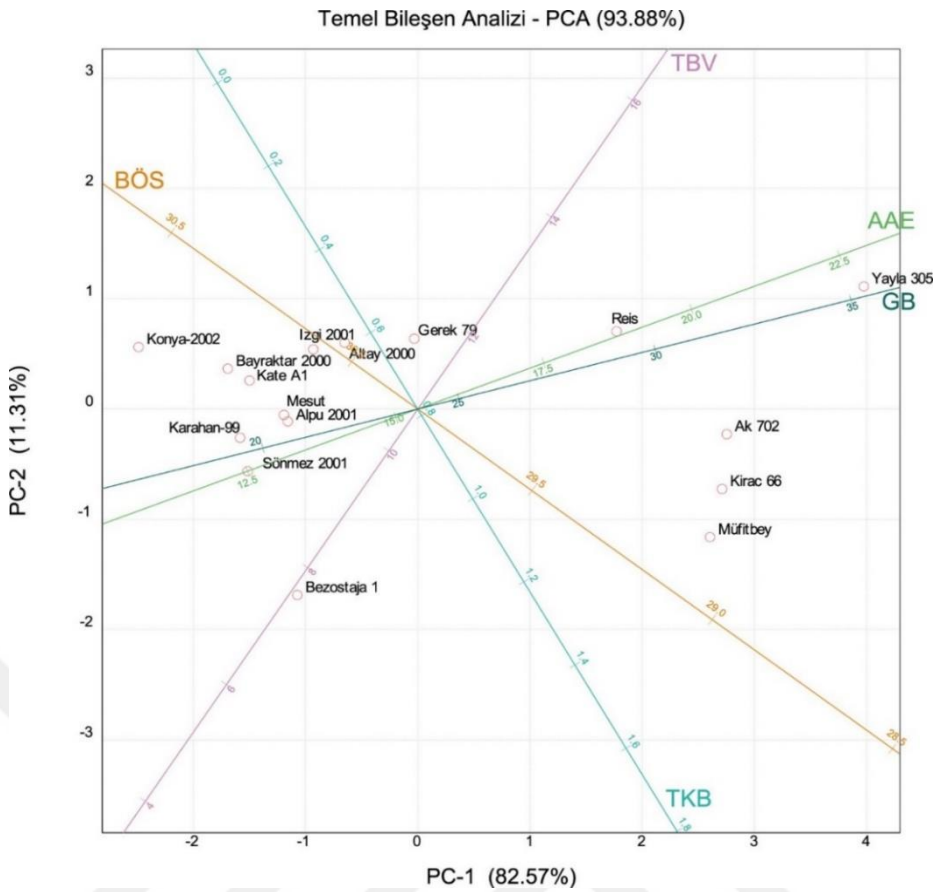
TBV: Tek bitki verimi, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, TKB: Toplam kök biyokütlesi, KU: Kök uzunluğu, BB: Bitki boyu, AAE: Azot alım etkinliği, FAE: Fosfor alım etkinliği, PAE: Potasyum alım etkinliği, KAE: Kalsiyum alım etkinliği, NDVI: Toprak yüzeyini erken kapatma, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Şekil 4.28 incelendiğinde, Yayla 305, Ak 702, Kıraç 66, Reis ve Müfitbey çeşitlerinin; TBV, AAE, GB, BÖS ve TKB yönünden öne çıkan çeşitler olduğu, sulu koşullar için önerilen Konya-2002 çeşidinin ise, TKB 'nin düşük ve buna bağlı olarak BÖS değeri en yüksek çeşit olduğu görülmektedir.

Şekilde yer alan bütün parametrelerin birlikte değerlendirildiği ve Stepwise yöntemine göre yapılan çoklu regresyon analizinde TBV 'ni belirleyen varyasyon kaynağının % 94 'ünü açıklayan özelliklerden ilki GB olurken, bunu AAE, BÖS ve TKB takip etmiştir. TBV miktarını tanımlayan çoklu regresyon denklemi aşağıda verilmiştir.

TBV= (-4.8606) + (-4.09468 TKB) + (0.6021 GB) + (-0.1361 AAE) + (0.2165 BÖS)



Şekil 4.28. Çeşitlerde 5 parametre yönünden temel bileşen analizi

4.2.2.6. Bin tane ağırlığı

Çeşitlerin bin tane ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.67 'de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.68 'de verilmiştir. Çizelge 4.67 incelendiğinde, bin tane ağırlığı bakımından yıllar arasındaki farkın, $p<0,05$ seviyesinde önemli olduğu görülürken, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde istatistiki anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.67. Çeşitlerin bin tane ağırlıklarına ait varyans analizi

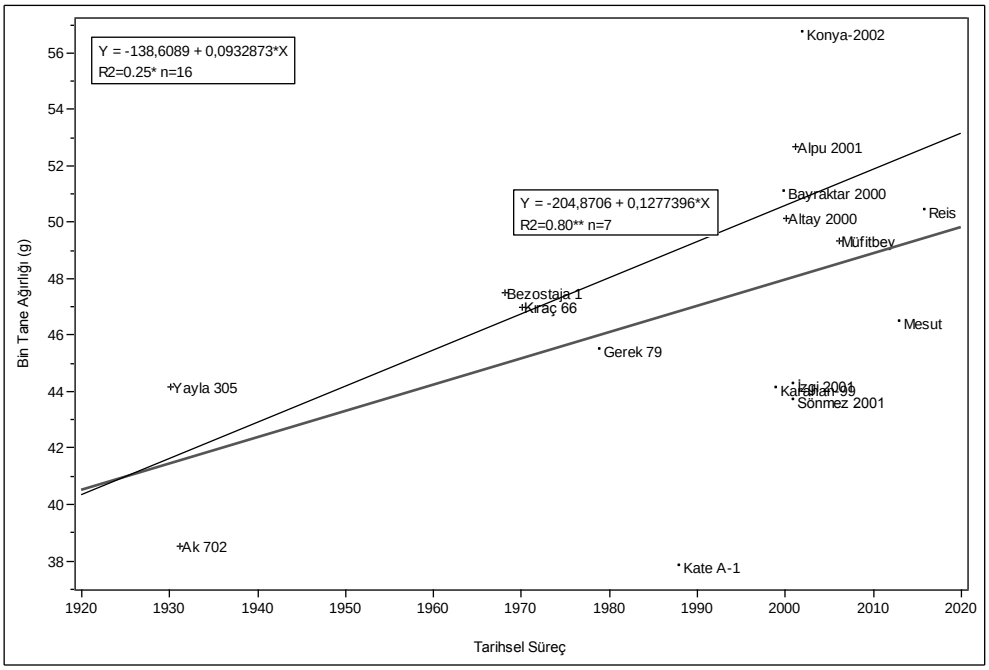
Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	245,287	245,287	10,969	*
Tekerrür [Yıl]	6	134,176	22,3627	1,5594	
Çeşit	15	2914,69	194,312	13,545	**
Yıl*Çeşit	15	684,834	45,6556	3,1836	**
Hata	90	1290,68	14,341		
Genel	127	5269,67			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Ortalamalar açısından bin tane ağırlıkları değerlendirildiğinde, çeşitler arasında bin tane ağırlığı yüksek olduğu bilinen Konya-2002 çeşidi, birinci yılda en yüksek bin tane ağırlığına (57,9 g) sahip olurken, bunu Bayraktar 2000 (54,2 g) çeşidi takip etmiştir. Çalışmada, bin tane ağırlıkları genel ortalaması 46,8 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 48,2 g iken, ikinci yılda 45,4 g olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama bin tane ağırlıkları 37,8 g (Kate A-1) ile 56,7 g (Konya-2002) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 32,3 g (Ak 702) ile 57,9 g (Konya-2002) arasında, ikinci yılda ise 38,2 g (Kate A-1) ile 55,6 g (Konya-2002) arasında değişmiştir (Çizelge 4.68). Farklı çevrelerde ekmeklik buğday genotipleri üzerinde yapılan araştırmalarda 29,1 ile 41,4 g arasında değişen bin tane ağırlıkları belirlenmiştir (Mut ve ark., 2010; Gummadov, 2012). Çalışmamızda elde edilen veriler ile literatürde bildirilen veriler arasındaki farklılık çevre etkisinden, değişen uygulamalardan ve genetik farklılıktan ileri gelmektedir.

Çizelge 4.68. Çeşitlerin bin tane ağırlıklarına ait ortalamalar (g)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	32,3	*n*	44,8	*g-k*	38,5	h
Alpu 2001	53,6	*a-d*	51,8	*b-f*	52,7	b
Altay 2000	54,1	*a-d*	46,3	*g-j*	50,2	b-e
Bayraktar 2000	54,2	*abc*	47,9	*e-i*	51,1	bc
Bezostaja 1	49,5	*c-g*	45,5	*g-j*	47,5	c-f
Gerek 79	49,0	*c-h*	41,9	*j-m*	45,4	fg
İzgi 2001	45,3	*g-k*	43,2	*i-l*	44,2	fg
Karahan-99	46,1	*g-j*	42,1	*j-m*	44,1	fg
Kate A-1	37,4	*mn*	38,2	*lm*	37,8	h
Kıraç 66	47,4	*e-i*	46,7	*f-j*	47,0	d-g
Konya-2002	57,9	*a*	55,6	*ab*	56,7	a
Mesut	48,9	*c-h*	44,0	*h-k*	46,4	efg
Müfitbey	52,0	*b-e*	46,7	*e-j*	49,4	b-e
Reis	52,0	*b-e*	48,8	*d-h*	50,4	bcd
Sönmez 2001	47,2	*e-j*	40,1	*klm*	43,6	g
Yayla 305	44,6	*g-k*	43,7	*h-k*	44,2	fg
Ortalama	48,2	**a**	45,4	**b**	46,8	
DK %			8,1			
AÖF 0,05 (Yıl)			2,0			
AÖF 0,05 (Çeşit)			3,8			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			5,3			



Şekil 4.29. Çeşitlerin bin tane ağırlığı ile tarihsel süreç arasındaki ilişki

Araştırmada elde edilen bin tane ağırlığı sonuçlarına göre, yıllar itibari ile tarihsel süreç arasında ki pozitif ilişki istatistiki yönden önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Bununla birlikte, yıllar geçtikçe çeşitlerin bin tane ağırlığı değerlerinde bir artış gerçekleştiği, bu artışın özellikle geçci çeşitlerde çok daha önemli ($p<0,01$) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.29).

4.2.2.7. Başakta tane sayısı

Başakta tane sayısı verimi doğrudan etkileyen bir özelliktir. Çeşitlerin başakta tane sayısına (BTS) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.69 ’da, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.70 ’de verilmiştir. Çizelge 4.69 incelendiğinde, başakta tane sayısı (BTS) bakımından yıl x çeşit interaksiyonu önemsiz bulunurken, yıl ve çeşitler arasındaki fark $p<0,01$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.69. Çeşitlerin başakta tane sayısı değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	SD	KT	KO	F	
Yıl	1	10105,3	10105,3	132,44	**
Tekerrür [Yıl]	6	457,805	76,3008	1,6692	
Çeşit	15	3256,96	217,13	4,75	**
Yıl*Çeşit	15	922,458	61,4972	1,3453	
Hata	90	4114,01	45,711		
Genel	127	18856,5			

** (p<0.01), * (p<0.05)

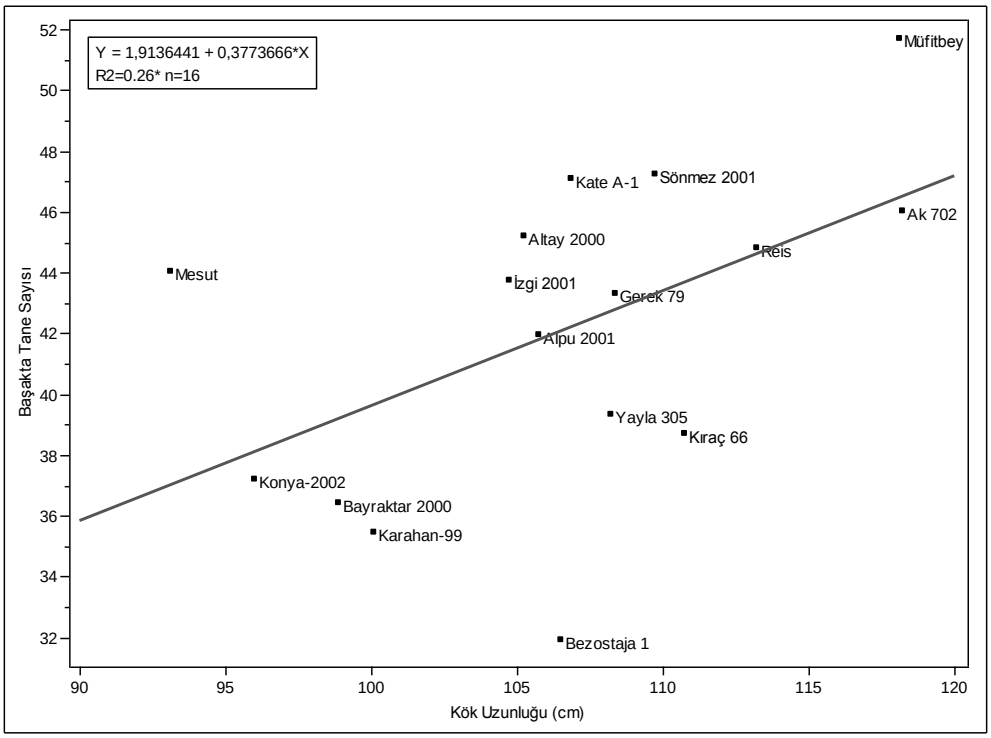
Çalışmada BTS değerleri genel ortalaması 42,1 adet olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 33,2 adet iken, ikinci yılda 51,0 adet olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama BTS değerleri 31,9 adet (Bezostaja 1) ile 51,7 adet (Müfitbey) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 26,4 adet (Bezostaja 1) ile 42,1 adet (Müfitbey) arasında, ikinci yılda ise 36,8 adet (Karahan-99) ile 61,3 adet (Müfitbey) arasında değişmiştir (Çizelge 4.70).

Çizelge 4.70. Çeşitlerin başakta tane sayısı değerlerine ait ortalamalar

Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	37,6		54,4		46,0	abc
Alpu 2001	32,7		51,2		41,9	b-f
Altay 2000	34,4		56,0		45,2	a-d
Bayraktar 2000	27,0		45,7		36,4	fg
Bezostaja 1	26,4		37,4		31,9	g
Gerek 79	32,5		54,0		43,3	b-e
İzgi 2001	31,8		55,7		43,7	b-e
Karahan-99	34,1		36,8		35,5	fg
Kate A-1	36,4		57,7		47,1	ab
Kıraç 66	27,8		49,5		38,7	def
Konya-2002	30,5		43,8		37,2	efg
Mesut	32,8		55,2		44,0	bcd
Müfitbey	42,1		61,3		51,7	a
Reis	36,8		52,8		44,8	bcd
Sönmez 2001	35,9		58,5		47,2	ab
Yayla 305	32,8		45,8		39,3	c-f
Ortalama	33,2	**b**	51,0	**a**	42,1	
DK %			16,1			
AÖF 0,05 (Yıl)			3,8			
AÖF 0,05 (Çeşit)			6,7			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			ö.d.			

Başakta tane sayısı tozlanma döneminden hemen önce belirlenir ve başak hızla büyür. Tarih setlerinde bu dönemde asimilantların desteği, tane sayısı üzerine etkili en önemli faktör olarak görülmüş olup (Sayre ve ark., 1997), bitkide asimilantların artması ile tane sayısının artışı teşvik edilmektedir.

Çiçeklenme dönemine kadar olan dönemdeki asimilat üretiminin artışı, bu dönemdeki olumlu gelişmeler, karbon ve azotun etkin kullanımı ile birlikte başakta tane sayısı üzerine olumlu katkılar yapmaktadır. Araştırmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre, çeşitlerin başakta tane sayısı ile kök uzunlukları arasında önemli ($p<0,05$) ve pozitif bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Çeşitlerin başakta tane sayısı ile kök uzunluğu arasındaki ilişki

4.2.2.8. Başakta tane ağırlığı

Çeşitlerin başakta tane ağırlığına (BTA) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.71 ’de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.72 ’de verilmiştir. Çizelge 4.71 incelendiğinde, başakta tane ağırlığı (BTA) bakımından yıl x çeşit interaksiyonu önemsiz bulunurken, yıl ve çeşitler arasındaki farkın $p<0,01$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.71. Çeşitlerin başakta tane ağırlığı değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	16,7556	16,756	105,18	**
Tekerrür [Yıl]	6	0,9558	0,1593	1,2653	
Çeşit	15	8,1767	0,5451	4,3297	**
Yıl*Çeşit	15	1,92447	0,1283	1,019	
Hata	90	11,3311	0,1259		
Genel	127	39,1437			

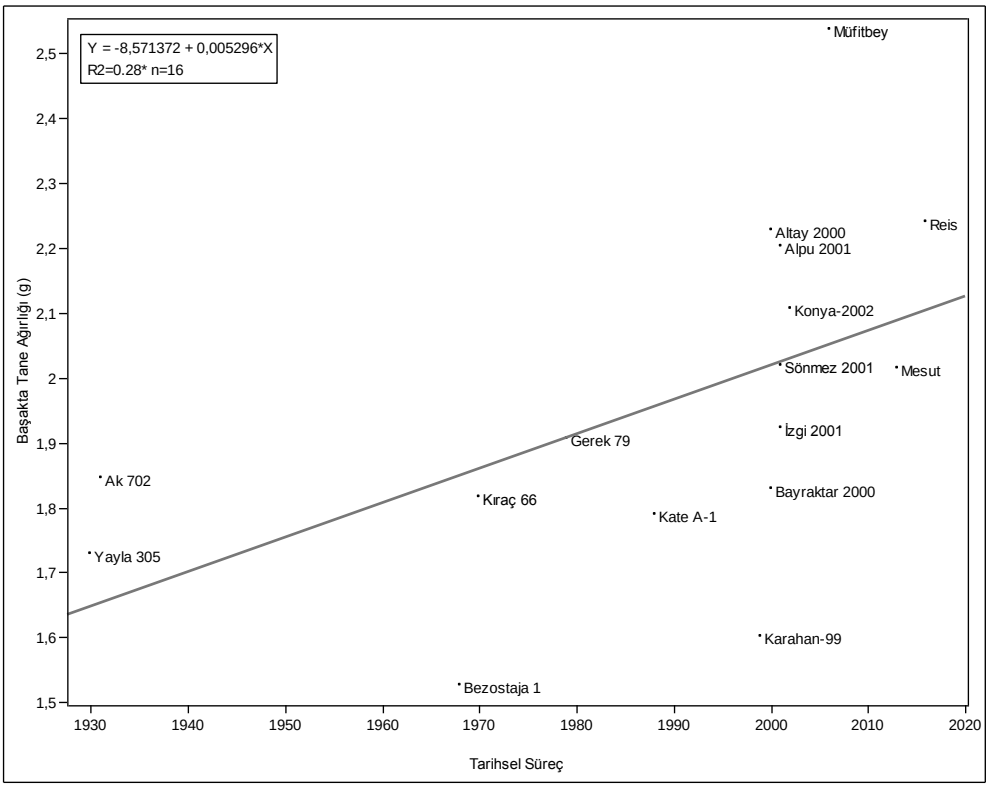
** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada BTA değerleri genel ortalaması 1,96 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 1,59 g iken, ikinci yılda 2,32 g olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama BTA değerleri 1,53 g (Bezostaja 1) ile 2,53 g (Müfitbey) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 1,25 g (Ak 702) ile 2,19 g (Müfitbey) arasında, ikinci yılda ise 1,64 g (Karahan-99) ile 2,88 g (Müfitbey) arasında değişmiştir (Çizelge 4.72).

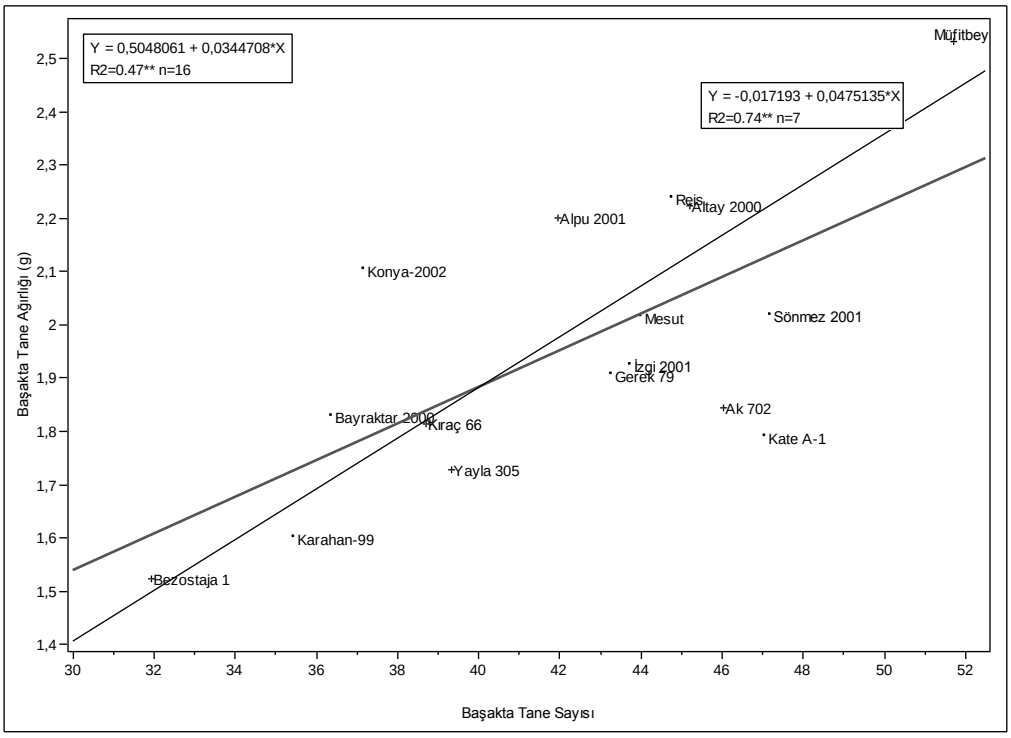
Çizelge 4.72. Çeşitlerin başakta tane ağırlığı değerlerine ait ortalamalar (g)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	1,25		2,44		1,85	c-f
Alpu 2001	1,75		2,65		2,20	ab
Altay 2000	1,86		2,59		2,23	ab
Bayraktar 2000	1,46		2,19		1,83	c-f
Bezostaja 1	1,30		1,75		1,53	f
Gerek 79	1,60		2,21		1,91	b-e
İzgi 2001	1,44		2,40		1,92	b-e
Karahan-99	1,56		1,64		1,60	ef
Kate A-1	1,37		2,21		1,79	c-f
Kıraç 66	1,31		2,32		1,82	c-f
Konya-2002	1,76		2,45		2,10	bc
Mesut	1,61		2,42		2,01	bcd
Müfitbey	2,19		2,88		2,53	a
Reis	1,90		2,58		2,24	ab
Sönmez 2001	1,69		2,35		2,02	bcd
Yayla 305	1,45		2,00		1,73	def
Ortalama	1,59	**b**	2,32	**a**	1,96	
DK %			18,1			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,17			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,35			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			ö.d.			

Araştırmada elde edilen başakta tane ağırlığı sonuçlarına göre, yıllar itibari ile tarihsel süreç arasındaki pozitif ilişki istatistiki yönden önemli ($p<0,05$) bulunmuş olup, yıllar geçtikçe çeşitlerin başakta tane ağırlığı değerlerinde bir artış gerçekleştiği görülmüştür (Şekil 4.31). Sade ve ark. (1995), başakta tane sayısı ile başakta tane ağırlığı arasında olumlu ve önemli ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda da, çeşitlerin başakta tane ağırlığı ile başakta tane sayısı arasında beklenildiği gibi, pozitif ve çok önemli ($p<0,01$) bir ilişki belirlenmiştir. Bununla birlikte özellikle geçci çeşitlerde, başakta tane sayısında ki artışın, başakta tane ağırlığının yükselmesinde çok daha önemli olduğu ($p<0,01$) tespit edilmiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.31. Çeşitlerin başakta tane ağırlığı ile tarihsel süreç arasındaki ilişki



Şekil 4.32. Çeşitlerin başakta tane ağırlığı ile başakta tane sayısı arasındaki ilişki

4.2.2.9. Bitki boyu

Çeşitlerin bitki boyuna (BB) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.73 'de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.74 'de verilmiştir. Çizelge 4.73 incelendiğinde, bitki boyu bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.73. Çeşitlerin bitki boyu değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	3828,13	3828,13	109,33	**
Tekerrür [Yıl]	6	210,094	35,0156	0,8002	
Çeşit	15	18371,5	1224,76	27,988	**
Yıl*Çeşit	15	4902,88	326,858	7,4693	**
Hata	90	3938,41	43,76		
Genel	127	31250,97			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada bitki boyu (BB) değerleri genel ortalaması 97,3 cm olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 102,7 cm iken, ikinci yılda 91,8 cm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.74). Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama bitki boyu değerleri 72 cm (Alpu 2001) ile 117,3 cm (Yayla 305) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 79,8 cm (Alpu 2001) ile 134,3 cm (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise 64,3 cm (Alpu 2001) ile 107,8 cm (Kıraç 66) arasında değişmiştir (Çizelge 4.74).

Çizelge 4.74. Çeşitlerin bitki boyu değerlerine ait ortalamalar (cm)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	131,3	*a*	102,8	*d-h*	117,0	a
Alpu 2001	79,8	*op*	64,3	*q*	72,0	h
Altay 2000	110,3	*bcd*	95,3	*g-k*	102,8	b
Bayraktar 2000	99,0	*e-j*	104,0	*c-g*	101,5	bc
Bezostaja 1	98,0	*f-j*	94,8	*g-k*	96,4	b-e
Gerek 79	111,3	*bcd*	92,0	*i-m*	101,6	b
İzgi 2001	93,0	*i-l*	94,3	*h-l*	93,6	def
Karahan-99	113,0	*bc*	90,3	*j-n*	101,6	b
Kate A-1	82,8	*m-p*	92,8	*i-l*	87,8	f
Kıraç 66	118,5	*b*	107,8	*cde*	113,1	a
Konya-2002	81,8	*nop*	76,5	*p*	79,1	g
Mesut	88,3	*k-o*	91,5	*i-m*	89,9	ef
Müfitbey	104,8	*c-f*	85,3	*l-p*	95,0	cde
Reis	97,3	*f-k*	95,8	*f-k*	96,5	bcd
Sönmez 2001	100,8	*e-i*	81,5	*nop*	91,1	def
Yayla 305	134,3	*a*	100,3	*e-i*	117,3	a
Ortalama	102,7	**a**	91,8	**b**	97,3	
DK %			6,8			
AÖF 0,05 (Yıl)			2,6			
AÖF 0,05 (Çeşit)			6,6			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			9,3			

Çalışma sonucunda elde edilen iki yıllık ortalama bitki boyu değerlerine göre, uzun boylu çeşitlerin; tek bitki verimi, toplam bitki biyokütlesi, üst boğum uzunluğu, toplam kök ve derin kök biyokütleleri ile azot, potasyum ve kalsiyum alım etkinliklerinin yüksek olduğu belirlenirken, bitki örtüsü sıcaklıklarının ise kısa boylu çeşitlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.75). Bitki boyu ile ilişkili olarak elde ettiğimiz sonuçlar Öztürk (2011) ve Ayrancı (2012) 'nın, farklı kuraklık uygulamalarını modellediği araştırmalarında elde ettikleri bulgular ile benzerlik göstermektedir.

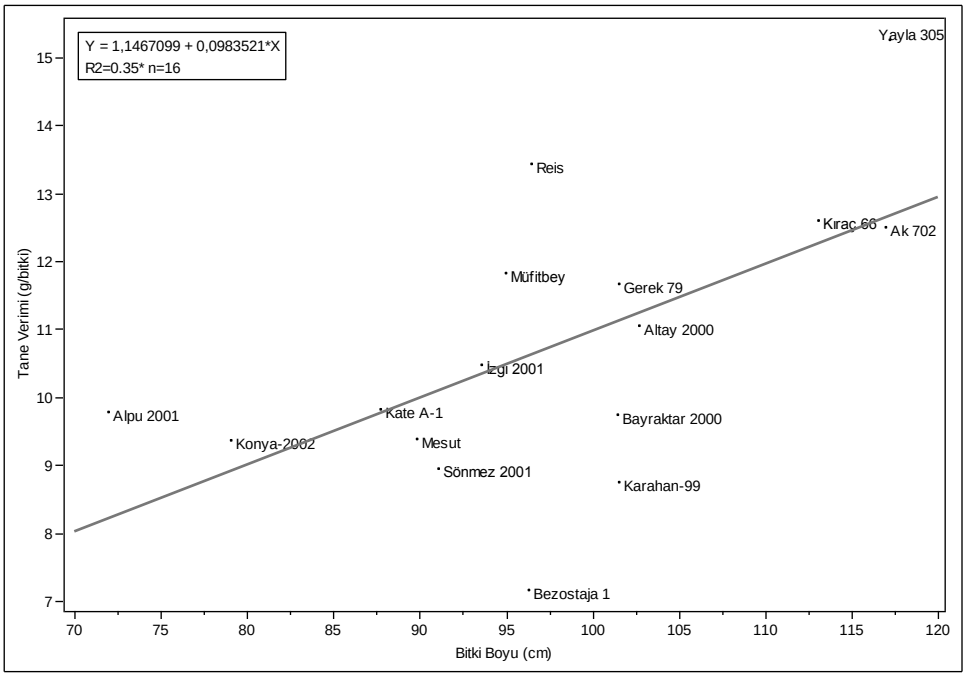
Çizelge 4.75. Çeşitlerin bitki boyu ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	BB	TBV	DKB	TKB	TBB	BÖS	AAE	PAE	KAE
TBV	0,594*								
DKB	0,517*	0,4629							
TKB	0,505*	0,4834	0,985**						
TBB	0,702**	0,889**	0,783**	0,802**					
BÖS	-0,632**	-0,672**	-0,748**	-0,765**	-0,827**				
AAE	0,712**	0,874**	0,747**	0,759**	0,974**	-0,740**			
PAE	0,738**	0,854**	0,713**	0,738**	0,963**	-0,795**	0,917**		
KAE	0,744**	0,769**	0,800**	0,811**	0,914**	-0,677**	0,927**	0,847**	
ÜBU	0,928**	0,551*	0,3847	0,3743	0,624**	-0,556*	0,625**	0,699**	0,624**

BB: Bitki boyu, TBV: Tek bitki verimi, DKB: Derin kök biyokütlesi, TKB: Toplam kök biyokütlesi, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, AAE: Azot alım etkinliği, PAE: Potasyum alım etkinliği, KAE: Kalsiyum alım etkinliği, ÜBU: Üst boğum uzunluğu

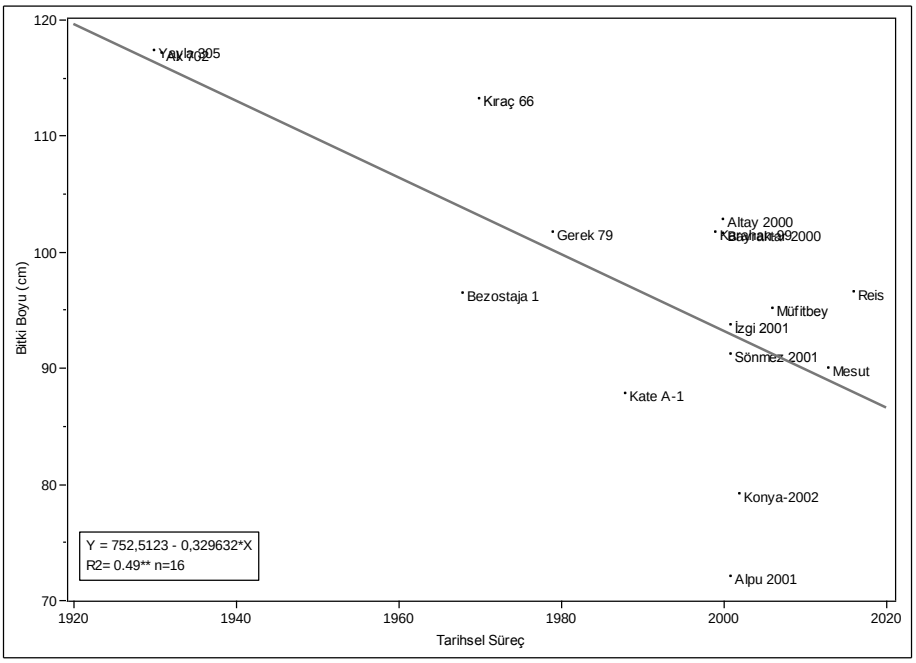
** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Borlaug (1968), uzun boylu buğday bitkilerinin derin kök sistemlerine, kısa boyluların ise yüzeysel kök sistemlerine meyilli olduklarını belirtmiştir. Denemede uzun boylu çeşitlerin toplam kök biyokütlesi ile onun yüzey ve derin kök dağılımı, erken ve bol miktarda kök dallanması gibi morfolojik özellikler ile birlikte yüksek kök yüzey alanına sahip olmaları, toprak profilinden daha fazla su ve bitki besin maddesi alımını sağlamış, bu durum da yüksek tane verimi ile sonuçlanmıştır (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. Çeşitlerin bitki boyu ile tane verimi arasındaki ilişki

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, 1930 yılından günümüze kadar yaklaşık olarak son 90 yılda uzun boylu yerel çeşitlerden, yarı cüce ve cüce çeşitlere giden tarihsel süreç (Şekil 4.34) ve ekmeklik buğdayda kök sistem özellikleri üzerine olan etkisi görülmektedir (Şekil 4.27).



Şekil 4.34. Çeşitlerin bitki boyu değerlerine ait tarihsel süreç

4.2.2.10. Fertil başak sayısı

Çeşitlerin fertil başak sayılarına (FBS) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.76 'da, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.77 'de verilmiştir. Çizelge 4.76 incelendiğinde, fertil başak sayıları bakımından yıllar arasındaki fark önemsizken, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık ise $p<0,01$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.76. Çeşitlerin fertil başak sayılarına ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	0,94531	0,94531	1,0342	
Tekerrür [Yıl]	6	5,48438	0,91406	0,9648	
Çeşit	15	179,617	11,9745	12,639	**
Yıl*Çeşit	15	34,4297	2,29531	2,4228	**
Hata	90	85,2656	0,9474		
Genel	127	305,742			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada FBS değerleri genel ortalaması 5,7 adet olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 5,8 adet iken, ikinci yılda 5,6 adet olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama FBS değerleri 4,4 adet (Konya-2002, Sönmez 2001) ile 8,8 adet (Yayla 305) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 3,5 adet (Konya-2002) ile 8,8 adet (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise 3,8 adet (Alpu 2001) ile 8,8 adet (Yayla 305) arasında değişmiştir (Çizelge 4.77).

Çizelge 4.77. Çeşitlerin fertil başak sayılarına ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	8,5	*ab*	5,8	*e-h*	7,1	b
Alpu 2001	4,8	*g-j*	3,8	*j*	4,3	e
Altay 2000	5,3	*f-i*	4,8	*g-j*	5,0	de
Bayraktar 2000	5,5	*e-h*	5,3	*f-i*	5,4	cd
Bezostaja 1	5,0	*f-j*	4,5	*hij*	4,8	de
Gerek 79	6,3	*def*	6,0	*d-g*	6,1	c
İzgi 2001	6,0	*d-g*	5,3	*f-i*	5,6	cd
Karahan-99	5,3	*f-i*	5,5	*e-h*	5,4	cd
Kate A-1	5,0	*f-j*	5,8	*e-h*	5,4	cd
Kıraç 66	7,8	*abc*	7,3	*bcd*	7,5	b
Konya-2002	3,8	*j*	5,0	*f-j*	4,4	e
Mesut	5,0	*f-j*	4,5	*hij*	4,8	de
Müfitbey	4,5	*hij*	6,3	*def*	5,4	cd
Reis	5,5	*e-h*	6,8	*cde*	6,1	c
Sönmez 2001	4,8	*g-j*	4,0	*ij*	4,4	e
Yayla 305	8,8	*a*	8,5	*ab*	8,6	a
Ortalama	5,7		5,5		5,6	
DK %			17,3			
AÖF 0,05 (Yıl)			ö.d.			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,97			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			1,37			

Çalışma sonucunda elde edilen iki yıllık ortalama fertil başak sayısı ile toplam kök biyokütlesi (r= 0,572*), toplam bitki biyokütlesi (r= 0,877**), toprak yüzeyini erken kapatma (r= 0,602*), bitki boyu (r= 0,840**), azot alım etkinliği (r= 0,887**), fosfor alım etkinliği (r= 0,659**) ve potasyum alım etkinliği (r= 0,876**) arasında pozitif ilişki bulunurken, bitki örtüsü sıcaklığı (r= -0,632**) ile çok önemli düzeyde negatif ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 4.78).

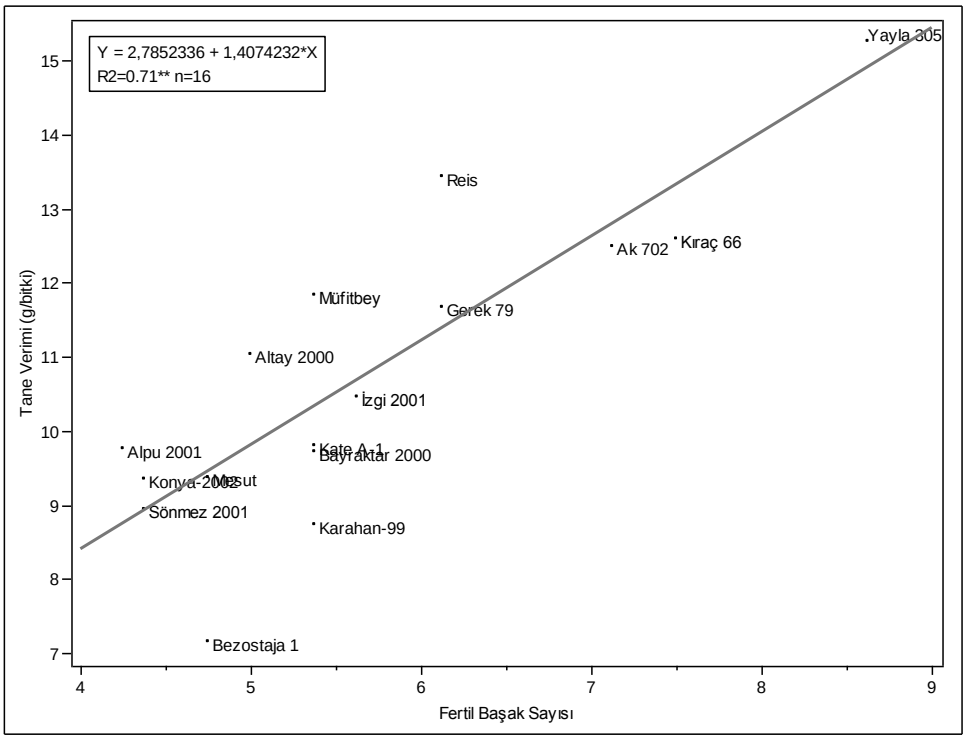
Çizelge 4.78. Çeşitlerin fertil başak sayısı ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	FBS	AAE	FAE	PAE	TBB	TKB	NDVI	BÖS
AAE	0,887**							
FAE	0,659**	0,808**						
PAE	0,876**	0,917**	0,779**					
TBB	0,877**	0,974**	0,817**	0,963**				
TKB	0,572*	0,759**	0,672**	0,738**	0,802**			
NDVI	0,602*	0,423	0,483	0,563*	0,465	0,144		
BÖS	-0,632**	-0,740**	-0,605**	-0,795**	-0,827**	-0,765**	-0,255	
BB	0,840**	0,712**	0,426	0,738**	0,702**	0,505*	0,456	-0,632**

FBS: Fertil başak sayısı, AAE: Azot alım etkinliği, FAE: Fosfor alım etkinliği PAE: Potasyum alım etkinliği, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, TKB: Toplam kök biyokütlesi, NDVI: Toprak yüzeyini erken kapatma, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, BB: Bitki boyu

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Buğday bitkisinde ana saptan kardeşlere doğru gidildiğinde tane verimleri azalmaktadır. Geç oluşan kardeşler genellikle tane bağlayamaz ve hayatiyetlerini devam ettiremezler. Fotosentez sonucu oluşan ürünlerin hareketi, genellikle başak veren saplardan, başak vermeyen saplara doğru gerçekleşmektedir. Bu sebeplerden dolayı Sade (1999), çok kardeşlenen çeşitler yerine, fertil kardeş oranı yüksek çeşit geliştirilmesi üzerinde durulması gerektiğini bildirmiştir.



Şekil 4.35. Çeşitlerin fertil başak sayısı ile tane verimi arasındaki ilişki

Başaklanma başladığında fotosentetik karbon rezervleri azaldığından genellikle kök gelişimi yavaşlar (Palta ve Gregory, 1997), çiçeklenme dönemi sona erdiğinde gövde rezervleri ile mevcut asimilatlar tane ve başak oluştururlar (Gregory ve ark., 1978). Sonuç olarak, çiçeklenme dönemi öncesi seminal köklerin uzaması ve çoğalması derinlerdeki mevcut suyun alınmasını arttırmada çok önemlidir. Bizim çalışmamızda da elde ettiğimiz sonuçlara göre, çeşitlerin fertil başak sayısı ile tek bitki verimleri arasında beklenildiği gibi, pozitif ve çok önemli bir ilişki ($p<0,01$) belirlenmiştir (Şekil 4.35).

4.2.2.11. Kardeş sayısı

Çeşitlerin kardeş sayılarına (KS) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.79 'da, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.80 'de verilmiştir. Çizelge 4.79 incelendiğinde, kardeş sayısı (KS) bakımından yıllar arasındaki farkın, $p<0,05$ seviyesinde önemli olduğu görülürken, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde istatistiki anlamda önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.79. Çeşitlerin kardeş sayılarına ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	3,78125	3,78125	10,225	*
Tekerrür [Yıl]	6	2,21875	0,36979	0,3972	
Çeşit	15	232,625	15,5083	16,659	**
Yıl*Çeşit	15	35,4688	2,36458	2,5401	**
Hata	90	83,7812	0,9309		
Genel	127	357,875			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada, KS değerleri genel ortalaması 6,2 adet olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 6,5 adet iken, ikinci yılda 5,9 adet olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama KS değerleri 4,4 adet (Konya-2002) ile 9,4 adet (Yayla 305) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 3,5 adet (Konya-2002) ile 9,8 adet (Ak 702) arasında, ikinci yılda ise 4,3 adet (Alpu 2001, Sönmez 2001) ile 9,3 adet (Yayla 305) arasında değişmiştir (Çizelge 4.80).

Çizelge 4.80. Çeşitlerin kardeş sayılarına ait ortalamalar

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	9,8	*a*	6,8	*cde*	8,3	ab
Alpu 2001	5,3	*f-i*	4,3	*ij*	4,8	gh
Altay 2000	5,8	*d-h*	4,8	*g-j*	5,3	fgh
Bayraktar 2000	5,5	*e-i*	5,5	*e-i*	5,5	d-g
Bezostaja 1	5,0	*f-j*	5,0	*f-j*	5,0	gh
Gerek 79	7,0	*cd*	6,0	*d-g*	6,5	c
İzgi 2001	6,3	*def*	5,8	*d-h*	6,0	c-f
Karahan-99	6,3	*def*	5,8	*d-h*	6,0	c-f
Kate A-1	5,0	*f-j*	5,8	*d-h*	5,4	efg
Kıraç 66	8,5	*ab*	7,8	*bc*	8,1	b
Konya-2002	3,8	*j*	5,0	*f-j*	4,4	h
Mesut	5,5	*e-i*	4,5	*hij*	5,0	gh
Müfitbey	6,0	*d-g*	6,8	*cde*	6,4	cd
Reis	5,5	*e-i*	7,0	*cd*	6,3	cde
Sönmez 2001	5,0	*f-j*	4,3	*ij*	4,6	gh
Yayla 305	9,3	*a*	9,0	*ab*	9,1	a
Ortalama	6,2	**a**	5,9	**b**	6,0	
DK %			16,0			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,26			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,96			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			1,36			

Çalışma sonucunda, çeşitlerin kardeş sayısı ile toplam kök biyokütlesi (r= 0,682**), toplam bitki biyokütlesi (r= 0,914**), toprak yüzeyini erken kapatma (r= 0,550*), kök uzunluğu (r= 0,538*), azot alım etkinliği (r= 0,925**), fosfor alım etkinliği (r= 0,685**) ve tek bitki verimi (r= 0,824**) arasında pozitif ilişki bulunurken, bitki örtüsü sıcaklığı (r= -0,688**) ile kardeş sayısı arasında çok önemli düzeyde negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4.81). Munir ve ark. (2007), ekmeklik buğdayda verim ve verim unsurları arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, bitki başına tane verimi ile bitki başına kardeş sayısı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı ve bin tane ağırlığı arasında pozitif ve önemli ilişkiler olduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda Önder (2007), Orta Anadolu kuru şartlarında yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde kardeşlenme dinamiğinin araştırılması konusunda yaptığı bir çalışmada, tane veriminin kardeşlenme ile ilişkili olduğunu, kardeşlenmenin artmasıyla biyokütlenin arttığını ve bunun da hasat indeksini düşürdüğünü bildirmiştir.

Çizelge 4.81. Çeşitlerin kardeş sayısı ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	KS	NDVI	BÖS	TKB	TBV	TBB	AAE	FAE
NDVI	0,550*							
BÖS	-0,688**	-0,255						
TKB	0,682**	0,144	-0,765**					
TBV	0,824**	0,522*	-0,672**	0,483				
TBB	0,914**	0,465	-0,827**	0,802**	0,889**			
AAE	0,925**	0,423	-0,740**	0,759**	0,874**	0,974**		
FAE	0,685**	0,483	-0,605**	0,672**	0,680**	0,817**	0,808**	
KU	0,538*	-0,081	-0,662**	0,778**	0,538*	0,674**	0,659**	0,408

KS: Kardeş sayısı, NDVI: Toprak yüzeyini erken kapatma, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, TKB: Toplam kök biyokütlesi, TBV: Tek bitki verimi, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, AAE: Azot alım etkinliği, FAE: Fosfor alım etkinliği, KU: Kök uzunluğu

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

4.2.2.12. Üst boğum uzunluğu

Çeşitlerin fizyolojik olum döneminde (ZD 89), yapılan ölçümler sonucu elde edilen üst boğum uzunluklarına (ÜBU) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.82 'de, bu özelliğe ait ortalama değerler ise Çizelge 4.83 'de verilmiştir. Çizelge 4.82 incelendiğinde, üst boğum uzunluğu (ÜBU) bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.82. Çeşitlerin üst boğum uzunluğuna ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	1733,13	1733,1	69,637	**
Tekerrür [Yıl]	6	149,328	24,888	1,3564	
Çeşit	15	2829,55	188,64	10,280	**
Yıl*Çeşit	15	951,43	63,429	3,4568	**
Hata	90	1651,42	18,349		
Genel	127	7314,87			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada ÜBU değerleri genel ortalaması 38,4 cm olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 42,1 cm iken, ikinci yılda 34,8 cm olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama ÜBU değerleri 27,8 cm (Alpu 2001) ile 45,9 cm (Yayla 305) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 32,6 cm (Alpu 2001) ile 54,3 cm (Ak 702) arasında, ikinci yılda ise 22,9 cm (Alpu 2001) ile 40,6 cm (Bayraktar 2000) arasında değişmiştir (Çizelge 4.83).

Çizelge 4.83. Çeşitlerin üst boğum uzunluğuna ait ortalamalar (cm)

Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	54,3	*a*	35,3	*g-j*	44,8	a
Alpu 2001	32,6	*jk*	22,9	*l*	27,8	h
Altay 2000	42,8	*cde*	34,5	*hij*	38,6	de
Bayraktar 2000	47,3	*bc*	40,6	*d-g*	43,9	ab
Bezostaja 1	36,8	*e-j*	36,3	*g-j*	36,5	d-g
Gerek 79	44,5	*cd*	36,3	*g-j*	40,4	b-e
İzgi 2001	35,9	*g-j*	36,4	*g-j*	36,1	efg
Karahan-99	47,0	*bc*	33,9	*ij*	40,4	bcd
Kate A-1	34,8	*g-j*	32,1	*jk*	33,4	g
Kıraç 66	47,5	*bc*	39,3	*d-i*	43,4	abc
Konya-2002	39,1	*d-i*	27,0	*kl*	33,1	g
Mesut	38,9	*d-i*	40,3	*d-h*	39,6	cde
Müfitbey	42,6	*c-f*	33,8	*ij*	38,2	def
Reis	40,4	*d-h*	36,9	*e-j*	38,6	de
Sönmez 2001	36,6	*f-j*	31,9	*jk*	34,3	fg
Yayla 305	52,9	*ab*	38,9	*d-i*	45,9	a
Ortalama	42,1	**a**	34,8	**b**	38,4	
DK %			11,1			
AÖF 0,05 (Yıl)			2,2			
AÖF 0,05 (Çeşit)			4,3			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			6,0			

Çalışma sonucunda elde edilen iki yıllık ortalama üst boğum uzunluğu değerleri ile bitki boyu (r= 0,928**), fertil başak sayısı (r= 0,772**), azot alım etkinliği (r= 0,625**), toplam bitki biyokütlesi (r= 0,624**), toprak yüzeyini erken kapatma (r= 0,580*) ve tek bitki verimi (r= 0,551*) arasında olumlu ilişkiler bulunurken, bitki örtüsü sıcaklığı (r= -0,556*) ile üst boğum uzunluğu arasında önemli düzeyde negatif ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 4.84). Sonuç olarak, üst boğum arası uzun olan çeşitlerin, aynı zamanda yüksek azot alım etkinliğine sahip olması sayesinde, daha fazla biyokütle ile daha fazla fertil kardeş sağladığı ve bunu dolaylı olarak tek bitki verimine yansıttıkları belirlenmiştir. Bununla birlikte, üst boğum uzunluğu değerlerindeki artış, çeşitlerin bitki boylarının yüksekliği ve bitki örtüsü sıcaklığının azalması ile ilişkili bulunmuştur. Aynı zamanda, ekmeklik buğdayda verim ve verim unsurları üzerine çalışan birçok araştırmacı, tane verimi ile üst boğum uzunluğu arasında olumlu ve önemli ilişkiler saptamış (Öztürk, 2011; Ayrancı, 2012), üst boğum uzunluğunun kuraklığa toleransı olumlu olarak etkilediğini Kalaycı ve ark. (1998) bildiren araştırmacıların bulguları ile bu araştırmada elde ettiğimiz sonuçlar uyum göstermiştir.

Çizelge 4.84. Çeşitlerin üst boğum uzunluğu ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	ÜBU	FBS	NDVI	BÖS	TBV	TBB	AAE
FBS	0,772**						
NDVI	0,580*	0,602**					
BÖS	-0,556*	-0,632**	-0,250				
TBV	0,551*	0,840**	0,522	-0,672**			
TBB	0,624**	0,877**	0,465	-0,827**	0,889**		
AAE	0,625**	0,887**	0,423	-0,740**	0,874**	0,974**	
BB	0,928**	0,840**	0,456	-0,632**	0,594*	0,702**	0,712**

ÜBU: Üst boğum uzunluğu, FBS. Fertil başak sayısı, NDVI: Toprak yüzeyini erken kapatma, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, TBV: Tek bitki verimi, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, AAE: Azot alım etkinliği, BB: Bitki boyu

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

4.2.2.13. Gövde biyokütlesi

Çeşitlerin gövde biyokütlesine (GB) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.85 'te, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.86 'da verilmiştir. Çizelge 4.85 incelendiğinde, gövde biyokütlesi (GB) bakımından yıl x çeşit interaksiyonu önemsiz bulunurken, yıl ve çeşitler arasındaki fark $p<0,01$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.85. Çeşitlerin gövde biyokütlesi değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	1136,33	1136,33	43,356	**
Tekerrür [Yıl]	6	157,255	26,2092	1,6056	
Çeşit	15	3646,32	243,088	14,892	**
Yıl*Çeşit	15	424,921	28,3281	1,7354	
Hata	90	1469,15	16,324		
Genel	127	6833,99			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada gövde biyokütlesi değerleri genel ortalaması 24 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 21,0 g iken, ikinci yılda 26,9 g olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama gövde biyokütlesi değerleri 18,5 g (Konya-2002) ile 36 g (Yayla 305) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 12,7 g (Konya-2002) ile 36,6 g (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise 20,3 g (Karahan-99) ile 36,6 g (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.86).

Çizelge 4.86. Çeşitlerin gövde biyokütlesi değerlerine ait ortalamalar (g)

Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	26,0		36,6		31,3	b
Alpu 2001	19,4		21,6		20,5	e
Altay 2000	20,3		23,8		22,0	de
Bayraktar 2000	16,0		22,5		19,3	e
Bezostaja 1	17,3		23,8		20,6	e
Gerek 79	23,2		26,8		25,0	cd
İzgi 2001	18,3		24,1		21,2	de
Karahan-99	19,8		20,3		20,1	e
Kate A-1	15,1		25,4		20,2	e
Kıraç 66	27,2		34,1		30,6	b
Konya-2002	12,7		24,2		18,5	e
Mesut	18,3		23,4		20,9	e
Müfitbey	25,5		34,2		29,9	b
Reis	23,3		33,9		28,6	bc
Sönmez 2001	16,6		20,5		18,6	e
Yayla 305	36,6		35,5		36,0	a
Ortalama	21,0	**b**	26,9	**a**	24,0	
DK %			16,9			
AÖF 0,05 (Yıl)			2,2			
AÖF 0,05 (Çeşit)			4,0			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			ö.d.			

Çalışma sonucunda, çeşitlerin gövde biyokütlesi değerleri ile azot alım etkinliği (r= 0,975**), kardeş sayısı (r= 0,916**), tek bitki verimi (r= 0,901**), toplam kök biyokütlesi (r= 0,785**), bitki boyu (r= 0,706**) ve kök uzunluğu (r= 0,666**) arasında pozitif ve çok önemli ilişki bulunurken, bitki örtüsü sıcaklığı (r= -0,823**) ile gövde biyokütlesi arasında çok önemli düzeyde negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4.87). Sonuç olarak, gövde biyokütlesi büyük olan çeşitler, aynı zamanda büyük kök biyokütlesi ve kök uzunluğu sayesinde yüksek azot alım etkinliğine sahip olmaktadırlar. Aynı zamanda bu çeşitlerin, daha fazla kardeş sayısına ve fertil kardeşe sahip oldukları saptanmış olup, bu avantajı dolaylı olarak tek bitki verimine yansıttıkları belirlenmiştir. Bununla birlikte, gövde biyokütlesindeki artış, çeşitlerin bitki örtüsü sıcaklığının azalması ile bağlantılı bulunmuştur (Çizelge 4.87).

Daha büyük yaprak boyutu ve gövde biyokütlesinin amacı, akdeniz tipi iklim çevrelerinde topraktan buharlaşma yoluyla su kaybını azaltmada, toprak yüzeyini gölgeleme ile su kullanım verimliliğini arttırmak için düşünülmüştür (Botwright ve ark., 2002).

Çizelge 4.87. Çeşitlerin gövde biyokütlesi ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	GB	BÖS	KS	BB	TKB	KU	TBV
BÖS	-0,823**						
KS	0,916**	-0,688**					
BB	0,706**	-0,632**	0,848**				
TKB	0,785**	-0,765**	0,682**	0,505*			
KU	0,666**	-0,662**	0,538*	0,409	0,778**		
TBV	0,901**	-0,672**	0,824**	0,594*	0,483	0,538*	
AAE	0,975**	-0,740**	0,925**	0,712**	0,759**	0,659**	0,874**

GB: Gövde biyokütlesi, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, KS: Kardeş sayısı, BB: Bitki boyu, TKB: Toplam kök biyokütlesi KU: Kök uzunluğu, TBV: Tek bitki verimi, AAE: Azot alım etkinliği

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

4.2.2.14. Bitki biyokütlesi

Çeşitlerin bitki biyokütlesi değerlerine (BB) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.88 ’de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.89 ’da verilmiştir. Çizelge 4.88 incelendiğinde, bitki biyokütlesi (BB) bakımından yıl ve çeşitler arasında ki fark $p<0,01$ seviyesinde, yıl x çeşit interaksiyonu ise $p<0,05$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.88. Çeşitlerin bitki biyokütlesi değerlerine ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	1171,81	1171,8	43,266	**
Tekerrür [Yıl]	6	162,504	27,084	1,6182	
Çeşit	15	3965,03	264,34	15,793	**
Yıl*Çeşit	15	458,306	30,554	1,8255	*
Hata	90	1506,38	16,738		
Genel	127	7264,03			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada bitki biyokütlesi değerleri genel ortalaması 24,7 g olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda 21,7 g iken, ikinci yılda 27,8 g olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.89). Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama bitki biyokütlesi değerleri 19,1 g (Konya-2002) ile 37,1 g (Yayla 305) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda 13,4 g (Konya-2002) ile 37,9 g (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise 20,9 g (Karahan-99) ile 38,2 g (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.89).

Çizelge 4.89. Çeşitlerin bitki biyokütlesi değerlerine ait ortalamalar (g)

Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	26,9	*bcd*	38,2	*a*	32,6	b
Alpu 2001	20,2	*g-l*	22,4	*c-k*	21,3	e
Altay 2000	20,8	*f-l*	24,3	*b-i*	22,5	de
Bayraktar 2000	16,4	*lm*	23,0	*b-j*	19,7	e
Bezostaja 1	18,1	*j-m*	25,0	*b-g*	21,6	e
Gerek 79	24,0	*b-i*	27,5	*bc*	25,8	cd
İzgi 2001	18,8	*i-m*	24,7	*b-h*	21,7	de
Karahan-99	20,5	*f-l*	20,9	*e-l*	20,7	e
Kate A-1	15,5	*lm*	26,1	*b-f*	20,8	e
Kıraç 66	28,4	*b*	35,4	*a*	31,9	b
Konya-2002	13,4	*m*	24,7	*b-g*	19,1	e
Mesut	18,9	*h-m*	24,0	*b-i*	21,5	e
Müfitbey	26,6	*b-e*	35,7	*a*	31,1	b
Reis	24,0	*b-i*	34,8	*a*	29,4	bc
Sönmez 2001	17,2	*klm*	21,2	*d-l*	19,2	e
Yayla 305	37,9	*a*	36,4	*a*	37,1	a
Ortalama	21,7	**b**	27,8	**a**	24,7	
DK %			16,5			
AÖF 0,05 (Yıl)			2,3			
AÖF 0,05 (Çeşit)			4,1			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			5,7			

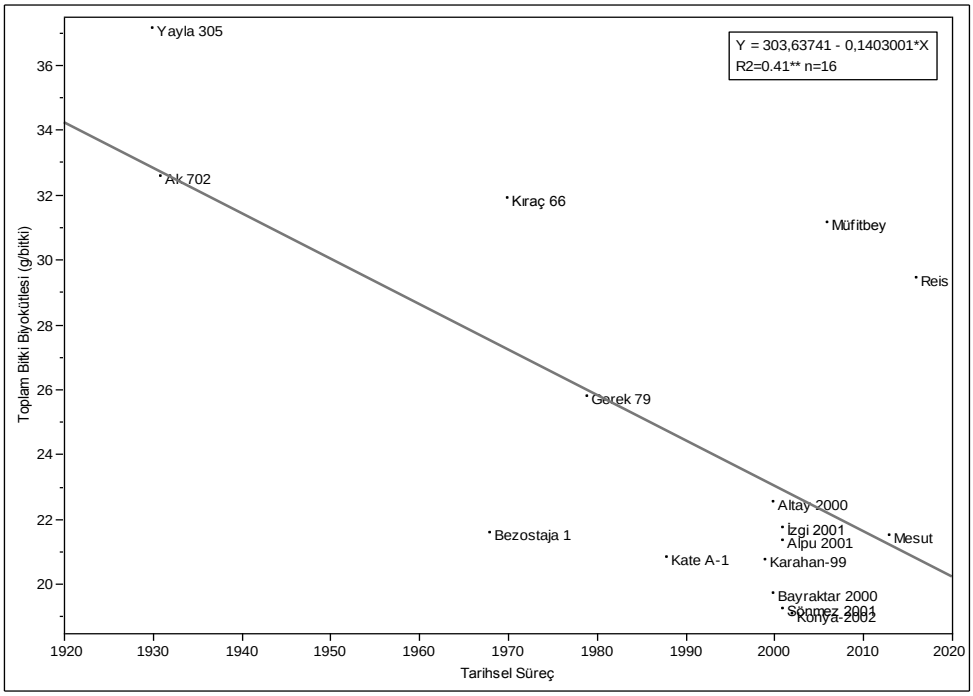
Başaklanma döneminde çevrenin verim üzerine önemi artmaktadır. Erken dönemde oluşan stresler telafi edilebilirken, geç dönemde oluşan streslerin telafisi mümkün olmamakta ve verim olumsuz etkilenmektedir (Fischer, 1983). Başaklanma dönemi öncesi fotosentezde artış, ışık kullanımı ve radyasyon kullanım etkinliğinin artırılması, bitki büyüme oranını arttırmakta, böylece bitki biyokütlesi ve tane verimi de artmaktadır. Çalışmamız sonucunda elde edilen iki yıllık ortalama bitki biyokütlesi değerleri ile azot alım etkinliği (r= 0,974**), tek bitki verimi (r= 0,889**), toplam kök biyokütlesi (r= 0,802**), bitki boyu (r= 0,702**) ve kök uzunluğu (r= 0,674**) arasında pozitif anlamda çok önemli ilişkiler belirlenirken, bitki örtüsü sıcaklığı (r= -0,827**) ve hasat indeksi (r= -0,507*) ile önemli düzeyde negatif ilişkiler tespit edilmiştir (Çizelge 4.90). Aynı zamanda, toplam bitki biyokütlesi sonuçlarına göre, yıllar itibari ile tarihsel süreç arasındaki negatif ilişki istatistiki yönden çok önemli bulunmuş olup ($p<0,01$), yıllar geçtikçe çeşitlerin toplam bitki biyokütlesi değerlerinde bir azalmanın gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.36).

Çizelge 4.90. Çeşitlerin bitki biyokütlesi ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	TBB	HI	AAE	TBV	BÖS	BB	TKB
HI	-0,507*						
AAE	0,974**	-0,485					
TBV	0,889**	-0,064	0,874**				
BÖS	-0,827**	0,552*	-0,740**	-0,672**			
BB	0,702**	-0,440	0,712**	0,594*	-0,632**		
TKB	0,802**	-0,830**	0,759**	0,483	-0,765**	0,505*	
KU	0,674**	-0,478	0,659**	0,538*	-0,662**	0,409	0,778**

TBB: Toplam bitki biyokütlesi, HI: Hasat indeksi, AAE: Azot alım etkinliği, TBV: Tek bitki verimi, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, BB: Bitki boyu, TKB: Toplam kök biyokütlesi, KU: Kök uzunluğu

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)



Şekil 4.36. Çeşitlerin toplam bitki biyokütesi değerlerine ait tarihsel süreç

4.2.2.15. Kök hasat indeksi

Çeşitlerin kök hasat indeksi (KHİ) oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.91 ’de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.92 ’de verilmiştir. Çizelge 4.91 incelendiğinde, kök hasat indeksi (KHİ) bakımından yıl ve çeşitler arasındaki fark $p<0,01$ seviyesinde, yıl x çeşit interaksiyonu ise $p<0,05$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.91. Çeşitlerin kök hasat indeksi (KHİ) oranlarına ait varyans analizi

Kaynaklar	SD	KT	KO	F	
Yıl	1	0,02799	0,02799	14,036	**
Tekerrür [Yıl]	6	0,01196	0,00199	1,3316	
Çeşit	15	0,2778	0,01852	12,368	**
Yıl*Çeşit	15	0,04423	0,00295	1,9692	*
Hata	90	0,13477	0,00150		
Genel	127	0,49675			

** (p<0.01), * (p<0.05)

Çalışmada kök hasat indeksi (KHİ) oranlarının genel ortalaması % 44 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda % 42 iken, ikinci yılda % 45 olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama KHİ değerleri % 33 (Bezostaja 1) ile % 50 (Konya-2002) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda % 34 (Yayla 305) ile % 49 (Konya-2002, Bayraktar 2000) arasında, ikinci yılda ise % 32 (Bezostaja 1) ile % 51 (Konya-2002, Altay 2000) arasında değişmiştir (Çizelge 4.92).

Çizelge 4.92. Çeşitlerin kök hasat indeksi (KHİ) oranlarına ait ortalamalar

Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	0,37	*k-n*	0,39	*h-m*	0,38	g
Alpu 2001	0,45	*b-g*	0,47	*a-f*	0,46	bcd
Altay 2000	0,47	*a-f*	0,51	*a*	0,49	abc
Bayraktar 2000	0,49	*abc*	0,49	*abc*	0,49	ab
Bezostaja 1	0,35	*mn*	0,32	*n*	0,33	h
Gerek 79	0,43	*d-i*	0,48	*a-d*	0,45	cd
İzgi 2001	0,46	*a-g*	0,50	*ab*	0,48	abc
Karahan-99	0,42	*f-k*	0,41	*g-l*	0,41	efg
Kate A-1	0,44	*c-h*	0,49	*abc*	0,46	a-d
Kıraç 66	0,36	*lmn*	0,42	*e-j*	0,39	g
Konya-2002	0,49	*abc*	0,51	*a*	0,50	a
Mesut	0,42	*e-j*	0,44	*c-g*	0,43	def
Müfitbey	0,37	*j-m*	0,38	*i-m*	0,38	g
Reis	0,43	*d-i*	0,49	*abc*	0,46	bcd
Sönmez 2001	0,46	*a-g*	0,44	*c-h*	0,45	cde
Yayla 305	0,34	*mn*	0,47	*a-e*	0,41	fg
Ortalama	0,42	**b**	0,45	**a**	0,44	
DK %			8,9			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,02			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,04			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			0,05			

Çalışma sonucunda, çeşitlerin kök hasat indeksi oranları ile bitki örtüsü sıcaklığı (r= 0,552*) arasında pozitif ve önemli ilişki bulunurken, toplam kök biyokütlesi (r= -0,830**), derin kök biyokütlesi (r= -0,818**), yüzey kök biyokütlesi (r= -0,761**), oransal nem içeriği (r= -0,530*), kalsiyum alım etkinliği (r= -0,524*), potasyum alım etkinliği (r= -0,509*) ve toplam bitki biyokütlesi (r= -0,507*) ile kök hasat indeksi oranları arasında önemli düzeyde negatif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.93). Ayrıca, kök hasat indeksi oranları yönünden erkenci çeşitlerin daha yüksek olduğu, geçci çeşitlerde ise daha fazla gövde ve kök biyokütlesi üretmeleri yüzünden bu oranın daha düşük gerçekleştiği tespit edilmiştir (Şekil 4.37).

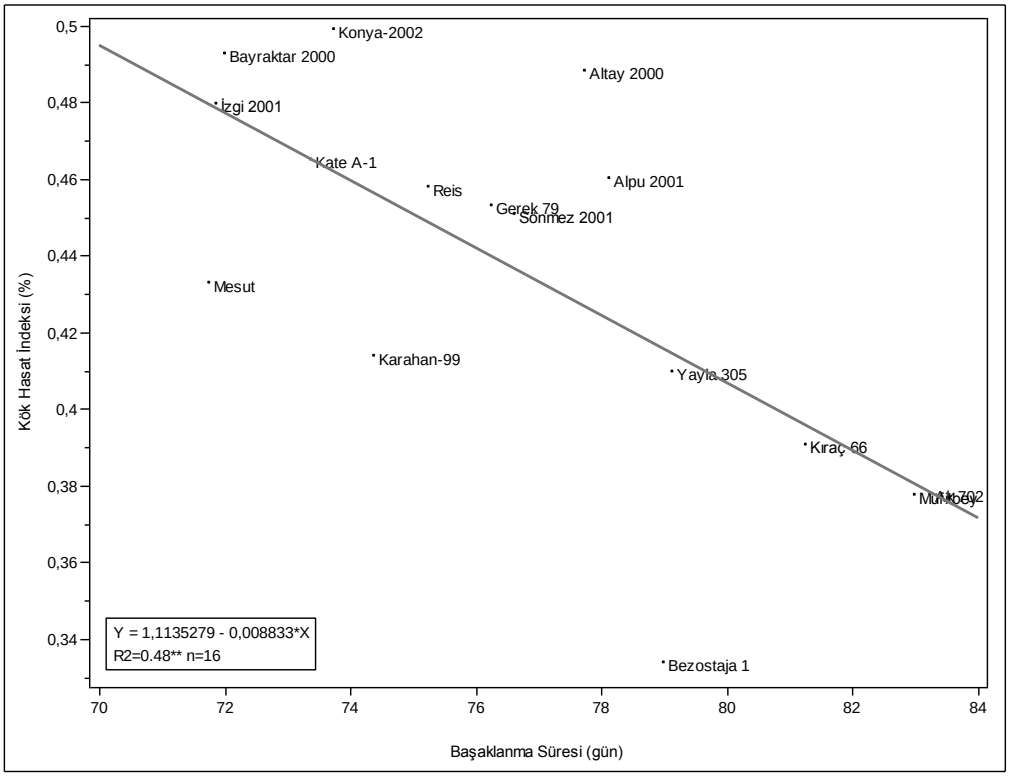
Çizelge 4.93. Çeşitlerin bitki kök hasat indeksi oranları ile incelenen bazı özellikler arasındaki ilişkilerin önemlilik düzeyleri ve korelasyon katsayıları

	KHI	TKB	YKB	DKB	BÖS	ONİ	TBB	PAE
TKB	-0,830**							
YKB	-0,761**	0,931**						
DKB	-0,818**	0,985**	0,870**					
BÖS	0,552*	-0,765**	-0,754**	-0,748**				
ONİ	-0,530*	0,593*	0,549*	0,579*	-0,384			
TBB	-0,507*	0,802**	0,853**	0,783**	-0,827**	0,301		
PAE	-0,509*	0,738**	0,807**	0,713**	-0,795**	0,186	0,963**	
KAE	-0,524*	0,811**	0,827**	0,800**	-0,677**	0,285	0,914**	0,847**

KHI: Kök hasat indeksi, TKB: Toplam kök biyokütlesi, YKB: Yüzey kök biyokütlesi, DKB: Derin kök biyokütlesi, BÖS: Bitki örtüsü sıcaklığı, ONİ: Oransal nem içeriği, TBB: Toplam bitki biyokütlesi, PAE: Potasyum alım etkinliği, KAE: Kalsiyum alım etkinliği

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Kontrollü bir çevrede yapılan çalışmada Passioura (1977), çiçeklenmeden sonra ve önce tüketilen su oranının hasat indeksi ve dolayısıyla verim ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Sezon sonunda toprak altında bulunan nemin kullanılmasının yararı ise Kirkegaard ve ark. (2007) tarafından gösterilmiştir. Elbette kökler tarafından nüfuz edilebilir toprak derinliği ve toprakta depolanan suyun derinliği toprağın su tutma kapasitesi açısından toprak türü ile yağış rejiminin etkisi kuvvetli bir etkileşime girmektedir. Böylece su stresi olan ortamda iyi performans gösteren bir çeşit, başka bir çevrede ya da sezonda iyi performans göstermeyebilir. Seleksiyon ve ıslah açısından bu durum, hedef çevre ve nem stresinin baskın modelinin, uygun bir kök morfolojisi düşünülmeden önce iyi anlaşılmasına ve tanımlanmasına ihtiyaç olduğunu göstermektedir (Palta ve ark., 2011).



Şekil 4.37. Çeşitlerin başaklanma süresi ile kök hasat indeksi oranları arasındaki ilişki

4.2.3. Kök özelliklerinin bitki besleme üzerine etkileri

Bitkide büyüme ve gelişme üzerine mineral beslenmenin önemi tartışılmaz bir gerçektir. Bitki verimliliği ve kalitesi büyük oranda bitki beslemeye bağlıdır (Marschner, 1995; Fageria, 2009). Yapılan çalışmada, bitki besin maddesi eksik topraklarda, uygun miktarda gübreleme yapıldığında pirinç, kuru fasulye, buğday, mısır ve soya fasulyesi gibi önemli ürünlerde ortalama % 40 verim artışı sağlandığı bildirilmiştir (Fageria, 2009; Fageria ve ark., 2010).

Kök, bitkiye su ve besin maddelerinin sağlanmasında çok önemli bir organdır. Bu yüzden, kök gelişimi bitki verimliliği ile doğrudan ilişkilidir. Yapılan birçok çalışma, besin maddesi alımının, kök uzunluğu, kök uzunluğunun yoğunluğu, kök tüylerinin inceliği ve kök yüzey alanının fazlalığı gibi morfolojik özellikler ile yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Barber ve ark., 1963; Barley, 1970; Okajima, 2001).

4.2.3.1. Azot alım etkinliği

Azot kullanım etkinliği (AKE), alım (uptake) ve değerlendirme (utilization) etkinliği şeklinde ikiye ayrılmıştır (Moll ve ark., 1982). Dhugga ve Waines (1989), özellikle azot miktarının yüksek olduğu durumlarda, alım etkinliğinin değerlendirme etkinliğinden daha önemli olduğunu, benzer şekilde Van Ginkel ve ark. (2001) da, yüksek düzeyde azot içeren koşullarda alım etkinliğinin daha önemli olduğunu, azot miktarının yetersiz olduğu düşük girdili tarım koşullarında ise değerlendirme etkinliği daha yüksek çeşitlerin tercih edilebileceğini belirtmektedirler.

Çevresel ve ekonomik sebepler göz önüne alındığında, bitkisel üretim sistemlerinde azotlu gübrelerinin etkili kullanılması gerekmektedir. Kimyasal gübreler arasında azot, çevrenin kirlenmesinde en büyük riski oluşturur. Buna tarımsal üretimde nitratın diğer kimyasal gübrelerle kıyaslandığında daha yüksek oranda kullanılması ve toprakta nitratın daha hareketli olduğundan kök bölgesinin altına yıkanma potansiyeli sebep olur.

Tahıllarda azot alımını, kök morfolojik karakterleri etkiler. Küçük ve yüzeysel kök sistemine sahip bitkilerde yıkanan azot, büyük ve derin kök sistemlerine sahip bitkilere oranla daha yüksektir. Ayrıca yoğun kök sistemleriyle, yan dalları ve kök saçları yoğun bitkiler daha büyük kök yüzey alanı sayesinde, besin maddelerini almak için seyrek kök sistemlerine sahip bitkilerden daha iyi adapte olurlar (Gahoonia ve ark., 2007). Ren ve ark. (2010), buğday çeşitlerinde büyük kök sistemlerinin daha yüksek azot ve fosfor kullanım etkinliği ve alımı gösterdiğini bildirmiştir. Diğer bir araştırmada ise buğdayda derin köklenen hatlarda düşük azot yıkanması ve yüksek N, P, K alımı gerçekleştirdiği saptanmıştır (Ehdaie ve ark., 2010). Erken gelişen güçlü bir kök sistemi özellikle geç dönem kuraklık görülen alanlarda su ve besin elementi alımını artırarak, ürünün ilk gelişim döneminde önemli avantajlar sağlamaktadır (Palta ve Watt, 2009).

Çeşitlerin azot alım etkinliği (AAE) oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.94 ’de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.95 ’te verilmiştir. Çizelge 4.94 incelendiğinde, azot alım etkinliği oranları bakımından yıllar arasındaki fark önemsizken, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılığın $p<0,01$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.94. Çeşitlerin azot alım etkinliği oranlarına ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	9,57956	9,5796	0,9356	
Tekerrür [Yıl]	6	61,4324	10,239	1,9311	
Çeşit	15	1488,79	99,253	18,719	**
Yıl*Çeşit	15	218,88	14,592	2,7521	**
Hata	90	477,193	5,3021		
Genel	127	2255,87			

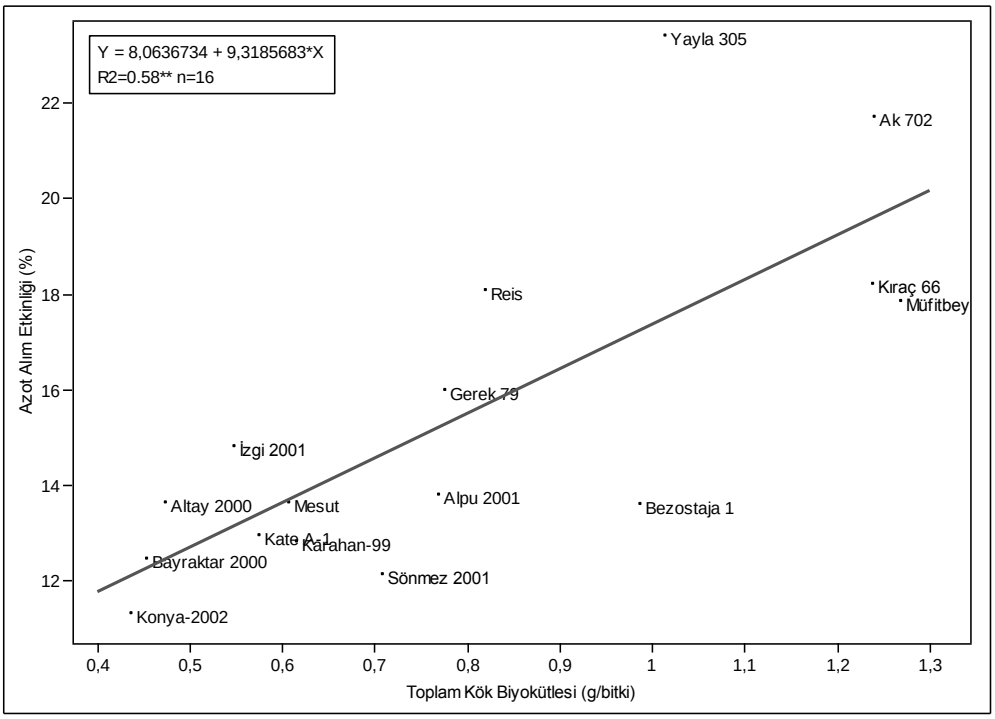
** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada azot alım etkinliği oranları genel ortalaması % 15,4 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda % 15,1 iken, ikinci yılda % 15,6 olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama azot alım etkinliği % 11,3 (Konya-2002) ile % 23,4 (Yayla 305) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda % 9 (Konya-2002) ile % 26,1 (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise % 11,6 (Karahan-99) ile % 21,9 (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.95).

Çizelge 4.95. Çeşitlerin azot alım etkinliği oranlarına ait ortalamalar (%)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	21,5	*bc*	21,9	*b*	21,7	a
Alpu 2001	14,3	*g-k*	13,3	*ijk*	13,8	cde
Altay 2000	14,4	*g-k*	12,9	*jkl*	13,6	de
Bayraktar 2000	11,3	*klm*	13,6	*h-k*	12,4	ef
Bezostaja 1	13,6	*h-k*	13,6	*h-k*	13,6	de
Gerek 79	16,3	*e-i*	15,6	*f-j*	16,0	bc
İzgi 2001	13,6	*h-k*	16,0	*f-j*	14,8	cd
Karahan-99	14,0	*g-k*	11,6	*klm*	12,8	def
Kate A-1	10,0	*lm*	15,8	*f-j*	12,9	def
Kıraç 66	18,5	*c-f*	17,9	*def*	18,2	b
Konya-2002	9,0	*m*	13,6	*h-k*	11,3	f
Mesut	13,3	*ijk*	13,9	*g-k*	13,6	de
Müfitbey	17,1	*efg*	18,5	*c-f*	17,8	b
Reis	16,7	*e-h*	19,4	*b-e*	18,0	b
Sönmez 2001	12,0	*klm*	12,2	*kl*	12,1	ef
Yayla 305	26,1	*a*	20,7	*bcd*	23,4	a
Ortalama	15,1		15,6		15,4	
DK %			15,0			
AÖF 0,05 (Yıl)			ö.d.			
AÖF 0,05 (Çeşit)			2,3			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			3,2			

King ve ark. (2003), modelleme teknikleri kullanarak yaptığı çalışmada şu sonuçları elde etti; toprak derinliklerinde kökler ne kadar iyi olursa ve yüzeysel köklerin yayılması ne kadar az olursa, toprağın derinliklerindeki su ve azot gibi ekstra kaynaklara erişerek verim artacaktır.

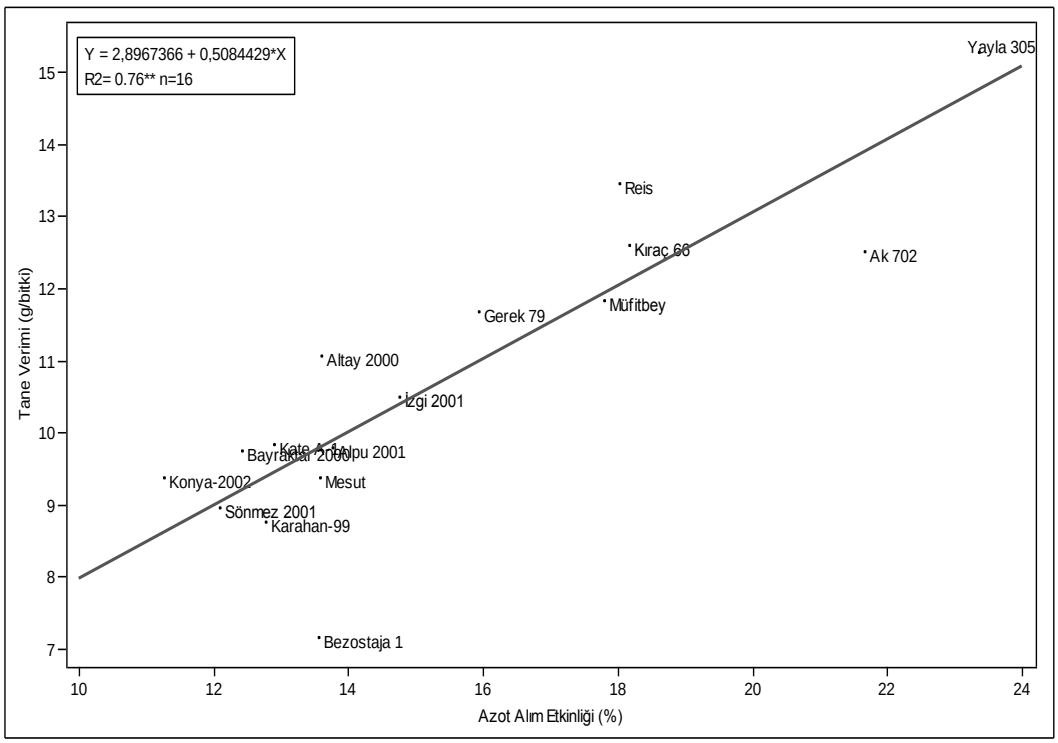


Şekil 4.38. Çeşitlerin toplam kök biyokütesi ile azot alım etkinliği arasındaki ilişki

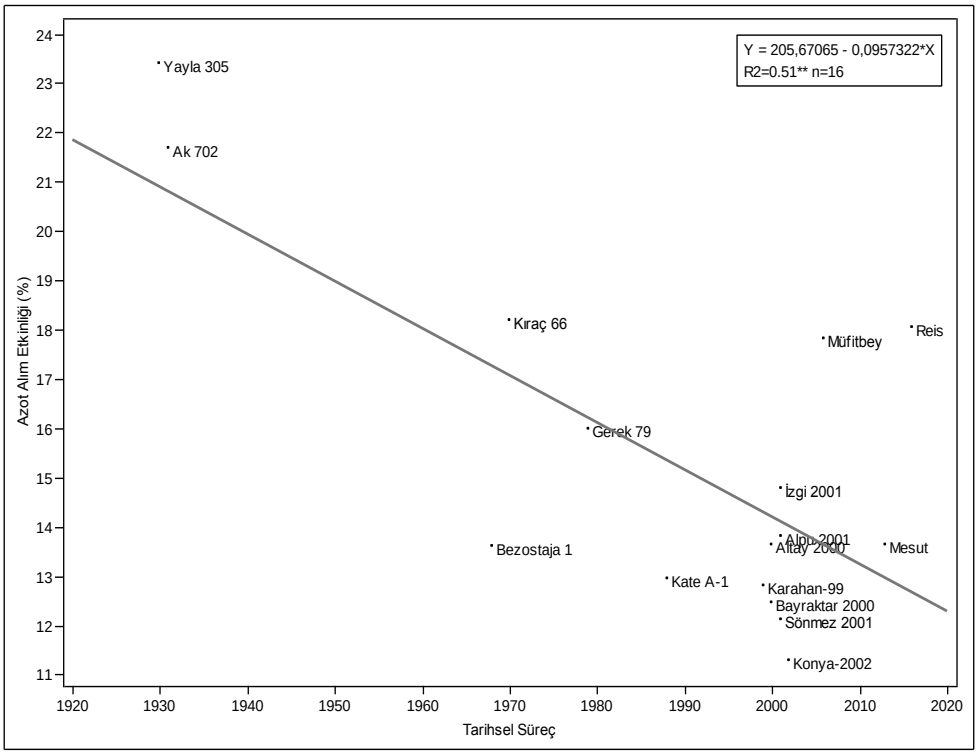
Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, büyük kök biyokütlesinin, su ve azot alımını arttırdığını (Şekil 4.38), bu durumun da ekmeklik buğdayda daha yüksek tane verimi ile sonuçlandığını göstermiştir (Şekil 4.39). Güçlü ve büyük bir kök sistemi, özellikle besin maddesi ve suyun kısıtlı olduğu durumlarda çok daha fazla önem arz etmektedir (Gregory, 1994).

Waines ve Ehdaie (2007), yeşil devrim sonrasında geliştirilen buğday genotiplerinin kök sistemlerinin, daha önce geliştirilen genotip ve yerel çeşitlerden daha küçük olduğunu ve bu durumun bodurluk (Rht) genlerinin kök büyümesi üzerine etkisinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bitkide toplam kök biyokütlesi ile onun yüzey ve derin kök dağılımı aynı zamanda bitkinin azot (N) alımını etkilemektedir (Wiesler ve Horst, 1994; Ehdaie ve ark., 2010). Şekil 4.40 incelendiğinde, 1930 yılından itibaren geçen her yıl için % 0,14 azot alım etkinliğinde azalma olduğu

görülmektedir. Bu taraflı seleksiyon sonucu yüksek girdi koşulları altında iyi performans gösteren çeşitler tescil edilse de, genetik çeşitlilik azalmış ve bir dar boğaz olmuştur (Newton ve ark., 2011). Son yüz yıl içerisinde genetik çeşitliliğin % 75 oranında kaybolduğu tahmin edilmektedir (Pingali, 2012). Farklı çevrelerde verim stabilitesi, çeşit tescili için çok önemli bir ön şarttır. Yeşil devrim buğdaylarının genel özellikleri yüksek girdi koşullarındaki tarım sistemlerinde yüksek verim alınabilmesidir. Düşük girdili, yağmura bağımlı ve stres koşulları altında ise başarısız olma eğilimindedirler (Bektas, 2015). Yapılan birçok çalışma, yeşil devrim öncesi buğdayların, toprak profilinden daha fazla su çekerek, kuraklığa modern buğday çeşitlerine göre daha iyi tepki verdiğini göstermiştir (Ehdaie ve ark., 1988; Reynolds ve ark., 2006; Trethowan ve Mujeeb-Kazi, 2008)



Şekil 4.39. Çeşitlerin azot alım etkinliği ile tane verimi arasındaki ilişki



Şekil 4.40. Çeşitlerin azot alım etkinliği oranlarına ait tarihsel süreç

4.2.3.2. Fosfor alım etkinliği

Fosfor, bitki bünyesinde birçok fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonlarda önemli rol oynamaktadır. Aynı zamanda, bitkide kök gelişimini artırdığı konusunda birçok çalışma bulunmaktadır (Baligar ve ark., 1998; Fageria ve Moreira, 2011). Fosfor, adventif köklenme, seminal kök uzunluğu, kök açısı, yanal köklenme, kök saçlarının uzunluğu ve yoğunluğu gibi bitkide kök mimarisi ile ilgili birçok özelliği düzenler (Vieira ve ark., 2008). Fageria ve ark. (2006) yapmış oldukları çalışmada, yeterli miktarda fosfor uygulanmış ve fosfor uygulaması yapılmamış toprakta kıyaslanan bitkilerde kuru kök ağırlıkları yönünden, pirinçte % 62, fasulyede % 74, mısırda % 50 ve soya fasulyesinde % 21 oranında düşüş olduğunu bildirmişlerdir.

Çeşitlerin fosfor alım etkinliği (FAE) oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.96 ’da, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.97 ’de verilmiştir. Çizelge 4.96 incelendiğinde, fosfor alım etkinliği oranları bakımından yıllar arasındaki fark önemsizken, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılığın $p<0,01$ seviyesinde istatistiki açıdan önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.96. Çeşitlerin fosfor alım etkinliği oranlarına ait varyans analizi

Kaynaklar	SD	KT	KO	F	
Yıl	1	0,97322	0,97322	0,263	
Tekerrür [Yıl]	6	22,1978	3,69963	1,836	
Çeşit	15	108,723	7,24819	3,598	**
Yıl*Çeşit	15	99,5476	6,63651	3,294	**
Hata	90	181,325	2,01473		
Genel	127	412,767			

** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

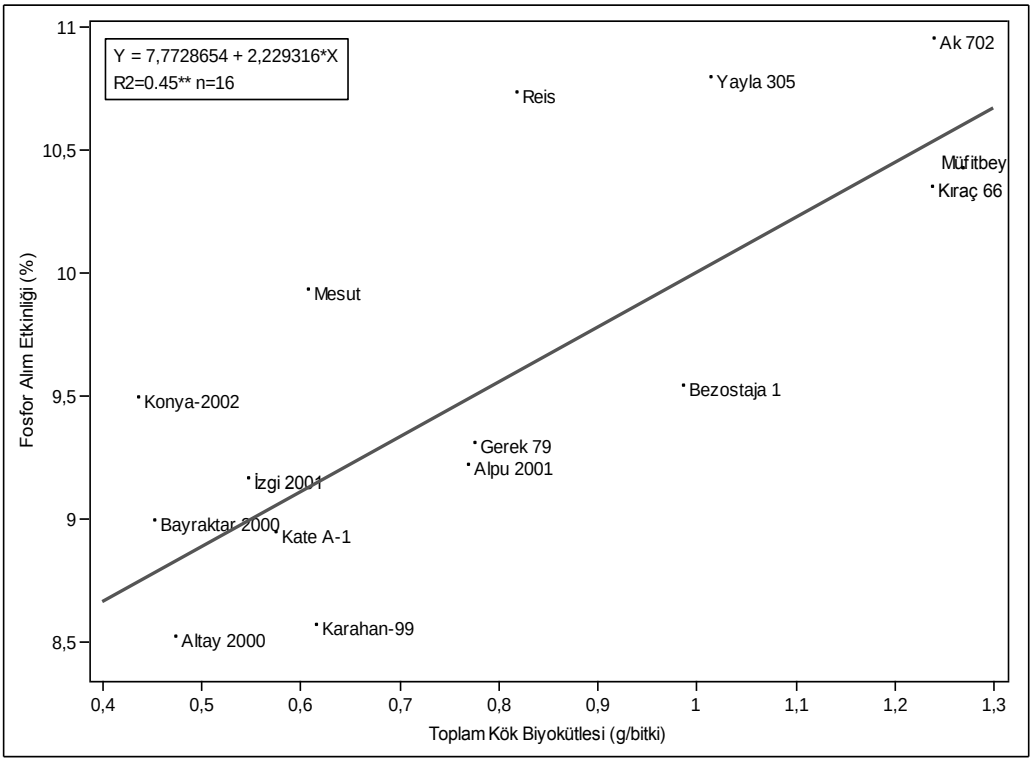
Çalışmada fosfor alım etkinliği oranları genel ortalaması % 9,5 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda % 9,4 iken, ikinci yılda % 9,6 olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama fosfor alım etkinliği % 7,5 (Sönmez 2001) ile % 10,9 (Ak 702) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda % 7,3 (Kate A-1) ile % 10,8 (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise % 7,1 (Karahan-99) ile % 11,3 (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.97).

Çizelge 4.97. Çeşitlerin fosfor alım etkinliği oranlarına ait ortalamalar (%)

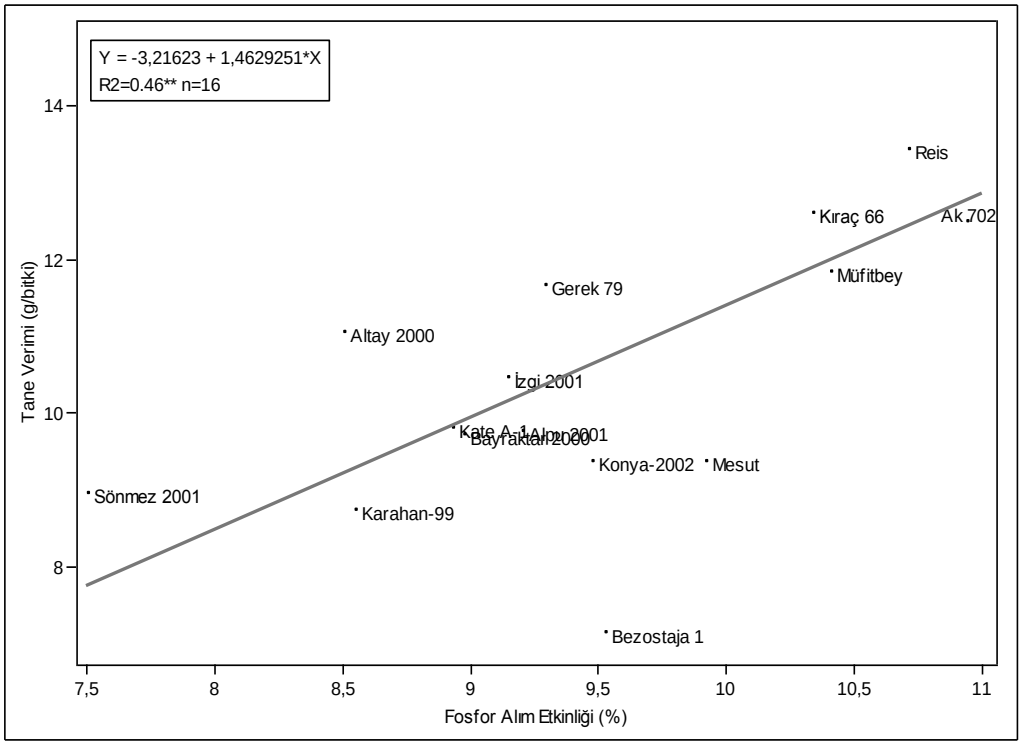
Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	10,6	*abc*	11,3	*a*	10,9	a
Alpu 2001	9,5	*a-g*	9,0	*b-i*	9,2	c-f
Altay 2000	9,2	*b-h*	7,8	*f-i*	8,5	fg
Bayraktar 2000	9,2	*b-h*	8,8	*c-i*	9,0	def
Bezostaja 1	9,9	*a-e*	9,2	*b-h*	9,5	b-f
Gerek 79	10,4	*abc*	8,2	*d-i*	9,3	c-f
İzgi 2001	7,5	*ghi*	10,8	*ab*	9,2	c-f
Karahan-99	10,0	*a-d*	7,1	*i*	8,6	efg
Kate A-1	7,3	*hi*	10,6	*abc*	8,9	def
Kıraç 66	10,7	*abc*	10,0	*a-e*	10,3	a-d
Konya-2002	8,0	*e-i*	11,0	*ab*	9,5	b-f
Mesut	10,1	*a-d*	9,7	*a-f*	9,9	a-e
Müfitbey	10,2	*abc*	10,6	*abc*	10,4	abc
Reis	10,2	*abc*	11,2	*a*	10,7	ab
Sönmez 2001	7,4	*hi*	7,6	*ghi*	7,5	g
Yayla 305	10,8	*abc*	10,8	*ab*	10,8	ab
Ortalama	9,4		9,6		9,5	
DK %			14,9			
AÖF 0,05 (Yıl)			ö.d.			
AÖF 0,05 (Çeşit)			1,4			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			2,0			

Toprakta fosfor hareketi sınırlı olduğundan dolayı, fosfor alımı yönünden bitkide kök gelişimi ve aktivitesi son derece önemlidir (Lynch, 1995). Ren ve ark. (2010), buğday çeşitlerinde büyük kök sistemlerinin daha yüksek azot ve fosfor kullanım etkinliği ve alımı gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Elde ettiğimiz sonuçlar gösteriyor ki, kök biyokütlesi ve onun yüzey ve derin kök dağılımı, erken ve bol miktarda kök dallanması ile birlikte yüksek kök yüzey alanı, buğdayda fosfor alımını arttırmakta (Şekil 4.41), bu da ekmeklik buğdayda daha çok tane verimi ile sonuçlanmaktadır (Şekil 4.42).



Şekil 4.41. Çeşitlerin toplam kök biyokütesi ile fosfor alım etkinliği arasındaki ilişki



Şekil 4.42. Çeşitlerin fosfor alım etkinliği ile tane verimi arasındaki ilişki

4.2.3.3. Potasyum alım etkinliği

Potasyum, bitkide birçok fizyolojik ve biyokimyasal süreçte hayati önem arz etmektedir. Özellikle bitkide kök gelişiminin artırılmasında, kuraklığa toleransın geliştirilmesinde, stomaların açılıp kapanmasında, hücre uzaması ve turgor basıncının korunmasında, suda çözünebilir karbonidratların taşınımında ve sonuç olarak bitkisel üretimde verim ile kalitenin artmasında anahtar rol oynayan önemli bir elementtir (Britto ve Kronzucker, 2008; Marschner, 2011).

Çeşitlerin potasyum alım etkinliği (PAE) oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.98 ’de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.99 ’da verilmiştir. Çizelge 4.98 incelendiğinde, potasyum alım etkinliği oranları bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık $p<0,01$ seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.98. Çeşitlerin potasyum alım etkinliği oranlarına ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	388,721	388,72	40,27	**
Tekerrür [Yıl]	6	57,9144	9,6524	1,674	
Çeşit	15	1380,08	92,006	15,95	**
Yıl*Çeşit	15	330,051	22,003	3,815	**
Hata	90	519,086	5,7676		
Genel	127	2675,86			

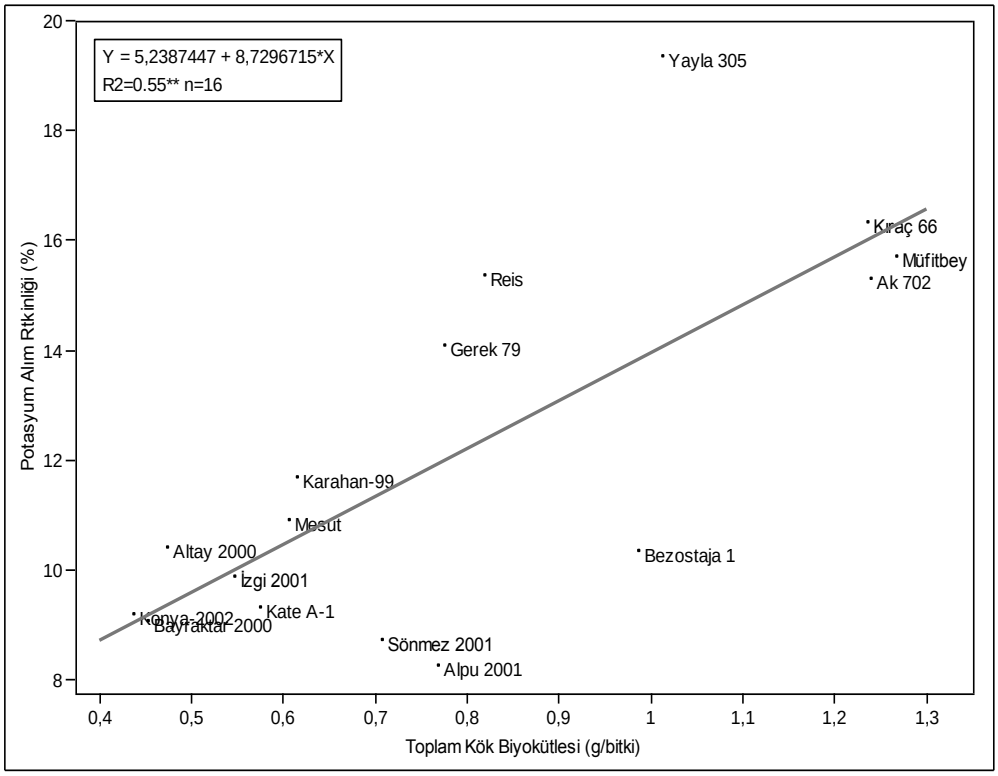
** ($p<0.01$), * ($p<0.05$)

Çalışmada potasyum alım etkinliği oranları genel ortalaması % 12,1 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda % 13,8 iken, ikinci yılda % 10,3 olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama potasyum alım etkinliği % 8,2 (Alpu 2001) ile % 19,3 (Yayla 305) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda % 8,2 (Konya-2002) ile % 25,2 (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise % 6,3 (Alpu 2001) ile % 13,5 (Yayla 305) arasında değişmiştir (Çizelge 4.99).

Çizelge 4.99. Çeşitlerin potasyum alım etkinliği oranlarına ait ortalamalar (%)

Çeşit	**2017**		**2018**		**Ortalama**	
Ak 702	17,1	*bc*	13,4	*d-h*	15,3	b
Alpu 2001	10,2	*g-m*	6,3	*n*	8,2	e
Altay 2000	13,0	*d-i*	7,8	*lmn*	10,4	cde
Bayraktar 2000	9,0	*k-n*	9,1	*j-n*	9,0	de
Bezostaja 1	11,3	*e-k*	9,3	*j-n*	10,3	cde
Gerek 79	17,7	*b*	10,4	*g-m*	14,1	b
İzgi 2001	10,8	*f-l*	8,9	*k-n*	9,8	cde
Karahan-99	15,3	*bcd*	8,0	*k-n*	11,7	c
Kate A-1	9,7	*i-m*	8,8	*k-n*	9,3	cde
Kıraç 66	18,3	*b*	14,3	*cde*	16,3	b
Konya-2002	8,2	*k-n*	10,1	*h-m*	9,2	de
Mesut	12,4	*d-j*	9,4	*j-n*	10,9	cd
Müfitbey	17,3	*bc*	14,1	*c-f*	15,7	b
Reis	15,5	*bcd*	15,2	*bcd*	15,3	b
Sönmez 2001	10,3	*g-m*	7,0	*mn*	8,7	de
Yayla 305	25,2	*a*	13,5	*d-g*	19,3	a
Ortalama	13,8	**a**	10,3	**b**	12,1	
DK %			19,9			
AÖF 0,05 (Yıl)			1,3			
AÖF 0,05 (Çeşit)			2,4			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			3,4			

Buğdayda toplam kök biyokütlesi ile onun yüzey ve derin kök dağılımının bitkide besin maddeleri alımını etkilediği, aynı zamanda buğdayda derin köklenen hatlarda düşük azot yıkanması ve yüksek N, P, K alımı gerçekleştirdiği bildirilmiştir (Ehdaie ve ark., 2010). Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda da, bitkide toplam kök biyokütlesi ile potasyum alımı arasında çok önemli bir ilişki görülmüştür (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. Çeşitlerin toplam kök biyokütesi ile potasyum alım etkinliği arasındaki ilişki

4.2.3.4. Kalsiyum alım etkinliği

Kalsiyum, kök sisteminin gelişiminde ve bitkinin büyümesinde önemli rol oynayan başlıca makro elementlerden birisidir (Fageria, 2016). Kalsiyum, bitkilerde hücre duvarlarının oluşumunda, bölünme ve uzamasında, kök salgılarının artışında ve diğer bitki besin maddelerinin alımında metabolik süreçlere katılır. Ayrıca, bitkide stomaların fonksiyonlarını artırarak kuraklık ve su stresine karşı koruma sağlar. Bununla birlikte, kalsiyumca fakir olan topraklarda yetişen bitkilerde, kök hücre duvarlarının stabilitesinin bozulması sebebiyle, bakteri ve mantar enfeksiyonu artar (Tucker, 1999).

Çeşitlerin kalsiyum alım etkinliği (KAE) oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.100 ‘de, bu parametreye ait ortalama değerler ise Çizelge 4.101 ’de verilmiştir. Çizelge 4.100 incelendiğinde, kalsiyum alım etkinliği oranları bakımından yıl, çeşit ve yıl x çeşit interaksiyonu arasındaki farklılık p<0,01 seviyesinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.100. Çeşitlerin kalsiyum alım etkinliği oranlarına ait varyans analizi

Kaynaklar	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	
Yıl	1	16,0148	16,0148	133,15	**
Tekerrür [Yıl]	6	0,72164	0,12027	0,35	
Çeşit	15	132,378	8,82518	25,682	**
Yıl*Çeşit	15	36,4352	2,42902	7,0686	**
Hata	90	30,9272	0,34364		
Genel	127	216,477			

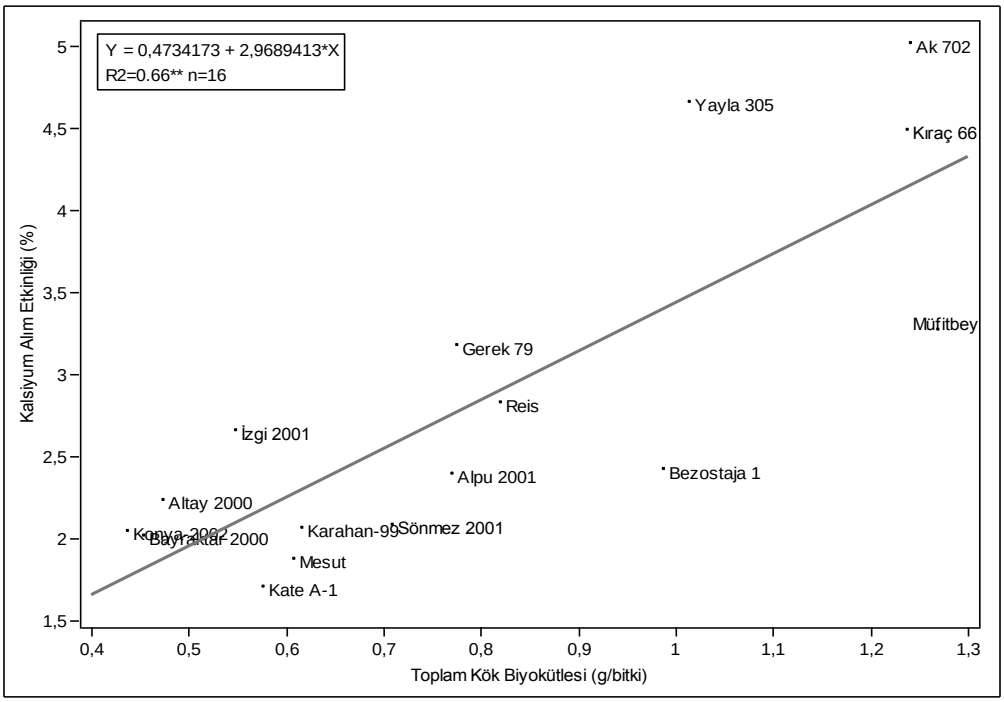
** (p<0.01), * (p<0.05)

Çalışmada kalsiyum alım etkinliği oranları genel ortalaması % 2,8 olarak belirlenmiş olup, bu değer birinci yılda % 3,2 iken, ikinci yılda % 2,4 olarak gerçekleşmiştir. Denemede yer alan çeşitlerin iki yıllık ortalama kalsiyum alım etkinliği % 1,7 (Kate A-1) ile % 5,0 (Ak 702) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler, birinci yılda % 1,7 (Konya-2002) ile % 6,5 (Yayla 305) arasında, ikinci yılda ise % 1,5 (Mesut) ile % 3,8 (Ak 702) arasında değişmiştir (Çizelge 4.101).

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar da, bitkide büyük kök biyokütlesi, onun yüzey ve derin kök dağılımı, erken ve bol miktarda kök dallanması ile birlikte yüksek kök yüzey alanı, buğdayda su ve kalsiyum alımını daha da arttırdığı tespit edilmiştir (Şekil 4.44).

Çizelge 4.101. Çeşitlerin kalsiyum alım etkinliği oranlarına ait ortalamalar (%)

Çeşit	2017		2018		Ortalama	
Ak 702	6,3	*a*	3,8	*cd*	5,0	a
Alpu 2001	2,5	*e-m*	2,2	*h-o*	2,4	def
Altay 2000	2,7	*e-j*	1,7	*mno*	2,2	efg
Bayraktar 2000	1,9	*j-o*	2,1	*i-o*	2,0	fg
Bezostaja 1	2,4	*g-n*	2,4	*f-m*	2,4	def
Gerek 79	3,8	*cd*	2,6	*e-l*	3,2	bc
İzgi 2001	3,1	*d-g*	2,2	*i-o*	2,7	cde
Karahan-99	2,5	*e-m*	1,6	*no*	2,1	fg
Kate A-1	1,8	*k-o*	1,6	*no*	1,7	g
Kıraç 66	4,9	*b*	4,1	*bc*	4,5	a
Konya-2002	1,7	*l-o*	2,3	*g-o*	2,0	fg
Mesut	2,2	*h-o*	1,5	*o*	1,9	fg
Müfitbey	3,2	*def*	3,3	*cde*	3,3	b
Reis	2,6	*e-k*	3,0	*d-h*	2,8	bcd
Sönmez 2001	2,2	*i-o*	2,0	*i-o*	2,1	efg
Yayla 305	6,5	*a*	2,8	*e-i*	4,7	a
Ortalama	3,2	**a**	2,4	**b**	2,8	
DK %			20,9			
AÖF 0,05 (Yıl)			0,15			
AÖF 0,05 (Çeşit)			0,58			
AÖF 0,05 (Yıl x Çeşit)			0,82			



Şekil 4.44. Çeşitlerin toplam kök biyokütesi ile kalsiyum alım etkinliği arasındaki ilişki

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere, hızlı bir şekilde artan dünya nüfusunu beslemek, günümüzde bilim adamları, araştırmacılar ve ıslahçıların yüzleştiği önemli bir sorundur. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9 milyardan daha fazla olacağı tahmin edilmekte olup, bu nüfusun büyük bir kısmını gelişmekte olan ülkeler oluşturacaktır. Bununla birlikte, gelecek 30 yıl içerisinde küresel gıda ihtiyacının % 50 civarında artması beklenmektedir. Artan nüfus ve beslenme ihtiyacı ile birlikte kentleşmenin getirdiği sorunlar, verimli tarım arazilerinin elden çıkması gibi problemler ve tarımsal üretimin artması için devam eden küresel beklenti, tarımda verimin artması için su ve bitki besin maddesi gibi kaynakların daha etkili kullanılmasını gerektirmektedir.

Orta Anadolu şartlarında buğday verimi, yağışın az olması nedeniyle düşük gerçekleşmektedir. Yağış az olmasına ek olarak, yetiştirme sezonu içerisinde düzensiz yağmaktadır. Yağışın miktarı ve coğrafi dağılımı oldukça değişkendir ve su sıkıntısı herhangi bir ay içerisinde olabilmektedir. Maalesef, pek çok iklim değişikliği senaryosunda yağışların daha da değişken olması beklenmekte, bu yüzden buğdayda kuraklığa toleransı geliştirmek zorunluluk haline gelmektedir.

Bu araştırmanın temel amacı, ideal kök ve gövde oranlarına sahip, kuraklığa toleranslı buğday çeşitleri elde etmek yönünde bir ön çalışma yapmak, Orta Anadolu koşullarında ekmeklik buğdayda kuraklığa toleransın geliştirilmesinde kullanılan bazı morfolojik ve fizyolojik parametrelerin, kök sistem özellikleri ile arasındaki ilişkileri incelemek ve çeşit ıslah çalışmalarında seleksiyon kriteri olarak kullanılabilirlik durumlarını araştırarak, çok sayıdaki ıslah materyalinin seleksiyon sürecinde, hızlı tarama için muadil yaklaşımları belirlemektir. Aynı zamanda, projenin en önemli hedefleri arasında ekmeklik buğday ıslahında kuraklığa toleransın arttırılmasında kök özelliklerinin etkisinin belirlenmesi olup, ülkemizde yaygın olarak ekilen ve melezleme programlarında ebeveyn olarak sıkça kullanılan çeşitlerin, kök özellikleri yönünden sınıflandırılması ıslahçıların melez programlarına ve stratejilerine de katkı sağlayarak, önemli bir katma değer üretmesi düşünülmüştür. Böylece, ekmeklik buğday ıslahında kuraklığa toleransın arttırılması yönünde farklı bir yaklaşım uygulanacaktır.

Çalışmada, ortalama bitki örtüsü sıcaklığı (BÖS) 29,8 ^{o}C iken, çeşitler arasındaki 0,97 ^{o}C 'lik farklılıklar önemli bulunmuştur. En düşük BÖS, Müfitbey ve Kıraç 66 çeşitlerinde belirlenirken, en yüksek BÖS Konya-2002 ve Alpu 2001 çeşitlerinde görülmüştür. Kök uzunlukları yönünden incelendiğinde, Müfitbey ekmeklik buğday çeşidinin en yüksek kök uzunluğuna sahip olduğu, sulu koşullar için önerilen Konya-2002 çeşidinin ise en düşük kök uzunluğuna sahip çeşitlerden biri olduğu saptanmıştır. Buradan çıkarılan sonuç, çiçeklenme döneminde tarlada ölçülen bitki örtüsü sıcaklığı ile kök biyokütlesi ve toplam kök uzunluğunun yakından ilişkili olduğudur. Kök sisteminin büyüklüğünün arttırılması, köklerin daha fazla suya ulaşması ve böylece bitkinin daha iyi bir su durumuna sahip olarak, bitki örtüsü sıcaklığının azalmasını sağlamaktadır.

İki yıllık çalışmamızda elde ettiğimiz suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) miktarı yönünden, erkenci çeşitlerde tane verimi üzerine 0.05 düzeyinde (R^2=0.46) olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Geçci çeşitlerde ise bu ilişki önemli bulunmamıştır. Bu sonuç, özellikle erkenci çeşitlerde SÇK miktarının, ekmeklik buğdayda kuraklığa toleransın geliştirilmesinde seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Toprak yüzeyini erken kapatma (NDVI) özelliği yönünden, Kıraç 66 ve Yayla 305 çeşitleri öne çıkarken, aynı zamanda bu çeşitlerin bitki örtü sıcaklıklarının düşük ve kök uzunlukları ile kök biyokütle değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yapraklarda yüksek oransal nem içeriği ve düşük bitki örtüsü sıcaklığı gibi fizyolojik parametreler, bitkinin topraktan daha iyi su aldığını gösteren dolaylı göstergelerdir. Çalışmamız sonucunda, oransal nem içeriği (ONİ) değerleri ile toplam kök biyokütlesi arasında önemli düzeyde pozitif ilişki bulunmuş olup, derin ve yüzey kök biyokütlesindeki artışla birlikte, kök yüzey alanı da artmış, bu çeşitlerde bayrak yaprak oransal nem içeriğinin diğerlerine oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada, ONİ parametresinin kuraklığa dayanıklı buğday geliştirilmesinde seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Çalışmada yer alan fizyolojik parametrelerden bayrak yaprak yeşil kalma süresi (BYYKS) ile tek bitki tane verimi arasında pozitif yönde önemli bir ilişki tespit edilmiştir. Araştırmada, en yüksek BYYKS Kıraç 66 ve Müfitbey çeşitlerinde belirlenirken, en düşük BYYKS Bezostaja 1 çeşidinde olduğu saptanmış, aynı zamanda tek bitki tane verimi yönünden en düşük değer yine Bezostaja 1 çeşidinde görülmüştür. Bununla birlikte, bitki besin maddesi alımı yönünden BYYKS ve potasyum alım etkinliği arasında pozitif ve önemli bir ilişki tespit edilmiştir. Bu sonuç, bitkide başta

fotosentez olmak üzere, birçok fizyolojik süreçte hayati önem arz eden ve buğdayda kuraklığa toleransın geliştirilmesinde anahtar rol oynayan potasyum elementi ve kuraklığa toleransın arttırılması ile arasında anlamlı ilişkiler olduğu bilinen BYYKS parametresinin önemini doğrulamaktadır.

Kök uzunluğu ve biyokütlesi yüksek olan çeşitlerden, Yayla 305, Ak 702, Kıraç 66 ve Müfitbey çeşitlerinin, azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum alım etkinlikleri yönünden ilk sıralarda yer aldığı belirlenmiştir. Sulu koşullar için önerilen Konya-2002 çeşidinin ise, en düşük kök biyokütlesine sahip çeşitlerden biri olarak bitki besin maddesi alım etkinliği yönünden de zayıf kaldığı görülmüştür.

Verim unsurları içerisinde tane verimi ile en yüksek ilişkiyi veren parametrelerin başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığı olduğu görülmüştür. Sulu şartlar için tavsiye edilen Alpu 2001 çeşidinin her iki özellik içinde en yüksek değerleri vermesi, kardeş sayısı ve metrekarede başak sayısı yönünden düşük değerlere sahip olsa da, tane verimini yükseltebildiği belirlenmiştir. Aynı zamanda, denemedeki diğer bir sulu çeşit olan Konya-2002 ekmeklik buğday çeşidinin ise, özellikle bin tane ağırlığı yönünden gerek tarla gerekse sera şartlarında en yüksek değeri verdiği ve bu sayede her iki yetiştirme ortamında da, bu özelliği sayesinde ortalama bir verime sahip olduğu görülmüştür.

Çalışmada yer alan morfolojik parametrelerden bitki boyu ve üst boğum uzunluğu değerlendirildiğinde, her iki parametre ile tek bitki tane verimi arasında pozitif yönde önemli ilişkiler belirlenmiştir. Aynı zamanda, kök biyokütlesi yönünden incelendiğinde, bitki boyu ile arasında pozitif ve önemli bir ilişki görülmüştür. Bu durum, uzun boylu çeşitlerin bitki besin maddesi alım etkinliği ve dolayısıyla gövde biyokütlesi yönünden de iyi durumda olduğunu göstermektedir.

Çalışmada yer alan çeşitler başaklanma tarihleri açısından farklılıklar göstermiş, bu durum aynı zamanda çeşitlerin tane doldurma sürelerini de etkilemiştir. Tarla koşullarında verim değerleri yönünden öne çıkan çeşitler, erkencilik özelliğine sahip çeşitler olmuştur. Bu durum, Orta Anadolu bölgesi için çeşit geliştirmede, erkenciliğin önemli bir kuraklıktan kaçış mekanizması olduğunu göstermektedir. Ancak, erkencilik her zaman için kurak bölgelerde yüksek verim anlamına gelmemektedir. Sıcaklığın aşırı olmadığı ve nemin yeterli olduğu dönemlerde erkencilikten kaynaklı verim kayıpları da olabilmektedir. Daha erken başaklanan bitkiler, daha küçük kök gelişimi ve daha küçük toprak üstü gövdeye sahip oldukları için tane verimi düşük gerçekleşebilmektedir. Bayraktar 2000 çeşidinin, sera koşullarında tek bitki verimi deneme ortalamasının

altındayken, tarla koşullarındaki verimi erken başaklanma ve buna bağlı olarak, daha uzun tane doldurma süresi sayesinde en yüksek verime ulaşmasını sağlamıştır. Bununla birlikte, bin tane ağırlığı ve hasat indeksinin deneme ortalamasının üzerinde olması yüksek tane verimini olumlu yönde etkileyen parametreler olmuştur.

Araştırmamızın önemli çıktıları arasında, çeşitlerin tescil tarihleri itibariyle yaklaşık 90 senelik tarihsel bir set üzerinde, bazı parametrelerdeki genetik ilerlemenin yıllar itibariyle belirlenmiş olması gelmektedir. Bu süreç içerisinde, buğday verimindeki artışın başakta tane sayısı (r= 0.63**), başakta tane ağırlığı (r= 0.75**), bin tane ağırlığı (r= 0.67**) ve dolayısıyla hasat indeksi (r= 0.53*) oranındaki artışa bağlı olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan bu tarihsel süreçte, yüzey ve derin kök biyokütlesi ile birlikte toplam kök biyokütlesi (r= -0.58*), azot (r= -0.71**), potasyum (r= -0.57*) ve kalsiyum (r= -0.79**) alım etkinlikleri, bitki boyu (r= -0.70**), üst boğum uzunluğu (r= -0.55*) ve gövde biyokütlesi (r= -0.63**) parametreleri yönünden yıllar itibariyle, negatif yönde ilişkiler saptanmıştır.

Kalite parametreleri açısından tarihsel süreç ve yıllar itibariyle genetik ilerleme incelendiğinde, sedimantasyon değeri ve hektolitre ağırlığı bakımından pozitif yönde önemsiz, protein oranı bakımından ise yıllar itibariyle ilerlemenin negatif yönde ancak istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmüştür. Elde ettiğimiz bu sonuçlar, çeşit ıslah çalışmalarında genellikle tane veriminin ana hedef olduğunu, bundan sonraki seleksiyon sürecinde kalite özellikleri açısından, yeterli önemin ve dikkatin verilmesi gerektiğini göstermektedir.

Kök sistemi, bitkiye su, besin maddesi, hormon ve fiziksel olarak mekanik destek sağlayan önemli bir organdır. Bu nedenle, kök gelişimi bitki verimliliği ile doğrudan ilişkilidir. Buğday genotipleri ve çeşitleri arasında kök gelişimi yönünden yaygın bir çeşitlilik bulunmaktadır. Bu yüzden, buğdaylarda köklenme modelleri, ıslah programlarında, özellikle kuraklık sorunu yaşanan hedef çevrelerde, kök sistem özelliklerini geliştirmek için kullanılabilir. Kuraklığa toleransın geliştirilmesi yönünde çalışmalar, su ve bitki besin maddesi alım etkinliğini arttırmak yönünde seleksiyon yapmayı gerektirir. Kök sistemi bitkide su kazanımını arttırmak için en önemli unsurdur. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda, kök özellikleri yönünden önemli varyasyonlar tespit edilmiştir. Bu çeşitlilik ıslah programlarında ve kuraklığa toleransın arttırılmasında ıslahçılar için kullanışlı olabilir. Buğdayda kök sistemini incelemek yoğun emek ve zaman gerektirse de, ıslah programlarında kuraklığa toleransın geliştirilmesi yönünde zorunluluk haline gelmiştir.

Yağmura bağımlı alanlarda buğday yetiştiriciliğinde biyotik ve abiyotik strese bağlı çevresel faktörlerden dolayı ortalama buğday verimi gerçek potansiyeline ulaşamamaktadır. Böyle alanlarda ortalama verim 200-300 kg/da olarak gerçekleşirken, gerçek potansiyel 700 kg/da 'dır (Hawkesford ve ark., 2013).

Modern bitki ıslah programlarında tane verimi her zaman ana hedef olmuştur. Geleneksel seleksiyon uygulamaları, tane verimini ölçmek ve seçmek şeklinde yürütülmektedir. Bu yaklaşım son zamanlarda görülen çevresel değişikliklere kadar çok etkili olsa da, günümüzde birçok modern buğday çeşidi kuraklık, sıcaklık ve tuzluluk gibi abiyotik stres faktörleri ile başa çıkamamaktadır. Kuraklık toleransı, kök sistem özellikleri, yüksek besin maddesi alımı ve kullanım etkinliği ile yüksek su alımı ve kullanım etkinliği gibi daha önce ihmal edilen özellikler, iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini tolere etmek için önemli özellikler haline gelmiştir (Bektas, 2015).

Kuraklığa toleransı arttırmak için birçok parametre bitkilerin kök sistemi ile ilişkilidir. Bitkinin su durumunu korumak ile su ve bitki besin maddesinin alımını arttırmak için kök özelliklerini çalışmak olumsuz çevre koşullarının etkisini azaltabilir (Manschadi ve ark., 2006). Toplam kök biyokütlesi, derin köklenme, seminal ve adventif kök sayısı, ksilem çapı gibi kök özelliklerinin incelenmesi zorunluluk haline gelmiştir. Derin köklenme, özellikle tane doldurma döneminde bitkiye su alımı ve yüksek tane verimi için istenen bir özelliktir (Passioura, 1983; Blum, 1996).

5.2. Öneriler

Elde ettiğimiz sonuçlar, modern bitki ıslahı sürecinde, ekmeklik buğdayın kök ve gövde boyutlarında bir azalma olduğunu göstermektedir. Bu sonuç aynı zamanda, eski çeşitlerin genellikle düşük girdili koşullarda topraktan maksimum bitki besin maddesi ve su alabilmek için daha büyük bitki boyutlarına sahip olmaları gerektiğinin de bir ifadesidir. Özellikle, yeşil devrim sonrası sulama ve aşırı gübreleme gibi yüksek girdili koşullarda yapılan taraflı seleksiyon, hasat indeksinde artışa sebep olurken, kök ve gövde sistemi boyutlarında azalmaya yol açmıştır.

Araştırma sonuçları, sera koşullarında tek bitki tane verimi yönünden değerlendirildiğinde kök sistem özellikleri ile pozitif yönde olumlu ilişkiler belirlenirken, tarla şartlarında tane verimi açısından bu duruma zıt yönde sonuçlar görülmüştür. Elde ettiğimiz bu sonuçlar, sadece genotip x çevre ilişkisinden kaynaklanabilir. Aynı zamanda, gelecekteki çalışmalarda kuraklık stresi altında verim

ile ilişkili sekonder özelliklerle birlikte, diğer hat ya da çeşitleri de daha fazla sera ve tarla denemelerinde test etmek gerekmektedir.

Bu tür çalışmalarda, nem stres düzeyinin ve zamanının yönetilmesi büyük önem arz etmektedir. Araştırmacı, bitki üzerine ne zaman ve ne kadar kuraklık stresi uygulayacağını belirleyebilmelidir. Buna ek olarak, toprak hacmindeki sulama ve yağmur yoluyla oluşan nem miktarını da bilmek gerekir. Stres altında verimdeki azalma kuraklık toleransının göstergesi olarak kullanılabilir. Bununla birlikte, bitkinin farklı gelişme dönemlerinde ki (ZD 31-69-92) kök sistem özelliklerinin belirlenmesi ve diğer parametreler ile ilişkisinin incelenmesi genotiplerin köklenme hızı ile ilgili değerli sonuçlar verebilir. Ayrıca bu çalışmalarda, çiçeklenme genellikle kuraklık stresi için en hassas dönem olduğu için şayet farklı zamanlarda çiçeklenme oluşursa, bitkiler muhtemelen en hassas ve savunmasız dönemlerinde farklı düzeylerde strese maruz kalacaktır. Böylece, kuraklık stresinin değerlendirmesinde çiçeklenme zamanı ile ilgili olarak karmaşık bir durum oluşacaktır. Eğer test edilecek çeşit ya da genotipler 7 günden daha fazla farklı çiçeklenme zamanına sahip olduğu biliniyorsa, onları farklı deneme setleri içerisinde gruplamak daha doğru olacaktır.

Yabani türler, çoğunlukla bitkilerin yabani akrabalarını ifade eder. Bunlar genellikle kültüre alınmış türler ile melezlemede uyum sağlasa da bazen düşük fertilite gösterebilir. Yerel çeşitler ise, geleneksel olarak yıllardır lokal bölgelerde adaptasyonu ya da tadı için yetiştirilen çeşitlerdir (Gepts, 2003). Mevcut ekimi yapılan modern çeşitlerde, bazı özellikler için genetik bir darboğaz söz konusudur. Dolayısıyla, yabaniler ve yerel çeşitler kuraklık toleransında ilerleme için değerli allel potansiyeli ile bir zenginlik sunmaktadır. Buğday ıslah programları içerisine özellikle Aegilops tauschii ’nin D genomundan daha fazla çeşitliliği dahil etmek ve adaptasyonu geliştirmede “sentetik hexaploid” buğdaylar faydalı bir stratejidir. Ancak, ekmeklik buğdayın adaptasyonuna katkıda bulunan bu sentetiklerin ve özelliklerin değeri hakkında sonuçlara ulaşmak için daha fazla test ve analize ihtiyaç vardır.

Verim potansiyeli, olgunlaşma süresi, kalite özellikleri ve abiyotik stres toleransı gibi birçok özellik kantitatif kalıtıma sahiptir. Bu durum fenotipin çoklu genlerin etkisi tarafından belirlendiği anlamına gelmektedir. Kantitatif özellikler, bir yada birkaç ana gen tarafından kontrol edilen kalitatif özelliklerden farklılık gösterir. Temel olarak QTL çalışmaları, kantitatif bir özelliğin ifadesini etkileyen kromozom bölgelerini belirlemek için bir yoldur. QTL, kantitatif özelliğin değişimine katkıda bulunan genomun bir ya da birkaç bölgesidir. Ayrıca, QTL analizi genotip ve fenotip arasındaki ilişkiyi tespit etmek

için değerli bir tekniktir (Kuchel ve ark., 2007). Günümüzde moleküler işaretleyiciler bize kök özellikleri de dahil olmak üzere bir çok özelliği, lokusları ve boyutlarını QTL analizlerle tahmin etmemizi sağlar (Sharma ve ark., 2011). Popülasyonu haritalamak için QTL metodu uygulanarak, spesifik kromozom bölgesinde ilgili genler saptanabilir, kromozom bölgesinde aday genler belirlenebilir, her bir QTL etkisinin boyutu, dominant ya da eklemeli gen etkisi olup olmadığı ve uygun allele hangi ebeveyn hattın katkıda bulunduğu belirlenebilir. Özellik haritalarının belirlenmesinde kullanılabilen referans popülasyonlar ve genetik çalışmalar için QTL ve tahılların moleküler linkage haritaları değerli kaynaklardır (Sorrells ve ark., 2011). Ayrıca, kuraklığa toleransın geliştirilmesi konusunda, yıllardır artan iyileştirmelerden daha fazla ve hızlı çözümler bulunmasındaki gerekliliğinin bir sonucu olarak, marker destekli seleksiyon (MAS) yaklaşımları da seleksiyonda göz önünde bulundurulmalıdır.

Tarıma elverişli alanlar ve suyun sınırlı olması göz önüne alındığında, artık yüksek girdili yetiştiricilik ucuz değildir (Döös, 2002). Yeni geliştirilen çeşitler, binlerce yıldır olduğu gibi herhangi bir sulama ve yüksek gübreleme yapılmaksızın yetişen yerel çeşitler gibi daha az su ve gübre ile iyi bir performans gösterebilmelidir.

Sonuç olarak, buğdayda kök sistem özellikleri çalışmaları, seleksiyondaki zorluklar ve kök yapısı ile fonksiyonlarındaki bilgilerin kısıtlı olması sebebiyle ihmal edilmiştir. Ancak, günümüzde modern ıslah programları abiyotik stres faktörlerinden olumsuz yönde etkilenmektedir. Buğday ıslahında bir sonraki adım, kuraklık stresi ile başa çıkacak en iyi çeşitleri geliştirmek için yapılacak seleksiyonun, bitkiyi bir bütün olarak ele alabilmek adına bitkide kök sistem özellikleriyle birlikte, su ve bitki besin maddesi alım etkinliklerini de içermesidir.

KAYNAKLAR

Aamodt, O. ve Johnston, W., 1936, Studies on drought resistance in spring wheat, *Canadian Journal of Research*, 14 (3), 122-152.

Akman, H., 2014, Bazı buğday ve arpa çeşitlerinin sera ve tarla şartlarında kök ve toprak üstü gelişimlerinin araştırılması, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya*.

Anonim, 1960, International association for cereal chemistry. ICC Standart No:105.

Anonim, 1981, ICC Standarts. International association for cereal chemistry.

Aparicio, N., Villegas, D., Araus, J., Casadesus, J. ve Royo, C., 2002, Relationship between growth traits and spectral vegetation indices in durum wheat, *Crop Science*, 42 (5), 1547-1555.

Ashraf Vaghefi, S., Mousavi, S., Abbaspour, K., Srinivasan, R. ve Yang, H., 2014, Analyses of the impact of climate change on water resources components, drought and wheat yield in semiarid regions: Karkheh River Basin in Iran, *hydrological processes*, 28 (4), 2018-2032.

Austin, R., Bingham, J., Blackwell, R., Evans, L., Ford, M., Morgan, C. ve Taylor, M., 1980, Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes, *The Journal of Agricultural Science*, 94 (3), 675-689.

Avcı, R., 2007, Farklı azotlu gübre uygulamalarının ekmeklik buğdayda verim ve kalite üzerine etkileri, *Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ*.

Ayrancı, R., 2012, Farklı kuraklık tiplerinde ekmeklik buğday genotiplerinin fizyolojik, morfolojik, verim ve kalite özellikleri yönüyle ıslahta kullanılabilecek uygun parametrelerin belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya*.

Baligar, V., Fageria, N. ve Elrashidi, M., 1998, Toxicity and nutrient constraints on root growth, *HortScience*, 33 (6), 960-965.

Balkan, A., 2006, Bazı ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) çeşitlerinde farklı sıra arası ve tohumluk miktarının verim ve kalite unsurlarına etkileri.

Balkan, A., 2011, Ekmeklik buğdayda (Triticum aestivum L.) kurağa dayanıklılıkla ilişkili morfolojik ve fizyolojik özelliklerin saptanması üzerine araştırmalar, *Namık Kemal Üniversitezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anablim Dalı, Tekirdağ*.

Barber, S., Walker, J. ve Vasey, E. H., 1963, Mechanisms for movement of plant nutrients from soil and fertilizer to plant root, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 11 (3), 204-207.

Barley, K., 1970, The configuration of the root system in relation to nutrient uptake, In: Advances in Agronomy, Eds: Elsevier, p. 159-201.

Barrs, H. ve Weatherley, P., 1962, A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves, *Australian Journal of Biological Sciences*, 15 (3), 413-428.

Bartlett, M. S., 1937, Properties of sufficiency and statistical tests, *Proceedings of the Royal Society of London. Series A-Mathematical and Physical Sciences*, 160 (901), 268-282.

Bektas, H., 2015, Determination of root traits in wild, landrace and modern wheats and dissection of quantitative trait loci (QTL) for root characters in bread wheat, *UC Riverside*.

Bengough, A. G., McKenzie, B., Hallett, P. ve Valentine, T., 2011, Root elongation, water stress, and mechanical impedance: a review of limiting stresses and beneficial root tip traits, *Journal of experimental botany*, 62 (1), 59-68.

Bilgin, O. ve Korkut, K. Z., 2005, Bazı ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) çeşit ve hatlarının tane verimi ve bazı fenolojik özelliklerinin belirlenmesi, *Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1), p. 58-65.

Blum, A., Sinmena, B., Mayer, J., Golan, G. ve Shpiler, L., 1994, Stem reserve mobilisation supports wheat-grain filling under heat stress, *Functional Plant Biology*, 21 (6), 771-781.

Blum, A., 1996, Crop responses to drought and the interpretation of adaptation, In: Drought tolerance in higher plants: Genetical, physiological and molecular biological analysis, Eds: Springer, p. 57-70.

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., 2018, Plant breeding for stress environments, CRC press, p.

Borlaug, N. E., 1968, Wheat breeding and its impact on world food supply, *Third International Wheat Genetics Symposium*, 1-36.

Botwright, T., Condon, A., Rebetzke, G. ve Richards, R., 2002, Field evaluation of early vigour for genetic improvement of grain yield in wheat, *Australian Journal of Agricultural Research*, 53 (10), 1137-1145.

Bowman, D., Devitt, D., Engelke, M. ve Rufty Jr, T., 1998, Root architecture affects nitrate leaching from bentgrass turf, *Crop Sci*, 38, 1633-1639.

Britto, D. T. ve Kronzucker, H. J., 2008, Cellular mechanisms of potassium transport in plants, *Physiologia Plantarum*, 133 (4), 637-650.

Carson, G. ve Edwards, N., 2009, Criteria of wheat and flour quality, *Wheat: chemistry and technology* (Ed. 4), 97-118.

Chander, S. ve Singh, T., 2008, Selection criteria for drought tolerance in spring wheat (Triticum aestivum L.).

Chapman, H. D., 1960, Leaf and soil analysis in citrus orchards: Criteria for the diagnosis of nutrient status and guidance of fertilization and soil management practices, University of California Riverside, Division of Agricultural Sciences, p. 53.

Collins, N. C., Tardieu, F. ve Tuberosa, R., 2008, Quantitative trait loci and crop performance under abiotic stress: where do we stand?, *Plant physiology*, 147 (2), 469-486.

Cossani, C. M. ve Reynolds, M. P., 2012, Physiological traits for improving heat tolerance in wheat, *Plant physiology*, 160 (4), 1710-1718.

Cox, T., Shroyer, J., Ben-Hui, L., Sears, R. ve Martin, T., 1988, Genetic improvement in agronomic traits of hard red winter wheat cultivars 1919 to 1987, *Crop Science*, 28 (5), 756-760.

Çekiç, C., 2007, Kurağa dayanıklı buğday (Triticum aestivum L.) ıslahında seleksiyon kriteri olabilecek fizyolojik parametrelerin araştırılması, *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı*.

Del Moral, L., Rharrabti, Y., Villegas, D. ve Royo, C., 2003, Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions, *Agronomy journal*, 95 (2), 266-274.

Dhugga, K. S. ve Waines, J., 1989, Analysis of nitrogen accumulation and use in bread and durum wheat, *Crop Science*, 29 (5), 1232-1239.

Döös, B. R., 2002, Population growth and loss of arable land, *Global Environmental Change*, 12 (4), 303-311.

Dupont, F. M., Hurkman, W. J., Vensel, W. H., Tanaka, C., Kothari, K. M., Chung, O. K. ve Altenbach, S. B., 2006, Protein accumulation and composition in wheat grains: effects of mineral nutrients and high temperature, *European journal of agronomy*, 25 (2), 96-107.

Ehdaie, B., Waines, J. ve Hall, A., 1988, Differential responses of landrace and improved spring wheat genotypes to stress environments, *Crop Science*, 28 (5), 838-842.

Ehdaie, B. ve Waines, J., 1997, Chromosomal location of genes influencing plant characters and evapotranspiration efficiency in bread wheat, *Euphytica*, 96 (3), 363-375.

Ehdaie, B., Whitkus, R. ve Waines, J., 2003, Root biomass, water-use efficiency, and performance of wheat–rye translocations of chromosomes 1 and 2 in spring bread wheat 'Pavon', *Crop Science*, 43 (2), 710-717.

Ehdaie, B., Alloush, G., Madore, M. ve Waines, J., 2006, Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat, *Crop Science*, 46 (5), 2093-2103.

Ehdaie, B., Merhaut, D., Ahmadian, S., Hoops, A., Khuong, T., Layne, A. ve Waines, J., 2010, Root system size influences water-nutrient uptake and nitrate leaching potential in wheat, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196 (6), 455-466.

Ehdaie, B., Layne, A. P. ve Waines, J. G., 2012, Root system plasticity to drought influences grain yield in bread wheat, *Euphytica*, 186 (1), 219-232.

Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, H., 2002, Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuar uygulama kılavuzu.(3. baskı) Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82, *Erzurum. s*, 245.

Elgün, A., Türker, S. ve Bilgiçli, N., 2005, Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü, *Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları, Konya*, 112.

Evans, L. T. ve Evans, L. T., 1975, Crop physiology: some case histories, CUP Archive, p.

Fageria, N. ve Moreira, A., 2011, The role of mineral nutrition on root growth of crop plants, In: Advances in agronomy, Eds: Elsevier, p. 251-331.

Fageria, N. K., Baligar, V. C. ve Clark, R., 2006, Physiology of crop production, CRC Press, p.

Fageria, N. K., 2009, The use of nutrients in crop plants, *Boca Raton*, CRC press, p.

Fageria, N. K., Baligar, V. C. ve Jones, C. A., 2010, Growth and mineral nutrition of field crops, 3rd edn., *Boca Raton*, CRC Press, p.

Fageria, N. K., 2016, The use of nutrients in crop plants, CRC press, p.

FAOSTAT, 2018, Food, Agriculture Organization of the United, Nations, Rome, Italy.

Farshadfar, E., Ghasempour, H. ve Vaezi, H., 2008, Molecular aspects of drought tolerance in bread wheat (T. aestivum), *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 11 (1), 118-122.

Fischer, R., 1983, Wheat. In potential productivity of field crops under different environments, IRRI, Los Banos, pp. 129-154.

Foulkes, M., Sylvester-Bradley, R., Weightman, R. ve Snape, J., 2007, Identifying physiological traits associated with improved drought resistance in winter wheat, *Field Crops Research*, 103 (1), 11-24.

Gahoonia, T. S., Ali, R., Malhotra, R., Jahoor, A. ve Rahman, M. M., 2007, Variation in root morphological and physiological traits and nutrient uptake of chickpea genotypes, *Journal of plant nutrition*, 30 (6), 829-841.

Ganguli, A. C., Vermeire, L. T., Mitchell, R. B. ve Wallace, M. C., 2000, Comparison of four nondestructive techniques for estimating standing crop in shortgrass plains, *Agronomy Journal*, 92 (6), 1211-1215.

Gepts, P., 2003, Ten thousand years of crop evolution, *Plants, Genes, and Crop Biotechnology, MJ Chrispeels and DE Sadava, eds (Sudbury, MA: Jones and Bartlett)*, 328-359.

Gifford, R., 1986, Partitioning of photoassimilate in the development of crop yield, 535-549.

Gooding, M., Ellis, R., Shewry, P. ve Schofield, J., 2003, Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat, *Journal of Cereal Science*, 37 (3), 295-309.

Gökmen, S., 1989, Tokat yöresinde sonbaharda ekilen 28 buğday çeşit ve hattında verim ve verim öğeleri üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.

Gregory, P., McGowan, M., Biscoe, P. ve Hunter, B., 1978, Water relations of winter wheat: 1. Growth of the root system, *The Journal of Agricultural Science*, 91 (1), 91-102.

Gregory, P. J., 1994, Root growth and activity, *Physiology and determination of crop yield* (physiologyandde), 65-93.

Gummadov, N., 2012, Kışlık ekmeklik buğdayda verim ve kalite özellikleri yönünden genetik ilerlemenin belirlenmesi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya*.

Gutiérrez-Rodríguez, M., Reynolds, M. P., Escalante-Estrada, J. A. ve Rodríguez-González, M. T., 2004, Association between canopy reflectance indices and yield and physiological traits in bread wheat under drought and well-irrigated conditions, *Australian Journal of Agricultural Research*, 55 (11), 1139-1147.

Hamblin, A. ve Tennant, D., 1987, Root length density and water uptake in cereals and grain legumes: how well are they correlated, *Australian Journal of Agricultural Research*, 38 (3), 513-527.

Hawkesford, M. J., Araus, J. L., Park, R., Calderini, D., Miralles, D., Shen, T., Zhang, J. ve Parry, M. A., 2013, Prospects of doubling global wheat yields, *Food and Energy Security*, 2 (1), 34-48.

Hoagland, D. ve Arnon, D., 1938, The method for growing plants without soil: water-culture, *Circular of the Agricultural Experimentation Station*, 347, 1-32.

Houshmand, S., Arzani, A., Maibody, S. A. M. ve Feizi, M., 2005, Evaluation of salt-tolerant genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments, *Field Crops Research*, 91 (2-3), 345-354.

Hurd, E., 1964, Root study of three wheat varieties and their resistance to drought and damage by soil cracking, *Canadian Journal of Plant Science*, 44 (3), 240-248.

Hurd, E., 1974, Phenotype and drought tolerance in wheat, *Agricultural Meteorology*, 14 (1-2), 39-55.

Jackson, R. B., Sperry, J. S. ve Dawson, T. E., 2000, Root water uptake and transport: using physiological processes in global predictions, *Trends in plant science*, 5 (11), 482-488.

JMP, 2009, Using JMP student edition for windows and macintosh: The user's guide to statistics with JMP student edition, SAS institute.

Kalaycı, M., Özbek, V., Çekiç, C., Ekiz, H., Keser, M. ve Altay, F., 1998, Orta Anadolu koşullarında kurağa dayanıklı buğday genotiplerinin belirlenmesi ve morfolojik ve fizyolojik parametrelerin geliştirilmesi. Tübitak Araştırma Projesi Kesin Raporu, Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Eskişehir.

Karaduman, Y., Akın, A., Türkölmez, S., Tunca, Z., Belen, S., Çakmak, M. ve Yüksel, S., 2015, İleri kademe ekmeklik buğday hatlarının bazı teknolojik kalite özelliklerinin değerlendirilmesi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens. Der*, 24 (1), 24-29.

Karaduman, Y., Akın, A., Türkölmez, S., Tunca, Z., Belen, S., Çakmak, M., Yüksel, S., Yorgancılar, Ö., Önder, O. ve Server, B., 2017, Ekmeklik buğday ıslah programında teknolojik kalite parametreleri yönü ile yapılan değerlendirmeler, *Poster Bildiri-XII. Tarla Bitkileri Kongresi, Kahramanmaraş*.

Karaduman, Y., 2019, Ekmeklik buğday ıslah programları için teknolojik kalitenin değerlendirilmesinde CIMMYT modeli, *Türkiye 13. Ulusal I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi*.

Kent, N. L., 1982, Technology of Cereals, Pergamon Press, U.S.A. , *Technology of cereals*.

King, J., Gay, A., Sylvester-Bradley, R., Bingham, I., Foulkes, J., Gregory, P. ve Robinson, D., 2003, Modelling cereal root systems for water and nitrogen capture: towards an economic optimum, *Annals of Botany*, 91 (3), 383-390.

Kıraç, A., 1937, Eskişehir Dryfarming Araştırmaları.

Kirby, E., 1993, Effect of sowing depth on seedling emergence, growth and development in barley and wheat, *Field Crops Research*, 35 (2), 101-111.

Kirkegaard, J., Lilley, J., Howe, G. ve Graham, J., 2007, Impact of subsoil water use on wheat yield, *Australian Journal of Agricultural Research*, 58 (4), 303-315.

Kuchel, H., Williams, K., Langridge, P., Eagles, H. ve Jefferies, S., 2007, Genetic dissection of grain yield in bread wheat. I. QTL analysis, *Theoretical and Applied Genetics*, 115 (8), 1029-1041.

Kumari, M., Singh, V., Tripathi, R. ve Joshi, A., 2007, Variation for staygreen trait and its association with canopy temperature depression and yield traits under terminal heat stress in wheat, In: Wheat production in stressed environments, Eds: Springer, p. 357-363.

Kumari, M., Pudake, R., Singh, V. ve Joshi, A. K., 2013, Association of staygreen trait with canopy temperature depression and yield traits under terminal heat stress in wheat (Triticum aestivum L.), *Euphytica*, 190 (1), 87-97.

Kün, E. ve Şehirali, S., 1975, Buğdayın kök gelişmesi üzerinde araştırmalar, *V. Bilim Kongresi, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, Tarla Bitkileri Seksiyonu*, 105-121.

Lafitte, R., Blum, A. ve Atlin, G., 2003, Using secondary traits to help identify drought-tolerant genotypes, *Breeding rice for drought-prone environments*, 37-48.

Leilah, A. ve Al-Khateeb, S., 2005, Statistical analysis of wheat yield under drought conditions, *Journal of Arid environments*, 61 (3), 483-496.

Levitt, J., 1980, Response of plants to environmental stresses water, radiation salt and other stresses, Academic, New York

Lilley, J. ve Kirkegaard, J., 2011, Benefits of increased soil exploration by wheat roots, *Field Crops Research*, 122 (2), 118-130.

Lindsay, W. L. ve Norvell, W. A., 1978, Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper 1, *Soil Science Society of America Journal*, 42 (3), 421-428.

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.

Lopes, M. S. ve Reynolds, M. P., 2012, Stay-green in spring wheat can be determined by spectral reflectance measurements (normalized difference vegetation index) independently from phenology, *Journal of experimental botany*, 63 (10), 3789-3798.

Lynch, J., 1995, Root architecture and plant productivity, *Plant physiology*, 109 (1), 7.

Lynch, J. P., 2007, Roots of the second green revolution, *Australian Journal of Botany*, 55 (5), 493-512.

Maas, S. ve Dunlap, J., 1989, Reflectance, transmittance, and absorptance of light by normal, etiolated, and albino corn leaves, *Agronomy journal*, 81 (1), 105-110.

Manschadi, A. M., Christopher, J. ve Hammer, G. L., 2006, The role of root architectural traits in adaptation of wheat to water-limited environments, *Functional Plant Biology*, 33 (9), 823-837.

Manske, G. G. ve Vlek, P. L., 2002, Root architecture–wheat as a model plant, *Plant roots: The hidden half*, 3, 249-259.

Marschner, H., 1995, Mineral nutrition of higher plants. 2nd, *Edn. Academic Pres*.

Marschner, H., 2011, Marschner's mineral nutrition of higher plants, Academic press, p.

Masoni, A., Ercoli, L., Mariotti, M. ve Arduini, I., 2007, Post-anthesis accumulation and remobilization of dry matter, nitrogen and phosphorus in durum wheat as affected by soil type, *European journal of agronomy*, 26 (3), 179-186.

Maurel, C., Simonneau, T. ve Sutka, M., 2010, The significance of roots as hydraulic rheostats, *Journal of experimental botany*, 61 (12), 3191-3198.

Moll, R., Kamprath, E. ve Jackson, W., 1982, Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization 1, *Agronomy journal*, 74 (3), 562-564.

Monneveux, P. ve Ribaut, J.-M., 2006, Secondary traits for drought tolerance improvement in cereals, *Drought adaptation in cereals*, 97-143.

Munir, M., Chowdhry, M. ve Malik, T., 2007, Correlation studies among yield and its components in bread wheat under drought conditions, *International Journal of Agriculture and Biology*, 9 (2), p. 287-290.

Mut, Z., Aydin, N., Orhan Bayramoglu, H. ve Ozcan, H., 2010, Stability of some quality traits in bread wheat (Triticum aestivum) genotypes, *Journal of environmental biology*, 31 (4), 489.

Mut, Z., Köse, Ö. D. E. ve Akay, H., 2017, Bazı ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) çeşitlerinin tane verimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32 (1), 85-95.

Newton, A., Akar, T., Baresel, J., Bebeli, P., Bettencourt, E., Bladenopoulos, K., Czembor, J., Fasoula, D., Katsiotis, A. ve Koutis, K., 2011, Cereal landraces for sustainable agriculture, In: Sustainable Agriculture Volume 2, Eds: Springer, p. 147-186.

O'Brien, L., 1979, Genetic variability of root growth in wheat (Triticum aestivum L.), *Australian Journal of Agricultural Research*, 30 (4), 587-595.

Okajima, H., 2001, Historical significance of nutrient acquisition in plant nutrition research, In: Plant Nutrient Acquisition, Eds: Springer, p. 3-31.

Olivares-Villegas, J. J., Reynolds, M. P. ve McDonald, G. K., 2007, Drought-adaptive attributes in the Seri/Babax hexaploid wheat population, *Functional Plant Biology*, 34 (3), 189-203.

Oyanagi, A., 1994, Gravitropic response growth angle and vertical distribution of roots of wheat (Triticum aestivum L.), *Plant and Soil*, 165 (2), 323-326.

Önder, O., 2007, Orta Anadolu kuru şartlarında yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin kardeşlenme dinamiğinin araştırılması, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*.

Öztürk, İ., 2011, Ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) genotiplerinde kurağa dayanıklılığın karakterizasyonu ve kalite ile ilişkileri, *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tekirdağ*.

Öztürk, İ. ve Korkut, K. Z., 2018, Kuraklığın buğdayın kök ağırlığına etkisi ve kökün bazı fizyolojik parametrelerle ilişkisi, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 27 (1), 14-24.

Palta, J. ve Gregory, P., 1997, Drought affects the fluxes of carbon to roots and soil in 13C pulse-labelled plants of wheat, *Soil Biology and Biochemistry*, 29 (9-10), 1395-1403.

Palta, J. ve Watt, M., 2009, Vigorous crop root systems: form and function for improving the capture of water and nutrients, *Crop Physiology–Applications for genetic improvement and agronomy, Elsevier, San Diego*.

Palta, J. A., Chen, X., Milroy, S. P., Rebetzke, G. J., Dreccer, M. F. ve Watt, M., 2011, Large root systems: are they useful in adapting wheat to dry environments?, *Functional Plant Biology*, 38 (5), 347-354.

Passioura, J., 1983, Roots and drought resistance, In: Developments in agricultural and managed forest ecology, Eds: Elsevier, p. 265-280.

Passioura, J., 2006, The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives, *Journal of experimental botany*, 58 (2), 113-117.

Passioura, J. B., 1977, Grain yield, harvest index, and water use of wheat.

Pearson, K., 1920, Notes on the history of correlation, *Biometrika*, 13 (1), 25-45.

Peñuelas, J., Gamon, J., Fredeen, A., Merino, J. ve Field, C., 1994, Reflectance indices associated with physiological changes in nitrogen-and water-limited sunflower leaves, *Remote sensing of Environment*, 48 (2), 135-146.

Persson, H. A., Waisel, Y., Eshel, A. ve Kafkafi, U., 2002, Root systems of arboreal plants, *Plant roots, the hidden half, 3rd edn. Marcel Dekker, New York*, 287-313.

Pingali, P. L., 2012, Green revolution: impacts, limits, and the path ahead, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (31), 12302-12308.

Pireivatlou, A. ve Yazdansepas, A., 2008, Mobilization of dry matter and its relations with drought stress in wheat genotypes.

Rashid, A., Stark, J., Tanveer, A. ve Mustafa, T., 1999, Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat, *Journal of Agronomy and Crop Science*, 182 (4), 231-238.

Rawson, H., Hindmarsh, J., Fischer, R. ve Stockman, Y., 1983, Changes in leaf photosynthesis with plant ontogeny and relationships with yield per ear in wheat cultivars and 120 progeny, *Functional Plant Biology*, 10 (6), 503-514.

Rebetzke, G., Richards, R., Fettell, N., Long, M., Condon, A. G., Forrester, R. ve Botwright, T., 2007, Genotypic increases in coleoptile length improves stand establishment, vigour and grain yield of deep-sown wheat, *Field Crops Research*, 100 (1), 10-23.

Ren, Y., Li, J., He, X., Zhao, X., Li, B. ve Tong, Y., 2010, Fine mapping a major QTL for root morphology in wheat, *Journal of Biotechnology* (150), 113-114.

Reynolds, M., Skovmand, B., Trethowan, R. ve Pfeiffer, W., 2000, Evaluating a conceptual model for drought tolerance, *Molecular approaches for the*

improvement of cereals for stable production in water-limited environments. A strategic planning workshop'.(Eds JM Ribaut, D Poland) pp, 49-53.

Reynolds, M., Nagarajan, S., Razzaque, M. ve Ageeb, O., 2001, Heat tolerance, *Application of physiology in wheat breeding*, 124-135.

Reynolds, M., Dreccer, F. ve Trethowan, R., 2006, Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces, *Journal of experimental botany*, 58 (2), 177-186.

Richard, C. A., Hickey, L. T., Fletcher, S., Jennings, R., Chenu, K. ve Christopher, J. T., 2015, High-throughput phenotyping of seminal root traits in wheat, *Plant Methods*, 11 (1), 13.

Richards, R. ve Passioura, J., 1989, A breeding program to reduce the diameter of the major xylem vessel in the seminal roots of wheat and its effect on grain yield in rain-fed environments, *Australian Journal of Agricultural Research*, 40 (5), 943-950.

Richards, R., 1991, Crop improvement for temperate Australia: future opportunities, *Field Crops Research*, 26 (2), 141-169.

Richards, R. ve Lukacs, Z., 2002, Seedling vigour in wheat-sources of variation for genetic and agronomic improvement, *Australian Journal of Agricultural Research*, 53 (1), 41-50.

Richards, R., Rebetzke, G., Condon, A. ve Van Herwaarden, A., 2002, Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals, *Crop Science*, 42 (1), 111-121.

Richards, R. A., Rebetzke, G. J., Watt, M., Condon, A. T., Spielmeyer, W. ve Dolferus, R., 2010, Breeding for improved water productivity in temperate cereals: phenotyping, quantitative trait loci, markers and the selection environment, *Functional Plant Biology*, 37 (2), 85-97.

Robertson, B., Waines, J. ve Gill, B., 1979, Genetic variability for seedling root numbers in wild and domesticated wheats 1, *Crop Science*, 19 (6), 843-847.

Sade, B., Topal, A. ve Soylu, S., 1995, Ekmeklik buğday genotiplerinde verim ve bazı verim komponentlerinin korelasyonu ve path analizi, *Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 7 (9), 32-41.

Sade, B., 1999, Tahıl ıslahı, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, No:31, Konya, s.48-62.

Sayre, K. D., Rajaram, S. ve Fischer, R., 1997, Yield potential progress in short bread wheats in northwest Mexico, *Crop Science*, 37 (1), 36-42.

Sharma, S., Xu, S., Ehdaie, B., Hoops, A., Close, T. J., Lukaszewski, A. J. ve Waines, J. G., 2011, Dissection of QTL effects for root traits using a chromosome arm-specific mapping population in bread wheat, *Theoretical and Applied Genetics*, 122 (4), 759-769.

Sorrells, M. E., Gustafson, J. P., Somers, D., Chao, S., Benscher, D., Guedira-Brown, G., Huttner, E., Kilian, A., McGuire, P. E. ve Ross, K., 2011, Reconstruction of the Synthetic W7984× Opata M85 wheat reference population, *Genome*, 54 (11), 875-882.

Student, 1908, The probable error of a mean, *Biometrika*, 1-25.

Taylor, J. ve McCall, M., 1936, Influence of temperature and other factors on the morphology of the wheat seeding, *J. Agric. Res.*, 52, 557-568.

Torres, A., Pietragalla, J., Pask, A., Mullan, D. ve Reynolds, M., 2012, Crop morphological traits, *Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. CIMMYT, El Batan*, 106-112.

Trethowan, R., Pena, R. ve Van Ginkel, M., 2001, The effect of indirect tests for grain quality on the grain yield and industrial quality of bread wheat, *Plant Breeding*, 120 (6), 509-512.

Trethowan, R. ve Mujeeb-Kazi, A., 2008, Novel germplasm resources for improving environmental stress tolerance of hexaploid wheat, *Crop Science*, 48 (4), 1255-1265.

Tucker, M., 1999, Essential plant nutrients, *Their presence in North Carolina soils and role in plant nutrition. North Carolina*.

Turner, N. C., 1986, Adaptation to water deficits: a changing perspective, *Functional Plant Biology*, 13 (1), 175-190.

Ülgen, A. N. ve Yurtsever, N., 1995, Türkiye gübre ve gübreleme rehberi, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, p.

Van Ginkel, M., Ortiz-Monasterio, I., Trethowan, R. ve Hernandez, E., 2001, Methodology for selecting segregating populations for improved N-use efficiency in bread wheat, In: Wheat in a Global Environment, Eds: Springer, p. 611-620.

Van Ginkel, M., Reynolds, M., Trethowan, R. ve Hernandez, E., 2008, Complementing the breeders eye with canopy temperature measurements, *International Symposium on Wheat Yield Potential*, 134.

Van Oosterom, E. ve Acevedo, E., 1993, Leaf area and crop growth in relation to phenology of barley in Mediterranean environments, *Plant and soil*, 148 (2), 223-237.

Vieira, R. F., Carneiro, J. E. S. ve Lynch, J. P., 2008, Root traits of common bean genotypes used in breeding programs for disease resistance, *Pesquisa agropecuária brasileira*, 43 (6), 707-712.

Waines, J. G. ve Ehdaie, B., 2007, Domestication and crop physiology: roots of green-revolution wheat, *Annals of Botany*, 100 (5), 991-998.

Weaver, J. E. ve Bruner, W. E., 1926, Root development of field crops.

Welles, J. ve Norman, J., 1991, Instrument for indirect measurement of canopy architecture, *Agronomy Journal*, 83 (5), 818-825.

Welles, J. M. ve Cohen, S., 1996, Canopy structure measurement by gap fraction analysis using commercial instrumentation, *Journal of experimental botany*, 47 (9), 1335-1342.

Wiesler, F. ve Horst, W., 1994, Root growth and nitrate utilization of maize cultivars under field conditions, *Plant and Soil*, 163 (2), 267-277.

Williams, P., El-Haramein, F. J., Hani, N. ve Safouh, R., 1988, Crop quality evaluation methods and guidelines, *Crop quality evaluation methods and guidelines.* (14, Ed. 2.).

Xue, Q., Rudd, J., Liu, S., Jessup, K., Devkota, R. ve Mahano, J., 2014, Yield determination and water-use efficiency of wheat under water-limited conditions in the US Southern High Plains, *Crop Science*, 54 (1), 34-47.

Yağdı, K., 2004, Bursa koşullarında geliştirilen ekmeklik buğday (Triticum aestivum L.) hatlarının bazı kalite özelliklerinin araştırılması, *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg*, 18 (1), 11-23.

Yemm, E. ve Willis, A., 1954, The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone, *Biochemical journal*, 57 (3), 508.

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.

Zhang, X., Chen, S., Sun, H., Wang, Y. ve Shao, L., 2010, Water use efficiency and associated traits in winter wheat cultivars in the North China Plain, *Agricultural Water Management*, 97 (8), 1117-1125.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Suat ÖZDEMİR
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Eskişehir, 1979
Telefon : 0 538 328 01 69
Faks : 0 222 324 03 01
e-mail : suat.ozdemir@tarimorman.gov.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	Ziraat Meslek Lisesi, Bursa	1997
Ön Lisans	Erciyes Üniversitesi, Bahçe Ziraati Bölümü, Kayseri	2003
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Tokat	2006
Yüksek Lisans	Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Eskişehir	2011
Doktora	Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Konya	2020

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
1998-2004	Kozaklı Tarım İlçe Müdürlüğü	Ziraat Teknisyeni
2004-2006	Eskişehir Tarım İl Müdürlüğü	Ziraat Teknikeri
2006-2015	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Ziraat Mühendisi
2015-	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Müdür Yardımcısı

UZMANLIK ALANI

Buğdayda kuraklık fizyolojisi, kuraklığa toleranslı çeşit geliştirilmesi, yetiştirme teknikleri, bitki besleme konuları.

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

GÖREV ALDIĞI PROJELER

Geçit Bölgesi Ekmeklik Buğday Islahı, TAGEM / 2010-2012

Geçit Bölgesi Makarnalık Buğday Islahı, TAGEM / 2010-2012

Geçit Bölgesi Arpa Islahı, TAGEM / 2010-2012

Toprak Kaynaklı Buğday Hastalıkları Araştırmaları, TAGEM / 2011-2015

Ülkesel Serin İklim Tahıl Hastalıkları Araştırmaları, TAGEM / 2010-2014

Orta Anadolu ve Batı Geçit Bölgesinde Buğday Çeşitlerinin Yaygınlığının İzlenmesi, TAGEM / 2010-2013

Farklı Lokasyonlarda Ekilen Buğday Çeşitlerinin Optimum Ekim Sıklığının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Projesi) / 2010-2011

Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Kışlık Ekmeklik Buğday Islah Materyalinin Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, TAGEM / 2014-2021

Derine Azot Uygulamasının Ekmeklik Buğdayın Tane Proteini Kapsamı Üzerine Etkisi, TAGEM / 2014-2016

Eskişehir Koşullarında Buğdayda Azotlu Gübre Kalibrasyonu, TAGEM / 2014-2020

Farklı Miktarda Uygulanan Fosforun Aspirde Biyodizel Verim ve Kalitesine Etkisi, TAGEM / 2013-2015

Yeni Geliştirilen Buğday Çeşitlerinin Tanıtımı, TAGEM-EYDB / 2015-2017

HarvestPlus-Zinc Fertilizer Project, Sabancı Üniversitesi / 2018-2020

Ekmeklik Buğdayda Kuraklığa Toleransın Belirlenmesinde Kullanılan Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Parametreler ile Kök Sistem Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Tespiti (Doktora Projesi), TAGEM / 2016-2018

YAYINLAR

Belen, S., Geçit, HH., Bolat, N., Çakmak, M., Yüksel, S., Karaduman, Y., Şentürk, Ş. ve **Özdemir, S.,** 2011, Orta Anadolu ve Batı Geçit Bölgesinde kuraklık stresinin ekmeklik buğdayda tane verimi ve kalitesine etkileri. *1. Ulusal Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi,* 27-30 Nisan 2011, Eskişehir.

Şentürk, Ş., Akgün, İ., Erzurumlu, E., Bolat, N., Yüksel, S., Çakmak, M., Belen, S. ve **Özdemir, S.,** 2011, Makarna sektörünün ıslah programlarından beklentilerinin belirlenmesi. *1. Ulusal Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi,* 27-30 Nisan 2011, Eskişehir.

Yüksel, S., Bolat, N., Çakmak, M., Belen, S., Şentürk, Ş., Karaduman, Y., **Özdemir, S.,** Yorgancılar, A. ve Kılınç, AT., 2011, Bir arpa çeşidinin ıslah öyküsü (İnce-04). *Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi,* 14-17 Haziran 2011, Samsun.

Kınacı, E., Kınacı, G., Başçiftçi, Z., Kutlu, İ., Ayter, G. ve **Özdemir, S.,** 2011, Kışlık buğdayda yağmurlama ve damla sulama yöntemlerinin bazı tarımsal özelliklere etkisinin karşılaştırılması. *Eskişehir Ticaret Borsası Dergisi*, 2: 38–41. ISSN 1309 - 5935.2011. Eskişehir.

Öğüt, H., Oğuz, H., Şahin, S., Gezgin, S., Aydın, F., Özen, D., **Özdemir, S.** ve Dayıoğlu, R., 2015, Enerji amaçlı aspir tarımında farklı fosfor uygulamalarının biyodizel kalitesine etkileri. *Enerji Tarımı ve Biyoyakıtlar 5. Ulusal Çalıştayı,* 21-22 Mayıs 2015, Bursa.

Özdemir, S., Savaşlı, E., Önder, O. ve Soylu, S., 2015, Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde toprak üstü biyokütle ve kök özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırılması. *11. Tarla Bitkileri Kongresi,* 7-10 Eylül 2015, Çanakkale.

Özdemir, S., Savaşlı, E., Önder, O. ve Soylu, S., 2017, Bazı rekombinant inbred buğday hatlarında kök biyokütlesinin azot alımı üzerine etkisi. *12. Tarla Bitkileri Kongresi,* 11-14 Eylül 2017, Kahramanmaraş.

Özdemir, S. and Soylu, S., 2018, Research on relationships between root traits with some morphological and physiological parameters in bread wheat. *International Agricultural Science Congress,* 09-12 Mayıs 2018, Van (Doktora tezinden yapılmıştır).

Savaşlı, E., Önder, O., Karaduman, Y., Dayıoğlu, R., Özen, D., **Özdemir, S.,** Akın, A., Tunca, ZŞ., Demir, B. and Aydın, N., 2019, The effect of soil and foliar urea application at heading stage on grain yield and quality traits of bread wheat (*Triticium aestivum L.*). *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology,* 7 (11), 1928-1936.