

Kışlık Buğdayda Fenolojik Dönemlerdeki Sitokinin Uygulamalarının Verim  
ve Kaliteye Etkisi

Cumhur Umut Esen

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Mart 2025

The Effects of Cytokinin Applications in Pheneological Periods on Yield  
and Quality in Winter Wheat

Cumhur Umut Esen

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

Department of Soil Science and Plant Nutrition

March 2025

Kışlık Buğdayda Fenolojik Dönemlerdeki Sitokinin Uygulamalarının Verim  
ve Kaliteye Etkisi

Cumhur Umut Esen

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği Uyarınca

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Bitki Besleme Bilim Dalında

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul Kardeş

Mart 2025

## ONAY

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Cumhur Umut Esen'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Kışlık Buğdayda Fenolojik Dönemlerdeki Sitokinin Uygulamalarının Verim ve Kaliteye Etkisi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Danışman** : Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul KARAŞ

**İkinci Danışman** : –

**Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:**

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul KARAŞ

**Üye** : Doç. Dr. Koç Mehmet TUĞRUL

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Güray AKDOĞAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatma TÛMSEK  
Enstitü Müdürü

## ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Dr. Öğretim Üyesi Ertuğrul Kardeş'in danışmanlığında hazırlamış olduğum "Kışlık Buğdayda Fenolojik Dönemlerdeki Sitokinin Uygulamalarının Verim ve Kaliteye Etkisi" başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı, tezimde verilen bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi, bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 17.03.2025

Cumhur Umut ESEN  
İmza

## ÖZET

Bu çalışmada kışlık ekmeçlik buğdayın fenolojik dönemlerindeki sitokinin uygulamalarının verim ve kaliteye olan etkilerini belirlemek amacıyla 2024 yılında kuru koşullarda yürütülmüştür. Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede buğdayda 4 farklı bitki gelişme döneminde [Kardeşlenme (K), Sapa Kalkma (SK), Başaklanma (B) ve Dane Dolum (DD)], 5 farklı sitokinin dozu (0-5-10-20-40 ppm) uygulanmıştır. Araştırmada buğdayın verimi, nem, başak boyu, başakta dane sayısı, 1000 dane ağırlığı, hektolitre, protein, zeleny sedimentasyon, gluten, sertlik ve nişasta oranı değerleri incelenmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre: en yüksek buğday verimi (590 kg da<sup>-1</sup>) Sapa kalkma döneminde 5 ppm sitokinin dozundan, en düşük verim K+SK+DD dönemlerinde (321 kg da<sup>-1</sup>) 5 ppm sitokinin dozundan elde edilmiştir. Çalışmada kardeşlenme döneminde artan sitokinin dozlarında verim artışı gözlemlenirken, sapa kalkma döneminde doz artışları nispi olarak verim azalmasına yol açmıştır. Araştırmada aynı parselde ardışık olarak birden fazla yapılan uygulamalar antagonistik etkiye yol açarak verim azalmasına yol açmıştır. İncelenen tüm özellikler genel olarak birbirinden bağımsız olmayıp, kuvvetli negatif veya pozitif ilişkilere sahiptir. Çalışmanın sonuçları, buğdayda yapraktan sitokinin uygulamasının kuraklık stresine karşı etkili olduğu tespit edilmiştir. Yüksek verim için en uygun dönemler ve dozlar kardeşlenme döneminde 40 ppm veya sapa kalkma döneminde 5 ppm dozları olarak uygulanmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** Küresel ısınma, kuraklık, bitkisel hormon, sitokinin, buğday.

## SUMMARY

This study was conducted in 2024 under dry conditions to determine the effects of cytokinin applications during the phenological stages of winter wheat on yield and quality. The research was set up in randomized blocks with a split-plot experimental design, with three replications. In the experiment, 5 different cytokinin doses (0, 5, 10, 20, 40 ppm) were applied at 4 different plant development stages of wheat [Tillering (T), Stem Elongation (SE), Heading (H), and Grain Filling (GF)]. The study examined wheat yield, moisture content, spike length, number of grains per spike, 1000-grain weight, hectoliter weight, protein content, Zeleny sedimentation, gluten, hardness, and starch content values.

According to the results of the study: the highest wheat yield ( $590 \text{ kg da}^{-1}$ ) was obtained from the 5 ppm cytokinin dose applied during the stem elongation stage, while the lowest yield ( $321 \text{ kg da}^{-1}$ ) was obtained from the 5 ppm cytokinin dose during the T+SE+GF stages. The study observed an increase in yield with higher cytokinin doses during the tillering stage, while dose increases led to a relative decrease in yield during the stem elongation stage. Successive applications on the same plot resulted in an antagonistic effect, leading to yield reduction. All examined traits generally had strong negative or positive relationships and were not independent of each other. The results of the study showed that foliar cytokinin application in wheat is effective against drought stress. For high yields, the optimal periods and doses should be 40 ppm during tillering or 5 ppm during stem elongation.

**Keywords:** Global warming, drought, plant hormone, cytokinin, wheat.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın gerçekleşmesinde mesleki bilgi ve deneyimlerini esirgmeden paylaşan, tezimin yürütülmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesinde bana her zaman yardımcı olan, arazi çalışmamda ve tezin yazımında her türlü desteğini büyük bir emek ve sabırla sağlayan Sayın danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Ertuğrul Karaş'a teşekkür ederim.

Araziden alınan örneklerin Çifteler Yıldızören köyündeki NBC Tarım Danışmanlık Gıda İnşaat San Ltd şirketinde harman ve analizlerinin yapılmasını sağlayan Ziraat Yüksek Mühendisi Sayın Dr. Necmettin Bolat ve ekibine, örneklerin laboratuvar analizlerinin yapılmasında yardımları olan Ziraat Mühendisi Sayın Yunus Küçükkaya'ya teşekkür ederim.

Elde edilen hasat sonuçlarının istatistik analizlerinde yardımlarını esirgemeyen ESOGÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Demir Kaya'ya teşekkür ederim.

Çalışmam süresince maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen ve bu hayattaki en büyük destekçilerim olan babam Muvafak Esen ile annem Serpil Esen'e teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	ix
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	x
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	xii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	xiv
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xvi
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	1
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI</b> .....	8
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri .....	12
3.1.2. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri .....	13
3.1.3. Araştırma Kullanılan Sitokinin Hormonunun Özellikleri.....	14
3.1.4. Buğday Çeşidinin Özellikleri.....	14
3.1.5. Araştırmada Kullanılan NIRS Cihazı.....	15
3.1.6. Buğdayda Gelişme Dönemleri.....	16
3.1.7. Buğdayın Bileşenleri.....	21
3.1.8. Buğdayın Kalite Kriterleri.....	21
3.2. Yöntem .....	25
3.2.1. Deneme Deseni ve Konuları.....	25
3.2.2. Tarımsal İşlemler ve Uygulamalar .....	25
3.2.3. Gözlem ve Ölçümler .....	28
<u>3.2.3.1. Nem</u> .....	28
<u>3.2.3.2. Verim</u> .....	29
<u>3.2.3.3. Başak boyu</u> .....	30
<u>3.2.3.4. Başakta tane sayısı</u> .....	31
<u>3.2.3.5. Hektolitre ağırlığı</u> .....	32
<u>3.2.3.6. 1000 dane ağırlığı</u> .....	34
<u>3.2.3.7. Protein oranı</u> .....	35

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa</u></b>
3.2.3.8. <u>Zeleny Sedimentasyon</u> .....	37
3.2.3.9. <u>Gluten</u> .....	38
3.2.3.10. <u>Nişasta</u> .....	39
3.2.3.11. <u>Sertlik</u> .....	41
3.2.4. İstatistik Analiz .....	42
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>43</b>
4.1. Buğday Verim Unsurları.....	43
4.1.1. Verim .....	43
4.1.2. Başak boyu .....	48
4.1.3. Başakta tane sayısı.....	50
4.1.4. 1000 dane ağırlığı .....	52
4.1.5. Hektolitre ağırlığı.....	56
4.2. Buğday Kalite Özellikleri.....	60
4.2.1. Nem.....	60
4.2.2. Protein oranı .....	63
4.2.3. Nişasta oranı.....	67
4.2.4. Zeleny Sedimantasyon .....	70
4.2.5. Gluten oranı.....	74
4.2.6. Sertlik.....	78
4.3. Özellikler Arasındaki İlişkiler .....	83
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>87</b>
<b>KAYNAKLAR DİZİNİ</b> .....	<b>88</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Sekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
1.1. Küresel buğday üretim ve ticareti (1961-2019) .....	4
1.2. Türkiye’de buğday ekim, verim ve kişi başına üretim miktarındaki değişim .....	5
1.3. Türkiye’de nüfus değişimi projeksiyonu .....	5
3.1. Araştırma yerinin konumu... ..	12
3.2. Buğday örneklerinin analizinde kullanılan NIRS aleti .....	15
3.3. Buğdayda gelişim dönemleri .....	17
3.4. Zadoks ölçeğine göre buğdayın gelişme dönemleri .....	18
3.5. Buğdayı meydana getiren unsurlar .....	21
3.6. Deneme arazisinde kardeşlenme döneminde sitokinin uygulaması.....	27
3.7. Hektolitre ağırlığı ölçüm aleti (litre ağırlık ölçer) .....	33
4.1. Denemede uygulama konularından elde edilen verimler .....	45
4.2. Sitokinin uygulama dozlarında verimlerin değişim trendi.....	45
4.3. Sitokinin uygulama dozlarına göre elde edilen verimler .....	46
4.4. Uygulanan sitokinin dozlarına göre başak boyunun değişimi .....	48
4.5. Uygulanan sitokinin dozlarına göre başakta tane sayısının değişimi .....	52
4.6. Uygulanan sitokinin dozlarına göre başakta tane sayısının değişim trendi.....	52
4.7. Sitokinin dozlarında 1000 dane ağırlığının değişimi .....	53
4.8. Uygulanan sitokinin dozlarında 1000 dane ağırlığının değişim trendi .....	55
4.9. Uygulanan sitokinin dozlarına göre hektolitre ağırlığının değişimi .....	56
4.10. Sitokinin uygulama dozlarına göre hektolitre ağırlığının değişim trendi.....	58
4.11. Uygulanan sitokinin dozlarına göre hasat neminin değişimi.....	62
4.12. Uygulanan sitokinin dozlarında protein oranlarındaki değişim.....	65
4.13. Uygulanan sitokinin dozlarına göre nişasta oranlarındaki değişim trendi.....	65
4.14. Uygulanan sitokinin dozlarında nişasta oranlarındaki değişim .....	67
4.15. Uygulanan sitokinin dozlarına göre nişasta oranlarındaki değişim trendi.....	69
4.16. Uygulanan sitokinin dozlarında zeleny sedimantasyon oranlarının değişimi.....	71

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Sekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.17. Uygulanan sitokinin dozlarına göre zeleny sedimentasyonun değişim trendi.....	73
4.18. Uygulanan sitokinin dozlarında glüten oranlarındaki değişim.....	76
4.19. Uygulanan sitokinin dozlarında glüten oranlarındaki değişim trendi .....	76
4.20. Uygulanan sitokinin dozlarında tane sertliğindeki değişim .....	80
4.21. Uygulanan sitokinin dozlarında tane sertliğindeki değişim trendi.....	80



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Türkiye'nin 2014-24 yıllarında buğday ekim, üretim, verim ve ithalatı.....	3
3.1. Denemenin yürütüldüğü bölgeye ait bazı iklim verileri.....	12
3.2. Denemede ölçülen yağışlar .....	13
3.3. Deneme alanının toprak özellikleri.....	13
3.4. Denemede kullanılan sitokinin içeriği .....	14
3.5. Buğday örneklerinin analizinde kullanılan NIRS aletinin özellikleri .....	15
3.6. Buğdayın gelişme dönemlerine göre Zadoks ölçeği.....	19
3.7. Buğdayın gelişiminde Feekes Ölçeği .....	20
3.8. Buğdayı meydana getiren unsurların dağılımı.....	21
3.9. Buğday kalitesinin belirlenmesinde kullanılan kriter ölçüler .....	22
3.10. Makarnalık buğdaylar için kalite kriterleri.....	25
3.11. Ekmeklik buğday için kalite kriterleri .....	25
3.12. Deneme konuları .....	25
3.13. Deneme süresince yapılan tarımsal işlemler ve uygulamalar .....	26
3.14. Buğday gelişme dönemlerine göre sitokinin uygulama tarihleri .....	26
3.15. Denemede uygulama konuları.....	27
3.16. Denemede yapılan ölçüm ve analizler .....	28
3.17. Buğdayda verim ve yorumlanması .....	30
3.18. Başak boyunun yorumlanması .....	31
3.19. Hektolitre değerinin yorumlanması .....	33
3.20. 1000 dane ağırlığının yorumlanması .....	35
3.21. Protein oranının yorumlanması .....	36
3.22. Zeleniy sedimentasyon değerlerinde sınıflama ve tanımlama .....	37
3.23. Buğdayda yaş ve kuru gluten değerlerinin kalite yorumlanması.....	38
3.24. Nişasta değerine göre buğdayın kullanım alanı.....	40
3.25. Türkiye'deki buğdaylarda nişasta oranlarının değişimi .....	40
3.26. Buğdayda sertlik değerine göre kullanım alanı .....	41
4.1. Parsel verimine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	43
4.2. Buğday gelişme dönemleri ve sitokinin dozlarının parsel verimine etkileri .....	44
4.3. Başak boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları.....	48

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b><u>Cizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.4. Sitokinin uygulama dozlarının başak boyuna etkileri.....	49
4.5. Başakta tane sayısı ilişkin varyans analiz sonuçları.....	51
4.6. Sitokinin uygulama dozlarının başakta tane sayısına etkileri.....	51
4.7.1000 tane ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	53
4.8. Sitokinin uygulama dozlarının 1000 tane ağırlığına etkileri .....	54
4.9. Hektolitre ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	56
4.10. Sitokinin uygulama dozlarının hektolitre ağırlığına etkileri.....	57
4.11. Nem oranına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	60
4.12. Sitokinin uygulama dozlarının hasat nemine etkileri.....	61
4.13. Protein oranına ilişkin varyans analiz sonuçları .....	63
4.14. Sitokinin uygulama dozlarının protein oranına etkileri.....	64
4.15. Nişasta oranına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	67
4.16. Sitokinin uygulama dozlarının nişasta oranına etkileri.....	68
4.17. Zeleny Sedimantasyona ilişkin varyans analiz sonuçları .....	71
4.18. Sitokinin uygulama dozlarının zeleny sedimantasyona etkileri.....	72
4.19. Gluten oranına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	74
4.20. Sitokinin uygulama dozlarının gluten oranına etkileri.....	75
4.21. Sertlik değerine ilişkin varyans analiz sonuçları .....	78
4.22. Sitokinin uygulama dozlarının sertlik değerine etkileri .....	79
4.23. Deneme konularının korelasyon analizi sonuçları.....	84

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde işareti
°C	Santigrat derece (sıcaklık birimi)
N	Azot
C	Karbon
O <sub>2</sub>	Oksijen
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
g	Gram
ha	Hektar
da	Dekar
K	Potasyum
kg	Kilogram
m	Metre
m <sup>2</sup>	Metrekare
m <sup>3</sup>	Metreküp
P	Fosfor
p	İstatistik olasılık değeri
pH	Çözeltilerin asitlik / bazlık ölçü birimi
t	Ton
mm	Milimetre
ml	Mililitre
Na	Sodyum
ppm	Milyonda bir birim (kısım)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fosfor pentaoksit
K <sub>2</sub> O	Potasyum oksit
Fe	Demir

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ****Simgeler**

B

Ca

L

Mn

Mg

NO<sub>3</sub>

Cu

Zn

**Açıklama**

Bor

Kalsiyum

Litre

Mangan

Magnezyum

Nitrat

Bakır

Çinko

**Kısaltmalar**

vd

CV

F

spp

DAP

K

SK

B

DD

**Açıklama**

Ve Diğerleri

Varyasyon katsayısı

Varyans analiz değeri

"Türleri" anlamında kısaltma

Diamonyum Fosfat

Kardeşlenme

Sapa Kalkma

Başaklanma

Dane Dolum

## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Tahıl grubuna giren bitkiler arasında buğday (*Triticum aestivum* L.), dünyada 220-240 milyon hektar üretim alanıyla birinci, üretim miktarı bakımından ise mısırdan sonra toplam 700-750 milyon ton üretimle ikinci sırada yer alır (Zakharova and Zakharov, 2024). Dünya çapında ekiliş alanı en geniş aralıklı bitki olan buğday, iklim çeşitliliğine uyumu nedeniyle kutuplardan ekvatora kadar geniş bir coğrafyada yetişmektedir. Ekonomik açıdan dünya nüfusunun yaklaşık üçte birinin temel gıdasını buğday teşkil etmektedir (Alzaayid ve Aloush, 2021). Küresel düzeyde tüketim her geçen yıl artan buğdaya olan talebin 2050'ye kadar daha da artması beklenmektedir (Pingali, 2000).

Buğday, sağlık için gerekli protein, B grubu vitaminleri içermekle birlikte birçok tıbbi yararı da sağlar. İçerdiği gluten proteini sebebiyle diğer tahıllardan daha yaygın olarak ekme üretiminde kullanılmakta; nişasta ile birlikte ısı ve enerji sağlamaktadır (Iqbal vd 2022). İnsan diyetindeki proteinin yaklaşık % 20'sini sağlayan buğday proteini kas dokusunun oluşumunu destekleyen bir üründür (Reynolds ve Braun, 2019); kalp hastalıkları, kabızlık, iskemik gibi rahatsızlık ve hastalıklarda, apandisit, obeziteye karşı koruma sağlar. Eksikliği kalp hastalıklarına yol açabilen E vitamini bakımından zengindir (Malaku, 2020).

Asya'nın güney kesimleri ile Sahra Altı Afrika bölgeleri sırasıyla 341 ve 262 milyon nüfusları ile dünyada yetersiz beslenmenin en fazla olduğu bölgelerin başında gelmektedir (Drammeh vd 2019). 2022 yılı itibarıyla küresel düzeyde yetersiz beslenme oranı %9 civarındadır ve Sahra Altı Afrika bölgesi, yetersiz beslenme bakımından %22.5 oranı ile ilk sıradadır (Owolade vd 2022). Küresel düzeyde açlık çekmekte olan ve yetersiz beslenen nüfusun sayısı 2022 yılında 735 milyon olup, 2025 yılındaki toplam 8,2 milyar insan için bunun anlamı her 100 kişiden 9'unu temsil etmektedir (WHO, 2022). Dünya genelinde 2,5 milyon insan kilolu ve bunun yaklaşık 900 milyonu obez ve 400 milyonunun ise zayıftır. Halen 5 yaş altı çocuklarda 149 milyon bodur, 45 milyon zayıf ve 37 milyon aşırı kilolu ve obez olduğu tahmin edilmektedir. 5 yaş altı çocuklarda ölüm oranlarının yarısının yetersiz beslenme kaynaklı olup, bunların çoğunluğu düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşamaktadır. Küresel düzeyde yetersiz beslenmenin ekonomik, sosyal ve tıbbi etkileri, bu problemi yaşayan ülkeler için kalıcı ve ciddi bir risk unsurudur (Adebisi vd. 2019).

Buğday, yetiştirildiği birçok iklim bölgesinde yaşanan iklim değişiklikleri sonucu

genişleyen hastalıklar, zararlılara ilaveten seller ve kuraklık ve don olayları ile mücadele etmek zorunda kalınan bir bitkidir (USDA, EPA). Günümüzde buğdayın veya genel olarak bitkilerin çeşitli gelişme dönemlerinde ortaya çıkan iklim olaylarının tekrarlanma süreleri kısalmış, uzun süren kuraklıklar ve ani hava olaylarının aynı anda görülmesi, bitkilerin fizyolojik gelişimleri ile adaptasyon kabiliyetlerinin de değişimine yol açmıştır (Kong vd 2023, Long vd 2022). Özellikle geç dönem donlarının ve soğuklarının verdikleri zararlanmalar, telafisi mümkün olmayan kayıpların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Shammi, 2024; Wu vd 2022; Chen, 2023). Bu iklim değişiklikleri, sadece ülkesel veya bölgesel düzeyde değil, küresel düzeyde gıda üretimi ve güvenliğinde belirsizlik ve risklerin artması anlamına gelmektedir. İklim değişiklikleri, çeşitlerin dayanıklılık mekanizmalarının da bozularak vejetatif ve generatif gelişme periyotlarının da etkilenmesine yol açmaktadır (Mao vd 2023; Miedaner ve Juroszek, 2021). Uzun süreli kuraklıklar ve sıcaklık artışları bazı yıllarda bitkinin hızlı bir şekilde vejetatif gelişmeden generatif duruma geçişini zorlarken, bu türlü ani değişiklikler çoğunlukla daha düşük verimli bitki yetiştiriciliğinin de sebebi olmaktadır. Bu durum, dünya çapında verimli ve kaliteli yetiştiriciliğe odaklanan ıslah programlarının amaçlarının abiyotik stres artışı sebebiyle bilim insanlar tarafından yeniden gözden geçirmeye zorlamaktadır (Godawari vd 2022; Witcombe vd 2008).

Buğday üretiminin miktar ve kalitesi, çevresel ve genetik faktörler yanında agronomik tekniklere büyük ölçüde bağımlıdır (Drezner vd 2007; Rempelos vd 2020). Üretimde kullanılan klasik araçlar, toprak hazırlamadan hasada kadar geçen sürede yerini daha teknolojik ve etkileri kısa sürede görülen ve ekonomik uygulamalara bırakmıştır. Girdi maliyetleri, enerji ve işgücü fiyatlarındaki artışlar, mekanizasyon teknolojisindeki inanılmaz değişimlerin de kapılarını açmaya zorlamıştır. Toprak nemini, bitkideki azotun tayini veya hastalık ve zararlı yönetiminde erken uyarı, gözlem ve takip sistemlerinin, otomasyon, uydu verilerinin kullanımı, dron teknolojisinin tarımsal üretime uygulanması, muazzam bilgi yığınlarının artık yapa zeka ile daha kısa sürede ve etkili şekilde analiz edilmesine fırsat tanımıştır (Talaviya vd 2020; Jing vd 2022). Sulama, pek çok yerde üretimin lokomotif veya belirleyici gücü olarak kabul edilse de, küresel iklim değişikliğinin bir sonucu olarak suyun temin edilmesi ve kullanımı, bunun için enerji ve işgücü ihtiyacının olması, üretimin maliyetini artıran bir unsurdur (Yavuz vd 2024; Qin vd 2022). 2050 yılı için yapılan tahminler, günümüzde 8.2 milyar olan dünya nüfusunun 25 yılda 1.5 milyar daha artarak 9.7 milyara ulaşacağı şeklindedir (BM, 2024). Artan nüfusun beslenme alışkanlıkları değiştirilemediği sürece, kişi başına üretilen buğday miktarının en iyimser tahminle %18,3 oranında artırılması gerekir. Bunun basit ve sade anlamı, önümüzdeki

25 yıl boyunca buğday üretiminin her yıl ortalama % 1'e yakın (% 0,732) oranında artması gerekir.

Kuraklık riskinin ve iklim olaylarındaki belirsizliklerin en fazla olduğu Türkiye gibi ülkelerde tarımsal üretim hâlâ büyük oranda insan emeğine dayalıdır. Ülkenin 40 yıl önce 28 milyon hektar tarımsal kullanımındaki arazilerinin %14,2'si olan 4 milyon hektarlık kısmı tarımsal kullanımın dışına çıkarılarak 24 milyon hektara düşmüş, buna karşılık aynı dönemde 49 milyon olan nüfus 2025'te 85,6 milyona ulaşarak %74,7 oranında artmıştır (TUİK, 2025). Son 10 yıllık veriler baz alındığında, üretilen buğday bakımından Türkiye'nin kendine yeterliliği % 90 civarındadır. Türkiye, hem kendi tüketim ihtiyacını karşılamak ve hem de irmik, un, makarna gibi işlenmiş ürün ihraç edebilmek için dışarıdan kaliteli buğday ithal etmek zorunda olan bir ülkedir. Çizelge 1.1.'de görüldüğü gibi 2014 yılında 5,5 milyon ton olan buğday ithalatı düzenli şekilde artarak 2024 yılında 12 milyon tona ulaşarak % 218 oranında artmıştır (TEPGE, 2024; Çiftçi, 2024). 2024 yılında küresel düzeydeki 203 milyon ton olan toplam buğday ithalatının (Şekil 1.1) %5,91'lik kısmı Türkiye'ye ait olup, son 10 yılda ortalama 8.13 milyon ton ithalat yapılmıştır (TUİK, 2024).

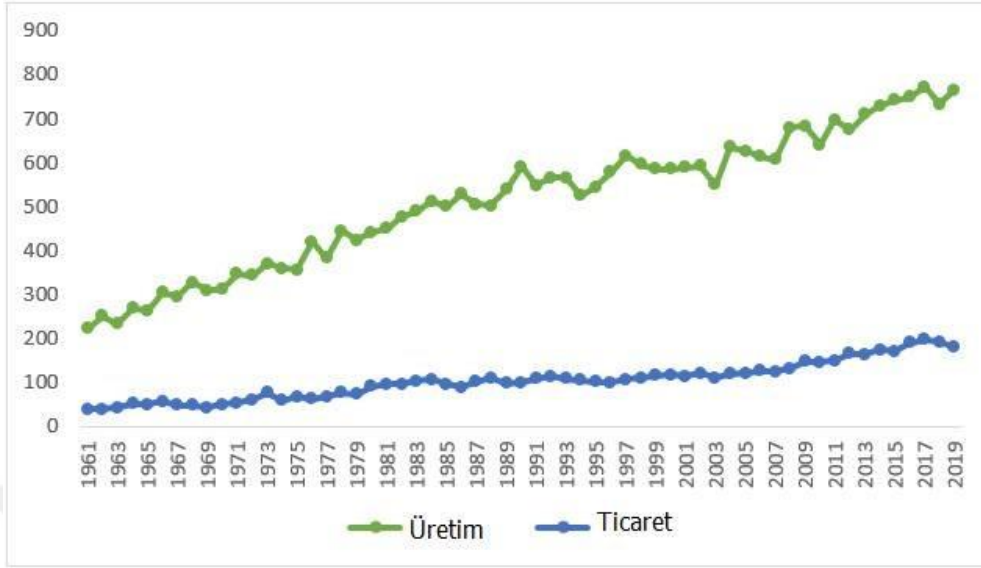
Çizelge 1.1. Türkiye'nin son 10 yıllık dönemde buğday ekim, üretim, verim ve ithalat verileri

Yıl	Hasat Edilen Alan (ha)	Üretim (ton)	Verim (ton/dekar)	İthalat (ton)
2014	7.919.208	22.050.000	285	5.500.000
2015	7.866.900	19.000.000	243	6.000.000
2016	7.671.900	22.600.000	287	6.500.000
2017	7.668.900	20.600.000	271	7.000.000
2018	7.299.300	21.500.000	280	7.500.000
2019	6.800.463	20.000.000	278	8.000.000
2020	6.922.236	20.500.000	296	8.500.000
2021	6.744.666	17.600.000	262	9.000.000
2022	6.628.739	20.200.000	298	9.500.000
2023	6.745.000	22.300.000	330	11.000.000
2024	6.750.000	19.500.000	288	12.000.000
Ortalama				8.130.000

**Kaynak:** TMO, (2023) ve TEPGE, (2024)

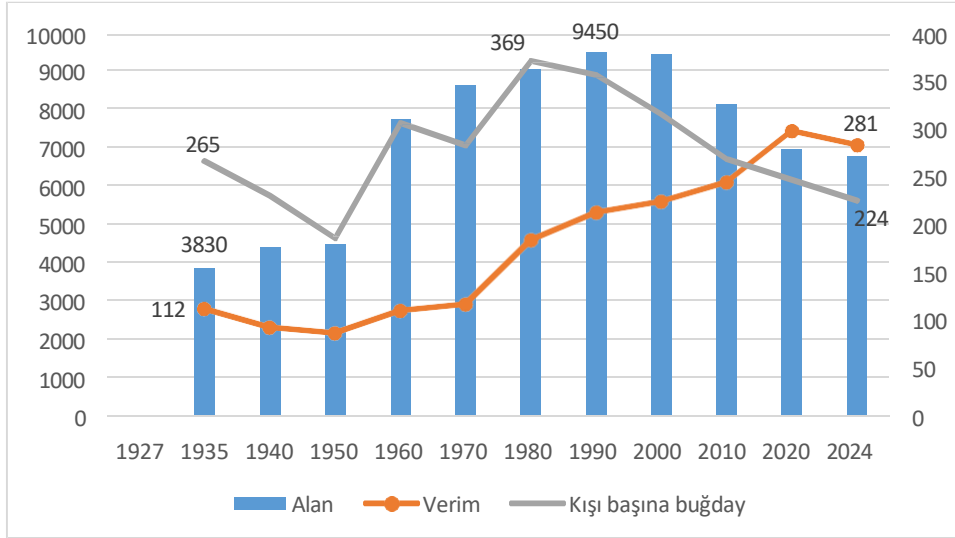
Küresel düzeyde sürdürülebilir buğday talebinin karşılanması, artan nüfusun gıda ihtiyacının temini bakımından gereklidir. Büyük kısmında halen kurak koşullarda buğday üretimi yapılan Türkiye, hem kendi kendine yeterli hale gelmek ve hem de ithal etmek zorunda kaldığı ihtiyacını temin etmek için daha fazla üretmek zorunda olan bir ülkedir. Teknolojik gelişmeler, araştırma sonuçları ve sulama ile halen ortalama 7 milyon hektarda 20 milyon ton

üretim ile ortalama 285 kg/da verim elde etmektedir (TEPGE, 2024)



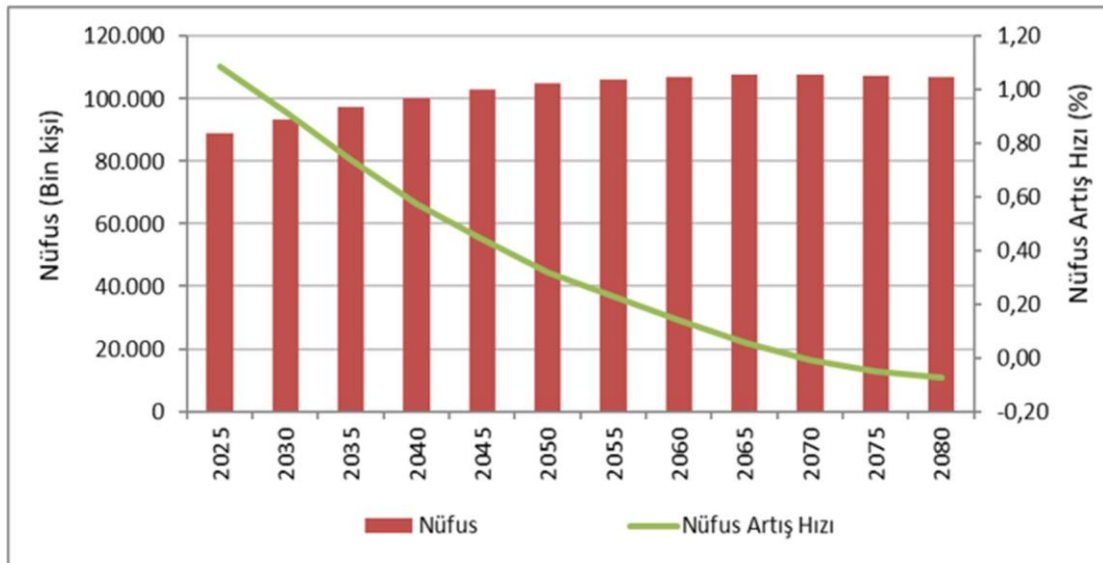
Şekil 1.1. Küresel düzeyde buğday üretim ve ticareti (1961-2019)

Türkiye’de 1935 yılında 3.830.000 hektar olan buğday ekim alanı 1990 yılında 9.450.000 hektara kadar ulaşmış, 2024 yılında 6.750.000 hektara kadar gerilemiştir (Şekil 1.2.) Aynı yıllarda buğday verimi dekar başına 112 kg’dan 281 kg’a kadar artmıştır. 1935’te kişi başına 265 kg buğday üretimi yapılan Türkiye’de üretim miktarı 1980’de 369 kg’a kadar artmış, bu tarihten sonra düzenli olarak azalarak günümüzde 224 kg’a kadar gerilemiştir. 1980’de 45 milyon civarında olan Türkiye nüfusu 2024’e gelindiğinde aradan geçen 45 yılda 85 milyona ulaşarak % 89 civarında artmıştır. 1980’li yılların başında 28 milyon olan tarımsal kullanımdaki arazilerin miktarı 45 yılda kentleşme, sanayileşme gibi sebeplerle %14,2 azalarak 24 milyon hektara kadar düşmüştür.



Şekil 1.2. Türkiye’de buğday ekim alanları, verim ve kişi başı üretim miktarlarındaki değişim

Türkiye’de nüfus değişimi projeksiyonuna (Şekil 1.3) göre ülke nüfusu 2040’da 100 milyona ve 2070’de maksimum 107 milyona kadar ulaşacak ve bundan sonra azalmaya başlayacaktır. Belirtilen nüfusun ihtiyacının karşılanması için halen %90 civarında kendine yeterli olan Türkiye’de kişi başı ihtiyaç miktarının (250 kg) ve tüketim alışkanlıklarının değişmediği varsayımı ile 107 milyonun ihtiyacı olan buğday miktarı yıllık 26.750.000 ton buğday üretimi yapması gerekir. Bu durum Türkiye’nin kendine yeterli hale gelmesi için halen 6.750.000 hektarda ortalama 20 milyon ton olan üretimin %33 ve 280 kg/da olan ortalama verimin ise % 41 artırılarak 396 kg/da’a çıkarılması gerektiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 1.3. Türkiye’de nüfus değişimi projeksiyonu

Bitkilerin büyüyerek gelişmesi için ihtiyaç duyulanlar başlıca güneş, su, karbondioksit ve bitki besinleridir. Normal durumda bitkiler, vejetatif ve generatif gelişmeyi tamamlayarak ürün verirler. Ancak çevresel faktörlerin etkisiyle bitki gelişmesini ve üretimini etkileyen abiyotik stres faktörleri, çoğu durumda arzu edilen verim ve kalitede ürün elde edilmesini engeller (Kumar 2020). Aşırı sıcaklar, kuraklık, don, dolu gibi iklim olaylarının sonuçları bitkinin normal gelişmesini, hücreleri, dokuları, dallanma, yumru oluşumu, başak gelişmesi gibi olayları negatif etkileyecek sonuçlar meydana getirebilir (Rashid vd 2024). Böyle durumlarda bitkilerden beklenen potansiyeli elde etmek genellikle mümkün değildir.

Verim geliştirmek için Türkiye’de ve diğer ülkelerde piyasada ticari olarak bitki besleme ürünleri, bitki gelişim düzenleyiciler, organik içerikli ürünler, deniz yosunu ekstraktları, amino asitler, mikrobiyolojik gübreler, mikorizalar, hümik ve fulvik asitler çok sayıda satılmaktadır. Bu türlü ürünlerden beklenen, bitkinin herhangi bir gelişme problemi yaşamadan normal gelişmesini sağlamak veya bir problemle karşılaşıldığında normal gelişimine dönüşü hızlandırmak veya doğrudan verim ve kalite artışı sağlamaktır. Bu amaçla kullanılan ürünlerden biri de bitkisel hormonlardır. Piyasada tek başına veya çoğunlukla destekleyici mahiyette bir ürün içine belirli oranlarda katılarak kullanılan hormonların çok çeşitli kullanım amaçları ve dönemleri vardır (Sağlam vd 2014; Kumar vd 2014). Bitki hormonlarının bitkideki işlevleri genel olarak bilinmekle birlikte, gelişme dönemlerindeki kullanım dozları ve etkileri hakkında yeterli bilgi yoktur. Bitki hormonlarının çiçeklenme, kök büyümesi, meyve gelişimi, yaprak dökümü, yaşlanma gibi süreçlerdeki etkileri genel olarak ayrıntılarıyla belirlenmiş olmakla birlikte henüz uygulamaya dönük bilgi eksikliği söz konusudur. Bunların tarımsal üretimde kullanım amacı, bitkisel ürünlerin verim ve kalitesini artırmak olsa da aynı arazideki ardışık kullanımları, farklı bitkisel hormonların sinerjik veya antagonistik etkileri, farklı stres koşullarındaki rolleri ve etkinlikleri ölçülebilir net rakamlar şeklinde ortaya konulmuş değildir.

Bitki hormonları ve büyüme düzenleyicileri, bitkilerin doğal gelişim süreçlerini kontrol eden temel bileşenlerdir. Bu kimyasal maddeler çiçeklenme, yaşlanma, kök büyümesi, yaprak dökülmesi, meyve olgunlaşması gibi birçok fizyolojik süreci düzenler (Iqbal vd 2017; Jing vd 2020). Beş ana büyüme düzenleyici gruptan biri olan sitokinin, hücre döngüsünde kritik bir role sahiptir ve bitki büyümesi, gelişimi ile birçok metabolik süreci teşvik eder (Wu vd 2021; Sosnowski vd 2023). Bitki hormonu olan sitokininler, hücre bölünmesini teşvik ederek çimlenme, çiçeklenme, tohum gelişimi ve yaprak yaşlanmasının gecikmesi gibi önemli süreçlere katkı sağlar (Sharma vd 2022; Hönig vd 2018). Ayrıca, fotosentetik mekanizmaların

korunmasında ve kuraklık gibi stres koşullarında bitkinin toleransını artırmada etkilidir (Prerostova vd 2018; Mxolisi vd 2024). Araştırmalar, sitokininlerin abiyotik streslerin bitkiler üzerindeki zararlarını hafiflettiğini göstermektedir (Mughal vd 2024; Mandal vd 2022). Örneğin, su kısıtlı koşullarda kullanılan sitokinin, bitkilerin hayatta kalma şansını artırır. Bu özellik, bitki hormonlarının hem normal hem de stresli koşullarda tarımsal ürün iyileştirme amaçlı kullanımını mümkün kılar.

Doğal sitokininler, N6-ikameli purin türevleridir (Yamaguchi vd 2010). İzopenteniladenin (iP), zeatin (Z) ve dihidrozeatin (DZ) gibi türler yüksek bitkilerde yaygın olarak bulunur. Bu bileşiklerin serbest bazları, bitki büyümesini düzenleyen aktif maddelerdir. Sitokininler, bitki içinde taşınma, bozunmaya karşı korunma ve geri dönüşümlü inaktivasyon süreçlerinde rol oynayan glikozidik konjugatlarla bağlantılıdır (Mandal vd, 2022). Sitokininler, kuraklık gibi abiyotik stres koşullarında fotosentetik mekanizmaların korunmasını sağlar ve bu süreçte bitki büyümesini destekler (Mxolisi vd 2024). Ayrıca, su kaybını kontrol etmede kritik bir hormon olan absisik asit (ABA) ile birlikte çalışır (Zlobin vd 2023). Sitokinin ve ABA arasındaki denge, bitkilerin stres koşullarına adaptasyonunda önemli bir rol oynar (Verslues 2016; Lu, 2014). Özellikle kuraklık toleransını artırmak için sitokinin seviyelerinin modülasyonu, tarımsal verimlilik açısından önem taşır (Le vd 2024). Sitokininler, hem bitkilerde hem de hayvanlarda bulunur ve tarımsal ürünlerin verimliliğini artırma amacıyla kullanılan temel büyüme düzenleyicilerinden biridir. Sitokininlerin hücresel süreçler üzerindeki düzenleyici etkileri, bu bileşenlerin bitkilerde verim ve kaliteyi artırma potansiyelini ortaya koyar (Prasad 2022; Mandal 2024). Bu bağlamda, modern tarımda sitokininlerin kullanımı hem ürün miktarını hem de stres koşullarında dayanıklılığı artırmak için stratejik bir yaklaşımdır. Sitokininler, bitki büyümesi ve gelişimini düzenleyen önemli hormonlardır. Hücresel süreçlerin yanı sıra abiyotik stres toleransı üzerindeki olumlu etkileri, bu hormonların tarımsal verimliliği artırmada kritik bir araç olduğunu göstermektedir. Sitokininlerin tarımda etkin bir şekilde kullanılması, sürdürülebilir tarım hedefleri için önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Kuraklık, tarımsal üretimi olumsuz etkileyen başlıca çevresel streslerden biridir. Bitki hormonları, kuraklık stresine karşı dayanıklılığı artırmada etkisini öğrenmek gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, Eskişehir’de kurak koşullarında yetiştirilen buğdayda, farklı gelişme dönemlerinde uygulanan sitokinin hormonunun verim, verim özellikleri ve kalitesine olan etkilerini incelemektir.

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Pospišilová (2003) fasulye bitkisinin yapraklarındaki gaz değişimi parametrelerine benziladenin (BA) ve absisik asitin (ABA) etkilerini incelemiştir. ABA'nın yapraklara uygulanması, stomaların iletkenliğini, terleme hızını ve fotosentez hızını azaltmış, ancak etkisi kısa sürede kaybolmuştur. BA'nın gaz değişimi üzerinde hafif bir etkisi olmuş ve ABA ile eş zamanlı uygulamada, ABA'nın etkisi tersine dönmüştür. Köklerin bu maddelere daldırılması gaz değişimini azaltmış ve ABA etkisi, BA ile iyileşmiştir. Üçüncü deneyde, ABA'nın tüm gaz değişim parametrelerini küçülttüğü ve BA ile ön işleme yapılan bitkilerde fotosentez hızının arttığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, BA, su stresinin gelişimini geciktirip fotosentezi artırırken, ABA'nın etkilerini tersine çevirebileceği bulunmuştur.

Davies (2010)'a göre bitki hormonları (fitohormonlar), bitkilerde büyüme ve farklılaşmanın çok sayıda yönünü etkileyen ve farklı biyotik ve abiyotik stresleri hafifletmede rol oynayan doğal olarak oluşan küçük organik moleküllerdir.

Sobol vd (2014), sitokininin olağandışı sıcak ortam sıcaklıklarında verimdeki genetik çeşitlilik, gelişen çiçek taslaklarının korunmasına etkilerini incelemiştir. Olağandışı sıcaklara maruz kalan çarkıfelek meyvesi (*Passiflora edulis Sims*) asmalarının çiçek taslakları bu sıcaklıklarda dökülür. Çiçek dökülmesi, gibberellin uygulamasıyla da tetiklenebilmektedir. Yaz aylarında çiçeklenmeye ulaşabilen ve kontrollü olağandışı sıcak ortam koşullarının yanı sıra gibberelline daha dirençli bir genotipi araştırmış ve belirlemiştir. Bu genotipin yaprakları içerisinde daha yüksek seviyelerde endojen sitokinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çarkıfelek meyvesinde, belirli bir aşamadaki çiçekler, sitokinin uygulamasından sonra olağandışı sıcak ortama daha fazla direnç göstermiştir. Yüksek veya düşük sitokinin seviyelerine sahip transgenik hatlar ve yabani tip bitkilerde sitokinin uygulamaları, olağandışı sıcak ortamda gelişmekte olan çiçeklerde sitokininin koruyucu bir rolü olduğunu tespit etmişlerdir.

Su vd (2017)'e göre şimdiye kadar dokuz kategori fitohormon tanımlanmıştır. Bunlara oksinler, sitokininler (CK), gibberellinler (GA), absisik asit (ABA), etilen (ET), brassinosteroidler (BR), salisilatlar (SA), jasmonatlar (JA) ve strigolaktonlar (SL) dahildir. Bu hormonlar yalnızca bitkiler tarafından değil, aynı zamanda bitki büyümesini, fizyolojisini ve bağışıklığını düzenleyebilen yararlı ve patojenik mikroorganizmalar (örneğin bakteri, mantar, böcek, mikroalg vb.) tarafından da üretilir. Fitohormonlar arasında ET, SA ve JA özellikle

bitkilerde patojenlere karşı savunma tepkisini düzenlemeleriyle bilinir ve bağışıklık hormonları olarak adlandırılırlar. Ancak son zamanlarda bitki-patojen etkileşimi sonucunda bitkide bağışıklık oluşumunda sitokininin rolü de fark edilmiştir.

Prerostova vd (2018), yaptıkları çalışmada sitokin ile ilişkili genlerin, stres koşulları geçtikten sonra bitkinin yeniden büyümeyi yönetmesinde önemli bir işleve sahip olabileceğini söylemişlerdir. Araştırma sonucunda da düşük sitokin içeriğine sahip bitkiler kuraklık döneminin ardından yavaş ve gecikmeli iyileşme sergilerken, sitokin seviyesinin fazla olduğu bitkiler hızlı ve daha güçlü bir iyileşme göstermiştir.

Akhtar vd (2020)'e göre Sitokinler (CK'ler), tohum çimlenmesi, apikal baskınlık, çiçek ve meyve gelişimi, yaprak senesansı ve bitki-patojen etkileşimleri vb. gibi bitki büyümesinin, gelişiminin ve fizyolojisinin çeşitli özelliklerini etkiler. CK moleküllerinin türü ve aktivitesi farklı bitki türleri ve dokuları arasında, farklı gelişim aşamalarında ve çeşitli çevre koşullarında önemli ölçüde farklılık gösterir. CK'ler yalnızca bitkiler tarafından değil, aynı zamanda bitkiyle ilişkili mikroorganizmalar, mikroalgler ve böcekler tarafından da üretilir.

Küplemez ve Yıldırım (2020), mercimek bitkilerini in vitro koşullarda kültüre alıp farklı BAP (1 mg/L) ve NAA (0.3, 0.6, 0.9, 1.2 mg/L) dozlarında 7, 14, 21, 28 ve 35 günlük periyotlarla uygulamış ve bitki boyu, sürgün sayısı, köklenme, vasküler dokuların kalınlığı ve gövde çapı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sonuçlar, 7 günlük kültür koşullarının tüm dozlarda en iyi bitki gelişimini sağladığını, ancak yüksek dozda BAP ve NAA'nın uzun kültür sürelerinde bitki gelişimini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Floem bölgesinin kalınlığı kontrol grubunda en yüksekken, ksilem bölgesinde ise yalnızca 1 mg/L BAP uygulamasında en büyük kalınlık görülmüştür. Ayrıca, yüksek dozlar vasküler dokularda deformasyon ve daralma yapmış, gövde çapında ise küçülmeye neden olmuştur. Bu bulgular, uzun kültür sürelerinde bitki büyüme düzenleyicilerinin olumsuz etkilerini vurgulamaktadır ve kültür süresinin optimize edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır..

Wu vd (2021)'e göre sitokinler, sırasıyla yaprak hücresi gelişiminin çoğalma ve genişleme aşamalarında hücre bölünmesini teşvik eder ve hücre genişlemesini artırır. Yaprak senesansı sırasında sitokinler şeker birikimini azaltır, klorofil sentezini artırır ve yaprak fotosentez süresini uzatır.

Chipilski vd (2021), tane dolum aşamasında iki kez (ilk püskürtme çiçeklenmeden 15 gün sonra) 10 mg/L konsantrasyonda kinetin veya 6-benzilaminopurin (6-BA) ile uygulama

yapılmış iki kışlık buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidi (Sadovo 772 ve Geya-1) ile tarla deneyleri yürütmüşlerdir. Uygulamadan sonra, buğdayın fizyolojik parametrelerini tarlada ölçülmüş ve verim analizini hasattan sonra gerçekleştirmişlerdir. Hasat edilen tohumlar, gen bankalarındaki koruma koşullarını simüle etmek amacıyla 12 ay boyunca -18 °C'de düşük sıcaklıkta depolanmıştır. Tarla deneylerinde, uygulama yapılan bitkiler %14'e kadar daha yüksek verim, daha yüksek taze ve kuru ağırlık ve bayrak yapraklarının daha yüksek klorofil içerik indeksi gözlemlenmiştir. Uygulamalar büyüme parametrelerini, çimlenmeyi ve fide canlılığını önemli ölçüde iyileştirmiştir.

Islam vd (2022a), maş fasulyesi (*Vigna radiata*) üzerinde yaptıkları çalışmada, sitokin ve gibberellik asit uygulamalarının su basması stresine karşı bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmalarını düzenleyerek savunma tepkilerini iyileştirdiğini belirlemiştir. Bu tedavilerle bitki boyu, gövde çevresi ve biyokütlede iyileşme gözlemlenmiş, reaktif oksijen türlerinin birikimi ve malondialdehit seviyelerinde azalma olmuştur. Bu durum, sitokin ve gibberellik asidin hücrel hasarı kontrol etmede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca, bu maddeler antioksidan seviyelerini artırmış, prolin ve çözünür şeker seviyelerini yükselterek su durumunun ve ozmotik ayarlamaların korunmasına katkıda bulunmuştur. Bu olumlu etkiler, 15 günlük iyileşme döneminde de devam etmiştir. Çalışma, sitokin ve gibberellik asidin su baskınlarının olumsuz etkilerini azaltarak, tarımın sürdürülebilirliğini sağlamak için potansiyel kimyasallar olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Islam vd (2022b) tarafından yapılan araştırmada, adenin tipi sitokin olan kinetin, kuraklık stresi altındaki mısır bitkilerinin büyüme, gaz değişimi, su ilişkileri ve biyokimyasal özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, kuraklık stresi altında kalan mısır bitkilerine belirli dozlarda kinetin uygulanmış ve sonuçlar, kuraklığın bitkilerin büyümesini, gaz değişim parametrelerini ve su dengesini olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir. Ancak kinetin uygulamaları, özellikle 225 mg L-1 dozunda, klorofil içeriği, su içeriği, fotosentez oranı ve terleme oranını artırmış ve yaprak yaşlanmasını geciktirmiştir. Ayrıca, kinetin uygulaması, elektrolit sızıntısını, prolini, malondialdehiti ve çözünür şeker seviyelerini azaltarak mısır bitkisinin kuraklık stresine karşı daha dirençli hale gelmesine yardımcı olmuştur. Bu bulgular, uygun dozda ekzojen sitokininin, kuraklık koşullarında mısır bitkilerinin performansını iyileştirdiğini ve kuraklık etkilerini hafifletmek için etkili bir yöntem olabileceğini ortaya koymaktadır.

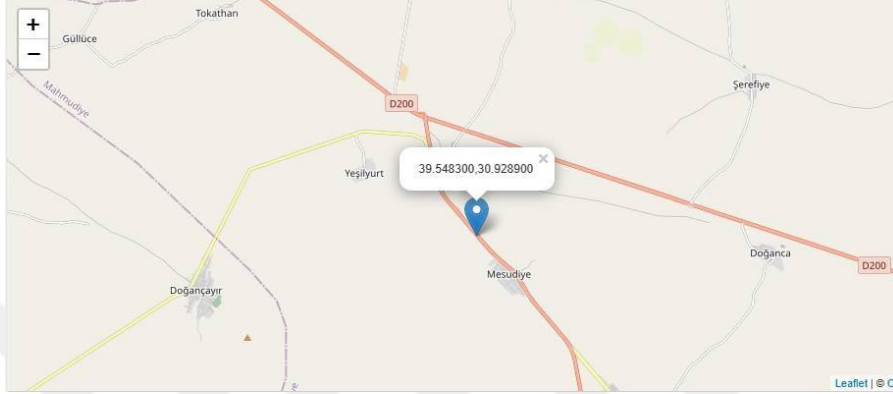
Cruz Nieto vd (2023), Peru'da caigua (*Cyclanthera pedata L.*) bitkisinde çeşitli sitokin dozajlarının caigua kalitesini etkileyip etkilemediğini görmek için bir saksı denemesi yürütmüşlerdir. Deney, kaynak olarak 200 L su başına *Anthesis Plus* (sitokin kaynağıdır) kullanılarak 0, 50, 100, 150 ve 200 ml sitokin içeren 5 işlemden oluşmuştur, her biri üç tekrarla ve rastgele tam blok tasarımına göre yerleştirilmiştir. 100 ml sitokin uygulaması yapılan caigua bitkisinde, 18.9 cm'lik bir uzunluğu, 5.65 cm'lik bir çap artışı ve 7.60 milimetrelik bir hamur kalınlığı iyileşmesi ile sonuçlanmıştır. Ekimden 45 gün sonra örnek alınan caigua bitkilerinin fizyolojik parametrelerinin önemli ölçüde iyileştiği gözlemlenmiştir. 100 ml sitokin uygulanan bitkilerin yaprak analizi sonucunda yapraktaki azot, potasyum ve çinko konsantrasyonunun daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yeterli sitokin dozunun (100 ml), yapraklardaki potasyum konsantrasyonunun değerini artırdığı, bunun optimum gelişimi, çevresel strese karşı güçlenmeyi ve dolayısıyla kaliteyi etkilediği sonucuna varılmıştır.

Sosnowski vd (2023)'e göre çok çeşitli bir yapıya ve küçük moleküllere sahip olan fitohormonlar, bitki büyümesi ve gelişiminin düzenleyicileridir. Bitkiler tarafından az miktarda sentezlenmelerine rağmen, fizyolojik olarak oldukça aktiftirler. Etkilerine göre, fitohormonlar, bitki büyümesi ve gelişiminin aktivatörleri veya inhibitörleri olarak iki kategoriye ayrılabilir; oksinler ve sitokinler ilk gruba aittir. Oksinler, bitkiler tarafından sürgünlerin apikal meristemlerinde, ayrıca genç yapraklarda, tohumlarda ve meyvelerde sentezlenir. Sürgünlerin uzama büyümesini uyarır ve tesadüfi ve yanal köklerin üretimini başlatırlar. Sitokinler ise kök uçlarında ve olgunlaşmamış meyve ve tohumlarda oluşur. Bu hormonlar, yanal sürgünlerin büyümesini uyarmaktan sorumludur, ayrıca sitokinez ve dolayısıyla hücre bölünmesini uyarır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırma yeri, Eskişehir ili, Mahmudiye ilçesi, Mesudiye köyünde 39°55' Kuzey enlem ve 30°92' doğu boylamında (UTM koordinatları: 4379673 m kuzey enlem ve 322004 m doğu boylam, 36. Zon) ve 900 m yükseklikte bulunan eğimsiz, kuru tarım arazisidir.



Şekil 3.1. Araştırma yerinin konumu

#### 3.1.1. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

Araştırma yeri, Eskişehir ili Mahmudiye ilçesindeki Mesudiye mahallesinde olup 900 m rakımdadır. Bölgede karasal iklim hâkim olup bu sebeple gece-gündüz sıcaklık farkı yüksektir ve yağış miktarı aylara göre düzensiz dağılış göstermektedir. Genelde soğuk ve yağışlı kış, sıcak ve kurak yaz geçer. Çalışmanın yürütüldüğü üretim yılına (2024) ve çok yıllık bazı iklim verileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemenin yürütüldüğü bölgeye ait bazı iklim verileri\*

	Ort Sıcaklık (°C)	Ort Maks Sıcaklık (°C)	Ort. Min Sıcaklık (°C)	Güneş. Süresi (saat)	Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Yağış (mm)	2024** Yağış (mm)
Ocak	0,0	4,2	-3,9	2,6	8,2	33,0	
Şubat	1,6	7,0	-3,4	3,9	7,8	28,2	
Mart	5,2	11,8	-0,9	5,0	8,0	29,9	20,0
Nisan	9,9	17,2	3,1	6,3	7,6	44,1	4,0
Mayıs	14,9	22,3	7,3	8,2	6,6	42,3	64,0
Haziran	18,9	26,5	11,1	9,7	4,4	24,2	13,0
Temmuz	21,9	29,8	13,7	11,3	2,2	15,0	
Ağustos	22,0	30,2	13,8	10,4	1,9	11,2	
Eylül	17,5	26,0	9,2	8,7	3,0	17,2	
Ekim	12,1	20,2	5,0	6,0	5,8	35,0	
Kasım	6,0	12,8	0,2	4,3	6,2	33,4	
Aralık	2,0	6,5	-1,7	2,5	8,6	42,4	
<b>YILLIK</b>	<b>11,0</b>	<b>30,2</b>	<b>-3,9</b>	<b>6,6</b>	<b>5,9</b>	<b>355,9</b>	

\*: Değerler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır.

\*\* : Deneme arazisinde ölçülmüştür.

Deneme alanında düşen yağışlar 27.03.2024 ile 10.06.2024 tarihleri arasında tesis edilen bir plüviyometre ile günlük toplam yağış derinliği (mm) olarak ölçülmüştür. Arazide yağış kaydedilen günler ve yağış miktarları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Denemede ölçülen yağışlar

Yağış Tarihi	Yağış miktarı (mm)
27.03.2024	20.0
21.04.2024	4.0
07.05.2024	18.0
13.05.2024	4.0
25.05.2024	42.0
10.06.2024	13.0
Toplam	101.0

### 3.1.2. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü araziden ekim öncesi 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Deneme alanının toprak özellikleri

Analiz	Birimi	Sonuç	Tanımı
Demir (Fe)	ppm	2,12	Az
Bakır (Cu)	ppm	0,65	Yeterli
Çinko (Zn)	ppm	1,24	Az
Mangan (Mn)	ppm	6,70	Az
Magnezyum (Mg)	ppm	555,8	Yeterli
Kalsiyum (Ca)	ppm	7540	Yeterli
Potasyum (K)	kg/da	312	Yeterli
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg/da	6,35	Orta
Kireç	%	17,28	Fazla kireçli
Organik Madde	%	2,5	Az
Toplam tuz	dS/m	0,96	Tuzsuz
pH	-	7,73	Hafif Alkali
Saturasyon	%	62	Killi-Tınlı

Deneme yeri toprak özellikleri, Kacar (2009)’a göre toprak bünyesi killi-tınlı olup, hafif alkali bir karakterdedir. Tuzluluk problemi bulunmayan, kireçli, fosfor bakımından orta, potasyumca zengin, ancak organik maddesi yetersiz bir toprak yapısına sahiptir. Araştırma alanı düz, drenajı iyi ve taban suyu problemi yoktur. Bakır hariç diğer mikro elementler az, kalsiyum

ve magnezyum yeterlidir.

### 3.1.3. Araştırma Kullanılan Sitokinin Hormonunun Özellikleri

Sitokininler (CK) , bitki köklerinde ve sürgünlerinde hücre bölünmesini veya sitokinezi teşvik eden bir bitki hormonu sınıfıdır. Bunlar öncelikle hücre büyümesi ve farklılaşmasında rol oynar, ancak aynı zamanda apikal baskınlığı, koltuk altı tomurcuk büyümesini ve yaprak yaşlanmasını da etkiler. Sitokininlerin protein parçalanmasını önleyerek, protein sentezini aktive ederek ve yakındaki dokulardan besinleri bir araya getirerek bitki organlarının yaşlanmasını yavaşlattığı gösterilmiştir. Sitokininler, bir diğer bitki büyüme hormonu olan oksin ile birlikte hareket eder. Bu ikisi birbirini tamamlar ve genellikle zıt etkilere sahiptir. Sitokinin hormonu, tam olarak nasıl gerçekleştirildiği halen açıklanamamış olsa da, etkilerini bir tür sinyal mekanizmasını hücrelerde harekete geçirerek yaptığı şeklindedir (Zhang vd., 2022).

Denemede kullanılan sitokinin türü % 99 saflıkta olan ve ticari ismi Kinetin'dir. Denemede kullanılan sitokinin içeriği Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Denemede kullanılan sitokinin içeriği

Özellikler	Tanımlama
Kimyasal formülü	$C_{10}H_9N_5O$
Kimyasal Adı	% 6- (Furfurylamino) purin
Molekül ağırlığı	215,21 gr / Mol
Rengi	Açık sarı veya beyaz
Formu	Kristalize toz

### 3.1.4. Buğday Çeşidinin Özellikleri

Kate A1, 1988'de tescil edilen bir ekmeklik buğday çeşididir. Beyaz başaklı, kılıksız ve uzun başaklara sahip olup, 95-105 cm boyundadır. Soğuklara orta derecede dayanıklı olan bu çeşit, Marmara Bölgesi dışında, özellikle taban ve yarı taban arazilerde yetiştirilebilir. Kardeşlenme kapasitesi yüksek ve verim potansiyeli 500-750 kg/da'dır. Çevresel koşullara iyi adapte olabilir, kurak ve kumsal topraklarda da yüksek verim elde edilebilir. Yatma problemi genellikle görülmez, ancak Marmara sahil kuşağında yaşanabilir. Sarı pasa dayanıklı, kahverengi pasa ise duyarlıdır. Ekmeklik kalitesi ortadır, ve teknik değerleri: bin tane ağırlığı 35.9 g, hektolitreye ağırlığı 80.7 kg, protein oranı % 12.6, gluten değeri % 41.5'tir (TTAE, 2024).

### 3.1.5. Araştırmada Kullanılan NIRS Cihazı

Tahılların tane şekilde hızlı analiz imkânı sağlayan; protein, yağ, nem, nişasta, yağ glüten, lif, kuru madde, kül (un) ve çok daha fazlasını ölçen, opsiyonel olarak un ve irmik analizi yapabilen, AB onaylı, kullanımı kolay yazılım ve arayüze sahip cihazdır. Kullanılan cihazın görüntüsü Şekil 3.2’de ve özellikleri Çizelge 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Araştırmada elde edilen buğday örneklerinin analizinde kullanılan NIRS aleti

Çizelge 3.5. Buğday örneklerinin analizinde kullanılan NIRS aletinin özellikleri

Özellik	Tanımlama
Boyutlar (GxDxY)	375x490x300 mm
Ağırlık	27 kg
Koruma derecesi	IP65
Ölçüm modu	Yansıma veya transflektans (sıvılar için)
Dalga boyu aralığı	400 - 2500 nm
Dedektör	Silisyum (400 - 1100 nm), Kurşun Sülfür, PbS (1100 -
Optik bant genişliği	8,75 ± 0,1 nm
Veri çözünürlüğü	0,5 nm
Veri noktası sayısı	4200
Alt örnek sayısı	Varsayılan: Küçük fincan için 7; büyük fincan için 8
Kendi kendine test	12 dakika (değişken)
Analiz zamanı	32 tarama için <1 dakika (8 alt örnek, alt örnek başına

NIRS (Near-Infrared Spectroscopy/Yakın Kızılötesi Spektroskopisi), yakın kızılötesi ışınların (400-2500 nm dalga boyu) maddeyle etkileşimini ölçerek kimyasal bileşenleri analiz eden bir spektroskopik yöntemdir. Bu cihazlar, bu teknolojiyi kullanarak buğday gibi tarımsal ürünlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini hızlı ve tahribatsız şekilde belirler. Buğday analizinde NIRS cihazı şunları ölçer (Anonim, 2024):

1. Kimyasal Bileşenler: Protein, nem, yağ, nişasta, lif ve kül içeriği.

2. Fiziksel Özellikler: Sertlik, hektolitreye ağırlığı, gluten kalitesi.

3. Kalite Parametreleri: Un verimi, ekmeklik kalite, depolama stabilitesi (nem analizi).

Geleneksel yöntemlere (Kjeldahl, HPLC) kıyasla saniyeler içinde sonuç verir. Kimyasal atık oluşturmaz ve tahribatsızdır (örnek bozulmaz). Laboratuvar dışında (tarla, depo, fabrika) kullanılabilir.

Bunlar haricinde tek bir ölçümle birden fazla parametre analizinin yapılabilmesi, portatif taşınabilir, düşük maliyetli (tek seferlik yatırımla uzun vadede laboratuvar maliyetlerini azaltır), yapay zekâ entegrasyonu ile Kalibrasyon modelleri ve veri analizi için ML (Machine Learning) algoritmaları kullanılabilmesi, kullanıcı dostu arayüzü ile sonuçların anlık olarak ekranda veya mobil cihazlarda görüntülenebilmesi gibi özellikleri vardır.

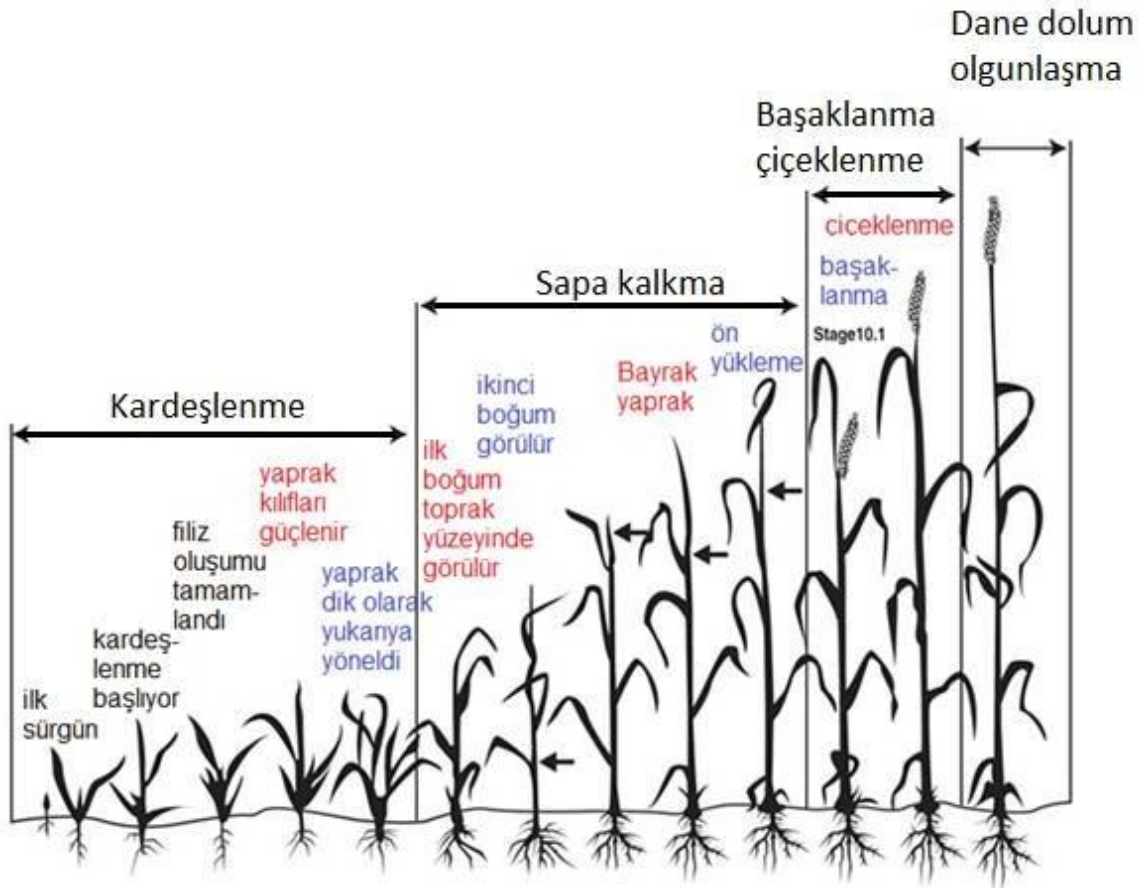
Cihazın tohum Islahı (Yüksek proteinli veya kuraklığa dayanıklı buğday varyetelerinin seçiminde), Değirmenler ve Gıda Fabrikalarında (Un kalitesinin sürekli izlenmesi (ISO/IEC 17025 standardına uyum)), depo yönetimi (Nem analiziyle küflenme riskinin önlenmesi) ve İhracat Kalite Kontrolünde (Uluslararası sınırlamalara (örneğin, %14 nem sınırı) uygunluk testi) kullanılabilme imkânları vardır.

Cihazın kalibrasyonu yapılarak toz ve tane haldeki örneklerin analizini yapabilmektedir. Bununla birlikte farklı buğday türleri (durum, ekmeklik) için ayrı modeller için kalibrasyona bağımlılığı, örnek homojenliğine ihtiyaç duyması yanında yüksek maliyeti (20.000 ile 100.000 dolar civarında) söz konusudur.

NIRS, buğday tedarik zincirinde verimlilik ve kalite güvencesi sağlayarak modern tarımın vazgeçilmez bir parçası olarak kabul edilmektedir.

### 3.1.6. Buğdayda Gelişme Dönemleri

Buğday büyümesi genel olarak birkaç farklı aşamaya ayrılabilir: çimlenme/çıkış, kardeşlenme, sapa kalkma, başaklanma/çiçeklenme ve tane dolumu/olgunlaşma (Şekil 3.3). Buğday büyüme aşamalarını belirlemek için birkaç farklı sistem geliştirilmiştir, en popüler ikisi Feekes ölçeği ve Zadoks ölçeği olarak adlandırılır (Çizelge 3.6 ve 3.7). Buğdayın hangi aşamada olduğunu bilmek ve tanımak, iyi bir buğday mahsulü üretmek için hayati önem taşır. Buğday, gelişimin belirli aşamalarında belirli girdilere en iyi şekilde cevap verir.



Şekil 3.3. Buğdayda gelişim dönemleri

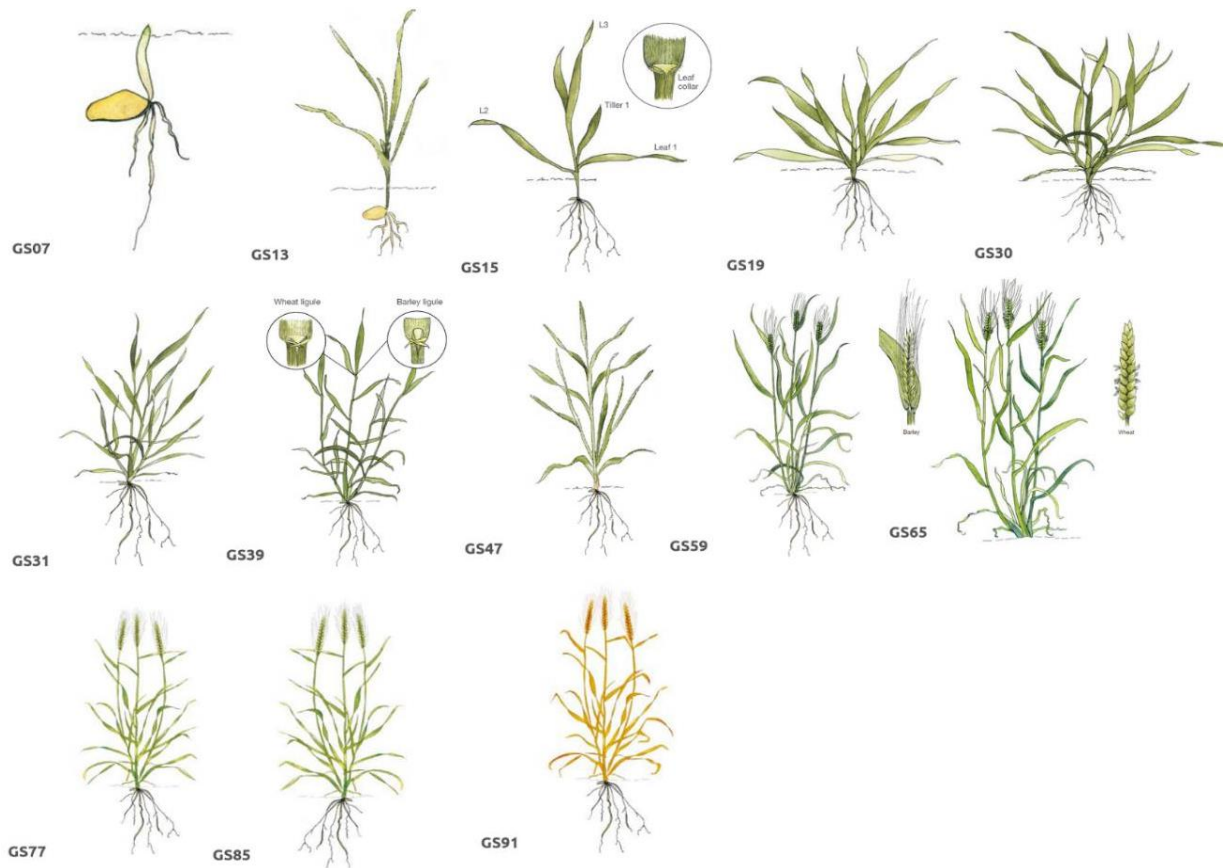
**Çimlenme ve Çıkış (Fide) Aşaması:** Çimlenme aşamasında, buğday tohumlarının çimlenmesi için yeterli sıcaklık ve neme ihtiyaç vardır. Buğday tohumları 12° ile 25°C arasındaki optimum sıcaklığı sever. Uygun koşullar altında, fide çıkışı genellikle yedi gün içinde gerçekleşir. İlk yaprak işlevsel hale gelene kadar, fide tohumda depolanan enerjiye ve besinlere bağlı kalacaktır.

**Kardeşlenme:** Kardeşlenme genellikle bitki 3-4 yaprağa sahip olduğunda ve çimlenmeden 3-4 hafta sonra başlar. Buğday bitkisi kardeşlenmeyi tamamladıktan sonra, boğum aralarının açılması veya büyümenin gövde uzaması aşaması başlar. Çoğu kısa sezon buğdayı, gövde uzaması gerçekleşmeden önce ana gövdede genellikle 7-8 yaprak üretir. Başak bayrak yaprağının içinde oluşmaya başladığında çizme aşaması başlar.

**Başaklanma ve Çiçeklenme:** Sırada başın gövdeden tamamen çıkacağı başaklanma var. Bu gerçekleştikten sonra bitki üreme büyümesine veya çiçeklenmeye başlar. Tozlaşma normalde çok hızlıdır ve sadece üç ila beş gün sürer. Buğday kendi kendine tozlaşır ve bu süre zarfında başak başına düşen tohum sayısı tozlaşan çiçek sayısına göre belirlenir. Başaklanma ve çiçeklenme sırasında yüksek sıcaklıklar ve kuraklık stresi tohum (dane) sayısını veya verimi

azaltabilir.

**Dane Dolu ve Olgunlaşma:** Tozlaşmadan sonra olgunlaşma aşaması başlar. Olgunlaşma dört olgunluk seviyesine ayrılır: süt, yumuşak hamur, sert hamur ve son olarak olgunlaşma. Bu dönemde buğday bitkisi saman rengine döner ve daneler çok sertleşir. Çekirdek tırnakla bölünmesi zorlaşır, tırnaklar arasında ezilemez. Hasat, tahıl uygun bir nem seviyesine ulaştığında başlayabilir. Birçok çiftçi sertliği ve yaklaşık nem seviyesini belirlemek için çekirdeği çiğneyerek olgunluğu anlayabilir



Şekil 3.4. Zadoks ölçeğine göre buğdayın gelişme dönemleri

Zadoks büyüme ölçeği, buğday ve diğer tahılların gelişim evrelerini detaylı bir şekilde tanımlamak için kullanılan evrensel bir sistemdir. 00'dan 99'a kadar iki basamaklı kodlarla ifade edilir. İlk basamak ana gelişim evresini, ikinci basamak ise alt evreleri belirtir. Zadoks ölçeği, buğdayın yaşam döngüsünü 10 ana evreye bölerek, üreticilere ve araştırmacılara hassas yönetim için rehberlik eder. Diğer ölçeklerden (Feekes, BBCH) daha detaylıdır.

Çizelge 3.6. Buğdayın gelişme dönemlerine göre Zadoks ölçeği

NO	Gelişme Dönemi	Gelişme durumu	Kodu
1	Çimlenme ve Çıkış	Kuru Tohum	00
		Kökçük çıkışı	05
		Çim yüzeyde	09
		İlk yaprak görünür	10
		Yaprak tam açık	11.1
		Yaprak çıkışı	19.9
		2	Kardeşlenme
1.Kardeş görünür	21		
3+ Kardeş oluşumu	25		
Kardeşlenme tamamlandı	29		
3	Sapa Kalkma		
		1. boğum (nod) oluşumu	31
		2. boğum oluşumu	32
		Bayrak yaprağı (son yaprak) dilcik görünür	37
		Bayrak yaprağı tamamen açıldı	39
		4	Kın (Boot) Evresi
Başak kını belirgin şekilde şişmiş	45		
Başak kınından başak ucu görünür	49		
5	Başaklanma		
		Başaklanma yarısı tamamlandı	55
		Başaklanma tamamlandı (başağın % 100'ü çıktı)	59
		6	Çiçeklenme
Çiçeklenme tam ortası	65		
Çiçeklenme tamamlandı	69		
7	Süt Olum		
		Süt olumun ortası	75
		Süt olum sonu	79
8	Sarı Olum	Sarı olum başlangıcı (taneler sertleşir).	83
		Fizyolojik olgunluk (tane nemi ~%30)	87
		Tam olgunluk (hasat için uygun, tane nemi ~%15)	89
9	Kuruma ve Hasat	Bitki tamamen kurudu	92
		Hasat	99

Buğdayın gelişme dönemlerini bilmekte yarar vardır. Çünkü birçok tarımsal uygulamalar (ilaçlama, gübreleme gibi) bitkinin belirli gelişme dönemlerine göre uygulandığında daha etkili ve az maliyetli olmaktadır. Örneğin, Zadoks 39 (bayrak yaprağın görünmesi) döneminde

yapılan gübreleme veya mantar ilacı uygulaması verimi artırır. Hastalık ve Zararlı Yönetimi bakımından belirli evrelerde (örneğin, çiçeklenme) ilaçlama daha etkilidir. Verim Tahmini için süt ve sarı olum evreleri tane dolumunu izlemek için kritiktir.

Buğdayın gelişiminde kullanılan bir diğeri olan Feekes Büyüme Ölçeği, buğdayın gelişim evrelerini basit ve pratik bir şekilde sınıflandırmak için kullanılan bir sistemdir. Zadoks ölçeğine göre daha az detaylı ancak saha koşullarında kolay uygulanabilir olması nedeniyle yaygın olarak tercih edilir. Feekes ölçeği 11 ana evreden oluşur ve bazı kritik alt evreleri içerir. İşte buğday gelişiminin Feekes ölçeğine göre sınıflandırılması Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Buğdayın gelişiminde Feekes Ölçeği

Evre	Gelişme Dönemi	Gelişme durumu
1	Çimlenme	Tohum toprakta çimlenir, kök ve sürgün oluşumu başlar
2	Tek Yapraklı Fide	İlk yaprak toprak yüzeyine çıkar, Bitki henüz zayıf ve küçüktür
3	Kardeşlenme Başlangıcı	Yan sürgünler (kardeşler) oluşmaya başlar
4	Dik Büyüme Başlangıcı	Bitki dik büyüme başlar, yapraklar dikey pozisyon alır
5	Yoğun Kardeşlenme	Kardeş sayısı maksimuma ulaşır (~5-6 kardeş).
6	İlk Boğum Görünümü	Sap üzerinde ilk boğum (nod) toprak seviyesinden yukarıda görünür
7	İkinci Boğum Oluşumu	İkinci boğum belirginleşir, sap uzaması hızlanır
8	Bayrak Yaprığı Görünümü	Son yaprak (bayrak yaprağı) sapın üst kısmında belirir
9	Ligul (Dilcik) Görünümü	Bayrak yaprağının dilciği ve kını (kın yaprak) belirginleşir
10	Başaklanma (Sapa Kalkma ve Başak Oluşumu)	
10.1	Başak kını (boot) şişmeye başlar	
10.3	Başak kınından başak ucu görünür	
10.5.4	Başak tamamen çıkar (tam başaklanma)	
11	Olgunlaşma ve Hasat	
11.1	Çiçeklenme tamamlanır, süt olum başlar (taneler sıvı dolu).	
11.2	Sarı olum (taneler sertleşir, nem ~%30).	
11.4	Tam olgunluk (hasat için nem ~%15-20).	

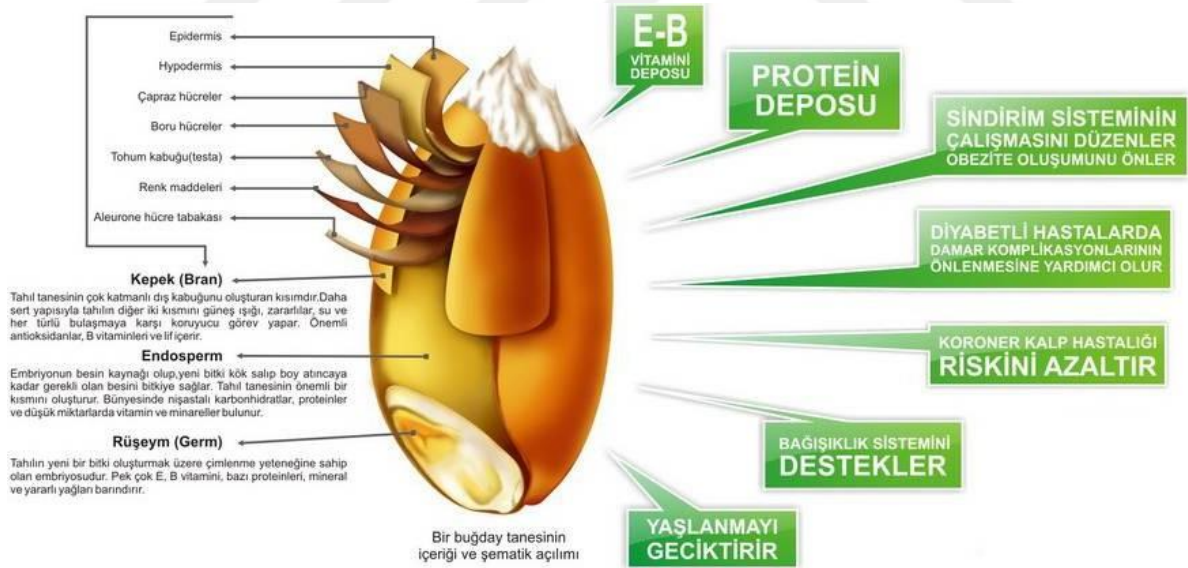
### 3.1.7. Buğdayın Bileşenleri

Buğday ve diğer tahılların kimyasal bileşenlerinin tanenin morfolojik kısımlarına göre dağılımı farklılık göstermektedir. Buğdayın temel bileşenlerinin ana morfolojik tabakalara göre dağılımı Çizelge 3.8'de sunulmuştur.

Çizelge 3.8. Buğdayı meydana getiren unsurların dağılımı

Morfolojik Kısımlar	Miktarı %	Nişasta %	Protein %	Selüloz %	Yağ %	Kül %
Pericarp	15	0	20	93	30	67
Endosperm	82	100	72	4	50	23
Embriyo	3	0	8	3	20	10

Buğday tanesini meydana getiren unsurlar, genel olarak Endosperm (Unsu kısım) % 82-85, Bran (Kepek kısmı) % 13-15 ve Ruşeym ya da germ (Tohum kısmı, embriyo) % 2-3 olmak üzere üç kısımdadır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Buğdayı meydana getiren unsurlar

### 3.1.8. Buğdayda Kalite Kriterleri

Buğdayın kalitesinin belirlenmesinde kullanılan kriterler Çizelge 3.9'da verildiği gibi başlıca üç kısımda incelenir:

Çizelge 3.9. Buğday kalitesinin belirlenmesinde kullanılan kriter ölçüler

Fiziksel Ölçüler	Kimyasal Ölçüler	Teknolojik Ölçüler
Hektolitre Ağırlığı (kg)	Su miktarı (Nem)	Yaş öz (Gluten) miktarı, %
1000 Tane Ağırlığı (g)	Kül miktarı, %	Gluten indeks değeri, %
Tanenin şekli ve büyüklüğü	Protein miktarı, %	Sedimentasyon değeri, mL
Tane sertliği (PSI)	Serbest asitlik, pH	Düşme sayısı değeri
Renk	Ham elyaf	Un test cihazı
Yabancı maddeler		Hamur test cihazı
Öğütme yeteneği		
Yoğunluk (%)		

**Fiziksel Ölçümler:** Bu ölçümler, genellikle değirmencilik açısından daha büyük öneme sahip olup, buğdayın fiziksel özellikleri ve bunlara bağlı olarak değişen un verimi hakkında bilgi edinmek için yapılan testlerdir.

- Hektolitre Ağırlığı (HL):** En temel ve yaygın ölçüdür. 100 litre buğdayın kilogram cinsinden ağırlığıdır. HL ağırlığı tanelerin dolgunluğu, yoğunluğu, şekli, büyüklüğü ve homojenliği tarafından etkilenir. Türkiye'de ortalama HL ağırlığı 78 kg civarındadır.
- 1000 Tane Ağırlığı:** Buğdayın 1000 tanesinin gram cinsinden ağırlığı olup kuru madde olarak ifade edilir. Bu ağırlığı yoğunluk ve büyüklük gibi faktörler etkiler. Bin tane ağırlığı, buğdayın çeşidine, yetiştiği iklime ve toprak koşullarına bağlı olarak değişir. Tane olgunlaşırken hava koşulları nişasta birikimini engeller, bu da cılız kalan tanelerin ağırlığının azalmasına yol açar. Bu ölçüm, buğdayın un verimini tahmin etmede daha güvenilir bir gösterge olarak kabul edilir. Türkiye'deki yumuşak buğdaylar için 24-51 gram, sert buğdaylar için ise 26-58 gram arasında değişen ağırlıklar görülmüştür.
- Tane Sertliği:** Tanelerin sert ya da yumuşak olması, çoğunlukla çeşidin bir özelliği olsa da iklim koşullarına göre büyük değişiklikler gösterebilir. Sert taneler, genellikle daha fazla gluten içerir ve kalite açısından daha iyidir. Sertlik ve yumuşaklık, öğütme tekniği açısından da önemli bir faktördür; çünkü sert buğdaylar için öğütme sırasında daha fazla enerji gerekmektedir.
- Renk:** Tanenin rengi, çeşide ve ekim zamanına bağlı olarak değişir. Buğdayın bileşen ve değerini belirlemede renk de bir gösterge olarak kullanılır. Tanedeki renk ile protein miktarı arasında bir ilişki vardır; genellikle koyu renkli ve sert taneler, daha yüksek protein içerir. Sert ve koyu renkli buğdaylar, yumuşak ve açık renkli olanlardan daha kaliteli kabul edilir. Buğday taneleri beyaz, sarı, sarımsı ve kırmızımsı tonlarda olabilir.

5. **Yabancı Madde:** Buğdaylardaki yabancı madde miktarı ve niteliği, kaliteyi etkileyen önemli bir faktördür ve değirmencilik değeri için de önemlidir. Yabancı maddeler, buğdaydaki tüm organik ve inorganik maddeleri kapsar. Yabancı madde oranı arttıkça kalite düşer.
6. **Öğütme Yeteneği:** Buğdayın öğütme ve unun ekmeklik özelliklerini belirlemede, fiziksel ölçümler, basit yöntemlerle yapılabilir ve buğdayın değirmencilik değerine yardımcı olur. Öğütme yeteneği, özel laboratuvar değirmenlerinde doğrudan ölçülebilir.

### Kimyasal Ölçümler

Buğday ve unun belirli amaçlara göre kullanılabilirliği, kimyasal bileşimleriyle doğrudan ilişkilidir. Un ve irmikte yasal olarak bulunması gereken niteliklerin sağlanması açısından bilinmesi gereken bu özellikler, buğday veya un paçalı yapılırken dikkate alınması gereken faktörlerdir.

- a) **Su Miktarı:** Buğdayın su oranı, ticareti ve depolanabilirliği açısından son derece önemlidir. Tane içindeki su miktarı, buğdayın yetiştiği iklim koşullarına ve depolama sırasında uygulanan yöntem ile nem miktarına bağlı olarak değişir. Hasat dönemi yağışların fazla olduğu, olgunlaşma süresinin kısa olduğu ve depolama koşullarında yüksek sıcaklık ve nem oranı söz konusu olduğunda, buğdaydaki su miktarı artar.
- b) **Kül (Madensel Maddeler) Miktarı:** Kül, bitkisel bir madde yakıldığında geriye kalan, anorganik madde oksitlerinden oluşan bir kalıntıdır. Toprakta farklı miktarlarda bulunan madensel maddeler, bitkilerin sağlıklı büyümesi için gereklidir ve modern üretim yöntemlerinde gübreleme ile sağlanır. Bu maddeler arasında K, Ca, Mg, Fe, P ve S önemlidir.
- c) **Protein Miktarı:** Buğdaydaki protein oranı, tür, çeşit, çevre koşulları (iklim, toprak, hastalıklar ve zararlılar) ve üretim koşullarına (gübreleme, sulama, makineli tarım) bağlı olarak %6 ile %22 arasında değişir. Sert buğdaylar, kurak yerlerde ve azot açısından zengin topraklarda daha fazla protein içerir. Ülkemizdeki buğdaylarda protein miktarı; topbaş buğdaylarında %9-13, ekmeklik buğdaylarda %10-15, makarnalık buğdaylarda ise %11-22 arasında değişmektedir.
- d) **Serbest Asitlik:** Serbest asitlik değeri, gram kuru maddede bulunan serbest yağ asidini nötralize etmek için gerekli olan KOH miktarı (mg) olarak belirlenir.
- e) **Ham Elyaf:** Buğday tanesinde bulunan selülozlu maddeler oranı %2-2,7 arasında değişir. Küçük veya buruşuk tanelerde bu oran daha yüksektir ve bu durum un verimini olumsuz etkiler.

## Teknolojik Ölçümler

a) **Yaş Öz Gluten:** Buğday unu su ile karıştırıldığında, unun içeriğindeki sabit proteinlerden gliadin ve glutenin, suyu emerek şişer. Hamur, %2'lik tuzlu su ile yıkandığında, nişasta ile azotlu maddelerden albumin ve globulin su ile ayrılır ve geriye elastik, plastik bir madde olan yaş öz (gluten) kalır. Gluten, hamurun yoğrulması sırasında ağ benzeri bir yapı oluşturur, fermantasyon sırasında maya tarafından üretilen karbondioksit gazını tutar ve bu sayede ekmek hacmi artar.

b) **Gluten İndeksi:** Son yıllarda uygulamaya giren bu yöntem, standart Glutomatik metodunda 10 gram un ya da kırma örneği ile 4.8 ml %2'lik tuzlu su çözeltisi kullanılarak 20 saniye yoğrulup 5 dakika yıkandıktan sonra elde edilen yaş glutenin, özel bir elek bulunan kartuşa yerleştirilip 6000 devir/dakika hızla santrifüj edilmesiyle ölçülür. Elde edilen glutenin, elek üzerinde kalan kısmı ve toplam yaş öz tartılarak gluten indeks değeri hesaplanır.

c) **Çökme Değeri (Sedimentasyon):** Bu yöntem, buğdayın gluten kalitesi hakkında bilgi verir. Buğdaydan elde edilen unla yapılan deneyde özel değirmenler kullanılmalı ve 150 mikron göz genişliğindeki elekten (9xx) geçirilmelidir. Belirli randıman ve irilikteki un parçacıkları, sulu zayıf asitlerle su alıp şişer ve belirli bir sürede çöker, bu hacim çökme değerini verir.

d) **Düşme Sayısı Değeri (Falling-Number):** Buğday kırması ya da unlar üzerindeki diastatik aktiviteyi belirlemeye yarayan bir yöntemdir. Ekmek yapımında gaz miktarının ve ekmek hacminin büyümesinin önemli bir göstergesidir.

Buğday ununda düşme sayısı;

150'den düşük ise; amilaz aktivitesi yüksektir. Buğday çimlenmiştir ve ekmek içi yapışkan olabilir.

200-250 arası ise; amilaz aktivitesi normaldir.

300' den yüksek ise; amilaz aktivitesi düşüktür. Bunlardan yapılan ekmeklerin hacmi küçük ve ekmek içi kuru olabilir.

Normal olarak ekmeklik buğday unlarında düşme sayısı  $250 \pm 25$  sn olmaktadır.

Makarnalık ve Ekmeklik buğdaylarda kalite kriterleri çizelge 3.10 ve çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.10. Makarnalık buğdaylar için kalite kriterleri\*

Faktörler	Kalite Kriterleri
Hektolitre ağırlığı	≥80 kg
Camsı dane	≥% 80
1000 dane ağırlığı	≥38-40 gr
Yaş öz	≥%30.0
Protein	≥%13.0 (genetik ve çevre faktörleri etkili)

\*Harmanşah, 2005

Çizelge 3.11 Ekmeklik buğday için kalite kriterleri\*

Faktörler	Kalite Kriterleri
Hektolitre ağırlığı	>77.2 kg
2.5 mm elek üzeri	≥%75
1000 dane ağırlığı	≥20-31 gr
Alveograf	≥250
Sedimentasyon	≥30 ml – 35 ml
Protein	≥% 12.5

\*Mutlu ve Taş, 2020

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Deneme Deseni ve Konuları

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Deneme konuları Çizelge 3.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.12. Deneme konuları

Ana konu: Bitki Gelişme Dönemi	Alt konu: Sitokinin dozu (ppm)
Kardeşlenme	0
Sapa Kalkma	5
Başaklanma	10
Dane Dolum	20
	40

#### 3.2.2. Tarımsal İşlemler ve Uygulamalar

Denemenin ekimden hasada kadar yapılan tarımsal işlemler ve uygulamalar Çizelge 3.13’de verilmiştir.

Çizelge 3.13. Deneme süresince yapılan tarımsal işlemler ve uygulamalar

Tarımsal İşlemler	Uygulama Tarihi	Uygulama Şekli
Ekim	31.10.2023	23 kg/da tohum
Gübreleme (taban)	31.10.2023	DAP, 20 kg/da
Üst gübreleme (azot)	01.03.2024	Üre, 10 kg/da
	24.03.2024	Üre, 10 kg/da
Parselasyon	05.03.2024	3 x 30 metre boyutlarında
İlaçlama	03.04.2024	Ester+Florasulam, 80 g/da
Hasat	11.07.2024	2x1 m boyutlarında parsellerde elle
Harman	15.08.2024	Parsel biçerdöveri ile
Analiz	15.08.2024	NIRS cihazı kullanılarak

Denemede bitkilerin gelişme dönemleri ve sitokinin uygulama tarihleri Çizelge 3.14’de verilmiştir. Toz halindeki sitokinin hormonu, deneme konularında belirtilen dozlarda 0,001 hassasiyetli terazi ile tartımları yapılmış, denemenin uygulanması öncesinde sıcak su ile eritilmiş ve 15 litre kapasiteli sırt pompasındaki su ile karıştırılarak Çizelge 3.14’te belirtilen dönem ve tarihlerde uygulanmıştır.

Çizelge 3.14. Bitki gelişme dönemlerine göre sitokinin uygulama tarihleri

Bitki Gelişme Dönemi	Uygulama Tarihi
Kardeşlenme	28.03.2024
Sapa Kalkma	28.04.2024
Başaklanma	18.05.2024
Dane Dolum	31.05.2024

Çalışmada uygulama konuları Çizelge 3.15’de verilmiştir. Araştırmada belirtilen gelişme dönemleri bireysel olarak tek uygulama ve ayrıca takip eden dönemlerde aynı parsellerde 2, 3 ve 4 uygulama şeklinde tekrarlanmıştır. Yani örneğin kardeşlenme dönemi için bireysel parseller ayrı ayrı oluşturulmuş, sonra bu parsellerde belirtilen her bir uygulama dozu söz konusu parsellerde bir defa uygulanmıştır. Ardışık uygulama yapılan parsellerde (örneğin kardeşlenme+sapa kalkma) uygulama aynı parsellerde hem kardeşlenme ve hem de sapa kalkma döneminde olmak üzere toplam iki dönemde iki ayrı uygulama belirtilen doz kadar (örneğin 5+5 ppm) yapılmıştır.

Çizelge 3.15. Denemede uygulama konuları

Bitki Gelişme Dönemi	Uygulama Dozları (ppm)
Kardeşlenme	5, 10, 20, 40
Sapa Kalkma	5, 10, 20, 40
Başaklanma	5, 10, 20, 40
Dane Dolum	5, 10, 20, 40
Kardeşlenme+Sapa Kalkma	5, 10, 20, 40
Kardeşlenme+Sapa Kalkma+Başaklanma	5, 10, 20, 40
Kardeşlenme+Sapa Kalkma+Başaklanma+Dane Dolum	5, 10, 20, 40



Şekil 3.6. Deneme arazisinde kardeşlenme döneminde sitokinin uygulaması

### 3.2.3. Gözlem ve Ölçümler

Her parselden rastgele seçilen 2x1 m<sup>2</sup> boyutlarında parsellerden makasla kesilerek alınan (üçer adet) örnekler (buğday başakları) Eskişehir Çifteler ilçesine bağlı Yıldızören köyündeki NBC Tarım bünyesindeki harman makinasında tanelerinden ayrılarak aynı yerdeki laboratuvarında ölçüm ve kalite analizleri gerçekleştirilmiştir.

Denemeden alınan örneklerde yapılan ölçüm ve analizler Çizelge 3.16'da verilmiştir.

Çizelge 3.16. Denemede buğdayda yapılan ölçüm ve analizler

<b>Analiz Türü</b>	<b>Birimi</b>	<b>Analiz Şekli / Cihazı</b>
Nem	%	NIRS
Verim	Kg/da	Terazi ile tartılarak
Başak boyu	cm	Cetvelle ölçülerek
Başakta tane sayısı	adet	Öğütülmüş başaklarda sayım yapılarak
1000 dane ağırlığı	gram	250 adet sayılıp 4 ile çarpılarak
Hektolite	Kg/HL	NIRS
Protein	%	NIRS
Zeleny Sedimentasyon	ml	NIRS
Gluten	%	NIRS
Nişasta	%	NIRS
Sertlik	PSI	NIRS

#### **3.2.3.1. Nem**

Buğdayda nem değeri, buğday tanelerinin içerdiği su miktarını ifade eder. Genellikle yüzde (%) olarak belirtilir. Nem değeri, buğdayın kalitesi, depolama koşulları ve işleme süreçleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Buğdayın nem içeriği, protein, karbonhidrat ve diğer besin maddelerinin oranını etkileyebilir. İdeal nem değerine sahip buğdaylar, daha yüksek kalitede un ve diğer ürünlerin elde edilmesine olanak sağlar. Yüksek nem içeriğine sahip buğdaylar, küflenmeye, böceklenmeye ve diğer zararlılara karşı daha hassastır. Bu durum, depolama sırasında ürün kayıplarına ve kalite düşüşüne neden olabilir. Düşük nem içeriğine sahip buğdaylar ise daha uzun süre saklanabilir. Buğdayın nem içeriği, öğütme, un elde etme ve diğer işleme süreçlerini etkiler. İdeal nem değerine sahip buğdaylar, daha kolay işlenir ve daha verimli ürün elde edilmesini sağlar.

Buğdayın nem değeri, özel nem ölçüm cihazları veya laboratuvar analizleri ile belirlenir. Ölçüm sonuçları genellikle yüzde (%) olarak ifade edilir. Buğday için ideal nem değeri genellikle %12-14 aralığında kabul edilir. Ancak bu değer, buğdayın çeşidine, kullanım amacına ve depolama koşullarına göre değişiklik gösterebilir. Yüksek nem değerine sahip buğdaylar, çabuk bozulabilir ve küflenebilir. Bu nedenle, buğdayın depolanmadan önce kurutulması gerekebilir. Düşük nem değerine sahip buğdaylar, daha uzun süre saklanabilir. Ancak, aşırı düşük nem değeri, buğdayın işleme özelliklerini olumsuz etkileyebilir.

Nem Değeri hasat zamanı, iklim ve depolama koşullarından etkilenir. Buğdayın hasat zamanı, nem içeriğini önemli ölçüde etkiler. Erken hasat edilen buğdaylar genellikle daha yüksek nem içeriğine sahiptir. Yağış, sıcaklık ve nem gibi iklim koşulları, buğdayın nem içeriğini etkiler. Depolama sıcaklığı, nem oranı ve havalandırma gibi faktörler, buğdayın nem içeriğini etkileyebilir. Buğdayların nem değeri, çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte, Türkiye’de %10-16 arasında değişmektedir.

Buğdayda nem değeri, kalite, depolama ve işleme süreçleri üzerinde önemli etkilere sahip bir faktördür. İdeal nem değerine sahip buğdaylar, daha kaliteli ürünlerin elde edilmesine ve daha uzun süre saklanmasına olanak sağlar. Nem değerini etkileyen faktörlerin dikkate alınması, buğdayın kalitesinin korunması ve ürün kayıplarının önlenmesi açısından önemlidir.

### **3.2.3.2. Verim**

Buğday verimi, birim alan başına elde edilen buğday miktarını ifade eder ve genellikle kg/da (kilogram/dekar) veya ton/ha (ton/hektar) cinsinden ölçülür. Verim, tarımsal üretimde ekonomik başarıyı ve gıda arzını belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Verim, çiftçilerin gelirini ve üretim maliyetlerini belirler, tarım politikaları ve destekleme sistemleri için önemli bir göstergedir. Ayrıca buğday arzını ve fiyatlarını etkiler; tarla yönetimi ve sürdürülebilir üretim tekniklerini optimize etmek için kullanılır. Verim, biçerdöver ile hasat edilen toplam ürün tartılarak dekara verim hesaplanır; kg/da veya ton/ha birimi ile belirlenir. Verim denemeleri, yeni çeşitlerin performansını belirlemek için yapılır. Uzaktan Algılama ve Dron Teknolojileri ile Modern tarımda uydu görüntüleri ve sensörler kullanılarak verim tahmini yapılabilir. Verim sonuçları aşağıdaki çizelge 3.17 değerleri dikkate alınarak yorumlanabilir:

Çizelge 3.17. Buğdayda verim ve yorumlanması

Verim (kg/da)	Yorum & Kullanım Alanı
≤ 200	Çok düşük verimli (kurak alanlar, düşük girdi kullanımı)
200-300	Orta seviyede verim (standart üretim)
300-600	İyi verim (sulamalı ve modern tarım uygulamaları)
≥ 600	Çok yüksek verim (ileri tarım teknikleri, verimli topraklar)

#### Buğday Verimini Etkileyen Faktörler

##### a) Genetik Faktörler

Çeşit seçimi: Yüksek verimli, hastalıklara dayanıklı çeşitler tercih edilmelidir.

Olgunlaşma süresi: Geç olgunlaşan çeşitler daha yüksek verimli olabilir.

##### b) Çevresel Faktörler

İklim: Yağış, sıcaklık ve don olayları verimi doğrudan etkiler.

Toprak Verimliliği: Organik madde içeriği, pH ve besin elementleri önemlidir.

##### c) Tarımsal Uygulamalar

Ekim Zamanı: Geç ekim verimi düşürebilir.

Tohum Miktarı: Çok seyrek veya çok sık ekim verimi olumsuz etkileyebilir.

Gübreleme: Azot (N), Fosfor (P) ve Potasyum (K) dengeli uygulanmalıdır.

Sulama: Kurak dönemlerde su stresi verimi düşürür.

Hastalık ve Zararlı Kontrolü: Pas hastalıkları ve süne-kıymıl zararlıları önemli kayıplara neden olabilir.

Türkiye'de buğday verimi tarımsal bölgelere ve üretim yöntemlerine göre değişiklik gösterir. Kuru tarım alanlarında 100-300 kg/da, Sulamalı tarım yapılan bölgelerde 400-700 kg/da, modern tarım teknikleri ile 700-900 kg/da, Deneme ve kontrollü şartlarda 1000 kg/da üzeridir. En yüksek verimler Konya, Şanlıurfa, Adana ve Trakya bölgesinde sulamalı tarım yapılan alanlarda görülmektedir.

#### **3.2.3.3. Başak boyu**

Başak boyu özelliği, başakçık sayısını ve buna bağlı olarak başaktaki tane sayısını belirlemesi açısından önemlidir ve çevre koşullarından büyük ölçüde etkilenir (Alp ve Kün, 1999). Başak boyu, buğday bitkisinin başak kısmının tabanından ucuna kadar olan uzunluğudur

ve santimetre (cm) cinsinden ölçülür. Buğdayın verim potansiyeli ve tane sayısı üzerinde önemli bir etkisi vardır. Başak boyu, başaktaki tane sayısını ve dolayısıyla verimi etkiler. Ayrıca buğday çeşidinin genetik özelliklerini belirlemeye yardımcı olur. Bitkinin hastalıklara ve yatmaya karşı dayanıklılığı ile ilişkilidir. Tarımsal mekanizasyona uygunluk açısından önemlidir.

Başak boyu manuel olarak başak, sap kısmından ayrıldıktan sonra cetvel veya dijital kumpas ile veya dijital görüntüleme sistemleri (Tarla bazlı analizlerde görüntü işleme teknikleri kullanılarak) ölçülebilir. Başak boyunun yorumlanması çizelge 3.18'e göre yapılabilir:

Çizelge 3.18. Başak boyunun yorumlanması

Başak Boyu (cm)	Yorum & Kullanım Alanı
≤ 6	Kısa başaklı, düşük tane sayısı, düşük verimli
6-8	Orta uzunlukta başak, dengeli verim
8-12	Uzun başaklı, yüksek tane sayısı ve verimli
> 12	Çok uzun başaklı, genellikle yüksek verimli fakat yatmaya duyarlı

Başak boyları ekmeklik buğdaylarda başak boyu 6-10 cm arasında iken, makarnalık buğdaylarda genellikle 8-12 cm arasındadır. Başak boyu uzun olan çeşitler, genellikle yüksek tane sayısına sahiptir ancak rüzgâr ve yağmur nedeniyle yatma riski taşıyabilir.

Başak boyu genetik ve çevresel faktörler ile tarımsal uygulamalardan etkilenebilir. Bazı çeşitler genetik olarak kısa, bazıları uzun başaklıdır. Uzun başaklar genellikle daha fazla tane barındırır. Çevresel faktörlerden iklim, yeterli yağış ve sıcaklık dengesi uzun başak gelişimini destekler. Toprak verimliliği ise besin eksikliği sebebiyle kısa başak gelişimine neden olabilir. Tarımsal uygulamalardan olan gübreleme yapılarak, azot ve fosfor desteği başak uzunluğunu artırabilir. Sulama olarak yetersiz su, başak boyunun kısa kalmasına neden olabilir. Bitki yoğunluğu, Sık ekim yapılan alanlarda başak boyu kısa kalabilir.

İç Anadolu ve Trakya'da orta boy başaklı ekmeklik buğdaylar, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz'de ise uzun başaklı makarnalık buğdaylar yaygındır.

#### **3.2.3.4. Başakta tane sayısı**

Buğdayda başakta tane sayısı (BTS), bir başak üzerinde bulunan buğday tanelerinin sayısını ifade eder. Bu sayı, buğday verimini etkileyen önemli bir faktördür. BTS verim, kalite

ve genetik özellikler bakımından önemlidir. BTS, doğrudan doğruya buğday verimini etkiler. Daha fazla tane içeren başaklar, daha yüksek verim potansiyeline sahiptir. BTS buğdayın kalitesini de etkileyebilir. Daha fazla tane içeren başaklar, genellikle daha dolgun ve sağlıklı taneler içerir. Bu özellik buğdayın genetik özelliklerine bağlıdır. Farklı buğday çeşitleri, farklı sayıda tane içerebilir. BTS, elle sayım veya özel cihazlar kullanılarak belirlenir. Sayım sonuçları, genellikle başak başına düşen ortalama tane sayısı olarak ifade edilir. Yüksek tane sayısına sahip buğdaylar, genellikle daha yüksek verim potansiyeline sahip iken düşük tane sayısına sahip buğdaylar, verim açısından daha düşüktür. BTS, başlıca genetik özellikler, çevresel koşullar ile hastalık ve zararlılardan etkilenir. Buğdayın genetik özellikleri, başakta tane sayısını belirleyen en önemli faktörlerden biridir. İklim koşulları (sıcaklık, yağış, ışık), toprak özellikleri ve yetiştirme teknikleri gibi çevresel faktörler, başakta tane sayısını etkileyebilir. Buğday hastalıkları ve zararlıları, başakta tane sayısını azaltabilir. Türkiye'de yetiştirilen buğdayların başaklarında tane sayısı 20-60 arasında değişmektedir.

### **3.2.3.5. Hektolitre ağırlığı**

Buğdayda hektolitre (HL) ağırlığı, buğdayın dolgunluk, yoğunluk, un verimini ve kalitesini belirleyen önemli bir kriterdir, öğütme randımanı ile doğrudan ilişkilidir. Ticari kalite sınıflandırmasında önemli bir ölçüttür. Buğdayın depolama ve taşıma özelliklerini etkiler.

Hektolitre ağırlığı, 100 litre (1 hektolitre) hacmindeki buğdayın kilogram (kg) cinsinden ağırlığını ifade eder.

Tane iriliğindeki değişiklik, hektolitre ağırlığını da etkiler. Ekim sıklığı arttığında, tane iriliği küçülürse hektolitre ağırlığı artar; ters durumda ise hektolitre ağırlığı düşer. Beslenme farklılıkları da tane iriliği ve dolaylı olarak hektolitre ağırlığı üzerinde etkili olur. Ayrıca, yabancı otların varlığı durumunda, bu otlar buğdayla nem ve besin maddeleri açısından rekabet ettiği için hektolitre ağırlıkları azaldığında un randımanı da azalır. Tane dolum periyodunda kuraklık stresinin etkili olduğu yıllarda, olgunlaşma süresi kısalmış; cılız ve küçük taneler oluşur; bu da düşük un veriminin elde edilmesine yol açar. Yüksek hektolitre değeri buğdayda kuru madde miktarı ve un verimini de artırmaktadır.

Hektolitre (HL) ağırlığı, tanenin dolgunluğu, yoğunluğu, şekli, büyüklüğü ve homojenliği gibi faktörlerden etkilenir. Türkiye'de ortalama hektolitre ağırlığı 78 kg'dır.

Hektolitre ağırlık ölçümü için Standart hacimli silindir (1 litre veya 1 hektolitre) kullanılarak buğday doldurulur (Şekil 3.7). Belirli bir sıkıştırma yöntemiyle tartım yapılır. Ölçüm sonucu kg/hl cinsinden hektolitre ağırlığı olarak kaydedilir. Hektolitre ağırlığının yorumlanması çizelge 3.19 kullanılarak yapılabilir:



Şekil 3.7. Hektolitre ağırlığı ölçüm aleti (litre ağırlık ölçer)

Çizelge 3.19. Hektolitre değerinin yorumlanması

Hektolitre Ağırlığı (kg/hl)	Kalite Yorumu & Kullanım Alanı
≤ 72	Düşük kalite, düşük un verimi (hayvan yemi, düşük kaliteli buğday)
72-76	Orta kalite (standart ekmeklik buğday)
76-80	Yüksek kalite (iyi un randımanı, ekmeklik)
> 80	Çok yüksek kalite (makarnalık buğday, özel amaçlı)

Hektolitre ağırlığı, ekmeklik buğdaylarda genellikle 75-80 kg/hl arasında, makarnalık (durum) buğdaylarında 78-85 kg/hl olup daha yoğun ve sert tanelere sahiptir. Düşük hektolitre ağırlığı un verimini düşürür ve ticari değer kaybına neden olur. Hektolitre ağırlığını etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilir:

a) Genetik Faktörler

Buğday çeşidi: Sert ve iri taneli çeşitler daha yüksek hektolitre ağırlığına sahiptir.

Protein içeriği: Yüksek proteinli buğdaylarda hektolitre ağırlığı genellikle daha yüksektir.

## b) Çevresel Faktörler

İklim: Kuraklık ve aşırı sıcak tanelerin küçülmesine ve hektolitre ağırlığının düşmesine neden olabilir.

Toprak Verimliliği: Besin eksiklikleri dane dolgunluğunu azaltır.

## c) Tarımsal Uygulamalar

Gübreleme: Dengeli azot ve potasyum gübrelmesi hektolitre ağırlığını artırır.

Sulama: Yeterli su, tanelerin tam dolmasını sağlar.

Hasat ve Depolama:

- Erken hasat tanelerin tam dolmasını engelleyerek hektolitre ağırlığını düşürebilir.
- Yanlış depolama koşulları buğdayın yoğunluğunu ve hektolitre ağırlığını etkileyebilir.

Türkiye’de Hektolitre ağırlığı değişim aralığı ekmeklik buğdaylarda 75-80 kg, Makarnalık buğdaylarda: 78-85 kg ve Düşük kaliteli buğdaylarda 72-75 kg’dır. İç Anadolu ve Trakya’da yüksek hektolitre ağırlıklı ekmeklik buğdaylar, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz’de ise yüksek hektolitre ağırlıklı makarnalık buğdaylar bulunmaktadır.

### **3.2.3.6. 1000 dane ağırlığı**

Buğdayın 1000 tanesinin gram cinsinden ağırlığı (g), kuru madde olarak ifade edilir. 1000 dane ağırlığı, buğdayın dolgunluk seviyesini ve öğütme verimliliğini gösteren önemli bir kalite kriteridir. Bu ağırlık, yoğunluk ve büyüklük gibi faktörlere bağlı olarak değişir. Bin tane ağırlığı, çeşide, iklim şartlarına ve toprak koşullarına göre farklılık gösterir. Tane olgunlaşma sürecinde hava akışının, tanedeki nişasta birikimini engellemesi nedeniyle cılız tanelerin ağırlığı azalır. Bin tane ağırlığı, buğday tanesinin un verimini tahmin etmek için daha güvenilir bir ölçü sağlar. Türkiye’de yumuşak buğdayların bin tane ağırlığı 24–51 gram, sert buğdayların ise 26–58 gram arasında değişiklik göstermektedir.

Bu değer, buğdayın genetik yapısı, dolgunluğu ve un verimi hakkında önemli bilgiler sağlar. BDA, buğdayın kalite ve dolgunluk seviyesini gösterir, Un verimi ve öğütme randımanı ile doğrudan ilişkilidir. Ayrıca, tohumluk olarak kullanılacak buğdayların seçiminde önemlidir, pazarlama ve sınıflandırma kriterlerinden biridir.

BDA, 1000 adet buğday tanesi sayılır ve hassas terazide tartılarak veya elektronik Dane Sayım Cihazları ile daha hızlı ve otomatik ölçüm yapılarak belirlenir. 1000 dane ağırlığının yorumlanması çizelge 3.20 kullanılarak yapılabilir:

Çizelge 3.20. 1000 dane ağırlığının yorumlanması

1000 Dane Ağırlığı (g)	Kalite Yorumu & Kullanım Alanı
≤ 30 g	Küçük taneli, düşük verimli buğday (genellikle düşük un randımanı)
30-35 g	Orta büyüklükte taneli (standart ekmeklik buğday)
35-45 g	Büyük taneli, yüksek un randımanlı (makarnalık & kaliteli ekmeklik)
> 45 g	Çok iri taneli, üstün kalite (özel amaçlı buğdaylar)

BDA, ekmeklik buğdaylarda genellikle 30-40 g, makarnalık (durum) buğdaylarında 40-50 g arasında değişir. Kaliteli un ve irmik üretimi için yüksek 1000 dane ağırlığı tercih edilir.

1000 Dane ağırlığını etkileyen faktörler şunlardır:

a) Genetik Faktörler

Buğday çeşidi: Sert ve iri taneli çeşitler daha yüksek 1000 dane ağırlığına sahiptir.

Tane yapısı: Yuvarlak ve dolgun taneler daha ağırdır.

b) Çevresel Faktörler

İklim: Kuraklık ve aşırı sıcak tanelerin küçülmesine neden olabilir.

Toprak Verimliliği: Besin eksiklikleri dane gelişimini olumsuz etkiler.

c) Tarımsal Uygulamalar

Gübreleme: Yeterli azot ve potasyum, iri ve dolgun tanelerin oluşmasını destekler.

Sulama: Su stresi, danelerin küçük kalmasına neden olur.

Hasat Zamanı: Erken hasat, tanelerin tam dolmamasına neden olabilir.

Türkiye’de 1000 dane ağırlığı değişim aralığı ekmeklik buğdaylarda: 30-40 g, makarnalık buğdaylarda 40-50 g, özel iri taneli çeşitlerde: 50 g ve üzeridir. Trakya ve İç Anadolu’da iri taneli ekmeklik buğdaylar, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz’de ise yüksek 1000 dane ağırlığına sahip makarnalık buğdaylar yaygındır.

### **3.2.3.7. Protein**

Buğdaylardaki protein oranı, tür, çeşit, çevre koşulları (iklim, toprak, hastalıklar ve zararlılar) ve üretim koşulları (gübreleme, sulama, makineli tarım) gibi faktörlere bağlı olarak %6 ile %22 arasında değişir. Genellikle sert buğdaylar, kurak bölgelerde, azot açısından zengin

topraklarda yetişen ve yazlık ekilen çeşitlerde daha yüksek protein oranına sahiptir. Özellikle gelişme süresi kısa ve kurak geçen yıllarda protein oranı artar. Ülkemizdeki buğdaylarda protein oranı, topbaş buğdaylarında %9-13, ekmeklik buğdaylarda %10-15, makarnalık buğdaylarda ise %11-22 arasında değişmektedir.

Buğday tanesinde bulunan toplam azot miktarının yüzde olarak ifade edilmesiyle elde edilen bir kalite parametresidir. Unun fonksiyonel özelliklerini, gluten gücünü ve unun kullanım alanlarını belirler. Protein oranı, un kalitesini ve hamur özelliklerini belirler, ekmek yapımı için kritik bir faktördür. Makarna ve bisküvilik buğdaylar için düşük protein tercih edilir. Yemlik buğdaylarda protein oranı genellikle daha düşük olur. Sanayi ve ticarete kalite ölçütü olarak kullanılır.

Protein Oranı aşağıdaki yöntemlerden biri kullanılarak belirlenebilir:

Kjeldahl veya Dumas Yöntemi: Kimyasal analizlerle toplam azot belirlenir ve % azot x 5.7 katsayısı ile protein oranı hesaplanır.

Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (NIR): Hızlı ve yaygın kullanılan bir ölçüm yöntemidir.

Protein oranı sonuçlarının yorumlanmasında çizelge 3.21 kullanılabilir:

Çizelge 3.21. Protein oranının yorumlanması

Protein (%)	Buğday Türü & Kullanım Alanı
≤ 9	Yemlik buğday (düşük kalite)
9-11	Bisküvilik ve makarnalık buğday
11-12.5	Standart ekmeklik buğday
12.5-14	Yüksek kaliteli ekmeklik buğday
>14	Premium ekmeklik ve özel amaçlı buğday

Türkiye buğdaylarında protein oranı değişim aralığı bakımından ekmeklik buğdaylar genellikle %10-14 arasında değişir. Makarnalık (durum) buğdayları genellikle % 11-15 arasında olup, yüksek protein içeriği arzu edilir. Yemlik buğdaylarda protein oranı % 9 ve altına düşebilir. Türkiye'de yetiştirilen bazı yüksek kaliteli buğdaylarda %15+ protein oranına ulaşılabilir.

### **3.2.3.8. Zeleny sedimentasyon**

Zeleny Sedimentasyon (ZS), buğday unundaki glutenin kalitesini ve miktarını dolaylı olarak ölçen bir göstergedir. Bu test, buğdayın ekmek yapımına uygunluğunu belirlemek için kullanılır. Yüksek sedimentasyon değeri, glutenin güçlü ve elastik olduğunu gösterir, bu da iyi hacimli ve yapılı ekmek üretimi için kritiktir.

ZS değerinin ölçümü: Buğdayın öğütülmesi ile elde edilen undan 3.2 g tartılır ve laktik asit ve izopropanol çözeltisi ile karıştırılır. Karışım 5 dakika bekletilir; gluten proteinleri şişerek çökeltme yapar. Oluşan sedimentin hacmi ml (mililitre) cinsinden ölçülür. ZS yorumlanması çizelge 3.22 kullanılarak yapılabilir:

Çizelge 3.22. Zeleny sedimentasyon değerlerinde sınıflama ve tanımlama

<b>Sınıf</b>	<b>ZS Değeri (ml)</b>	<b>Tanımlama</b>
Düşük	20-35	Zayıf gluten, düşük ekmek hacmi (genellikle bisküvi/keklik buğdaylar).
Orta	36-45	Orta güçte gluten, temel ekmek üretimine uygun
Yüksek	> 46	Güçlü gluten, yüksek kaliteli ekmek ve mayalı ürünler için ideal.

Türkiye'de yetiştirilen buğdaylar genellikle 25-60 ml aralığında sedimentasyon değerlerine sahiptir.

Zeleny Sedimentasyon değeri iklim ve toprak koşullarından etkilenen bir özelliktir. sedimentasyon değerini etkiler. Zeleny testi, un kalitesinin hızlı ve güvenilir bir göstergesi olarak tarım ve gıda endüstrisinde yaygın kullanılır.

Zeleny Sedimentasyon değeri, buğday unundaki gluten kalitesini ve protein içeriğini ölçen bir kalite parametresidir. Özellikle unun hamur yapma özelliğini ve ekmeklik kalitesini belirlemede kullanılır. Un kalitesini ve gluten gücünü gösterir (yüksek değer = güçlü gluten). Ekmeklik unlar için önemlidir (daha iyi kabarma ve hacim sağlar). Makarna ve bisküvilik buğday için düşük değer istenir (fazla gluten istenmez). Sanayi ve ticarete kalite ölçütü olarak kullanılır.

Türkiye'de Zeleny sedimentasyon değerleri ekmeklik buğday çeşitlerinde genellikle 20-50 mL arasında değişmekte olup, ortalama 30-40 mL civarındadır. Makarnalık (durum)

buğdaylarda genellikle 20-30 mL seviyesindedir. Yüksek proteinli özel ekmeklik buğday çeşitlerinde 50 mL üzeri değerlere ulaşılabilir. Zeleny sedimentasyon değeri, çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişir.

### **3.2.3.9. Gluten**

Gluten, buğday ununda bulunan su ile birleştiğinde elastik ve yapışkan bir yapı oluşturan protein grubudur. Unun hamur yapma yeteneğini, elastikiyetini ve pişirme kalitesini belirler. Gluten, hamurun yoğurulabilirliğini ve elastikiyetini sağlar, ekmek, pide, simit gibi ürünlerin kabarmasını ve içyapısını etkiler. Makarna, bisküvi ve pastacılık için uygun un seçimini belirler. Sanayide kalite standardı olarak kullanılır.

Gluten değerinin ölçümü aşağıda açıklandığı şekilde yapılır:

1. Yaş Gluten Yöntemi:
  - Un, su ile karıştırılarak yoğrulur.
  - Nişasta yıkandıktan sonra kalan elastik madde tartılır.
  - Yaş gluten oranı (%) olarak ifade edilir.
2. Kuru Gluten Yöntemi:
  - Yaş glutenin kurutulmasıyla elde edilir.
  - Kuru gluten oranı (%) belirlenir.
3. Gluten İndeksi (GI):
  - Hamurun stabilitesini gösterir.
  - Düşük GI = Zayıf gluten, yüksek GI = Güçlü gluten.

Gluten değerinin yorumlanması çizelge 3.23'deki gibi yapılabilir:

Çizelge 3.23. Buğdayda yaş ve kuru gluten değerlerinin kalite yorumlanması

Yaş Gluten (%)	Kuru Gluten (%)	Kalite Yorumu & Kullanım Alanı
< 20%	< 8%	Zayıf gluten (bisküvi, pastacılık)
20-25%	8-10%	Orta kalite gluten (çok amaçlı unlar)
25-30%	10-12%	İyi gluten (standart ekmeklik un)
30-35%	12-14%	Yüksek kalite gluten (güçlü ekmeklik un, simit)
> 35%	> 14%	Çok yüksek gluten (sert ekmeklik un, özel amaçlı buğdaylar)

Gluten değerini etkileyen faktörler aşağıda açıklanmıştır:

#### a) Genetik Faktörler

Buğday çeşidi: Sert buğdaylar daha yüksek gluten içerir.

Protein oranı: Protein arttıkça gluten de artar.

Türkiye’de Yaş Gluten Değeri Değişim Aralığı, ekmeklik buğdaylarda %25-35, makarnalık (durum) buğdaylarda %30-40 ve bisküvilik buğdaylarda %18-25 arasında değişim göstermektedir.

Özellikle Trakya, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu’da yüksek glutenli ekmeklik buğdaylar yetiştirilmektedir. Durum buğdayı ise Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi’nde yüksek gluten oranıyla öne çıkar.

### **3.2.3.10. Nişasta**

Buğdayın ana bileşeni olan nişasta, karbonhidrat grubuna ait bir polisakkarittir ve unun en büyük kısmını oluşturur. Buğday tanesinin yaklaşık %60-70’i nişastadır ve bu oran buğdayın kullanım amacını belirler.

#### b) Çevresel Faktörler

- İklim: Yüksek sıcaklık ve kuraklık gluten oranını artırabilir.
- Toprak Verimliliği: Azot (N) gübrelemesi gluten kalitesini yükseltir.

#### c) Tarımsal Uygulamalar

- Gübreleme: Yüksek azotlu gübreler gluten miktarını artırır.
- Sulama: Aşırı sulama gluten oranını düşürebilir.
- Hasat ve Depolama: Uygun olmayan koşullar gluten yapısını bozabilir.

Nişasta oranı, ekmeğin hacmini ve iç dokusunu etkiler, makarnalık ve ekmeklik buğdayların işlenme kalitesini belirler. Bisküvi, kek ve pastacılık için önemlidir. Hayvan yemi ve biyoyakıt üretiminde kullanılır.

Nişasta oranı aşağıda açıklanan yöntemlerden biri kullanılarak belirlenebilir:

1. Kimyasal Analiz (Polarimetrik Yöntem):
  - Laboratuvar ortamında nişasta miktarı ölçülerek belirlenir.
2. Near-Infrared Spectroscopy (NIR) Yöntemi:
  - Hızlı ve pratik bir analiz yöntemi olarak kullanılır.

Nişasta değerinin yorumlanmasında çizelge 3.24 kullanılabilir:

Çizelge 3.24. Nişasta değerine göre buğdayın kullanım alanı

Nişasta Oranı (%)	Kullanım Alanı & Yorum
≤ 60%	Düşük nişastalı, yüksek proteinli buğday (ekmeklik)
60-65%	Orta düzey nişasta (çok amaçlı unlar)
65-70%	Yüksek nişastalı, düşük proteinli buğday (bisküvi, pastacılık)
> 70%	Çok yüksek nişasta oranı (nişasta ve şeker sanayisi)

Ekmeklik buğdaylarda nişasta oranı % 60-65 arasındadır. Makarnalık buğdaylarda nişasta oranı genellikle % 60 civarındadır ancak daha yüksek protein içerdiğinden daha düşük nişasta içerebilir. Bisküvilik ve pastalık buğdaylarda nişasta oranı % 65-70 olup düşük proteindir. Sanayi tipi nişasta üretimi için özel buğdaylarda bu oran %70'in üzerine çıkabilir.

Nişasta oranını etkileyen faktörler aşağıda açıklanmıştır:

a) Genetik Faktörler

Buğday çeşidi: Yumuşak buğdaylar genellikle daha yüksek nişasta içerir.

Protein-nişasta dengesi: Yüksek proteinli buğdaylar genellikle daha düşük nişasta oranına sahiptir.

b) Çevresel Faktörler

İklim: Ilıman ve nemli bölgelerde nişasta oranı genellikle daha yüksektir.

Toprak Verimliliği: Azot (N) gübrelemesi artırıldığında nişasta oranı azalabilir.

c) Tarımsal Uygulamalar

Gübreleme: Fazla azot kullanımı proteini artırırken nişastayı düşürür.

Sulama: Yeterli su alımı nişasta sentezini artırabilir.

Hasat Zamanı: Erken veya geç hasat nişasta oranını değiştirebilir.

Türkiye'de nişasta oranı değişim aralığı çizelge 3.25'deki gibidir:

Çizelge 3.25. Türkiye'deki buğdaylarda nişasta oranlarının değişimi

Buğday Türü	Nişasta Oranı (%)
Ekmeklik	% 60-65
Makarnalık	% 58-63
Bisküvilik ve pastalık	% 65-70
Özel sanayi tipi	% 70+

Trakya ve İç Anadolu'da ekmeklik buğdaylar, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi'nde ise makarnalık buğdaylar daha yaygındır. Türkiye'de % 58-70 arasında değişmekte olup, kullanım amacına göre farklı değerler tercih edilir.

### **3.2.3.11. Sertlik**

Buğdayın tane yapısının sert (hard) veya yumuşak (soft) olup olmadığını gösteren bir kalite parametresidir. Tane sertliği, unun fiziksel ve kimyasal özelliklerini, işleme şeklini ve son kullanım alanını doğrudan etkiler.

Sertlik değeri buğdayın öğütme, tane büyüklüğü ve nihai ürün türünün belirlenmesinde etkilidir. Bunlara göre sert buğday daha zor öğütülür, yumuşak buğday daha kolay un haline gelir. Sert buğdaylar iri, yumuşak buğdaylar ince un verir. Nihai ürün olarak sert buğdaylar Ekmek, makarna, bulgur için uygun iken yumuşak buğdaylar ise bisküvi, kek, pastacılık için uygundur.

Sertlik değeri başlıca iki şekilde ölçülür:

PSI (Particle Size Index) veya Perten Yöntemi: Öğütülen unun parçacık büyüklüğüne bakılarak sertlik ölçülür.

SKCS (Single Kernel Characterization System): Tek tek buğday taneleri mekanik olarak ezilerek sertlik belirlenir.

Yüksek sertlik, düşük PSI değeri ile ifade edilir. Sertlik değeri sonuçlarının yorumlanması çizelge 3.26'e göre yapılabilir:

Çizelge 3.26. Buğdayda sertlik değerine göre kullanım alanı

<b>Sertlik Değeri</b> <b>(PSI veya Hardness Index)</b>	<b>Buğday Türü &amp; Kullanım Alanı</b>
≤ 30	Yumuşak buğday (bisküvi, kek, pastacılık)
30-50	Orta sertlikte buğday (çok amaçlı unlar)
50-80	Sert ekmeklik buğday (ekmek, bulgur)
80+	Çok sert durum buğdayı (makarna, irmik)

Yumuşak buğdaylar (PSI ≥ 50): Daha düşük proteinli ve unlu mamullerde kullanılır. Orta sertlikte buğdaylar (PSI 30-50): Çok amaçlı kullanım için uygundur. Sert buğdaylar (PSI ≤ 30): Yüksek protein içeriği ile ekmek ve makarnalık buğday için idealdir.

Türkiye buğdaylarında sertlik değeri değişim aralığı ekmeklik buğdaylar genellikle 30-60 PSI aralığındadır. Makarnalık (durum) buğdaylar daha serttir ve genellikle 80+ PSI değerine sahiptir. Bisküvilik buğdaylar daha yumuşaktır ve 50+ PSI değerine sahiptir.

### **3.2.4. İstatistiki Analiz**

Ölçülen verilerin istatistiksel analizleri, Jump bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmış ve sitokinin dozlarının uygulama konuları ile buğdayın gelişme dönemlerine göre ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testi ile gruplandırılmıştır.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Buğday Verim Unsurları

#### 4.1.1. Buğday Verimi

Araştırmada gelişme dönemlerinde uygulanan sitokinin hormonu dozlarının parsel verimine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, uygulama konuları ile sitokinin dozlarının parsel verimine etkileri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Parsel verimine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	2	9958.62	4979.31	11.95**
Uygulama	28	14.15	0.50548	38.54**
Hata	56	23326.38	0.227905	0,01
Toplam	86	482788.09		
CV (%)= 17.3				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

Çizelge 4.1 incelendiğinde gelişme dönemlerinde sitokinin dozlarının parsel verimine etkileri %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tekerrür ve uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir. En yüksek verim değeri Sapa Kalkma döneminde 5 ppm uygulanan konudan (SK-5) elde edilirken, en düşük verim değeri, bütün gelişme dönemlerinde (K-SK-B-DD) ardışık olarak uygulanan 5 ppm ve K+SK+B dönemlerinde 5 ppm ardışık uygulamadan elde edilmiştir. Kontrol konusu, verim sıralamasında K-SK-B-DD-40 ppm, DD-20 ppm ve K-SK- 40 ppm ile aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.2).

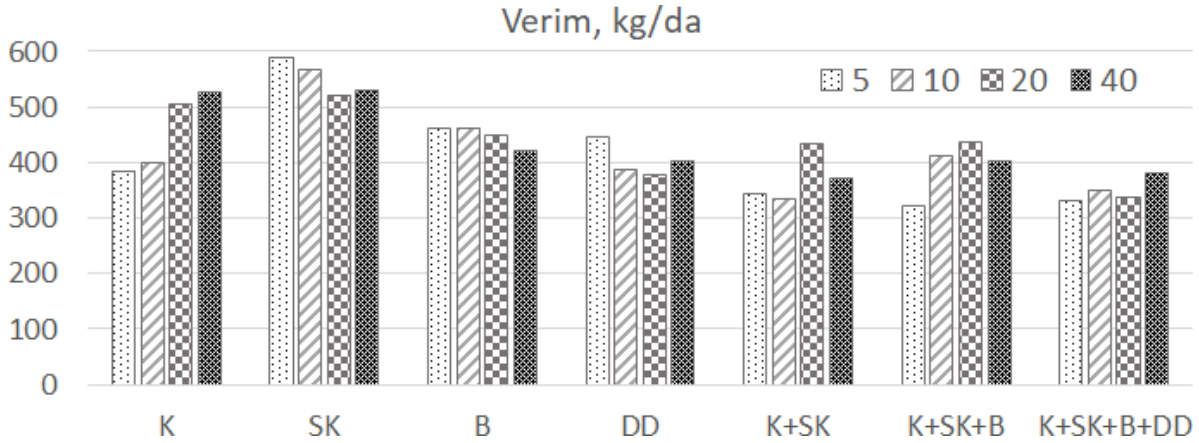
Çizelge 4.2. Buğday gelişme dönemleri ve sitokinin dozlarının parsel verimine etkileri

KONULAR		Ort.
SK-5	A	590.0
SK-10	A B	568.0
SK-40	A B	531.0
K-40	A B	527.0
SK-20	B C	520.0
K-20	B C D	504.0
B-10	C D E	461.5
B-5	C D E	461.5
B-20	D E F	449.5
DD-5	D E F G	447.0
K-SK-B-20	E F G H	435.5
K-SK-20	E F G H	434.5
B-40	E F G H	420.5
K-SK-B-10	E F G H I	411.5
K-SK-B-40	E F G H I J	403.5
DD-40	E F G H I J	401.5
K-10	E F G H I J K	398.5
DD-10	F G H I J K L	386.5
K-5	G H I J K L	383.0
KONTROL	H I J K L	380.5
K-SK-B-DD-40	H I J K L	379.5
DD-20	H I J K L	378.0
K-SK-40	H I J K L	371.5
K-SK-B-DD-10	I J K L	350.0
K-SK-5	J K L	344.5
K-SK-B-DD-20	J K L	338.5
K-SK-10	K L	335.0
K-SK-B-DD-5	L	331.5
K-SK-B-5	L	321.5

\*Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arası farklar Tukey testine göre istatistik olarak aynı grupta yer alırlar.

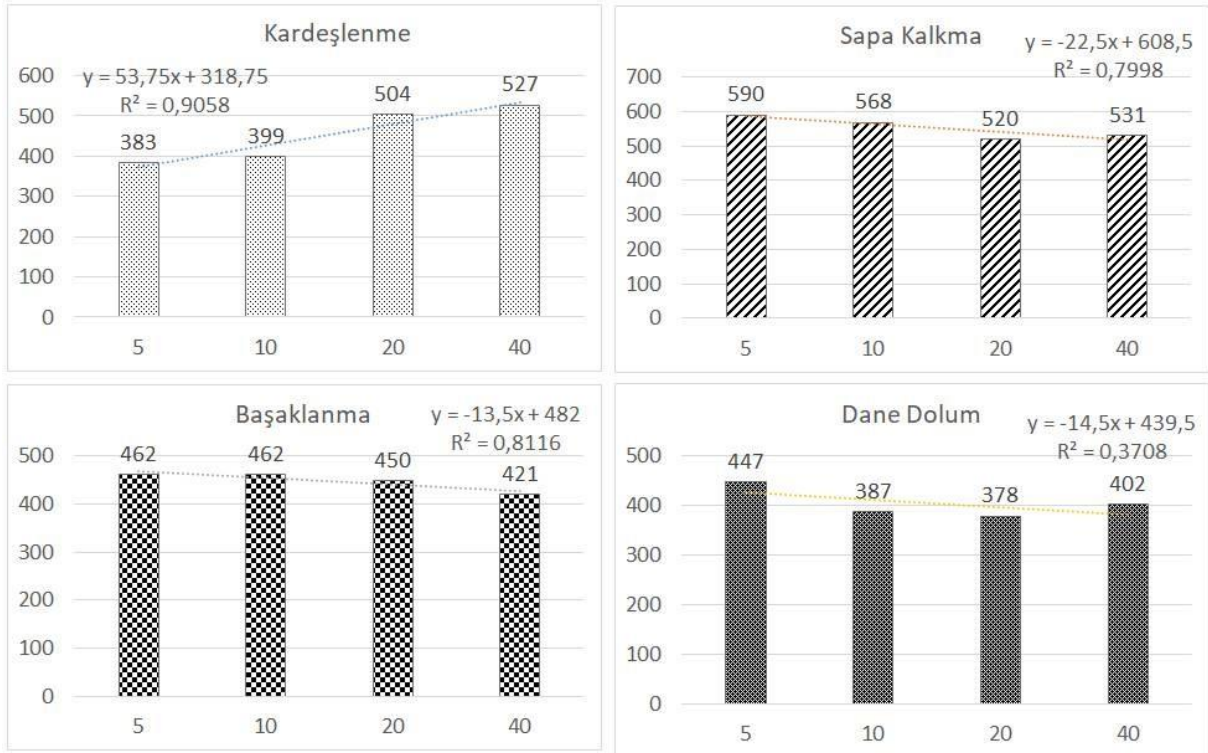
Bitkininin erken gelişme dönemlerinde ve tek olarak yapılan sitokinin uygulamaları etkili olmuştur. Aynı parselde ardışık olarak yapılan (K+SK gibi) uygulamalar genelde verim azalmasına yol açmıştır. Bu durum, birden fazla ve ardışık olarak yapılan sitokinin uygulamalarının doz aşımı veya toksik etkiye yol açtığına yorumlanabilir.

Denemede uygulama konularından elde edilen genel ortalama verim değerleri Çizelge 4.1’de grafik olarak verilmiştir.



Şekil 4.1. Denemede uygulama konularından elde edilen verimler

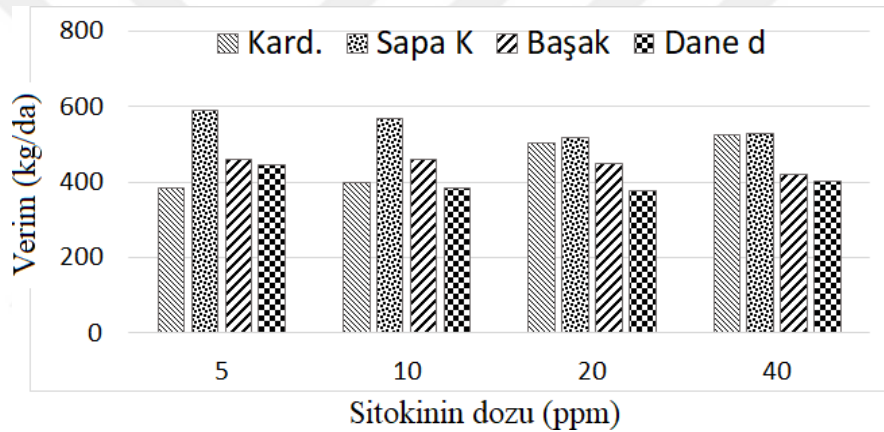
Şekil 4.1'e göre kardeşlenme döneminde artan sitokin dozlarına artan verim artışları söz konusudur. Buna karşılık sapa kalkma dönemi ve onu takip eden başaklanma ve dane dolum dönemlerinde artan sitokin dozu uygulamalarında nispi verim azalmaları meydana gelmiştir. Aynı parsel üzerinde birden fazla yapılan uygulamalar genel olarak olumsuz etkiye yol açarak verim azalmasına yol açmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Sitokin uygulama dozlarında verimlerin değişim trendi

Denemede gelişme dönemlerinde uygulama dozlarının gelişme dönemlerine göre değişimi Şekil 4.4'te verilmiştir. Sırasıyla 5 ppm dozunda en yüksek verim sapa kalkma

döneminde 590 kg/da ile elde edilirken, bunu 461,5 kg/da ile başaklanma, 447 kg/da ile dane dolum ve 383 kg/da ile kardeşlenme dönemi takip etmiştir. 10 ppm dozunda en yüksek verim yine sapa kalkma döneminde 568 kg/da ile ikinci sırada, 461,5 kg/da ile başaklanma dönemi ve 398,5 kg/da ile kardeşlenme ve 386,5 kg/da ile dane dolum dönemi takip etmiştir. 20 ppm uygulama dozunda en yüksek verim 520 kg/da ile sapa kalkma döneminde elde edilirken onu sırasıyla 504 kg/da ile kardeşlenme, 449.5 kg/da ile başaklanma ve 378 kg/da ile dane dolum takip etmiştir. Denemede uygulanan en yüksek doz olan 40 ppm'de en yüksek verim 531 kg/da ile sapa kalkmada elde edilirken onu 527 kg/da ile kardeşlenme, 420 kg/da ile başaklanma ve 401.5 kg/da ile dane dolum dönemi izlemiştir. Tüm uygulama dozlarının ortalama verimleri bakımından bir sıralama yapıldığında sapa kalkma dönemi 552 kg/da ile ilk sırayı alırken, kardeşlenme döneminde 453 kg/da ile ikinci sırada, başaklanma dönemi 448 kg/da ile üçüncü sırada ve dane dolum dönemi ise 403 kg/da ile dördüncü sırada yer almıştır.



Şekil 4.3. Sitokinin uygulama dozlarına göre elde edilen verimler

Elde bu sonuçlara göre, bitkinin erken gelişme dönemlerinde yapılan uygulamaların verim üzerinde olumlu etkiye yol açtığı söylenebilir. Bu etki, kardeşlenme döneminde artan dozlara artan verim şeklinde olurken, ilave doz artışlarının da bir miktar daha ilave verim artışlarına yol açabileceği şeklinde yorumlanabilir. Sitokinin hormonunun hücre bölünmesini teşvik ederek kardeşlenmeyi teşvik etmesi, bu dönemdeki fotosentez kapasitesindeki artış, bitkide kök gelişiminin daha derinlere doğru artarak bu derinliklerdeki toprak nemi ve bitki besin maddelerinden yararlanabilmesi, bitkinin kuraklığa karşı toleransının bu nedenle daha fazla artması kardeşlenme dönemindeki verim artışlarının sebepleri olarak görülebilir. Sapa kalkma döneminde uygulanan tüm dozlarda verimin en yüksek olması, bitki gelişiminin en hızlı olması, yaprak gelişiminin artması, kök gelişiminin devam etmesi sebebiyle fotosentez hızının artışı ve bu dönemde kök bölgesindeki bitki besinlerinden ve toprak suyunun etkin kullanımı gibi sebepler verimin en yüksek değerlerde kalmasının sebepleri arasında sayılabilir. Sapa

kalkma döneminde en düşük dozda en yüksek verimin alınması ve artan dozlara karşı ise verim azalması, bu gelişim döneminde uygun dozun 5 ppm olduğunu, artan dozların toksik etkiye yol açabileceği şeklinde açıklanabilir.

Bitkinin başaklanma döneminde artan dozlara karşı verim azalması olsa da kontrole göre sitokin hâlâ etkili olabildiğini göstermektedir. Buğdayın çiçeklenme dönemine gelindiğinde kök gelişimini tamamladığı ve artan bitki su tüketimine karşılık kök bölgesinde toprak neminde de azalmanın olduğu dikkate alınmalıdır. Bu gelişme döneminde bitkideki hormonal denge nispi olarak bozulabilir. Sitokin hormonu, her ne kadar hücre bölünmesi ve büyümesini teşvik etse de diğer hormonlarla dengede olmalıdır. Artan ve aşırı dozda sitokin uygulamaları, özellikle gibberalin ve absisik asit gibi hormonlarla dengenin bozulmasına neden olarak başak gelişimini olumsuz etkileyebilir. Bu dönemde dikkate aşınması gereken bir diğer husus da kaynak tahsisi konusudur. Bitki sınırlı besin maddelerini, suyu ve enerjisini en verimli şekilde kullanmaya çalışır. Sitokin artışı, vejetatif büyümeyi teşvik ederek generatif büyümeyi (çiçeklenme ve tohum oluşumunu) baskılayabilir. Bu durum, başakta tane sayısını ve tane dolumunu, 1000 tane ve hektolitre ağırlığını olumsuz etkileyebilir. Bu dönemde artan sitokin dozları, bitkide fizyolojik strese yol açabilir ve doğal büyüme süreçlerini bozabilir. Örneğin, aşırı sitokin nedeniyle stomaların daha uzun süre açık kalması, su kaybını artırarak kuraklık stresine duyarlılığı artırabilir. Yine bu dönemde erken yaşlanma problemi de artan dozlarda sitokin uygulamasıyla olumsuz sonuçlara yol açabilir. Zira sitokin yaşlanmayı geciktiren bir hormondur. Başaklanma döneminde aşırı dozlar, bitkinin doğal yaşlanma sürecini geciktirerek tahılların zamanında olgunlaşmasını engelleyerek verim azalmasına yol açabilir.

Dane dolum döneminde 5 ppm'den sonra artan sitokin diğer dozlarına karşılık verimde %13'lük azalma olmuştur. Bu azalmanın artan sitokin dozlarına karşı bitki hücrelerinde hormonal dengenin bozulması, bitki gelişiminin ve karbonhidrat sentezinin etkilenerek ve karbonhidrat depolanmasının olumsuz etkilenmesi olarak açıklanabilir. Keza artan sitokin uygulamalarının bitkide enerji ve besin kaynaklarını sadece hücre bölünmesine ve büyümesine yol açabilir. Bu da özellikle dane dolum döneminde nişasta ve diğer bitki besin maddelerinin başaklar ve taneler üzerine yönlendirilmesini engelleyerek verim azalmasına yol açabilir. Aşırı sitokin bitkideki yaprakların yaşam süresini uzatabilir. Ancak bu durum fotosentez verimliliği üzerinde olumsuz etki yapabilir. Bu durum, bitkinin yeterli miktarda enerji üretememesi ile sonuçlanabilir. Başaklanma dönemindeki artan sitokin uygulamalarına bazı çeşitler genetik olarak daha hassas olabilir. Bu durum da etkili olumsuzluk olarak değerlendirilebilir. Yine başaklanma döneminde etkili çevresel koşulların etkisi en fazla olduğu dönemlerden biridir. Bu

dönemde toprak nemi genel olarak artan bitki su tüketimini karşılama bakımından yetersiz durumdadır. Yağışın olmadığı veya yetersiz kaldığı ve sıcaklıkların da arttığı bir dönemde bu etki maksimum düzeyde gerçekleşir.

#### 4.1.2. Başak Boyu

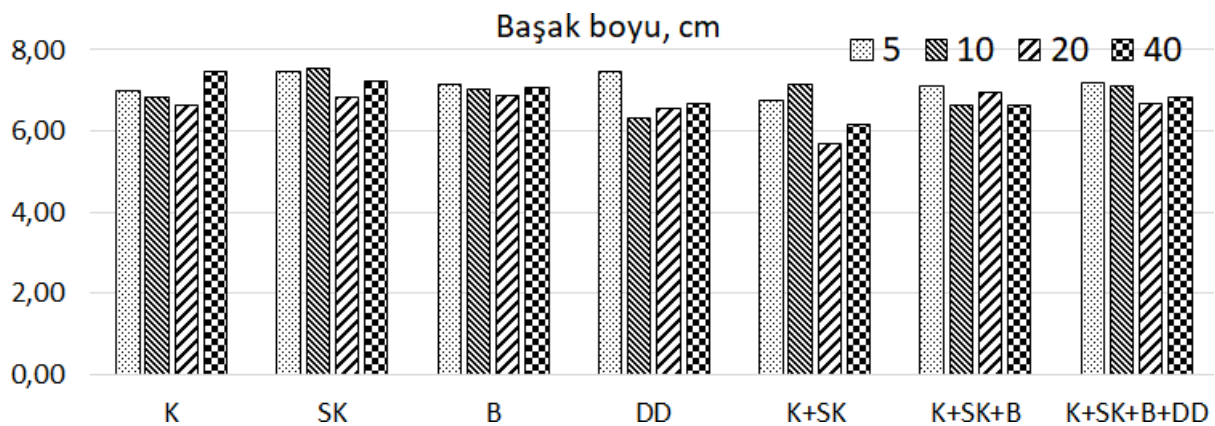
Araştırmada gelişme dönemlerinde uygulanan sitokin hormonu dozlarının başak boyuna etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de, uygulama konuları ile sitokin dozlarının başak boyuna etkileri Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Başak boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	2	1.981499	0.9907	4.3472**
Uygulama	28	14.153540	0.5055	2.2180**
Hata	56	12.762701	0.2279	0,01
Toplam	86	28.897740		
CV (%)= 5.95				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

Tekerrürler ve uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir (Çizelge 4.9). En yüksek başak boyu değeri (7,54 cm) sapa kalkma (SK-10) döneminde 10 ppm uygulanan konudan elde edilirken, En düşük başak boyu değeri (5,66 cm) ile K+SK-20 uygulamadan elde edilmiştir. Kontrol konusu, sıralamada 6,85 cm olarak ABCDEF grubunda yer almıştır (Çizelge 4.4).



Şekil 4.4. Bitki gelişme dönemlerinde uygulanan sitokin dozlarına göre başak boyunun değişimi

Çizelge 4.4. Buğday gelişme dönemleri ve sitokin dozlarının başak boyuna etkileri

UYGULAMA	ORT.	
SK-10	A	7.55
SK-5	A B	7.48
DD-5	A B	7.47
K-40	A B C	7.46
SK-40	A B C D	7.24
K-SK-B-DD-5	A B C D	7.19
B-5	A B C D	7.17
K-SK-10	A B C D	7.17
K-SK-B-5	A B C D	7.12
K-SK-B-DD-10	A B C D	7.12
B-40	A B C D E	7.07
B-10	A B C D E	7.02
K-5	A B C D E	6.98
K-SK-B-20	A B C D E	6.95
B-20	A B C D E F	6.86
KONTROL	A B C D E F	6.85
K-10	A B C D E F	6.84
SK-20	A B C D E F	6.83
K-SK-B-DD-40	A B C D E F	6.81
K-SK-5	B C D E F	6.76
DD-40	C D E F	6.69
K-SK-B-DD-20	D E F	6.67
K-SK-B-10	D E F	6.64
K-SK-B-40	D E F	6.64
K-20	D E F	6.62
DD-20	D E F	6.57
DD-10	E F G	6.33
K-SK-40	F G	6.17
K-SK-20	G	5.67

\* Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testine göre istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Başak boyu (BB) veya uzunluğu özelliği, başakta başakçık sayısını ve dolayısıyla başaktaki tane sayısının oluşturması bakımından önemli olup, çevre koşullarından yüksek derecede etkilenen bir özelliktir (Alp ve Kün, 1999). Küçük taneli tahılların çiçek salkımının (başak olarak adlandırılır) morfolojisi, tane verimini belirlemede çok önemlidir. Başak bileşenleri (örneğin, çiçek salkımının temel birimleri olan ve çiçekçikler, glumlar ve lemma

içeren başakçıklar) da birbirlerini etkiler. Bu başak bileşenlerinin sayısı ve düzenlenmesi, başak uzunluğunu, başak ağırlığını, başak samanını (yani başaktaki tahıl olmayan biyokütleyi), başak başına tane sayısını, başak başına tane ağırlığını ve başak başına başakçık sayısını etkiler ve bunların hepsi başak başına nihai tane verimine katkıda bulunur (Millet, 1986; ve Fischer RisLambers, 1978; Guo vd, 2017). Başak uzunluğu, başak başına tane sayısını belirlemek için çok önemlidir ve daha uzun bir başak daha fazla tane veya daha büyük taneler oluşturabilir. Başak uzunluğu genotipe bağlıdır, ancak düzenli gözlemlerin gösterdiği gibi, yıldan (çevreden) büyük ölçüde etkilenir (Okuyama vd 2005; Mirbahar vd 2009; Protić vd 2018). Bitki boyu, başak uzunluğu (SL) ve başak sıklığı (SCN), yatma ve verimle güçlü korelasyonları nedeniyle buğdayda önemli tarımsal özelliklerdir. Bu nedenle, genetik temellerinin ayrıştırılması, buğday ıslahında bitki mimarisinin ve verim potansiyelinin iyileştirilmesi için esastır (Liu vd 2022).

Liu vd (2022)'e göre BB önemli bir faktördür ve bitki boyu ile yüksek oranda ilişkilidir. Buna karşılık Cui vd (2011), birkaç çalışma bitki boyu ile ve BB kalıtımının birbirinden bağımsız olduğunu göstermiştir. Sıcaklık stresi altında başak uzunluğunun artırılması, başak başına düşen başakçık sayısını ve başak başına düşen tane sayısını artırarak başak başına düşen tane verimini artırmaktadır (Ijaz ve Kashif 2013). Açıkça, başak uzunluğu başak başına düşen tane verimiyle pozitif ilişkilidir (Okuyama vd. 2005). Başak uzunluğunun başak başına tane sayısı üzerinde güçlü bir etkisi olmasına rağmen, başak başına tane veriminin ana belirleyicilerinden biri olan bu iki karakter yüksek sıcaklığa tepkilerinde farklılık gösterir. Başak uzunluğu, başak başına tane sayısındaki %21,95-47,03'lük azalmaya kıyasla ısı stresi nedeniyle %10,8-27,05 oranında azaldığı için daha az hassas görünmektedir (Acevedo vd 1991). Sıcaklık stresi altında daha uzun başakların seçilmesiyle başak başına tane veriminin artması, başak uzunluğunun artırılmasının ısı toleransını artırmada yararlı olduğunu göstermiştir (Mohamed vd 2019).

#### 4.1.3. Başakta Tane Sayısı

Araştırmada gelişme dönemlerinde uygulanan sitokin hormonu dozlarının başakta tane sayısına etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de, uygulama konuları ile sitokin dozlarının başakta tane sayısına etkileri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Tekerrürler arası farklılık önemsiz, uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir. En yüksek başakta tane sayısı değeri (32,57 adet) kardeşlenme ve sapa kalkma (K-SK-10) döneminde 10 ppm uygulanan konudan elde edilirken, En düşük başakta tane sayısı

değeri (25,14 cm) ile tüm dönemlerde ardışık 20 ppm uygulamadan (K-SK-B-DD-20) elde edilmiştir. Kontrol konusu, sıralamada 25,57 adet olarak tek başına GH grubunda yer almıştır.

Çizelge 4.5. Başakta Tane Sayısı ilişkin varyans analiz sonuçları

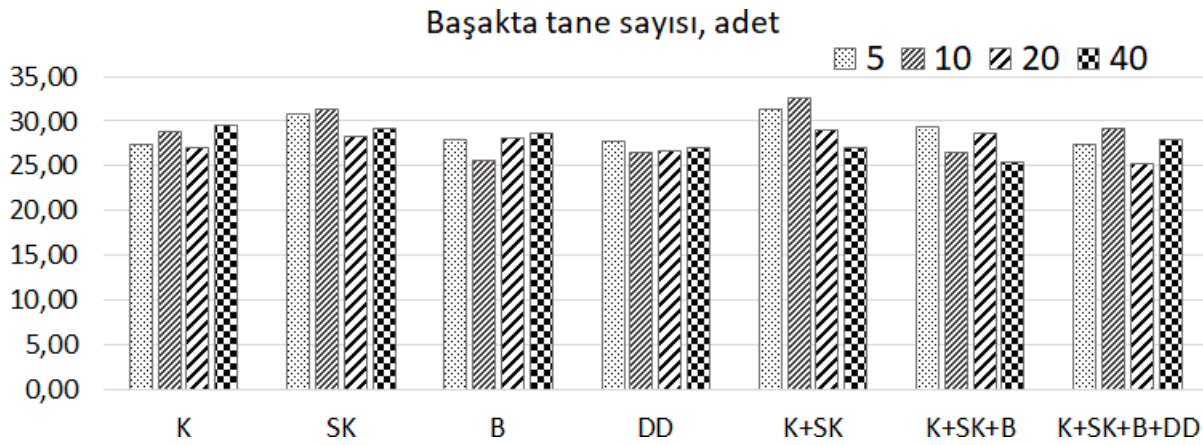
Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	2	5.07135	2.5357	0.6015
Uygulama	28	284.30116	10.1536	2.4085**
Hata	56	236.08205	4.2158	0,01
Toplam	86	525.45456		
CV (%)= 6,54				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

Çizelge 4.6. Buğday gelişme dönemleri ve sitokinin dozlarının başakta tane sayısına etkileri

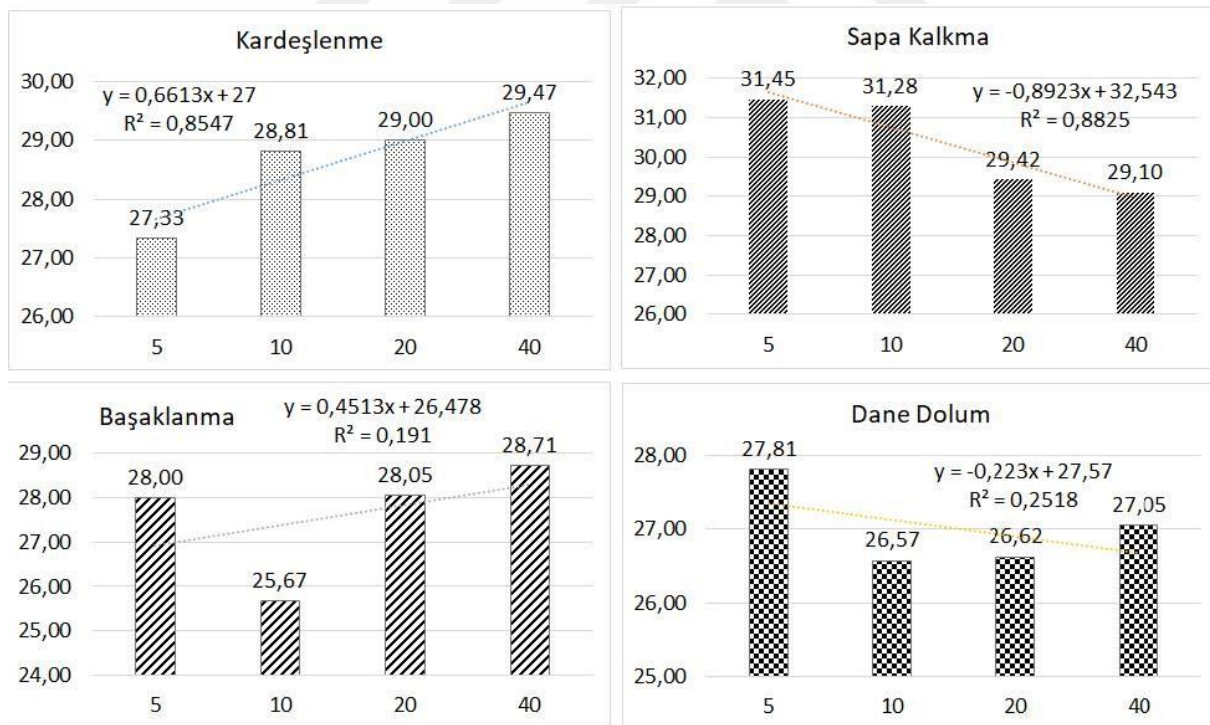
UYGULAMA	ORT.
K-SK-10 A	32.57
SK-10 A B	31.28
K-SK-5 A B C	31.24
SK-5 A B C D	30.72
K-40 A B C D E	29.47
K-SK-B-5 A B C D E	29.43
K-SK-B-DD-10 A B C D E	29.24
SK-40 B C D E	29.10
K-SK-20 B C D E F	29.00
K-10 B C D E F G	28.81
B-40 B C D E F G	28.71
K-SK-B-20 B C D E F G	28.62
SK-20 B C D E F G H	28.29
B-20 B C D E F G H	28.05
B-5 B C D E F G H	28.00
K-SK-B-DD-40 C D E F G H	27.90
DD-5 D E F G H	27.81
K-SK-B-DD-5 D E F G H	27.38
K-5 E F G H	27.33
DD-40 E F G H	27.05
K-20 E F G H	26.97
K-SK-40 E F G H	26.95
DD-20 E F G H	26.62
DD-10 E F G H	26.57
K-SK-B-10 E F G H	26.48
B-10 F G H	25.67
KONTROL G H	25.57
K-SK-B-40 G H	25.48
K-SK-B-DD-20 H	25.14

\* Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testine göre istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.



Şekil 4.5. Uygulanan sitokinin dozlarına göre başakta tane sayısının değişimi

Alp ve Kün (1999), başakta tane veriminin başakçık sayısı, başakçıkta tane sayısı, 1000 tane ağırlığı ve kardeş sayısı gibi verim öğelerinin birleşimi olduğunu belirtirken, Yağdı (2001), dekara tane verimi üzerinde en etkili özelliğin başakta tane ağırlığı olduğunu vurgulamıştır. Genç ve ark. (1987), makarnalık buğdaylarda başakta tane ağırlığını 1.68-2.19 g, Taşyürek ve ark. (1999), 1.27-1.28 g, Akıncı (2003) ise 0.76-1.68 g olarak tespit etmişlerdir.



Şekil 4.6. Uygulanan sitokinin dozlarına göre başakta tane sayısının değişimi trendi

#### 4.1.4. 1000 Tane Ağırlığı

Araştırmada gelişme dönemlerinde uygulanan sitokinin hormonu dozlarının 1000 tane

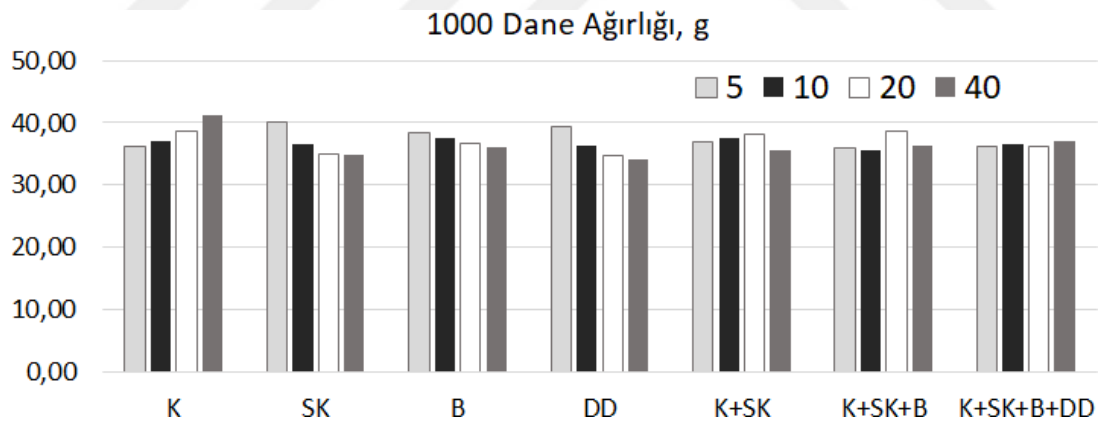
ağırlığına etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de, uygulama konuları ile sitokinin dozlarının 1000 tane ağırlığına etkileri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. 1000 tane ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	2	0.83841	0,4192	2.6807
Uygulama	28	197.66185	7,0594	45.1421**
Hata	56	8.75732	0,1564	0,01
Toplam	86	207.25758		
CV (%)= 4.15				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

Tekerrürler arası farklılık önemsiz, uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir. En yüksek 1000 dane değeri kardeşlenme döneminde 40 ppm uygulanan konudan (K-40 ppm) elde edilirken, En düşük değer, sapa kalkma döneminde 40 ppm uygulamadan (SK-40 ppm) elde edilmiştir. Kontrol konusu, sıralamada 36.24 gram ile tek başına bir grup teşkil etmiştir (Çizelge 4.6).



Şekil 4.7. Sitokinin dozlarında 1000 dane ağırlığının değişimi

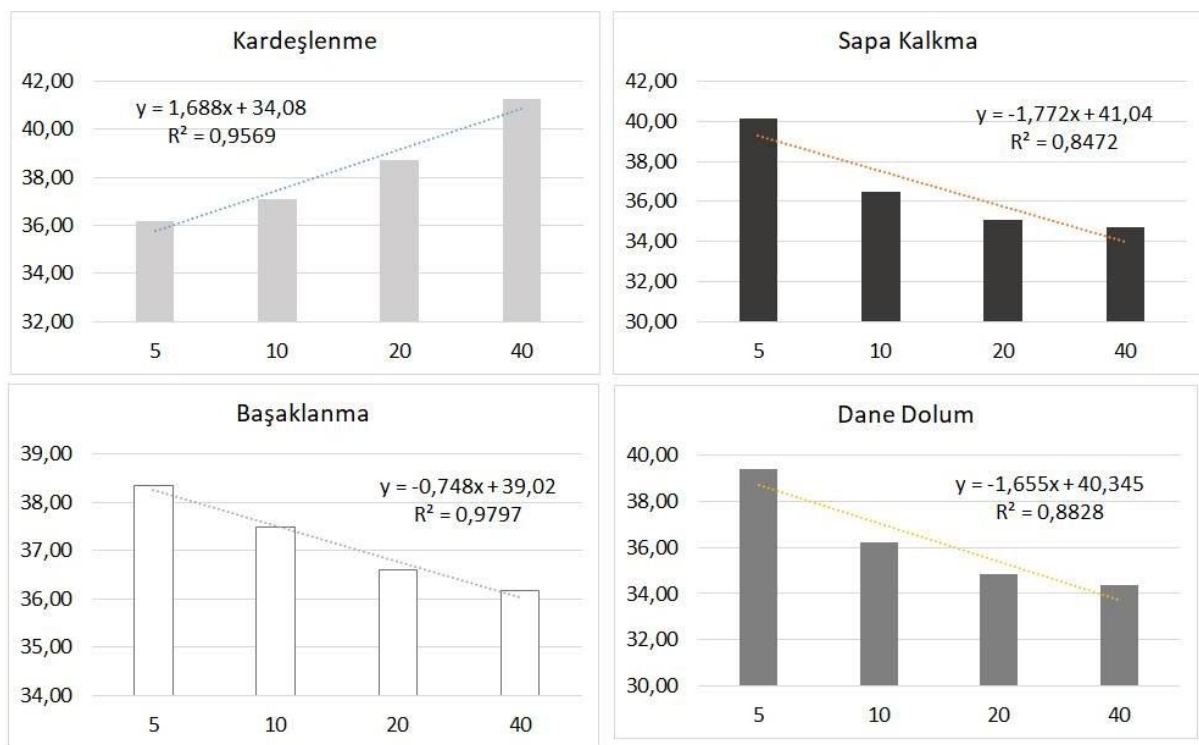
Çizelge 4.8. Buğday gelişme dönemleri ve sitokin dozlarının 1000 tane ağırlığına etkileri

UYGULAMA	ORT.
K-40 A	40.83
SK-5 B	39.83
DD-5 B C	39.19
B-10 C D	39.09
K-SK-B-20 D E	38.49
B-5 E F	38.40
K-20 E F G	37.97
K-SK-20 F G	37.77
DD-40 G H	37.57
K-SK-10 G H I	37.33
K-10 H I J	36.99
K-SK-5 I J K	36.84
K-SK-B-DD-10 I J K	36.69
K-SK-B-DD-5 I J K	36.69
B-20 J K	36.68
DD-10 J K L	36.61
K-SK-B-DD-40 J K L	36.60
SK-10 J K L	36.59
K-SK-B-40 J K L M	36.36
K-SK-B-DD-20 K L M	36.29
KONTROL K L M	36.24
B-40 L M N	36.00
K-5 M N	35.91
K-SK-B-5 N O	35.41
K-SK-B-10 N O	35.36
K-SK-40 O	35.25
DD-20 O	35.09
SK-20 O P	34.79
SK-40 P	34.40

\* Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testine göre istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

1000 dane ağırlığı (BDA), verimin etkili bir bileşeni olarak genelde verimliliği etkileyen tüm faktörlerle birlikte hareket eden bir değişkendir. Sitokin hormonunun en etkili olduğu gelişme dönemlerinde bitkide başta hormonal dengenin olması, azotla birlikte su kullanım etkinliğinin de daha yüksek olması, uygulama dönemindeki dozların etkili olması gibi faktörler sayılabilir.

BDA, hektolitre ağırlığı ile birlikte un verim potansiyelinin bir göstergesi olup, tanenin yoğunluğuyla yakın ilişkilidir. BDA yükseldikçe, endospermin kepeğe olan oranı artmakta, dolayısıyla irmik verimi yükselmektedir. Tanelerin kırışık ve cılız oluşu, BDA ve sonuçta irmik verimi azalmakta, protein kalitesi ve makarnanın pişme kalitesini düşürmektedir (Ünal, 2002). Yağdı ve Ekingen (1995)'e göre 1000 tane ağırlığı çok sayıda genle idare edilen kantitatif bir özelliktir ve çevresel koşullar ile tarımsal uygulamaların birer bileşeni olarak farklılıklar gösterebilir. BDA yüksek olan buğdayların genellikle un veriminin yüksek olduğu düşünülür. BDA çeşide, iklime ve toprak koşullarına göre değişir. Türkiye ıslah çeşidi buğdaylarında BDA en az 30 ve en çok 48 gr bulunmuştur.



Şekil 4.8. Uygulanan sitokinin dozlarında 1000 dane ağırlığının değişim trendi

Tane boyutu, tane ağırlığı ile ilişkilidir ve buğdayda tane boyutunu belirlemek için elek analizi yapılır. Elekten geçen taneler yüzde olarak ölçülür. Bin tane ağırlığı, tohumluğun kalitesini belirlemede önemli bir parametre olup, tarımsal ve ticari değerlendirmelerde dikkate alınır. BDA, tahıllarda tane verimini etkileyen faktörlerden biridir ve çevresel etmenlere bağlı olarak değişir (Peterson vd, 1992).. Tane iriliği, verimi artıran bir unsur olarak kabul edilir ve bin tane ağırlığı, tane büyüklüğü ve yoğunluğu hakkında bilgi verir (Gençtan ve Sağlam, 1987). Yoğunluğun yüksek olması, tanedeki endosperm oranının fazla olduğunu gösterir. Wang vd (2012), tane dolgunluğu önemlidir ve BDA, buğday verim komponentlerinden biri olarak yıllar

içinde arttığını bildirmişlerdir.

BDA ve Hektolitre Ağırlığı (HA) parametreleri genotipten etkilendiklerinden, tahıl araştırma çalışmalarında kullanılan önemli parametreler olarak kabul edilmektedir (Ivanova vd., 2007; Mecha vd., 2017 )

#### 4.1.5. Hektolitre Ağırlığı

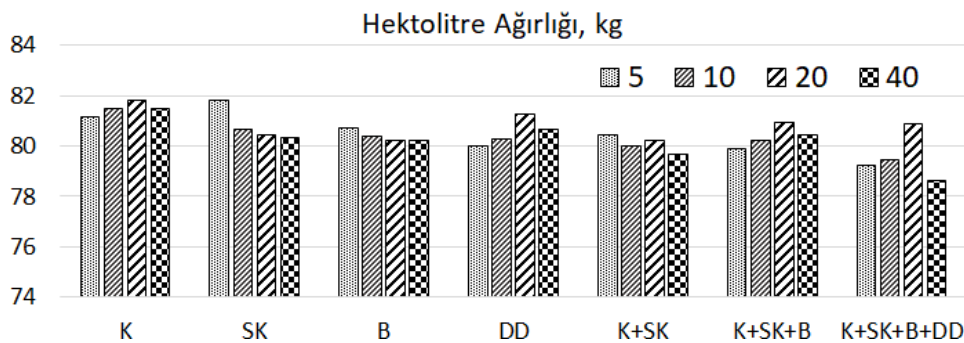
Araştırmada gelişme dönemlerinde uygulanan sitokinin hormonu dozlarının hektolitre ağırlığına etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da, uygulama konuları ile sitokinin dozlarının hektolitre ağırlığına etkileri Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Hektolitre ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	2	0.0068	0.0034	0.0154
Uygulama	28	44.8890	1.6032	7.2652**
Hata	56	12.3570	0.2207	0,01
Toplam	86	57.2531		
CV (%)= 0.91				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

Tekerrürler arası farklılık önemsiz, uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir (Çizelge 4.9). En yüksek Hektolitre değeri (81,79 kg) Kardeşlenme (K-20) döneminde 20 ppm ve Sapa kalkma döneminde 5 ppm (SK-5) uygulanan konudan elde edilirken, En düşük Hektolitre değeri (78,6 kg), tüm dönemlerde ardışık 40 ppm uygulamadan (K-SK-B-DD-40) elde edilmiştir. Kontrol konusu, sıralamada 80.90 gram olarak K-SK-B-20 ile aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.10)

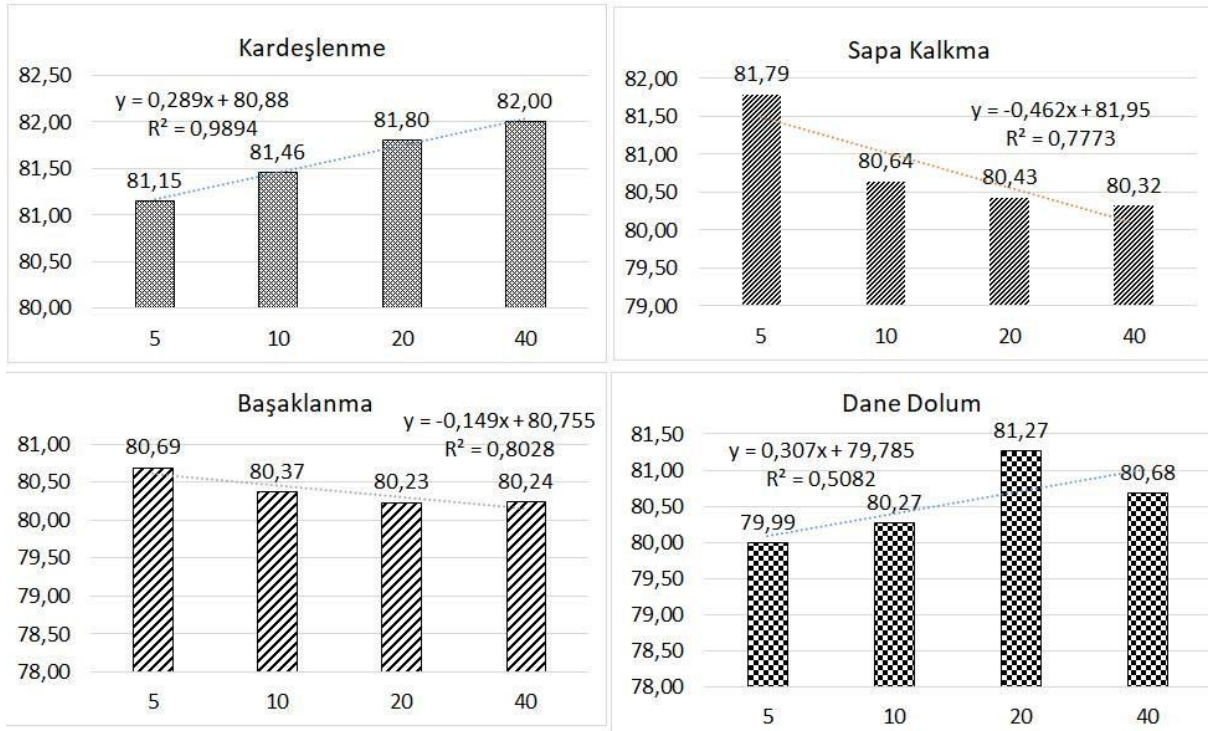


Şekil 4.9. Uygulanan sitokin dozlara göre hektolitre ağırlığının değişimi

Çizelge 4.10. Buğday gelişme dönemleri ve sitokinin dozlarının hektolitre ağırlığına etkileri

UYGULAMA		ORT.
K-20	A	81.80
SK-5	A	81.79
K-40	A B	81.49
K-10	A B	81.46
DD-20	A B C	81.27
K-5	A B C D	81.15
K-SK-B-20	B C D E	80.96
KONTROL	B C D E	80.90
K-SK-B-DD-20	B C D E	80.88
B-5	C D E F	80.69
DD-40	C D E F G	80.68
SK-10	C D E F G	80.64
K-SK-5	D E F G H	80.45
K-SK-B-40	D E F G H	80.45
SK-20	D E F G H	80.43
B-10	E F G H	80.37
SK-40	E F G H	80.32
DD-10	E F G H	80.27
B-40	E F G H	80.24
B-20	E F G H	80.23
K-SK-B-10	E F G H I	80.22
K-SK-20	E F G H I	80.21
K-SK-10	F G H I J	80.00
DD-5	F G H I J	79.99
K-SK-B-5	G H I J	79.92
K-SK-40	H I J	79.70
K-SK-B-DD-10	I J	79.46
K-SK-B-DD-5	J K	79.26
K-SK-B-DD-40	K	78.61

\* Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testine göre istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.



Şekil 4.10. Uygulama dozlarına göre hektolitre ağırlığının değişim trendi

Hektolitre Ağırlığı (HA) veya test ağırlığı, basit ve hızlı ölçümleri nedeniyle uluslararası ticarete buğday ve diğer tahılların fiziksel kalitesinin bir ölçüsü olarak kabul edilmiştir. Diğer her şey eşit olduğunda, yüksek test ağırlığına sahip bir çeşidin daha fazla un üretmesi muhtemeldir. Bu nedenle, bu özellik öğütme kalitesinin değerlendirilmesi için bir gösterge olarak kullanılır. Yüksek kaliteli buğday genellikle 76 kg/hl'nin üzerindedir, bu sınırın altındaki bir değer ise düşük kaliteli buğday anlamına gelir (Protic vd., 2007)

Hektolitre ağırlığı (HA), bazı ülkelerde özgül ağırlık olarak da adlandırılır (Hook, 1984) ve standart bir tahıl hacminin ağırlığı veya genellikle yığın yoğunluğunun bir ölçüsü olarak kabul edilir (Lockwood 1960; Yamazaki ve Briggles, 1969; Pushman ve Bingham, 1975; Gooding ve Davies, 1997; Donelson vd, 2002), tahılın sağlamlığının (Weibel ve Pendleton, 1964 ; Dorsey-Redding vd, 1991 ; Gooding ve Davies, 1997) bir ölçüsü olduğuna inanılır. HA, buğday sınıflandırmasında kullanılan en eski özelliklerden biridir ve çeşitli özelliklerin birleşimine kılavuzluk eder. HA, buğdayın fiziksel kalitesinin önemli bir göstergesidir (Hlynka ve Bushuk, 1959 ; Hook, 1984 ; Ohm vd, 1998 ) ve uzun zamandır buğdayın un veriminin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Pushman ve Bingham, 1975; Dexter vd, 1987). Birçok araştırmacı HA'nın un verimine rehberlik etmedeki etkinliğini araştırmıştır (Halverson ve Zeleny, 1988; Gooding ve Davies, 1997; Posner ve Hibbs, 2005 ). HA tayini en yaygın kullanılan buğday kalite testlerinden biridir. Bunun nedeni ekipmanın ucuz

olması, testin kolay yapılabilmesi ve basit sayısal bir şekilde güvenilir sonuçlar vermesidir (Lockwood, 1960).

Buğday sınıflandırma sistemleri, buğday tanesi kalitesinin kılavuzu olarak büyük ölçüde HA'na güvenir. Üreticiler, protein içeriği gibi diğer faktörler dikkate alınmadan önce buğdaylarının HA değerine göre ücretlendirilir (Anon, 1998 ). HA'daki bir artış, daha yüksek tahsis edilmiş bir sınıfa ve ardından protein (Avustralya ve Güney Afrika gibi ülkelerde), hava durumu veya böcek hasarı gibi diğer sınıf belirleyici faktörler sınıfı olumsuz etkilemediği sürece buğdayın ton başına daha yüksek bir fiyata neden olur. Sağlam buğdayın HA değerleri normalde 70 ila 85 kg hl<sup>-1</sup> arasında değişir, ancak çevre koşulları ve böcek hasarı nedeniyle daha yüksek veya daha düşük olabilir (Troccoli ve Di Fonzo, 1999).

Buğdayın HA değerini etkileyebilecek birkaç faktör vardır, *örneğin* aynı buğday numunesinin tekrarlanan analizi (Shuey, 1960); saflığın varlığı veya yokluğu (Lockwood, 1960 ); farklı operatörler (Greenaway vd, 1971 ); ve tahılın nem içeriğindeki değişiklikler (Pushman, 1975 , Hook, 1984). Buğdayın HA değerinin numune elleçleme (malların taşınması, yüklenmesi, boşaltılması, istiflenmesi, ayrılması işlemine verilen genel ifade biçimi) ile arttığına inanılmaktadır çünkü taneler birbirine sürtünerek kepek katının parlatılmasına neden olur (Shuey, 1960). Sonuç olarak taneler test kabında daha sıkı paketlenir, kaba daha fazla tane sığar ve daha yüksek bir HA değeri elde edilir.

Saman veya büyük ot tohumları gibi unsurların varlığı, buğdayın kapta sıkı bir şekilde paketlenmesine izin vermediği ve buğdaydan daha hafif ve daha hacimli olduğu için HA değerini düşürebilir (Lockwood, 1960; Greenaway vd, 1971). Küçük yuvarlak tohumlar gibi safiyatı bozan diğer unsurlar, buğday taneleri arasında doğal olarak oluşan boşlukları doldurdukları için kaptaki buğdayın kütlesini ve dolayısıyla HA değerlerini artırabilir (Lockwood, 1960).

Greenaway vd (1971) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı operatörler (analizleri yapan kişiler) tarafından elde edilen HA değerleri arasında oldukça önemli ( $P < 0,05$ ) farklar olduğu gösterilmiştir. Ancak, operatörlerin tekniği geliştirilebilirse sonuçlar arasında daha iyi bir uyumun elde edilebileceği öne sürülmüştür (Greenaway vd, 1971).

Buğday, büyüme ve hasat döneminde yağmur ve güneş ışığı nedeniyle ıslak ve kuru döngülere maruz kalabilir. Buğday yağmurdan ıslandığında çekirdek genişler ve daha az yoğun olur ve HA azalır (Pushman, 1975). Daha sonra güneş ışığına veya sıcak havaya maruz kaldığında çekirdek daha kuru hale gelir, ancak asla orijinal şekline ve yoğunluğuna geri

dönmez. HA, daha önce yüksek nemli tahılınkinden daha yüksek olsa da, ıslanmadan önceki orijinal buğdayınkinden hâlâ daha düşük olacaktır.

Farklı tahıl üreten ve ihraç eden ülkelerde şu anda iki tip HA ekipmanı kullanılmaktadır. Güney Afrika sınıflandırma sisteminde, 500 ml'lik bir ölçüm kabında düzgün paketleme sağlayan bir huni ile donatılmış bir cihaz kullanılır. Buğday, huniden bardağın taşması için serbest bırakılır ve ölçüm kabındaki fazla tahıl tahta bir kazıyıcı ile düzeltilir. Tahılın gram cinsinden kütlesi beşe bölünerek hektolitreye başına kilograma ( $\text{kg hl}^{-1}$ ) dönüştürülür (Anon., 1998).

Ivanova vd (2007) ve Mecha vd (2017)'e göre BDA ve HA, tahıl araştırma çalışmalarında kullanılan ve genotipten etkilenen önemli parametreler olarak görülmektedir. Lüy vd (2023) tarafından yapay zekâ yöntemleri ile buğdayın HA ve BDA değerlerini % 82 doğrulukla hesaplamışlar, elde edilen sonuçların buğday çeşitlerinin doğru bir şekilde tanımlanmasını katkısının olacağını ifade etmişlerdir.

## 4.2. Buğdayda Kalite Özellikleri

### 4.2.1. Nem

Denemede gelişme dönemlerinde sitokinin dozlarının buğdayın nem oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de, gelişme dönemlerinde sitokinin dozlarının buğdayın nem oranına etkileri Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Tekerrür ve uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir. En yüksek nem değeri bütün gelişme dönemlerinde 5 ppm uygulanan konuda çıkarken, En düşük nem değeri kontrol konusu ile birlikte, Kardeşlenme dönemindeki tüm uygulamalar ve sapa Kalkma döneminde 5 ppm konusu teşkil etmiştir (Çizelge 4.12.)

Çizelge 4.11. Nem oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	3	0.706290	0.2354	32.81**
Uygulama	28	10.247793	0.3660	34.00**
Hata	57	0.602710	0.0106	0.01
Toplam	79	11.556793		
CV (%)= 3.09				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

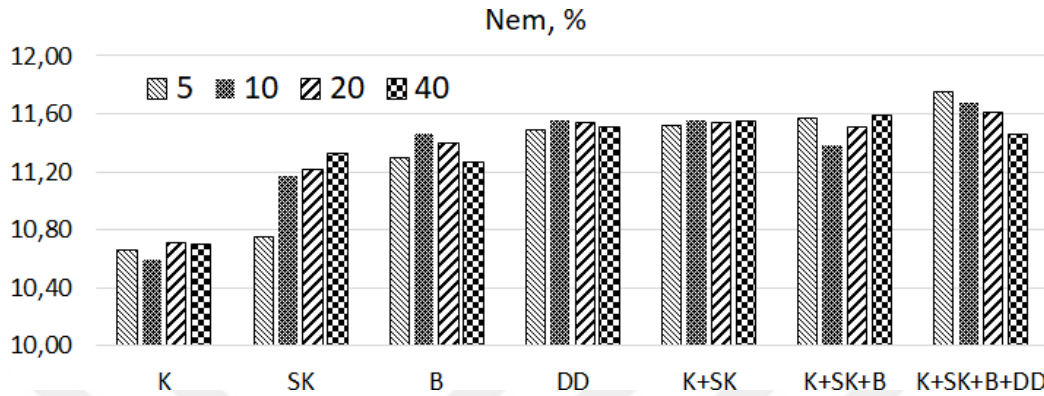
Çizelge 4.12. Buğday gelişme dönemleri ve sitokinin dozlarının hasat nemine etkileri

UYGULAMA	ORT.
K-SK-B-DD-5	A 11.75
K-SK-B-DD-10	A B 11.68
K-SK-B-DD-20	A B C 11.61
K-SK-B-40	A B C D 11.59
K-SK-B-5	A B C D 11.57
DD-10	A B C D 11.56
K-SK-40	A B C D E 11.55
K-SK-10	A B C D E 11.55
DD-20	A B C D E 11.54
K-SK-20	A B C D E 11.54
K-SK-5	A B C D E 11.52
K-SK-B-20	A B C D E 11.51
DD-40	A B C D E 11.51
DD-5	A B C D E F 11.49
B-10	A B C D E F 11.46
K-SK-B-DD-40	A B C D E F 11.46
B-20	B C D E F 11.40
K-SK-B-10	B C D E F 11.38
SK-40	C D E F 11.33
B-5	C D E F 11.30
B-40	D E F 11.27
SK-20	E F 11.22
SK-10	F 11.17
SK-5	G 10.75
KONTROL	G 10.73
K-20	G 10.71
K-40	G 10.70
K-5	G 10.66
K-10	G 10.59

\* Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testine göre istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Sitokinin hücre bölünmesini artırmayı teşvik etmekle birlikte yaşlanmayı geciktiren özelliğe de sahiptir. Yani bu durumda tekrarlanan ardışık uygulama dozu ve sayısının fazla olduğu uygulamalarda hasat neminin daha yüksek olması beklenebilir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular da bu yöndeki iddiaları destekler mahiyettedir. Birden fazla olan ardışık uygulamalarda hasat nemi genelde daha yüksek olurken, yıl boyunca sadece bir defa yapılan uygulamalarda hasat nemi daha düşük kalmıştır. Örneğin kardeşlenme döneminde sadece 1 defa

yapılan tüm dozlarda hasat nemi değerleri kontrol konusu ile birlikte en düşük nem grubunu teşkil etmiştir. Buna karşılık bitkinin tüm gelişme dönemlerindeki uygulamalar ilk üç sırada yer almıştır. Denemede birden fazla ardışık sitokinin uygulamaları fizyolojik olumun gecikmesine ve hasatta tane neminin diğer uygulamalara göre daha yüksek kalmasına yol açmıştır.



Şekil 4.11. Bitki gelişme döneminde uygulanan sitokinin dozlarına göre hasat nemi değişimi

Hasat nemi ve hasat tarihi topraktaki nemin varlığı ile doğrudan ilgilidir. Orta Anadolu bölgesi için sulama periyodunun sonu 15 Haziran olup, kuru koşullarda hasat buğdayın yetiştirildiği toprak bünyesine, bitki su tüketimine, sıcaklığa, yağışa ve rakıma göre değişiklik gösterebilir. Kuru koşullarda orta bünyeli topraklara sahip arazilerde hasat genel olarak Haziran sonu veya Temmuz ayının ilk haftasında başlar ve Temmuz ayının dördüncü haftasına kadar uzayabilir. 1000 metre ve altında rakıma sahip sulama yapılan yerlerde hasat başlangıcı kuru koşullara göre 7-15 gün arasında daha gecikmeli gerçekleşir. Kışın sert ve soğuk geçen, rakımı 1285 metre olan Sivas gibi yerlerde hasat Ağustos ayının ikinci-üçüncü haftasının sonuna kadar kadar uzayabilmektedir.

Buğdayın nem oranı, depolama ve değirmencilik açısından büyük önem taşır. Fazla su, kuru maddeyi azaltarak ticari değeri düşürür ve aynı zamanda bakteri ile mantar faaliyetlerinin artmasına yol açarak çimlenmeyi tetikler, bu da depolama sürecini zorlaştırır. Buğdayın su oranı, yetiştirme ve depolama koşulları ile hasat zamanına bağlı olarak değişir. Özellikle, olgunlaşma döneminde fazla yağış alan yıllarda, buğdayın tane nem oranının yüksek olduğu gözlemlenmektedir (Elgün vd. 1998).

Depolama, bir ürünün özelliklerinde ve sonucunda ortaya çıkan oluşum değişimleri en aza indirerek onu daha uzun süre koruma işlemidir. Depolama, çeşitli alternatif veya ürünlerde farklı parçalarla kullanılana kadar belirli bir plan doğrultusunda saklanmasıdır. Depolamanın temel amacı, ürün başlangıcında sağlanani mümkün olduğunca koruyarak, kalite üzerinde

olumsuz etkileri oluşturabilecek değişimlerin en aza indirilmesinin sağlanmasıdır. Depolanan bozulma, depolama süresi boyunca kalite ve miktar açısından değer kaybı veya en az kayıpla muhafaza edilebilmesi için, depolama koşullarının iyi saklanması ve kontrol edilmesi gerekmektedir (Rehman, 2006). Ürünün uygun şekilde saklanması, kalitede önemli bir değişiklik yapılmadan daha uzun süre korunmasını sağlar. Ancak, depolama süreçlerinin olumsuz bozulması ya da artması, depolama süreci Ancak, depolama koşullarına etkili faktörlerin arzu edilmeyen şekilde meydana gelmesi, depolamayı problemlile hale getirir (Ünal,1991). Tahılların saklanması temel amacı, tanelerin besin değerleri ve işlenebilirlik özellikleri, hasat edildikten sonra taze hallerine mümkün olduğunca yakın bir seviyede tutmaktır. Bunun için de tahılların hasat sonrası fizyolojilerinin ve depolanmaları süresince oluşabilecek fiziksel ve kiyasal değişimlerin bilinmesinde yarar vardır (Altan,1986).

Hasat nemi, buğdayın kalitesi için önemli bir faktördür. Yüksek nem oranına sahip buğdayların kuru maddesi azalır, bu da ticari değerlerini düşürür. Ayrıca depolama sırasında da buğday kalitesini korumak için önemlidir. Nemli buğdaylar, depolarda hızla böcek ve küf etkisine uğrar. İdeal nem oranı %8 ile %13,5 arasında olmalıdır. Türkiye'deki buğdaylarda tanedeki nem oranı %8-14 arasında olup, ortalama %9-11'dir. Nem oranının üst sınırı ise %14,6'dır (Ünal, 2002).

#### 4.2.2. Protein Oranı

Araştırmada gelişme dönemlerinde uygulanan sitokin hormonu dozlarının protein oranına etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'de, uygulama konuları ile sitokin dozlarının protein oranına etkileri Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Protein Oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	2	4.564113	2.2821	6.4703**
Uygulama	28	76.229956	2.7225	7.7191**
Hata	56	19.75095	0.3527	0,01
Toplam	86	100.54502		
CV (%)= 6.32				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

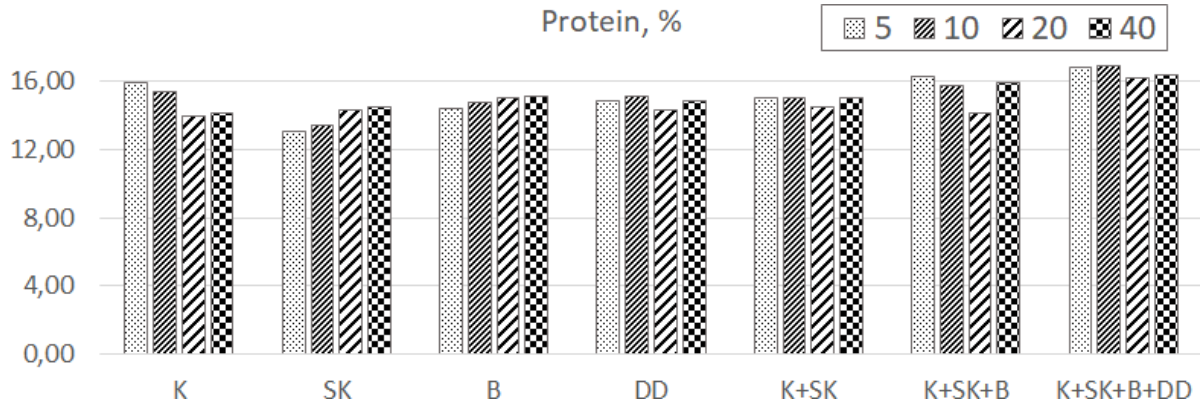
Tekerrürler arası ve uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir. (Çizelge 4.13). En yüksek protein değeri (%16,89) ile tüm gelişim dönemlerinde ardışık 10 ppm

uygulanan konudan (K-SK-B-DD-10) elde edilirken, En düşük protein değeri (%13,09) ile sapa kalkma döneminde 5 ppm uygulamadan (SK-5). Kontrol konusu, sıralamada %15,8 protein oranı ile CDEF grubunda yer almıştır (Çizelge 4.14).

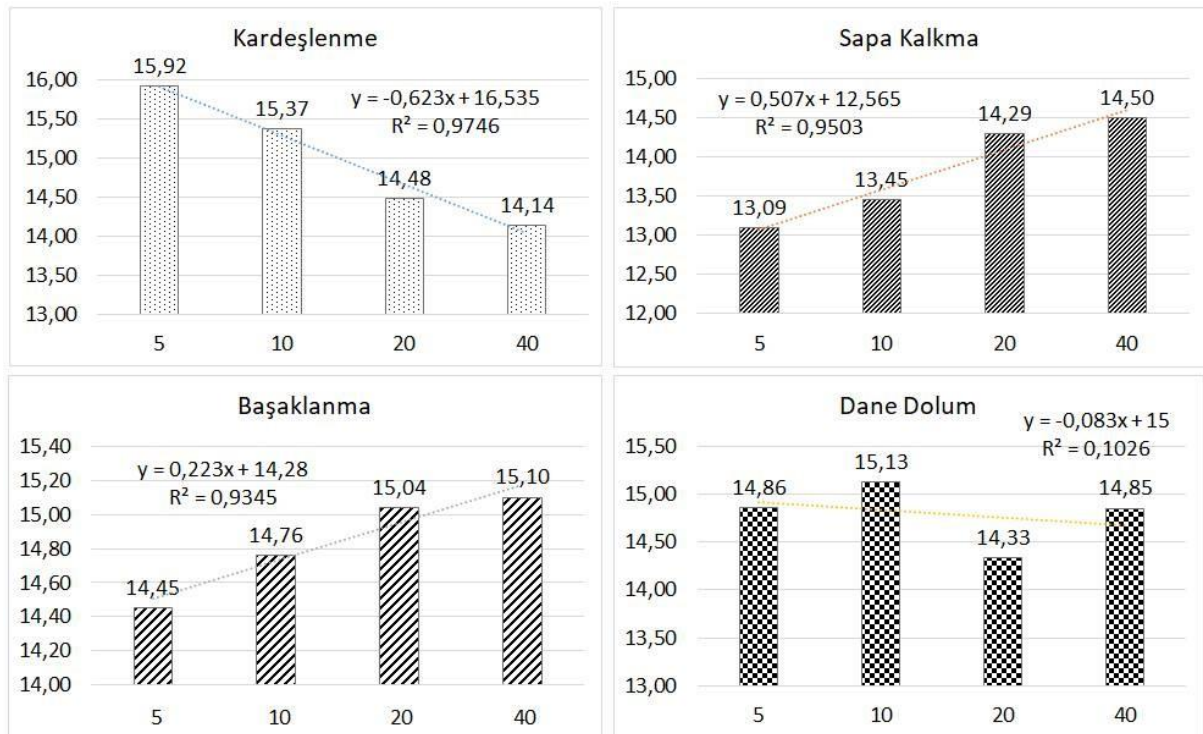
Çizelge 4.14. Buğday gelişme dönemleri ve sitokinin dozlarının protein oranına etkileri

UYGULAMA		ORT.
K-SK-B-DD-10	A	16.90
K-SK-B-DD-5	A B	16.84
K-SK-B-DD-40	A B C	16.36
K-SK-B-5	A B C D	16.33
K-SK-B-DD-20	A B C D	16.23
K-SK-B-40	B C D E	15.92
K-5	B C D E	15.92
KONTROL	C D E F	15.80
K-SK-B-10	C D E F	15.74
K-10	D E F G	15.37
DD-10	E F G H	15.13
B-40	E F G H I	15.10
K-SK-5	E F G H I J	15.05
B-20	E F G H I J	15.04
K-SK-40	E F G H I J	15.04
K-SK-10	E F G H I J	15.04
DD-5	F G H I J K	14.86
DD-40	F G H I J K	14.85
B-10	G H I J K	14.76
K-SK-20	G H I J K	14.55
SK-40	G H I J K	14.50
B-5	G H I J K	14.45
DD-20	H I J K L	14.33
SK-20	H I J K L	14.29
K-40	I J K L	14.14
K-SK-B-20	J K L	14.12
K-20	K L M	13.98
SK-10	L M	13.45
SK-5	M	13.09

\* Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testine göre istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.



Şekil 4.12. Bitki gelişme dönemlerinde uygulanan sitokinin dozlarına göre protein oranlarındaki değişim



Şekil 4.13. uygulanan sitokinin dozlarına göre protein oranlarındaki değişim trendi

Kardeşlenme döneminde artan sitokinin dozlarında Hektolitre ağırlığı artarken, takip eden sapa kalkma ve başaklanma döneminde azalma göstermiştir. Dane dolum döneminde ise artan doz uygulamalarında verim artmıştır. En yüksek hektolitre değeri sapa kalkma döneminde 5 ppm dozunda 81.79 kg olarak gerçekleşmiştir. Dane dolum döneminde artan dozlarda hektolitre değeri de artmıştır.

Türkiyede ortalama HL ağırlığı 78 Kg'dır. Uygulamalarla çizelge 4.14'te elde edilen hektolitre ağırlıklarının tamamı 78 kg'dan fazladır. Türkiye'deki buğday kalite

sınıflandırmasına göre örneklerin tamamı kontrol konusu dahil yüksek ve çok yüksek kalitededir. Yüksek kalite sınıfında (76-80 kg hl<sup>-1</sup>) olanlar iyi un randımanından dolayı ekmeklik, hektolitre ağırlığı çok yüksek kalite (>80 kg hl<sup>-1</sup>) grubuna girenler ise makarna üretimi veya özel amaçlı tüketimler için elverişlidir.

Buğday tanesindeki protein oranı, ticaret açısından tane ve unun ekmekçilik değerini belirleyen önemli bir kriterdir ve ekmeğin pişme kalitesinin ile somun hacminin en önemli göstergesi olarak kabul edilir (Kihlberg vd, 2004; Mader vd, 2007). Buğday endosperminin protein kalitesi, ekmeğin pişme kalitesini belirlemede en etkili faktördür. Aynı protein oranına sahip buğdaylardan elde edilen unlar, gluten proteinleri arasındaki kalite farkları nedeniyle pişirme sürecinde farklı sonuçlar verebilir (Annet vd 2007). Çiçeklenme sonrası kurak ve sıcak hava, tane ağırlığını azaltırken, ham protein oranını artırır (Panozzo ve Eagles 2000; Öztürk vd 2006; Bulut, 2009). Yüksek sıcaklık ve kuraklık, karbonhidrat sentezini ve depolanmasını engelleyerek, birim nişasta başına tanede azot birikimini artırır. Ayrıca, Kobata et al. (1992), kuraklığın çiçeklenme sonrası fotosentez ve taşınabilir asimilatlar üzerindeki olumsuz etkilerinin tane ağırlığını azalttığını, Ozturk and Aydin (2004) ise kurak koşullarda nişasta birikiminin azot birikiminden daha hassas olduğunu belirtmişlerdir. Guarda vd. (2004), ham protein oranının eski çeşitlerde %14,0-16,0, daha yeni çeşitlerde ise %11,4-12,4 arasında değiştiğini bulmuşlardır. Araştırmalar, azot kullanımındaki gelişmelere bağlı olarak tane veriminde yılda 3,35 kg/da artış olduğunu, ancak protein oranının %0,03 azaldığını, bunun karbonhidrat miktarındaki artış nedeniyle proteinlerin seyreltiği sonucunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Geleta vd. (2002), yüksek ekim sıklıklarında azot rekabetinin arttığını ve bunun undaki protein oranını azalttığını ifade etmiştir.

Protein miktar ve kalitesi buğday unlarının son kullanım amacına uygunluğunu belirleyen önemli bir faktördür. Çeşidin genetik özellikleri dışında sıcaklık, yıllık yağış miktarı, yağışın aylara göre dağılımı, yetiştirme koşulları, kültürel uygulamalar ve süne-kıymıl gibi zararlılar da protein oranı ve kalitesine etki eder (Atlı, 1999; Çağlayan ve Elgün, 1999). Şahin vd. (2013) tarafından da belirtildiğine göre tane boyutu arttıkça protein oranları azalmaktadır. Bu durumun sebebi tane boyutunun artmasıyla tanedeki nişasta miktarının artması ve protein miktarının oransal olarak azalması şeklinde açıklanabilir. Aydoğan vd. (2014), yapmış oldukları benzer bir çalışmada tane boyutunun artışı ile protein oranında azalmaların olduğunu ve buna karşılık boyut azaldıkça protein oranında artış olduğunu, tane iriliğinin buğday kalitesine etki ettiğini sanayicinin işleyeceği buğdayın fiziksel ve bazı kalite özelliklerine göre alım yapmasının ne

denli önemli olduğunu belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada farklı bölgelerden temin edilen 125 adet buğday örneğinden elde edilen kırma unu örneklerinin protein oranı % 7.3 ile % 14 değerleri arasında değişmiş olup, ortalama % 10.58 olarak bulunmuştur (Onar, 2018). Protein oranları bakımından buğday çeşitleri ile tane irilikleri arasındaki fark istatistiki olarak  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

#### 4.2.3. Nişasta Oranı

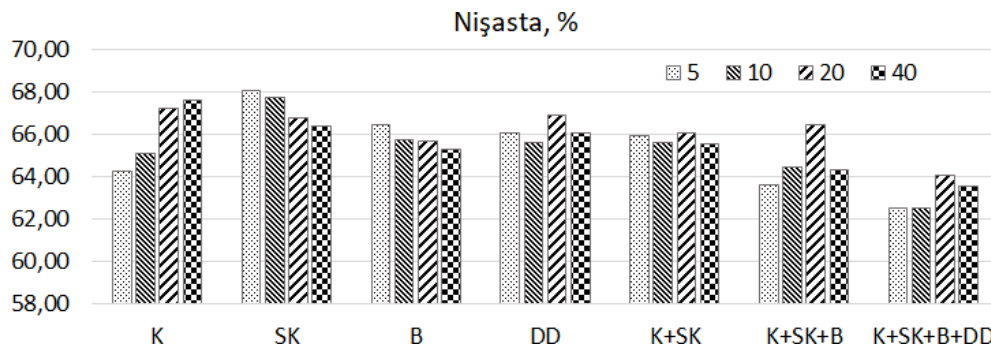
Araştırmada gelişme dönemlerinde uygulanan sitokinin hormonu dozlarının nişasta oranına etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15’de, uygulama konuları ile sitokinin dozlarının nişasta oranına etkileri Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Nişasta oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	2	9.61919	4.8096	7.0013**
Uygulama	28	175.89364	6.2819	9.1445**
Hata	56	38.46988	0.6870	0.01
Toplam	86	223.98271		
CV (%)= 6.24				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

Tekerrürler arası ve uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir (Çizelge 4.15). En yüksek nişasta değeri (%68,07) sapa kalkma döneminde 5 ppm uygulanan konudan elde edilirken, En düşük nişasta değeri (%62,48) ile tüm dönemlerde ardışık 5 ve 10 ppm uygulamasından (K-SK-B-DD-5 ve K-SK-B-DD-10) elde edilmiştir. Kontrol konusu, sıralamada %63.87 nişasta oranı ile tek başına KL grubunda yer almıştır (Çizelge 4.16).



Şekil 4.14. Bitki gelişme dönemlerinde uygulanan sitokinin dozlarına göre nişasta oranlarındaki değişim

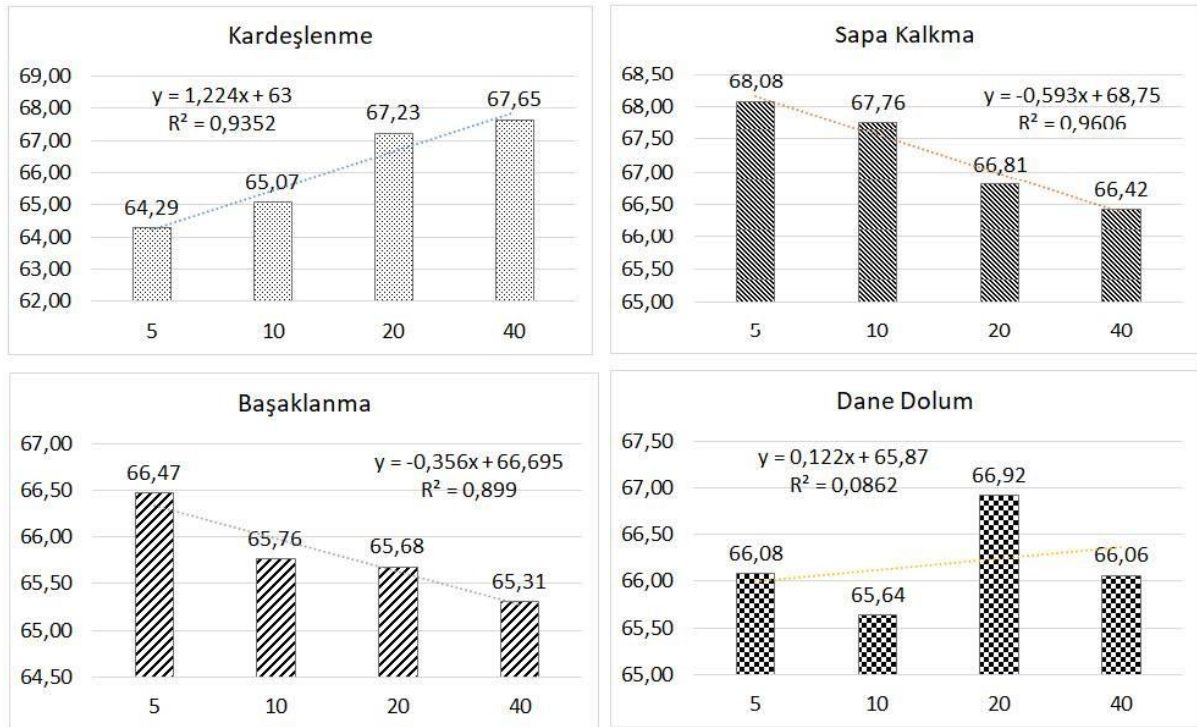
Çizelge 4.16. Buğday gelişme dönemleri ve sitokinin dozlarının nişasta oranına etkileri

UYGULAMA	ORT.	
SK-5	A	68.08
SK-10	A B	67.76
K-20	A B C	67.23
DD-20	A B C D	66.92
K-40	A B C D E	66.86
SK-20	A B C D E	66.81
B-5	B C D E F	66.47
K-SK-B-20	B C D E F	66.43
SK-40	B C D E F G	66.42
K-SK-20	C D E F G	66.09
DD-5	C D E F G	66.08
DD-40	C D E F G	66.06
K-SK-5	C D E F G	65.94
B-10	D E F G H	65.76
B-20	D E F G H	65.68
DD-10	D E F G H I	65.64
K-SK-10	D E F G H I	65.62
K-SK-40	E F G H I	65.56
B-40	F G H I J	65.31
K-10	G H I J K	65.07
K-SK-B-10	H I J K L	64.45
K-SK-B-40	I J K L	64.31
K-5	I J K L	64.29
K-SK-B-DD-20	J K L	64.09
KONTROL	K L	63.87
K-SK-B-5	L M	63.60
K-SK-B-DD-40	L M	63.53
K-SK-B-DD-10	M	62.51
K-SK-B-DD-5	M	62.48

\* Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testine göre istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Buğday nişastası, gluten üretiminin önemli bir yan ürünüdür. Nişastanın kalitesi ve miktarındaki fark, un işleme özelliklerini etkiler. Buğday nişastası, undan protein çıkarılarak elde edilir ve işlenmiş halindeki mısır nişastası veya un ile karşılaştırılabilir. Artık gıda endüstrisinin temel bir parçasıdır ve esas olarak birçok gıda ürününde aktif bir bileşen olan bir gıda katkı maddesi olarak kullanılır. Günümüzde nişasta aynı zamanda önemli bir endüstriyel

malzemedir ve genellikle tekstil, kâğıt, kimya ve ilaç endüstrilerinde koyulaştırıcı, dengeleyici, jelleştirici madde ve yapıştırıcı olarak kullanılır.



Şekil 4.15. Uygulanan sitokinin dozlarına göre nişasta oranlarındaki değişim trendi

Buğday nişastası, buğday tanesindeki en önemli bileşenlerden biridir ve ekmek, erişte ve kurabiyelerde ana kaynak olarak yaygın olarak kullanılır. Buğday endospermi yaklaşık %70 nişastadan oluşur, bu nedenle nişastanın kalitesi ve miktarındaki farklılıklar un işleme özelliklerini etkiler. Nişasta bileşimi, yapısı, morfolojisi, moleküler belirteçleri ve dönüşümleri üzerine yapılan araştırmalar, ekmeklik buğdayın kalitesini artırabilecek yeni ve etkili teknikler sunmaktadır. Ek olarak, buğday nişastası bileşimi ve kalitesi genetik ve çevresel faktörler nedeniyle çeşitlilik göstermektedir. Nişasta, depolama proteinlerine kıyasla ısıya ve kuraklık stresine daha duyarlıdır. Bu stresler ayrıca tane doldurma dönemi ve antez üzerinde büyük bir etkiye sahiptir ve sonuç olarak nişasta sentezi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Sakkaroz metabolize eden ve nişasta sentezleyen enzimler, tane doldurma döneminde ısı ve kuraklık stresi altında baskılanır. Bu nedenle, tane doldurma döneminde bitki tepkileri sırasında nişasta ve sakkaroz mekanizmalarını göstermek önemlidir. Son yıllarda, bu kalite özelliklerinin çoğu genetik modifikasyon çalışmaları yoluyla araştırılmıştır. Bu, buğday nişastasındaki işlevsel özellikleri iyileştirmek için çekici bir yaklaşımdır. Melez ve transgenik bitkilerden toplanan yeni bilgilerin, buğday nişastası biyosentezini ve ticari kullanımını anlamak için yeni nişasta

geliştirmeye yardımcı olması bekleniyor. Bitki genetik mühendisliği teknolojisini kullanan buğday dönüşümü araştırması, buğday nişastasının özelliklerini sürekli olarak kontrol etmenin ve analiz etmenin temel amacıdır.

Nişasta, buğday tanelerinin yaklaşık %80'ini oluşturan büyük bir oranı oluşturur ve nişastada iki ana tip biyomakromolekül, amiloz ve amilopektin bulunur. Amiloz, çok az  $\alpha$ -D-(1,6)-glukozil birimi içeren, çoğunlukla  $\alpha$ -D-(1,4)-glukozil birimlerinden oluşan neredeyse doğrusal bir biyopolimerdir; amilopektin için ise, ana  $\alpha$ -D-(1,4)-glukozil zincirleri, daha yüksek oranda  $\alpha$ -D-(1,6)-glukozil birimi içeren  $\alpha$ -D-(1,6)-glukozil bağlarıyla bağlanmıştır ve bu da amilopektini çok daha dallı hale getirir. Buğday tanelerindeki nişasta miktarı, ekmeğin bayatlamasını, hamur reolojisini ve kırıntı yapısını etkileyebilir; ayrıca, nişasta granüllerinin fizikokimyasal özellikleri, unun kalitesi ve verimi ile hamurun su tutma kapasitesinde önemli bir rol oynamaya yardımcı olur; Bu nedenle, nihai ürünün kalitesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptirler (Muqaddasi vd 2020). Öğütme işlemi sırasında sert buğday çeşitlerinde yumuşak çeşitlere göre daha kolay iri ve hasarlı nişasta granülleri üretildi ve bu durum pratik olarak unun kalitesini etkileyecektir. Sert ve yumuşak buğday çeşitlerinden elde edilen nişastaların granül boyut dağılımı karşılaştırıldı ve sert buğdayın yumuşak buğdaya göre daha fazla miktarda ve küçük boyutlu B tipi granüle sahip olduğu bulundu (Li vd 2008). Sert ve orta sert buğday tanelerinden izole edilen nişasta, olağanüstü yumuşak buğdaydan izole edilen nişastaya göre daha düşük şişme gücü, daha yüksek amiloz içeriği ve daha yüksek kristalinite gösterdi ve nişastanın jelatinleşme geçiş sıcaklıkları tane sertlik indeksindeki artışla birlikte arttı (Katyal vd 2019). Başka bir raporda, sert buğday çeşitlerinden elde edilen nişastanın yumuşak buğday çeşitlerinden elde edilen nişastaya göre olağanüstü yüksek amiloz içeriğine sahip olduğu gözlemlendi. Yumuşak buğday çeşitleri, sert buğday çeşitlerinden izole edilen nişastanın daha yüksek nişasta macunlama viskozitesi, geçirgenlik, şişme gücü ve daha küçük kristalinite gösterdi (Wada vd 2010). Ancak buğday tanesi sertliğindeki değişikliklere bağlı olarak nişastanın reolojik ve yapısal özelliklerindeki değişimler çok az bildirilmiştir.

#### **4.2.4. Zeleny Sedimentasyon**

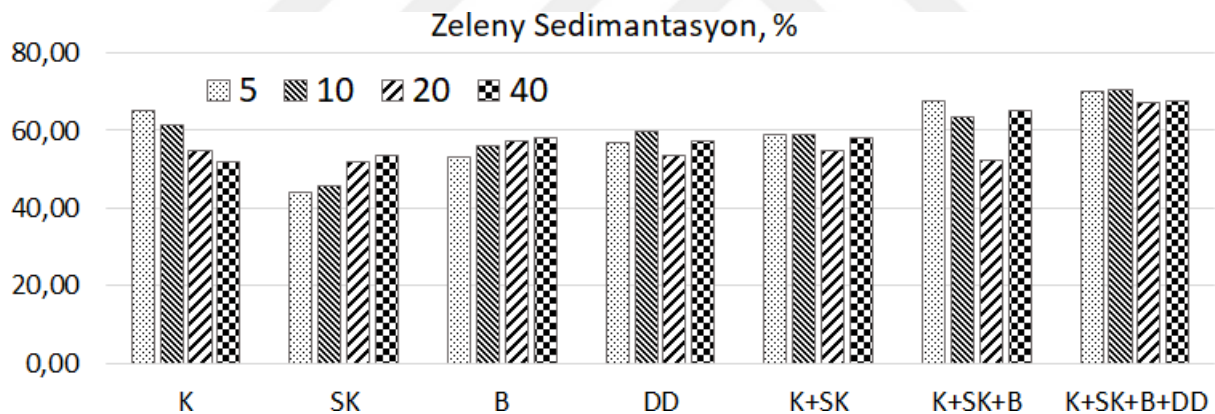
Araştırmada gelişme dönemlerinde uygulanan sitokinin hormonu dozlarının sedimentasyona etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17'de, uygulama konuları ile sitokinin dozlarının nişasta oranına etkileri Çizelge 4.18'da verilmiştir.

Çizelge 4.17. Sedimentasyona ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	2	255.1086	127.5543	6.6942**
Uygulama	28	3982.2002	142.2214	7.4640**
Hata	56	1067.0427	19.0543	0,01
Toplam	86	5304.3514		
CV (%)= 11,78				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

Tekerrürler arası ve uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir. En yüksek sedimentasyon değeri (70,56 ve 70,06 ml) tüm gelişme dönemlerinde ardışık 10 ve 5 ppm uygulamasından [(K- SK-B-DD-5) ve (K-SK-B-DD-10)], en düşük sedimentasyon değeri (43,92 ml) ile sapa kalkma döneminde 5 ppm uygulamasından (SK-5) elde edilmiştir. Kontrol konusu, sıralamada 63.45 ml sedimentasyon değeri ile (K-SK-B-10) ile aynı grupta yer almıştır.



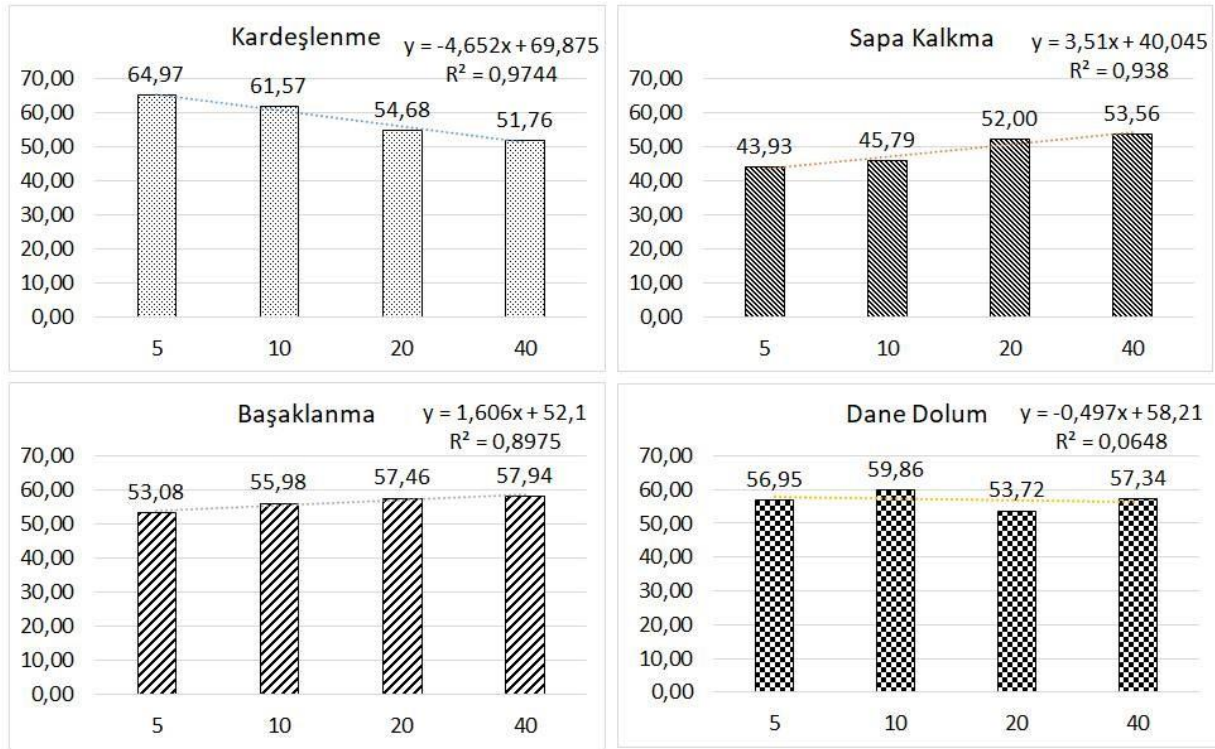
Şekil 4.16. Bitki gelişme dönemlerinde uygulanan sitokin dozlarına göre Zeleny Sedimentasyon oranlarındaki değişim

Artan sitokin oranları kardeşlenme döneminde azalan, sapa kalkma ve başaklanma döneminde artan sedimentasyon değerleri ile sonuçlanmıştır; dane dolum dönemindeki uygulamalar belirsiz sonuçlar vermiştir.

Çizelge 4.18. Buğday gelişme dönemleri ve sitokinin dozlarının Zeleny Sedimentasyona etkileri

UYGULAMA		ORT.
K-SK-B-DD-10	A	70.56
K-SK-B-DD-5	A	70.06
K-SK-B-5	A B	67.61
K-SK-B-DD-40	A B	67.59
K-SK-B-DD-20	A B	67.14
K-5	A B C	64.97
K-SK-B-40	A B C	64.96
K-SK-B-10	A B C D	63.59
KONTROL	A B C D	63.46
K-10	B C D E	61.57
DD-10	C D E F	59.86
K-SK-5	C D E F G	59.08
K-SK-10	C D E F G	59.03
K-SK-40	C D E F G H	58.27
B-40	C D E F G H	57.94
B-20	D E F G H I	57.46
DD-40	D E F G H I	57.34
DD-5	D E F G H I	56.95
B-10	E F G H I	55.98
K-SK-20	E F G H I	54.96
DD-20	F G H I	53.72
SK-40	F G H I	53.56
B-5	F G H I	53.08
K-SK-B-20	G H I J	52.44
SK-20	G H I J	52.00
K-40	H I J	51.76
K-20	I J K	50.55
SK-10	J K	45.79
SK-5	K	43.93

\* Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testine göre istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.



Şekil 4.17. Uygulanan sitokinin dozlarına göre Zeleny Sedimentasyon oranlarındaki değişim trendi

Artan sitokinin oranları kardeşlenme döneminde azalan, sapa kalkma ve başaklanma döneminde artan sedimentasyon değerleri ile sonuçlanmıştır; dane dolum dönemindeki uygulama dozlarının sonuçları arasında belirgin bir farklılık olmamıştır. Araştırma sonuçlarına göre en düşük ZS değeri (43.93 ml), en yüksek verimin gerçekleştiği sapa kalkma döneminde 5 ppm sitokinin uygulamasından elde edilmiştir. Bunun haricindeki diğer tüm ZS değerleri 45 ml'nin üzerindedir. Bu sonuçlar elde edilen protein sonuçları ile de uyumludur. Kullanılan buğdayın standart protein değeri % 12 olup, bu araştırmada elde edilen en düşük protein değeri % 13,1 olup, en yüksek % 16,9'dur. Kong vd (2023)'e göre yüksek protein değerindeki artışların sebebi, küresel ısınma sebebiyle meydana gelen sıcaklık artışlarıdır.

Zeleny Sedimentasyon değeri, buğday unundaki gluten kalitesini ve protein içeriğini ölçen bir kalite parametresidir. Özellikle unun hamur yapma özelliğini ve ekmeklik kalitesini belirlemede kullanılır. Un kalitesini ve gluten gücünü gösterir (yüksek değer = güçlü gluten). Ekmeklik unlar için önemlidir (daha iyi kabarma ve hacim sağlar). Makarna ve bisküvilik buğday için düşük değer istenir (fazla gluten istenmez). Sanayi ve ticarete kalite ölçütü olarak kullanılır (Adıyaman, 2024).

Sedimentasyon değeri, gluten miktarını ve kalitesini belirlemenin yanı sıra, gluten kalitesi

aynı olan buğdayların protein miktarını tahmin etmek için de kullanılır. Yüksek sedimantasyon değeri, glutenin iyi su tuttuğunu ve buğdaydan yapılan ekmeklerin hacminin yüksek olduğunu gösterir (Elgün vd. 2001). Yüksek gluten içeren ve kaliteli unlarda sedimantasyon değeri de yüksek olmaktadır (Elgün vd. 1999). Zeleny sedimantasyon değeri, tanenin gluten kalitesi hakkında önemli bir bilgi sağlar. Gluten miktar ve kalitesi yüksek olduğunda Zeleny sedimantasyon değeri de yüksek olmaktadır (Hruskova ve Famera, 2003). Zeleny sedimantasyon değeri, buğday tanesinde protein kalitesinin bir göstergesidir; burada daha yüksek değerler üstün gluten kalitesi ve işlevselliği ile ilişkilidir (Menderis vd. 2008 ; Van Bockstaele vd. 2008 ). Türk Gıda Kodeksi'ne göre, en az 26 ml'lik bir sedimantasyon değeri gereklidir (ICC 137/1 2018 ), 20 ila 40 arasındaki değerler genellikle ideal gluten gücünü gösterir (Saini vd. 2020 ).

ZS sonuçları 20-23 ml değeri zayıf glütene temsil etmekte olup, düşük ekmek hacmine sahip ve bu gruptaki buğdaylar genellikle bisküvi ve kek üretimi için uygundur. ZS değeri 36-45 mlolanlar orta güçte glütene sahiptir ve temel ekmek üretimi için uygundur. ZS değeri 45 ml'den büyük olanlar güçlü glütene sahiptir ve bu gruptakiler yüksek kaliteli ekmek ve mayalı ürünlerin üretimi için uygundur (Türk Gıda Kodeksi Buğday Tebliği, 2013/9). Türkiye'de Zeleny sedimentasyon değerleri ekmeklik buğday çeşitlerinde genellikle 20-50 mL arasında değişmekte olup, ortalama 30-40 mL civarındadır. Makarnalık (durum) buğdaylarda genellikle 20-30 mL seviyesindedir. Yüksek proteinli özel ekmeklik buğday çeşitlerinde 50 mL üzeri değerlere ulaşılabilir. Zeleny sedimentasyon değeri, çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişir (Aydoğan vd 2010).

#### 4.2.5. Gluten Oranı

Araştırmada gelişme dönemlerinde uygulanan sitokinin hormonu dozlarının gluten oranına etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da, uygulama konuları ile sitokinin dozlarının gluten oranına etkileri Çizelge 4.20'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Gluten oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	2	25.95601	12.9780	5.4031**
Uygulama	28	486.49282	17.3747	7.2336**
Hata	56	134.50826	2.4019	0,01
Toplam	86	646.95709		
CV (%)= 7.32				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

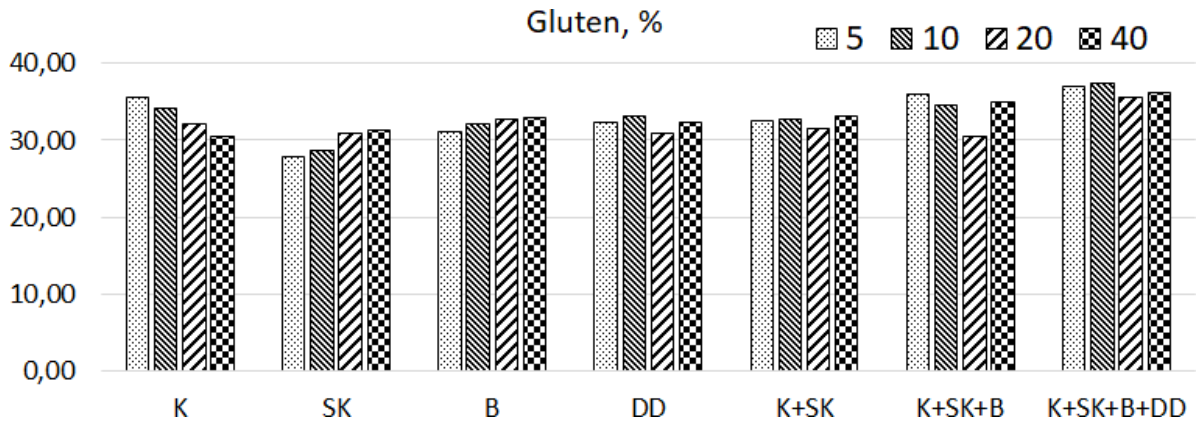
Tekerrürler arası ve uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir (Çizelge

4.19). En yüksek gluten değeri (% 37,37) tüm gelişme dönemlerinde ardışık 5 ppm uygulamasından (K-SK-B-DD-5), En düşük gluten değeri (% 27,88) ile sapa kalkma döneminde 5 ppm uygulamasından (SK-5) elde edilmiştir. Kontrol konusu, sıralamada %34,84 gluten oranı değeri ile tek başına BCDEF grubunda yer almıştır

Çizelge 4.20. Buğday gelişme dönemleri ve sitokinin dozlarının gluten oranına etkileri

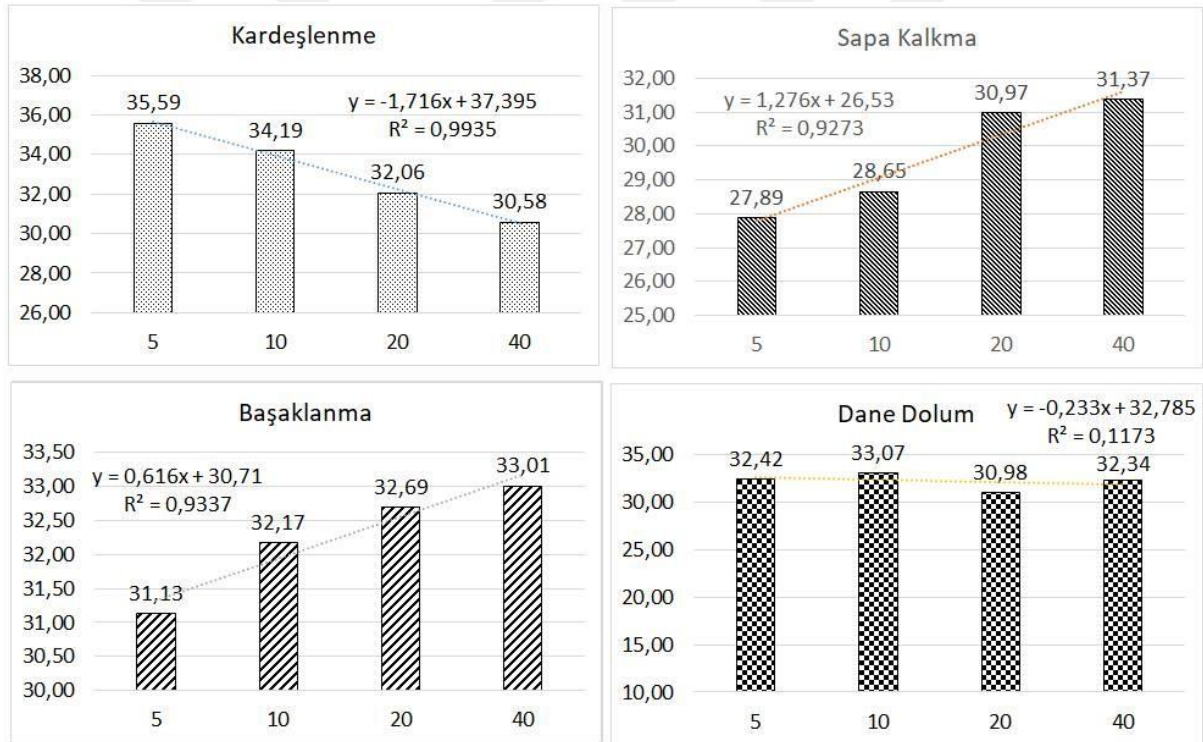
UYGULAMA		ORT.
K-SK-B-DD-10	A	37.38
K-SK-B-DD-5	A B	36.92
K-SK-B-DD-40	A B C	36.21
K-SK-B-5	A B C	36.03
K-SK-B-DD-20	A B C	35.63
K-5	A B C D	35.59
K-SK-B-40	A B C D E	34.99
KONTROL	B C D E F	34.84
K-SK-B-10	B C D E F G	34.52
K-10	C D E F G	34.19
K-SK-40	D E F G H	33.08
DD-10	D E F G H	33.07
B-40	E F G H I	33.01
K-SK-10	E F G H I	32.78
B-20	E F G H I J	32.69
K-SK-5	E F G H I J	32.52
DD-5	F G H I J	32.42
DD-40	F G H I J	32.34
B-10	G H I J	32.17
K-SK-20	H I J	31.49
SK-40	H I J	31.37
B-5	H I J K	31.13
DD-20	H I J K	30.98
SK-20	H I J K	30.97
K-40	H I J K	30.58
K-SK-B-20	I J K	30.49
K-20	J K L	30.16
SK-10	K L	28.65
SK-5	L	27.89

\* Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testine göre istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.



Şekil 4.18. Uygulanan sitokin dozlarına göre gluten oranlarındaki değişim

Çalışmada genel olarak üç ve daha fazla yapılan ardışık uygulamalar daha yüksek gluten oranı elde edilmesine yol açtığını göstermektedir.



Şekil 4.19. Uygulanan sitokin dozlarında gluten oranlarındaki değişim trendi

Kardeşlenme döneminde artan doz uygulamalarında gluten oranlarında azalma olurken, sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde doz artışları, gluten oranlarında da artışa neden olmuştur. Dane dolu dönemlerinde doz farklılıkları, gluten oranlarında herhangi belirgin bir farklılık göstermemiştir. Birden fazla ve ardışık yapılan uygulamalar gluten oranlarında artışa yol açmış; uygulama sayısı arttıkça gluten oranları da artmıştır. Ancak artan uygulama sayıları ile dozlar gluten oranlarında belirgin bir farklılık göstermemiştir.

Buğdayın ekmeklik kalitesini belirleyen önemli bir gösterge olan yaş öz (gluten), hamurun elastikiyetini sağlayarak ekmek yapımına uygunluğunu gösterir. Hamur yoğrulurken ağ benzeri bir yapı oluşturarak, maya tarafından üretilen CO<sub>2</sub>'nin tutulmasını sağlar ve iri hacimli ekmek oluşumuna katkıda bulunur. Yaş özün yüksek olması, unun ekmeklik kalitesinin iyi olduğunu gösterir (Öztürk and Aydın 2004). Yaş öz, buğdayın tane dolun periyodunda yağışlı yıllarda düşerken, kurak yıllarda artar. Yapılan çalışmalara göre, su stresi yaş öz oranını artırır ve bu oran ile protein arasında pozitif bir ilişki vardır. Buğday çeşitlerinin kalitatif özellikleri, çevre koşullarına bağlı olarak değişir. Ayrıca, yaş öz içeriği un kalitesini belirler; %27'nin üzeri yüksek, %20-22 arası orta, %20'nin altı ise düşük olarak kabul edilir (Uluöz, 1965). Yapılan araştırmalarda, tescil edilen buğday çeşitlerinin büyük çoğunluğu yüksek gluten içeriğine sahip olup, protein kalitesi hakkında bilgi verir (Elgün vd, 1999). Buğday çeşitlerinin kalitatif üstünlüğü, çevre koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebilir ve her ürün yılı ile lokasyonda farklı sonuçlar elde edilebilir (Fajersson, 1968).

Protein ve yaş gluten (YG), buğday unundan ekmek üretmek için çok önemlidir (Toader vd. 2019 ). Bu bileşenlerin miktarları, buğdayın çeşitli uygulamalar için uygunluğunu etkiler. Örneğin, %14 protein içeriğine sahip ekmeklik buğday, mayalı ekmek için idealdir; buna karşın, gluten ve nişasta üretmek için daha yüksek protein seviyeleri tercih edilir ve daha düşük protein seviyeleri, kraker, bisküvi ve kek gibi mayasız ürünlerin üretimi için uygundur (Akçura vd. 2022 ). YG içeriği, unun işlenmeye uygunluğunu belirlemek için çok önemlidir (Chen vd. 2017 ) ve hem çevresel faktörler hem de genotiple ilgili farklılıklar bu içerik seviyelerini önemli ölçüde etkiler (Šimić vd. 2006 ). Tahıl protein/yaş gluten oranı (WG/P), birim protein başına ıslak gluten verimini değerlendirmek için etkili bir ölçüt olarak kabul edilir (Kaushik vd. 2015 ), daha yüksek WG içeriği hamur elastikiyetini ve ekmek kalitesini artırır (Guo vd. 2021 ).

Araştırmada gluten değerleri kardeşlenme döneminde artan dozlara azalan oranlar verirken, sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde artan gluten oranları elde edilmiştir. Dane dolun döneminde uygulanan dozların etkileri arasında belirgin bir farklılık olmamıştır. Araştırmadan elde edilen gluten oranı değerlerinin tamamı yaş gluten değerleri % 25'in üzerinde olup, Türkiye ekmeklik buğday kalite standartlarına %25-30 arasında olanlar iyi gluten kalite grubundadır ve standart ekmeklik için uygundur. Yaş gluten oranı değeri % 30-35 arasında olanlar, yüksek kalite grubuna girmektedir ve güçlü ekmeklik un olarak kullanıma uygundur. Yaş gluten değeri %35'in üzerinde olanlar, çok yüksek gluten grubunda kabul edilir ve sert ekmeklik un veya özel amaçlı buğday olarak tanımlanmaktadır. Bu araştırmada analiz

edilen buğdayların gluten tanımlamasında %6.9'u iyi, %69'u yüksek kalitede ve %24.1'i çok yüksek kalite grubundadır

#### 4.2.6. Sertlik

Araştırmada gelişme dönemlerinde uygulanan sitokin hormonu dozlarının sertlik değerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21'de, uygulama konuları ile sitokin dozlarının sertlik değerine etkileri Çizelge 4.22'da verilmiştir

Çizelge 4.21. Sertlik oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Tekerrür	2	12.89707	6.4485	2.0370
Uygulama	28	896.78917	32.0281	10.1172**
Hata	56	177.2805	3.1748	0,01
Toplam	86	1086.9668		
CV (%)= 3.99				

\*\* istatistik olarak %1 hata sınırları içinde önemli

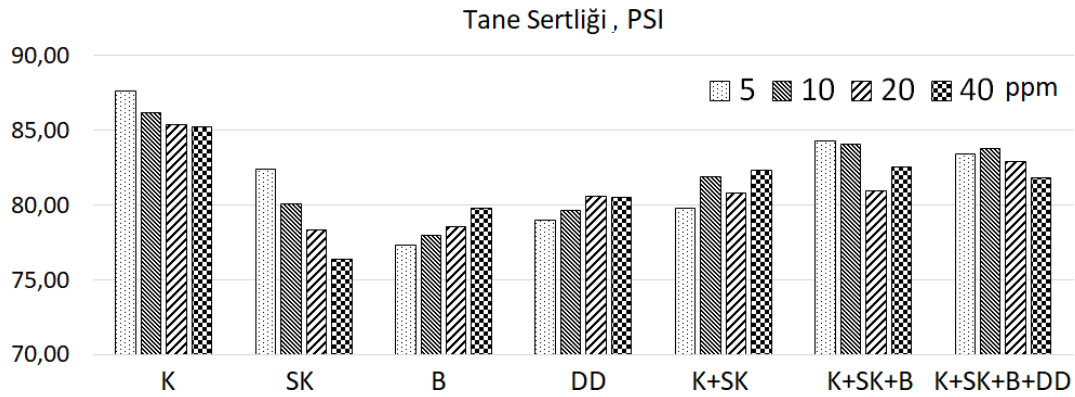
Tekerrürler arası farklılıklar önemsiz, uygulamalar arası farklılıklar %1 hata düzeyinde önemlidir (Çizelge 4.21). En yüksek sertlik değeri (87,64 PSI) kardeşlenme döneminde 5 ppm uygulamasından (K-5), En düşük sertlik değeri (76,52 ve 76,36 PSI) ile sapa kalkma döneminde 10 ve 40 ppm uygulamasından (SK-10 ve SK-40) elde edilmiştir. Kontrol konusu, sıralamada 87,55 PSI ile Kardeşlenme döneminde 5 ppm uygulaması ile aynı grupta (A) ve en yüksek ikinci sırada yer almıştır. (Çizelge 4.22)

Genel olarak sitokin uygulamaları tane sertliğinde azalmaya yol açmıştır. Kardeşlenme döneminde artan sitokin uygulamaları azalan sertlik değerine yol açmakla birlikte, en yüksek sertlik değeri bu dönemde 5 ppm (K-5) uygulamasından elde edilmiştir. Bu dönemde yapılan tüm uygulamalarda sertlik değeri 85 PSI'nin üzerinde gerçekleşmiştir. Sapa kalkma döneminde artan doz uygulamaları azalan sertlik değerine yol açmış; SK-40 konusunda tüm uygulamalarda en düşük sertlik değeri (76.37 PSI) vermiştir. Başaklanma ve dane dolum dönemlerinde önceki dönemlerdekinin aksine artan doz uygulamaları tane sertliğinde doğrusal bir artışa neden olmuştur. Aynı parselde birden fazla gelişme döneminde yapılan ardışık uygulamalar, tane sertliğini artırmakla (80-84 PSI) birlikte, uygulama dozları arasında artış veya azalmaya yönelik belirgin bir farklılık göstermemiştir.

Çizelge 4.22. Buğday gelişme dönemleri ve sitokinin dozlarının sertlik değerine etkileri

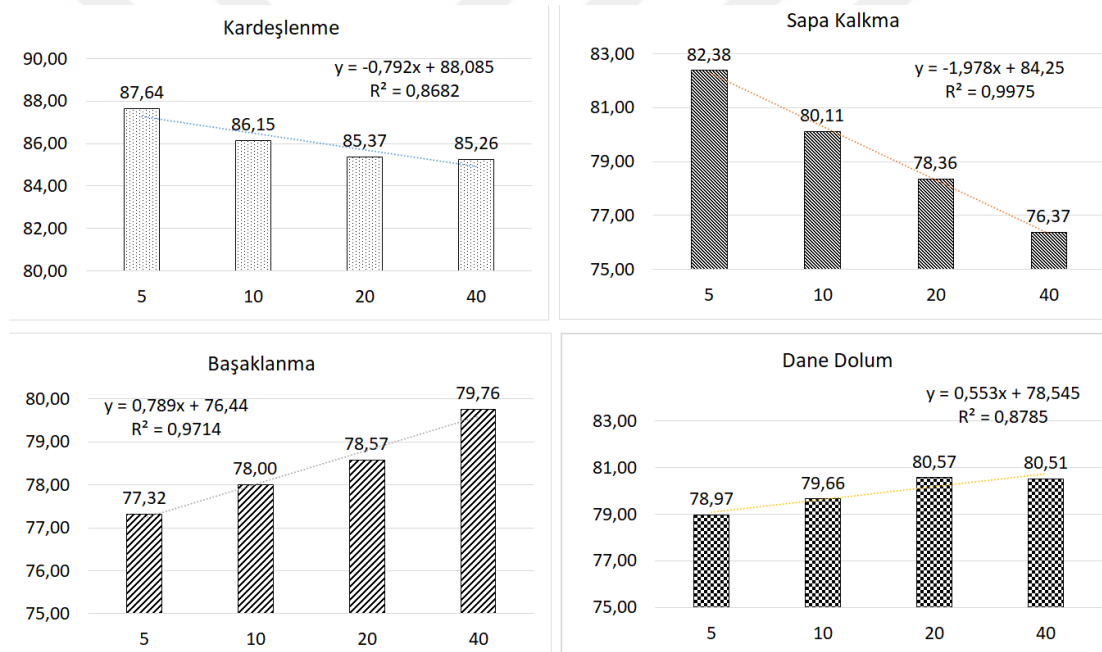
UYGULAMA		ORT.
K-5	A	87.64
KONTROL	A	87.55
K-10	A B	86.15
K-20	B C	85.37
K-40	B C D	85.26
K-SK-B-5	C D E	84.32
K-SK-B-10	C D E	84.09
K-SK-B-DD-10	C D E F	83.77
K-SK-B-DD-5	C D E F G	83.42
K-SK-B-DD-20	C D E F G H	82.90
K-SK-B-40	C D E F G H I	82.53
SK-5	D E F G H I	82.38
K-SK-40	E F G H I	82.34
K-SK-10	E F G H I	81.92
K-SK-B-DD-40	E F G H I J	81.85
K-SK-B-20	F G H I J K	80.94
K-SK-20	G H I J K	80.79
DD-20	G H I J K	80.57
DD-40	H I J K	80.51
B-10	I J K L	79.87
K-SK-5	I J K L	79.77
B-40	I J K L	79.76
DD-10	I J K L	79.66
DD-5	J K L M	78.97
B-20	K L M	78.57
SK-20	K L M	78.36
B-5	L M	77.32
SK-10	M	76.52
SK-40	M	76.37

\*Aynı sütun ve satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Tukey testine göre istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.



Şekil 4.20. Uygulanan sitokinin dozlarına göre tane sertliğindeki değişim

Genel olarak kardeşlenme döneminde yapılan tek uygulamalar en yüksek sertlik değeri elde edilmesine yol açarken, sapa kalkma dönemi uygulamalar en düşük sertlik değeri elde edilmesine yol açmıştır.



Şekil 4.21. Uygulanan sitokinin dozlarında tane sertliğindeki değişim trendi

Kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde artan dozda sitokinin uygulamaları, tane sertliğini azaltırken başaklanma ve dane dolum dönemlerinde artışa neden olmuştur. En yüksek tane sertliği (87.64 PSI) kardeşlenme döneminde 5 ppm (K-5) uygulamasından elde edilmiştir.

Tane sertliği, protein içeriği vb. gibi bazı tane özellikleri buğday tanesi kalitesini belirler. (Surma vd 2012)'e göre tane sertliği çeşitli işleme özelliklerini ve ürünlerin performansını etkiler. Geneix vd (2020)'e göre tane sertliği, buğdayda kalite kriterlerinin en önemli parametrelerdendir. Obuchowski vd (2010)'e göre ise tane sertliği un verimi ile birlikte nişasta hasarının derecesini ve öğütme sırasındaki enerji girdilerinin tümünü etkilemektedir.

Tahılın sertliği dokuyla ilgilidir; yumuşak taneler kesildiğinde beyaz veya unludur ve opak endosperme sahiptir, sert taneler ise ikiye kesildiğinde boynuzsu ve yarı saydamdır ve camsı bir iç kısma sahiptir. Daha yüksek protein içeriğine ve artan elastikiyete sahip sert buğday taneleri, kek ve pastalar için istenen daha düşük protein içeriğine sahip yumuşak çeşitlerle karşılaştırıldığında, daha iyi kalitede ekmek ve makarna yapmak için gereklidir (Wada vd 2010; Ayala vd 2016; Shang vd 2020). Buğday tanesinin dokusu ve kalitesi, çekirdeğin dokusunu değerlendirmek için biyokimyasal temeli oluşturan bir nişasta granül proteini olan friabilin ile ilişkilidir ve friabilin içinde iki bileşim, Pin a ve Pin b mevcuttur (Pasha vd 2010).

Tane sertliği çeşide ait bir özellik olmakla birlikte iklim koşullarından etkilenerek değişim gösterebilir. Genel olarak sert ve gluteni yüksek çeşitlerin de kalitesinin iyi olduğu kabul edilmektedir. Sertlik öğütme açısından da önemli bir özellik olarak kabul edilir ve sert buğdayların öğütülmesi için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Endosperm dokusu (tane sertliği), protein içeriği ve gluten mukavemeti buğdayın kalitesinin en önemli belirleyici unsurları olarak kabul edilir. Endosperm dokusu, buğdayın sınıflandırmasında kolaylık sağladığı için ve ayrıca öğütme, pişirme ve son kullanım kalitesi gibi özellikleri etkilediği için en önemli ve tanımlayıcı kalite kriteridir. Tane sertliğinin ölçümünde kullanılan teknikler, öğütme, kırma ve aşındırma özellikleri dikkate alınarak gruplandırılır. PSI, NIR sertliği, SKCS, inci indeksi, SDS-PAGE ve PCR gibi değerler doku ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Buğday sertliği genetik, çevresel özellikler ile birlikte nem, lipitler, pentozanlar ve protein içeriği gibi faktörlerden de etkilenebilir (Turnbull ve Rahman 2002).

Kek ve bisküvi unları için düşük protein içeriği ve yumuşak tane gereklidir. Bu tür unlar öğütme sırasında düşük nişasta hasarına sahiptir. Yüksek protein içeriği ve sert tane, fırın unu için gerekli özelliklerdir. Makarna buğdayı, yukarıda belirtilen iki tür arasında özelliklere sahip olmalıdır. Nişasta ve gluten üretimi için unlar, öğütme sırasında hasarlı nişasta üretimini dışlamak için nispeten yumuşak olmalıdır. Aynı zamanda yüksek gluten içeriği sağlamalıdır (Brown vd, 1993).

Tahıl öğütülmesi ve buğdayın işlenmesi gıda endüstrisindeki temel işlemlerden birdir (Dziki ve Laskowski, 2005; Hrušková ve Švec, 2009; Hourston ve diğerleri, 2017). Un üretiminde öğütme, tahılın tekrar tekrar ezildiği, elendiği, sınıflandırıldığı ve fraksiyonlara ayrıldığı çok aşamalı bir işlemdir. Öğütme parametreleri, farklı un türleri (örneğin kek, graham veya tam buğday unu), ırmik, kuskus, yulaf kepeği ve buğday tohumu gevreği elde etmek için değiştirilir. Sert buğdaylar ayrıca makarna üretimi için irmiğe işlenir (Hourston vd, 2017). Tahıl bazlı ürünlerin kalitesi yalnızca tahıl işleme yöntemleriyle değil aynı zamanda çeşit özellikleri,

tarımsal işlemler, hasat tarihi, hasat yöntemi ve tahıl depolama koşulları gibi tahıl kalitesini etkileyen diğer birbiriyle ilişkili faktörlerle de belirlenir (Hrušková ve Švec, 2009). Tahıl öğütme ve öğütme işlemleri, endosperm dokusu (sertlik), mekanik özellikler ve şekil dahil olmak üzere çekirdeklerin fiziksel özelliklerinden etkilenir. Bu faktörler ayrıca öğütme ve öğütme sırasında enerji tüketimini de belirler (Kasraei vd., 2015). Tahıl sertliği, yerel kuvvetler uygulandığında katı bir malzemenin deformasyona karşı direnci olarak tanımlanır (Hourston vd., 2017; Ibrahim vd., 2018). Hammaddelerde ve gıda ürünlerinde sertlik, işlenmiş malzemede belirli bir deformasyona neden olmak için gereken kuvvetin ölçülmesiyle belirlenir. Tahıl sertliği, tahılın işleme parametrelerini ve mekanik özelliklerini analiz eden çeşitli yöntemler kullanılarak ölçülür. İşleme parametrelerine dayanan yöntemlerde, tahıl sertliği doğrudan ölçülmez, ancak tane boyutu frekans dağılımı gibi diğer temel parametrelerden türetilir. Elde edilen sonuçlar, sertlik indeksi (HI), yakın kızılötesi (NIR) spektroskopisi ile ölçülen tane sertliği, parçacık boyut indeksi (PSI), buğday sertlik indeksi (WHI) ve inci direnci indeksi (PRI) dahil olmak üzere çeşitli sertlik göstergelerini hesaplamak için kullanılır (Hrušková ve Švec, 2009; Pasha vd, 2010; Ibrahim ve diğerleri, 2018). Tek Çekirdek Karakterizasyon Sistemindeki (SKCS) HI, tane sertliğinin en yaygın kullanılan göstergelerinden biridir. Bu indeks, çekirdeklerin çatlatıldığı ve ezildiği süreçlerin modellenmesi için özellikle yararlıdır (Anderssen ve Haraszi, 2009) ve öğütülmüş ve öğütülmüş tahılın işleme uygunluğunu değerlendirmek için yaygın olarak uygulanır.

Buğday işlemede öğütme çok önemlidir. Buğday un haline getirilir, daha sonra ekmek, kek, tahıl, makarna ve erişte gibi ürünlere dönüştürülür. Yüksek protein içeriğine (>%11) sahip sert ve yumuşak buğday unları, hayati gluten ve nişastayı birlikte üretmek için ıslak öğütmede tercih edilir. Buğday nişastasası, modifiye nişasta üretmek için kullanılır (Maningat ve Bassi, 1999 ). Diğer kullanımlar arasında alkol, gluten ve hayvan yemi üretimi yer alır. Un öğütme bir sanat olarak kabul edilir. Değirmenci, birçok nesil boyunca edindiği deneyimi uygular. Değirmencinin iki ana amacı vardır: birincisi, müşteriye belirtilen ürün kalitesini sağlamak ve ikincisi, endospermi kepekten etkili bir şekilde ayırmak. Un verimi ve un özellikleri, diğer şeylerin yanı sıra, buğday çekirdeği özellikleriyle, özellikle de mekanik özelliklerle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Mekanik özelliklerin yanı sıra, çekirdek rengi, camsılık, kütle, şekil, test ağırlığı, yoğunluk, boyut ve boyut düzgünlüğü gibi diğer özellikler de buğday öğütme değeri değerlendirmesi sırasında dikkate alınır. Bu özellikler, genetik miras, tarımsal teknik yöntemler veya tarımsal çevre koşulları gibi birçok faktöre bağlıdır. Bu özelliklere dayanarak, buğdayın son kullanımı hakkında da sonuca varabiliriz. Buğday çekirdeğinin fiziksel özellikleri ile

öğütme özellikleri arasındaki ilişkilerle ilgili çalışmalar, tahıl işleme endüstrisinin başlangıcından bu yana yürütülmektedir.

Buğdayın öğütme ve pişirme kalitesi ile son kullanım amacına uygunluğunu etkileyen önemli faktörlerden biri de tane sertliğidir ve un verimi, un partikül iriliği, nişasta zedelenmesi, su absorpsiyonu, hamur gelişme süresi ve hamurun uzama yeteneğini etkiler (Morris, 2002). Tane sertliği büyük oranda genetik yapıya bağlı olmakla birlikte ekmeklik buğdayda tane endosperm yapısının arzu edilen sertlikte olması istenir (Karaduman vd., 2017). Ayrıca tane sertliği çevresel ve fiziksel faktörlerin yanında tane proteini, tanenin camsılığı, tane boyutu, suda çözünür pentozanlar, nem ve lipid içeriği gibi kimyasal faktörlerden etkilenir (Anjum ve Walker, 1991; Turnbull ve Rahman, 2002). Kaplan vd. (2016) 199 adet ekmeklik buğdaya ait ortalama sertlik değerini %50.4 olarak belirtmişlerdir. Tane iriliği arttıkça sertlik azalmakta, ancak aynı çeşit içindeki tane sertliği değişimleri, olgunlaşmadaki farklılıklardan kaynaklanabilir. Daha küçük tohumlar daha geç gelişir. Geç kaldıkları için tahıl doldurma döneminde iyi dolmazlar ve gelişmek için daha az zamanları olduğu için buruşup yumuşayabilirler (Gaines, 1986).

Buğdayın kalitesi tane sertliğine bağlıdır ve tane dokusu dünya pazarındaki buğday sınıflarını tanımlamak için kullanılır (Morris vd. 2005). Sert ve yüksek protein içeren buğday yüksek kalitededir ve ekmek yapmak için uygundur (Snape vd. 2005). Tane sertliği, protein (özellikle glüten) nişastadan daha sert olduğundan tanenin protein içeriğiyle ilişkilidir. Protein içeriğindeki artış, sertliğin veya sertliğin artmasıyla sonuçlanır (D'Egidio 2001). Buğday proteini ve tane sertliği arasında pozitif bir ilişki benzer şekilde Slaughter vd. (1992) tarafından belirlenmiştir.

#### **4.3. Buğday Özellikleri Arasındaki İlişkiler**

Deneme konularının korelasyon analizi sonuçları Çizelge 4.23'de verilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre buğdayın verimi ve diğer özellikleri arasındaki ilişkiler, genel olarak birbirinden bağımsız olmayıp istatistik olarak önemlidir.

Hasat nemi, başakta tane sayısı hariç diğer özellikler arasında istatistik olarak önemli ilişkiler söz konusudur. Sonuçlar nemin başak boyu ile %5, diğerleri ile %1 hata derecesinde önemli ilişkileri olduğunu göstermektedir. Bu ilişkilerin yönü, protein, glüten ve zeleny sedimantasyon ile pozitif, diğerleriyle negatif yönlüdür.

Verimin başak boyu ve başakta tane sayısı hariç diğer tüm özellikler arasındaki ilişkisi

%1 hata düzeyinde önemlidir. Bu ilişkinin yönü 1000 tane ağırlığı, hektolitre ve nişasta ile pozitif, diğerleriyle negatif yönlüdür.

Başak boyunun ilişkisi başakta tane sayısı ile %1, 1000 tane ağırlığı ile %5 hata düzeyinde önemli ve pozitif ilişkisi olup, diğerleriyle herhangi bir ilişkisi yoktur.

Başakta tane sayısının başak boyu hariç diğerleri arasında herhangi istatistik ilişkisi yoktur.

1000 tane ağırlığının %1 hata düzeyinde nişasta ve hektolitre ile pozitif yönlü; protein, gluten ve zeleny sedimantasyon negatif yönlü ilişkisi vardır.

Protein değerinin %1 hata düzeyinde olmak üzere gluten, sedimantasyon ve sertlik değerleri ile pozitif; nişasta ve hektolitre ile negatif yönlü ilişkisi vardır.

Nişasta değerinin %1 hata düzeyinde hektolitre ile pozitif yönlü; gluten, zeleny sedimantasyon ve sertlik ile negatif yönlü ilişkisi vardır.

Gluten değerinin %1 hata düzeyinde nem ve protein değeri ile pozitif yönlü; verim, 1000 tane ağırlığı ve nişasta arasında negatif yönlü ilişkisi vardır.

Zeeleny sedimantasyon değerinin %1 hata düzeyinde nem, protein ve gluten değerleri ile pozitif; verim, 1000 tane ağırlığı ve nişasta arasında negatif yönlü ilişkisi vardır.

Sertlik değerinin %1 hata düzeyinde protein, gluten ve zeleny sedimantasyon ile pozitif yönlü; nem, verim ve nişasta ile negatif yönlü ilişkisi vardır.

Çizelge 4.23. Deneme konularının korelasyon analizi sonuçları

	Nem	Verim	Başak boyu	Başak tane sayısı	1000 TA	Protein	Nişasta	Gluten	Zeleny Sed.	Hekto-litre	Sertlik
<b>Nem</b>	1.0000										
<b>Verim</b>	-0.3920**	1.0000									
<b>Başak boyu</b>	-0.2324*	0.1976	1.0000								
<b>Başak tane</b>	-0.1149	0.1453	0.4976**	1.0000							
<b>1000 TA</b>	-0.2383*	0.3524**	0.2245*	0.1408	1.0000						
<b>Protein</b>	0.3322**	-0.6824**	-0.0857	-0.1683	-0.3335**	1.0000					
<b>Nişasta</b>	-0.2995**	0.6611**	0.0692	0.1559	0.3012**	-0.9853**	1.0000				
<b>Gluten</b>	0.2863**	-0.6810**	-0.0830	-0.1754	-0.3357**	0.9965**	-0.9804**	1.0000			
<b>Zel.Sedim.</b>	0.3284**	-0.7041**	-0.1090	-0.1711	-0.3233**	0.9952**	-0.9741**	0.9949**	1.0000		
<b>Hektolitre</b>	-0.5538**	0.4378**	0.0276	-0.0625	0.3009**	-0.5925**	0.6025**	-0.5706**	-0.5653**	1.0000	
<b>Sertlik</b>	-0.4430**	-0.3288**	-0.0900	-0.1116	0.0500	0.4768**	-0.4948**	0.5160**	0.5160**	0.1294	1.0000

\*: istatistik olarak %5 olasılık düzeyinde önemlidir.

\*\* : istatistik olarak %1 olasılık düzeyinde önemlidir.

Bu bulgular, sitokin uygulamaları, büyüme aşamaları ve tane sertliği arasındaki karmaşık etkileşimi vurgulayarak, belirli son kullanım uygulamaları için istenen tane kalitesini

elde etmek için sitokinin dozlarını optimize etmenin önemini vurgulamaktadır. Bu çalışmada incelenen özellikler arasındaki korelasyon analizinin sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. İncelenen özellikler (Hektolitre ağırlığı ve Tane Sertliği hariç) arasındaki ilişkiler  $p < 0,01$  düzeyinde önemlidir. Bulgular, Taheri ve ark. (2021) tarafından elde edilen sonuçlarla tutarlıdır. Buna göre, tane verimi ve hektolitre ağırlığı arasında pozitif bir korelasyon bulunurken, Zeleny sedimentasyon değeri, gluten içeriği ve tane sertliği arasında negatif ve anlamlı korelasyonlar gözlemlenmiştir. Zeleny sedimentasyon değeri, gluten içeriği ve tane sertliği arasında güçlü pozitif ilişkiler tanımlanmıştır.

Buğday kalitesi ve işleme özellikleri, verim, hektolitre ağırlığı, zeleny sedimentasyonu, gluten içeriği ve çekirdek sertliği gibi faktörlerin bir kombinasyonundan etkilenir. Bu özellikler birbiriyle ilişkilidir ve buğdayın çeşitli son kullanım ürünleri için uygunluğunu belirlemede önemli bir rol oynar. En kritik fiziksel özelliklerden biri olan tane sertliği, öğütme verimliliğini, nişasta hasarını ve işleme için gereken enerjiyi önemli ölçüde etkiler. Daha sert buğday çeşitleri genellikle daha kaliteli un verir ve bu da onları ekmek ve makarna üretimi için ideal hale getirir (Surma vd., 2012; Wada vd., 2010). Çekirdek yoğunluğunu yansıtan hektolitre ağırlığı, çekirdek sertliği ile pozitif korelasyona sahiptir. Yüksek hektolitre ağırlığı genellikle yüksek protein içeriği ve ekmek yapımı için uygun işleme özellikleri ile ilişkilidir (Shang vd., 2020). Benzer şekilde, gluten gücünü ve kalitesini değerlendiren bir test olan zeleny sedimentasyonu, protein içeriği ve çekirdek sertliği ile yakından ilişkilidir. Daha güçlü gluten içeriği, ekmek ve makarna gibi sağlam hamur özellikleri gerektiren ürünler için kritik olan daha yüksek sedimentasyon değerlerine karşılık gelir (Obuchowski vd., 2010). Şahin vd. (2011), çalışmalarında sedimentasyon değeri ile protein içeriği arasında anlamlı pozitif korelasyon, bin tane ağırlığı ile ise %1 seviyesinde anlamlı negatif korelasyon olduğunu bildirmiştir ( $p < 0,01$ ). Ekmeklik buğday üzerinde yapılan çalışmalarda Zeleny sedimentasyon değeri ile somun hacmi ve reolojik özellikler arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir (Şahin vd., 2013; Şahin vd., 2011).

Buğday kalitesinin temel belirleyicilerinden biri olan gluten içeriği hem genetik hem de çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Yüksek gluten içeriği hamur elastikiyetini artırır ve yüksek kaliteli ekmek üretmek için gereklidir. Yüksek protein ve gluten içeriğine sahip buğday çeşitleri genellikle ekmek yapımında tercih edilirken, düşük protein seviyelerine sahip olanlar kek ve bisküvi üretimi için daha uygundur (Morris vd., 2005). Ayrıca, çekirdek sertliği ile protein içeriği arasındaki ilişki iyi belgelenmiştir; yüksek protein seviyeleri çekirdek sertliğini artırarak buğdayın ekmek yapım özelliklerini iyileştirir (D'Egidio, 2001). Bu karşılıklı ilişkiler,

buğday işleme ve üretiminde hem kaliteyi hem de verimliliği garanti altına alarak, belirli son kullanım gereksinimlerini karşılamak için buğday özelliklerinin optimize edilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Buğdayda verimle ilgili ıslah çalışmalarında, özellikler arasındaki ilişkilerin bilinmesi önemlidir. Çalışmada, bazı özellikler arasındaki korelasyonlar incelenmiş ve bitki boyu ile verim arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Başakçık sayısı ile başakta tane sayısı ve tane ağırlığı arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir. Ayrıca, başak sayısı ile verim arasında da olumlu bir korelasyon gözlemlenmiştir. Birçok araştırmacı (Kılınç vd. 1996; Birsin, 1998; Ayçiçek vd, 2002; Belay vd, 1993), Dokuyucu vd, 2002), verimi etkileyen başlıca faktörlerin bitki boyu, başak sayısı, başakta tane sayısı ve ağırlığı ile 1000 tane ağırlığı olduğunu belirtmiştir.

Tkachuk ve Kuzina (1979) buğday çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasında bir ilişki olup olmadığını kontrol ettikleri çalışmada kışlık kırmızı sert buğday çeşitlerinde protein oranı, nem içeriği, gözeneklilik, HA ve BDA parametrelerindeki değişimi inceleyerek karşılıklı ilişkisini ve korelasyonunu belirlediler. Nem içeriğindeki bir artışın HA'da bir değişikliğe neden olduğunu ve Protein içeriği ile Hektolitre Ağırlığı arasında ters bir korelasyon olduğunu belirlediler. Genellikle istenmeyen bir özellik olarak kabul edilen düşük bir HA'nin daha yüksek bir protein içeriğine işaret edebileceğini gösterdiler.

Buğdayda tane özellikleri arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmaların sonuçları kesin değildir. Tane sertliği ile protein içeriği (Pasha vd., 2009; Başlar vd., 2012; Kasraei vd., 2015) ve kül içeriği (Dziki vd., 2014; Kasraei vd., 2015) arasındaki korelasyonlar analiz edildiğinde çelişkili bulgular bildirilmiştir. Aynı tane özelliklerini değerlendiren araştırmacılar, bunlar arasında hem önemli korelasyonların varlığını hem de yokluğunu bildirmişlerdir. Demir vd (2024) yaptıkları çalışmada tane sertliği bakımından buğday çeşitleri, tane iriliği ve çeşit x tane iriliği interaksyonu arasındaki fark istatistik olarak  $p > 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

Sertlik, irmik ve buğday unu verimiyle güçlü bir ilişkiye sahiptir. Ayrıca, sertlik ile buğday camsılığı arasında bir korelasyon bulunmuştur (Koksal ve ark., 1993). Sertlik ve öğütme sırasında enerji tüketimi arasında yakın bir ilişki, sert ve yumuşak buğday koleksiyonlarında tanımlanmıştır (Glenn vd, 1991).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma kurak koşullarda su stresi altında yetiştirilen farklı gelişme (kardeşlenme sapa kalkma, başaklanma ve sapa kalkma) dönemlerinde uygulanan sitokin dozlarının buğdayın verim ve kalite özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Uygulamalar, buğdayın belirtilen sabit dozlarda aynı parselde bir veya ardışık takip eden dönemlerde 2, 3 ve 4 defa uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, gelişme dönemlerinde uygulanan sitokin hormonuna buğdayın tepkileri genel olarak belirgin ölçüde farklılık göstermiştir. İncelenen kriterlere göre uygulama dönem ve dozlarının etkileri, genelde kardeşlenme, sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde en fazla etkiyi gösterirken, en az etki genelde dane dolum döneminde gözlenmiştir. Bunun başlıca sebebinin uygulama döneminin önceki dönemlere göre nispeten gecikmiş sayılabilecek bir dönemde yapılmış olması şeklinde düşünülebilir. Araştırmada birden fazla gelişme dönemlerinde yapılan ardışık uygulamalar (Kardeşlenme+Sapa Kalkma, Kardeşlenme+Sapa Kalkma+Başaklanma, Kardeşlenme+Sapa Kalkma+Başaklanma+Dane dolum gibi) incelenen konulara göre farklılık göstermiştir. Örneğin verim açısından incelendiğinde genelde gelişme dönemlerinde tek uygulamalar daha fazla verimin elde edilirken, aynı parselde birden fazla uygulamalar olumsuz bir etkiye ve verim azalmasına neden olmuştur. Bununla birlikte en fazla verim sapa kalkma döneminde 5 ppm dozunda elde edilmiştir.

Benzer şekilde uygulamaların protein oranlarına etkileri bakımından bir değerlendirme yapıldığında, kardeşlenme döneminde doz artışları protein oranlarında azalmaya yol açarken, takip eden dönemlerde doz artışları protein artışına yol açmıştır. Dane dolum döneminde uygulama dozlarının protein oranları üzerinde bir etkisi olmamıştır. En yüksek protein oranları ardışık olarak 3 ve 4 defa yapılan uygulamadan elde edilmiştir.

Bu araştırmanın sonuçları dikkate alınarak yapılacak çalışmada buğdayda sitokin uygulamasının sapa kalkma döneminde 5 ppm dozunda yapılarak verimin artırılması, verim artışı ile ortaya çıkabilecek protein azalmasına çözüm olmak üzere de başaklanma döneminde yapraktan holder veya dronla suda eritilmiş üre gübresi uygulamaları ile de protein artışı sağlanabileceği öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acevedo, E., Nachit, M., Ferrera, G.O., 1991, Effects of heat stress on wheat and possible selection tools for use in breeding for tolerance. p. 401-421. In: DA Saunders (ed.). Wheat for the nontraditional warm areas. Proc. Int. Conf., Mexico, D.F.. CIMMYT.
- Adebisi, Y.A., Ibrahim. K., Lucero-Prisno, D.E., Ekpenyong, A., Micheal, A.I., Chinemelum, I.G., Sina-Odunsi, A.B., 2019, Prevalence and Socio-economic Impacts of Malnutrition Among Children in Uganda. *Nutr Metab Insights*. Nov 25;12:1178638819887398. doi: 10.1177/1178638819887398. PMID: 31802887; PMCID: PMC6878600.
- Adıyaman, M., 2024, Bread Quality: Zeleny Sedimentation Analysis in Foods (in Turkish), <https://www.desmud.org/makaleler-23/ekmek-kalitesi-gidalarda-zeleny-sedimantasyon-analizi> [Accessed in 02.03.2025].
- Agu, R.C., Swanson, J.S., Walker, J.W., Pearson, S.Y., Bringham, T.A., Brosnan, J.M., Jack, F.R., 2009, Predicting alcohol yield from UK soft winter wheat for grain distilling: Combined influence of hardness and nitrogen measurements. *J. Inst. Brew.* 115, 183–190.
- Akçura, M., Hocaoğlu, O., Aydoğan, S., Göçmen, A. A., 2022, Determination of Grain Quality Parameters of Selected Bread Wheat Varieties and Pure Lines Derived from Landraces of Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 10(11), 2173–2179. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i11.2173-2179.5386>
- Akhtar, S. S., Mekureyaw, M. F., Pandey, C., Roitsch, T., 2020, Role of Cytokinins for Interactions of Plants With Microbial Pathogens and Pest Insects. *Frontiers in Plant Science*, 10, 470181. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01777>
- Akıncı, C., 2003, Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Hatlarının Kıyaslanması. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Özetleri, 13-17 Ekim 2003, Diyarbakır, s. 24-32.
- Alp, A., Kün, E., 1999, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Yerel Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Tarımsal ve Kalite Karakterleri Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-18 Kasım 1999, Adana. s. 103- 108

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Altan, A., 1986, Tahıl İşleme Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No:13, 107 s,
- Altan, A., 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi (Yayınlanmamış Ders Notları), 150 s, Adana.
- Alzaayid, D., Aloush, R., 2021, Effect of Cytokinin Levels on Some Varieties of Wheat on Yield, Growth and Yield Components. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 910. 012090. 10.1088/1755-1315/910/1/012090.
- Anderssen, R., Haraszi, R., 2009, Characterizing and exploiting the rheology of wheat hardness. European Food Research and Technology. 229. 159-174. 10.1007/s00217-009-1037-9.
- Anjum, F.M., Walker, C.E., 1991, Review on the significance of starch and protein to wheat kernel hardness. Journal of the Science of Food and Agriculture 56: 113.
- Anonim, 2024, FOSS-NIRS cihazının teknik özellikleri, [https://tekafos.com.tr/assets/katalog/foss/foss-nirs\\_DS3\\_f.pdf](https://tekafos.com.tr/assets/katalog/foss/foss-nirs_DS3_f.pdf)
- Anonymous, 1998, Wet op Landbouproduktstandaarde. Wet no. 119 van 1990, VAN 1421/1998. Jutastat Pty. Ltd., Landsdowne, Suid-Afrika.
- Atlı, A., 1999, Buğday ve Ürünleri Kalitesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları Ve Çözüm Yolları Sempozyumu, 498-506: 8-11 Haziran 1999, Konya.
- Ayala, M., Guzmán, C., Peña, R.J., Alvarez, J.B., 2016, Genetic diversity and molecular characterization of puroindoline genes (*Pina-D1* and *Pinb-D1*) in bread wheat landraces from Andalusia (Southern Spain). *J. Cereal Sci.* 71, 61–65.
- Ayçiçek, M., Yürür, N., 1997, Türkiye Tarımında Makarnalık Buğday Üretimi ve Önemi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11: 267-275.
- Aydoğan, S., Şahin, M., Akçacık, A.G., Yakışır, E., 2014, Farklı tane iriliğinin ekmeklik buğday kalitesine etkisi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 1(1): 27-33.
- Belay, G., Tesemma, T., Mitiku, D, 1993, Variability and Correlation Studies in Durum Wheat

## KAYNAKLAR DİZİNİ

in Alem Tena, Etophia. *Rachis*. 12 (1-2): 38-41.

Birsin, M.A., 1998, Makarnalık Buğdayda Ana Sap Verimi ve Bazı Verim Öğelerinin Korelasyonu ve Path Analizi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7 (2): 40-46.

BM, 2024, 2024: The United Nations publishes new world population projections

Brown, G.L., Curtis, P.S., Osborne, B.G., 1993, Factors affecting the measurement of hardness by NIR spectroscopy of ground wheat. *J. NIR Spectrosc.*, 1: 147–152.

Bulut, S., 2012, Ekmeklik buğdayda kalite. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 28(5), 441-446.

Chastain, T. G., Wysocki, K. J., 1995, Stand establishment responses of soft white winter wheat to seedbed residue and seed size, *Crop Science*, 35: 214- 218.

Chen, D., Liu, B., Lei, T., Yang, X., Liu, Y., Bai, W., Han, R., Bai, H., Chang, N., 2023, Monitoring and Mapping Winter Wheat Spring Frost Damage with MODIS Data and Statistical Data. *Plants*. 12(23):3954. <https://doi.org/10.3390/plants12233954>

Chen, J., Zhu, S., Zhao, G., 2017, Rapid determination of total protein and wet gluten in commercial wheat flour using siSVR-NIR. *Food Chemistry*, 221, 1939-1946. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.155>

Chipilski, R., Moskova, I., Pencheva, A., Kocheva, K., 2021, Field priming with cytokinins enhances seed viability of wheat after low temperature storage. *Plant Soil Environ*. 67 (2021), 77–84. doi: 10.17221/524/2020-PSE

Cruz Nieto, D. D., Castañeda Chirre, E. T., Castro Bartolomé, H. J., Legua Cárdenas, J. A., Nunja García, J. V., Vélez Chang Y. J., Luque Vilca O. M., Ito Díaz R. R., Calizaya Llatasi F. G., Leon, R. and R., Maldonado Mamani, A., 2023, Comparative study of the doses of cytokinin in the quality of caigua (*Cyclanthera pedata* L.) in Peru. *Brazilian Journal of Biology*, 2023, vol. 83, e275635. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.275635>

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Cui, F., Li, J., Ding, A., Zhao, C., Wang, L., Wang, X. et all, 2011, Conditional QTL mapping for plant height with respect to the length of the spike and internode in two mapping populations of wheat. *Theor Appl Genet.* May;122(8):1517-36. doi: 10.1007/s00122-011-1551-6. Epub 2011 Feb 26. PMID: 21359559.
- Çağlar, O., Karaoglu M.M., Bulut, S., Kotancılar, H.G. and Ozturk, A., 2011. Determination of Some Quality Characteristics in Winter and Facultative Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10: 3356-3362.
- Çağlar, Ö., Öztürk A, Bulut S., 2006, Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin Erzurum Ovası koşullarına adaptasyonu. *Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi dergisi*, 37 (1): 1-7.
- Çağlayan, M., Elgün, A., 1999, Değişik çevre şartlarında yetiştirilen ekmeklik buğday hat ve çeşitlerinin bazı teknolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. *Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu*, 513-518, 8-11 Haziran, Konya
- Çakmak, M., 2010, Ekmeklik buğday (*T. aestivum* L.) genotiplerinde başaklanma sonrası bazı fenolojik, fizyolojik ve bitkisel özellikler ile verim, kalite unsurları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Konya.
- Çiftçi, F., 2024, Türkiye'de Buğday Üretim Miktarının Geleceğini Tahmin Etmede Veri Madenciliği Yöntemlerinin Etkinliğinin Karşılaştırılması, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü Yayını Bilimsel Hakemli Dergi, *Wheat Studies* 13 (1): 1-11, 2024, [https://dergipark.org.tr/en/pub/ws\\_j](https://dergipark.org.tr/en/pub/ws_j)
- Cruz, N.D.D, Castañeda, C.E.T., Castro, B.H.J., Legua, C.J.A., Nunja, G.J.V., Vélez, C.Y.J., Luque, V.O.M., Ito, D.R.R., Calizaya, L.F.G., Leon, G.R., Maldonado, M.R.A., 2023, Comparative study of the doses of cytokinin in the quality of caigua (*Cyclanthera pedata* L.) in Peru. *Braz J Biol.* Dec 18;83:e275635. doi: 10.1590/1519-6984.275635. PMID: 38126635.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- D'Egidio, M.G., 2001, Composition and quality of durum wheat and pasta products. In: Durum Wheat, Semolina and Pasta Quality: Recent Achievements and New Trends (Eds. J Abecais, JC Autran, P Feillet). INRA, Paris, pp. 93-112.
- Demir, B., Şahin, M., Akçacık, A., Aydoğan, S., Hamzaoğlu, S., Gür, S., Güçbilmez, Ç., Türköz, M., 2024, Tane İriliklerine Göre Sınıflandırılmış Buğday Çeşitlerine Ait Bazı Kalite Parametrelerinin Glutopeak Cihazıyla Değerlendirilmesi. Ziraat Mühendisliği. 10.33724/zm.1410136.
- Devaux, M.F., 1998, Particle size distribution of break, sizing and middling wheat flours by laser diffraction. *J. Sci. Food Agr.*, 78: 237–244.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R., Martin, D. G., 1987, The relationship of durum wheat test weight to milling performance and spaghetti quality. *Cereal Foods World*, 32(10), 772–777.
- Dokuyucu, T., Akkaya, A., Akçura, M., 2002, Path Analysis of Yield And Some Yield Related Traits of Durum Wheat Genotypes Grown in Rainfed Conditions of Mediterranean Region. *Turkish J. of Field Crops*, 7 (1): 31-39
- Donelson, J. R., Gaines, C. S., Andrews, L. C., Finney, P. F., 2002, Prediction of test weight from a small volume-specific gravity measurement. *Cereal Chemistry*, 79(2), 227–229
- Donmez, E., Sears, R.G., Shroyer, J.P., Paulsen, G.M., 2001, Genetic gain in yield attributes of winter wheat in the Great Plains. *Crop Sci* 41: 1412–1419.
- Dorsey-Redding, C., Hurburgh, C. R., Johnson, L. A., Fox, S. R., 1991, Relationships among maize quality factors. *Cereal Chemistry*, 68(6), 602–605.
- Dönmez, E., Sears, R.G., Shroyer, J.P., Paulsen, G.M., 2001, Genetic gain in yield attributes of winter wheat in the Great Plains. *Crop Sci* 41: 1412–1419.
- Drammeh, W., Hamid, A.N., Rohana, J.A., 2019. Determinants of household food insecurity and its association with child malnutrition in sub-Saharan Africa; A review of the literature. *Curr. Res. Nutrit. Food Sci.* 07 (3), 610–623

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Drezner, G., Dvojkovic, K., Horvat, D., Novoselović, D., Lalic, A., 2007, Environmental impacts on wheat agronomic and quality traits. *Cereal Research Communications - Cereal Res Commun.* 35. 357-360. 10.1556/CRC.35.2007.2.48.
- Dziki, D., 2008, The Crushing of Wheat Kernels and Its Consequence on the Grinding Process. *Powder Technol.*, 185: 181-186.
- Dziki, D., Laskowski, J., 2005, Wheat kernel physical properties and milling process, *Acta Agrophysica*, 2005, 6(1), 59-71.
- Elgün, A., Ertugay Z., Certel M. ve Kotancılar H.G., 1999, Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu (2. Baskı). Atatürk Üni. Yay. No: 867, Ziraat Fak. Yay. No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82, 245 s, Erzurum
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. Kotancılar, H.G., 1998, Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Elgün, A., Türker S., Bilgiçli N., 2001, Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü, Selçuk Üniv.Zir.Fak.Gıda Müh Böl. Yay No.2,Konya, Turkey
- Fajersson, D.F., 1968, Variation in quality of Swedish proven wheat from the breeders. *Vie, W point. Getreide und Mehl* 18 (7): 53-56.
- Fischer, R. A., Hille RisLambers, D., 1978, Effect of environment and cultivar on source limitation to grain weight in wheat. *Aust. J. Agric. Res.* **29**, 443–458.
- Fischer, R. A., Hille, R.D., 1978, Effect of environment and cultivar on source limitation to grain weight in wheat. *Aust. J. Agric. Res.* **29**, 443–458.
- Gaines, C., Raeker, M., Tilley, M., Finney, P., Wilson, J., Bechtel, D., Martin, R., Seib, P., Lookhart, G., Donelson, T., 2000, Associations of Starch Gel Hardness, Granule Size, Waxy Allelic Expression, Thermal Pasting, Milling Quality, and Kernel Texture of 12 Soft Wheat Cultivars. *Cereal Chemistry.* 77. 10.1094/CCHEM.2000.77.2.p.163-168.
- Gaines, C.S., 1986, Texture (hardness and softness) variation among individual soft and hard wheat kernels. *Cereal Chemistry*, 63: 479–484.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Geleta, B., Atak M., Baenziger, P.S., Nelson, L.A., Baltenesperger, D.D., Eskridge, K.M., Shipman, M. J., Shelton, D. R., 2002, Seeding rate and genotype effect on agronomic performance and end-use quality of winter wheat. *Crop Sci.*, 42: 827-832
- Genç, İ., Kırtok, Y. A., Ülger, C., Yağbasanlar, T., 1987, Çukurova Koşullarında Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Hatlarının Başlıca Tarımsal Karakterleri Üzerinde Araştırmalar. Türkiye Tahıl Simpozyumu., 6-9 Ekim 1987, Bursa,. s. 71-82.
- Gençtan, T., Sağlam, T., 1987, Ekim Zamanı ve Ekim Sıklığının Üç Ekmeklik Buğday Çeşidinde Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Türkiye Tahıl Sempozyumu. 6-9 Ekim. 171-183. Bursa.
- Geneix, N., Dalgalarondo, M., Tassy, C., Nadaud, I., Barret, P., Bakan, B., Elmorjani, K., Marion, D., 2020, Relationships between puroindoline A-prolamins interactions and wheat grain hardness. *PLoS ONE*, 15, e0225293.
- Glenn, G.M., Younce, F.L., Pitts, M.J., 1991, Fundamental physical properties characterizing the hardness of wheat endosperm. *J. Cereal Sci.*, 13: 179–194.
- Godawari, P., Sargar, P., Naik, G., Deshmukh, S., Shedje, P., Halge, S., Avadhut, P., Reddy, P., 2022, Effect of Abiotic Stress on Plant Growth and Development, Physiological and Breeding Strategies to Overcome Stress Condition. *International Journal of Plant and Environment*. 8. 1-9. 10.18811/ijpen.v8i03.01
- Gooding, M., Shewry, P., 2022, Wheat: Environment, Food and Health. 10.1002/9781119652601.
- Gooding, M.J., Davies, W. P., 1997, *Wheat Production and Utilization: Systems, Quality and Environment*. Cab International, Cambridge, United Kingdom
- Greenaway, W. T., Watson, C. A., Hunt, W. H., Liebe, E. B., 1971, Performance evaluation of an automated vs. official weightper-bushel-tester. *Cereal Science Today*, 60(5), 146–149.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Guarda, G., Padovan, S., Delogu, G., 2004, Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. *Europ. J.Agron.*, 21: 181-192.
- Guo, J., Wang, F., Zhang, Z., Wu, D., Bao, J. (2021). Characterization of gluten proteins in different parts of wheat grain and their effects on the textural quality of steamed bread. *Journal of Cereal Science*, 102, 103368. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103368>
- Guo, Z., Çen, D., Elkudah, A.M., Roder, M.S., Martin W. M.W., Schnurbusch, T., 2017, Genome-wide association analyses of 54 traits identified multiple loci for the determination of floret fertility in wheat. *New Phytol.* **214**, 257–270 (2017).
- Guo, Z., Çen, D., Elkudah, A.M., Roder, M.S., Martin W. M.W., Schnurbusch, T., 2017, Genome-wide association analyses of 54 traits identified multiple loci for the determination of floret fertility in wheat. *New Phytol.* 214, 257–270 (2017).
- Gür, S., 2022, Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Teknolojik, Reolojik ve Ekmeklik Özellikleri ile Glutopik Parametreleri Arasındaki İlişkiler, (Yüksek Lisans Tezi), Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon
- Halverson, J., Zeleny, L., 1988, Criteria of wheat quality. In: *Wheat: Chemistry and Technology* (Pomeranz Y ed), Vol. 1, pp. 15–45. American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minnesota, USA.
- Harmanşah, F., 2005, Gap yöresinde yüksek kalitede makarnalık (durum) buğdayı yetiştirme imkanları ve sorunları. *Gap IV. Tarım Kongresi*, 21-23 Eylül 1. Cilt sf: 804-809.
- Hlynka, I., Bushuk, W., 1959, The weight per bushel. *Cereal Science Today*, 4(8), 239–240.
- Hook, S.C.W., 1984, Specific weight and wheat quality. *Journal of Science, Food and Agriculture*, 35, 1136–1141.

**KAYNAKLAR DİZİNİ**

- Hourston, J. E., Ignatz, M., Reith, M., Leubner-Metzger, G., Steinbrecher, T., 2017, Biomechanical properties of wheat grains: the implications on milling. *J. R. Soc. Interface.* 1420160828, <http://doi.org/10.1098/rsif.2016.0828>
- Hönig, M., Plíhalová, L., Husičková, A., Nisler, J., Doležal, K., 2018, Role of Cytokinins in Senescence, Antioxidant Defence and Photosynthesis. *Int J Mol Sci.* Dec 14;19(12):4045. doi: 10.3390/ijms19124045. PMID: 30558142; PMCID: PMC6321018.
- Hrušková M., Švec I., 2009, Wheat hardness in relation to other quality factors. *Czech J. Food Sci.*, 27: 240–248.
- Hruskova, M., Famera, O., 2003, Prediction of wheat and flour zeleny sedimentation value using NIR technique, *Czech Journal of Food Science*, 21: 91-96.
- Ibrahim, A., Varga, A.C., Jolankai, M., Safranyik, F., 2018, Applying infrared technique as a nondestructive method to assess wheat grain hardness. *Int. J. Sci. Qual. Anal.* 4 (3), 100–107. <https://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.ijsqa.20180403.16.pdf>.
- Ijaz, U., Kashif, S.M., 2013, "Generation Means Analysis for Five Physiological Traits of Bread Wheat under Rainfed Condition," *Universal Journal of Plant Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 21 - 26, 2013. DOI: 10.13189/ujps.2013.010103.
- Ijaz, U.S., Kashif, M., 2013, Genetic study of quantitative traits in spring wheat through generation means analysis. *American-Eurasian J Agric & Environ Sci.* 13: 191-197.
- Iqbal, M., Shams, N., Fatima, K., 2022, Nutritional Quality of Wheat. [10.5772/intechopen.104659](https://doi.org/10.5772/intechopen.104659).
- Iqbal, N., Khan, N.A., Ferrante, A., Trivellini, A., Francini, A., Khan, M.I.R., 2017, Ethylene Role in Plant Growth, Development and Senescence: Interaction with Other Phytohormones. *Front Plant Sci.* Apr 4;8:475. doi: 10.3389/fpls.2017.00475. PMID: 28421102; PMCID: PMC5378820.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Islam, M. R., Islam, M. S., Akter, N., Mohi-Ud-Din, M., Mostofa, M. G., 2022, Foliar application of cytokinin modulates gas exchange features, water relation and biochemical responses to improve growth performance of maize under drought stress. *Phyton* 91, 633–649. doi: 10.32604/phyton.2022.018074
- Islam, M. R., Rahman, M. M., Mohi-Ud-Din, M., Akter, M., Zaman, E., Keya, S. S., et al. 2022, Cytokinin and gibberellic acid-mediated waterlogging tolerance of mungbean (*Vigna radiata* L. wilczek). *PeerJ* 10, e12862. doi: 10.7717/peerj.12862
- Ivanova, A., Nankova, M., Tsenov, N., 2007, Effect of previous crop, mineral fertilization and environment on the characters of some wheat varieties. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 13: 55-62
- Jing, A., Almasaud, R.A., Bouzayen, M., Zouine, M., Chervin, C., 2020, Auxin and ethylene regulation of fruit set, *Plant Science*, Volume 292, 110381, ISSN 0168-9452, <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110381>.
- Jing, N, Wang, Y., Li, Y., Chao, X., 2022, Artificial intelligence and digital twins in sustainable agriculture and forestry: a survey," *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*: Vol. 46: No. 5, Article 5. <https://doi.org/10.55730/1300-011X.3033> Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/vol46/iss5/5>
- Kacar, B., 2009, *Toprak Analizleri*, 2. Baskı, Nobel Yayınları, 467 sayfa, Ankara.
- Kaplan, E., Pehlivan, A.K., Külen, A., Keçeli, S., Şanal, A., Karaca, K., Salantur, A., 2016, Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinde ekmek hacmi ve bazı kalite parametreleri arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel Sayı-1): 12-18.
- Karaduman, Y., Akın, A., Türkölmez, S., Tunca, Z.S., Belen, S.O., Server, B.B., 2017, Ekmeklik buğday ıslah programında teknolojik kalite parametreleri yönü ile yapılan değerlendirmeler. XII. Tarla Bitkileri Kongresi, Poster Bildiri, 12-15 Eylül, Kahramanmaraş.
- Kasraei, M., Nejadi, J., Shafiei, S., 2015, Relationships between Grain Physicochemical and Mechanical Properties of Some Iranian Wheat Cultivars. *Journal of Agricultural*

## KAYNAKLAR DİZİNİ

Science and Technology. 17. 635-647.

Katyal, M., Singh, N., Chopra, N., Kaur, A., 2019, Hard, medium-hard and extraordinarily soft wheat varieties: Comparison and relationship between various starch properties. *Int. J. Biol. Macromol*, 123, 1143–1149.

Kaushik R, Kumar N, Sihag M.K., Ray, A., 2014, Isolation, characterization of wheat gluten and its regeneration properties. *J Food Sci Technol*. 2015 Sep;52(9):5930-7. doi: 10.1007/s13197-014-1690-2. Epub 2014 Dec 27. PMID: 26345010; PMCID: PMC4554607.

Kaushik, R., Sharma, N., Swami, N., Sihag, M., Goyal, A., Pawar, A., Chawla, P., 2013, Physico-chemical properties, extraction and characterization of gluten from different Indian wheat cultivars. *Res Rev J Crop Crop Sci* 2(1):37–42

Kaushik, R., Kumar, N., Sihag, M., Ray, A., 2014, Isolation, characterization of wheat gluten and its regeneration properties. *Journal of Food Science and Technology -Mysore-*. 52. 10.1007/s13197-014-1690-2.

Kılınc, M., O. Şener ve H. Gözübenli, 1996, Makarnalık Buğdaylarda Verim ve Bazı Verim Komponentlerinin Korelasyon ve Path Analizi. *Mustafa Kemalpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1): 45-58.

Kihlberg, I., Johansson, L., Kohler, A., Risvik, E., 2004, Sensory qualities of whole wheat pan bread - Influence of farming system, milling and baking technique. *Journal of Cereal Science - J Cereal Sci*. 39. 10.1016/S0733-5210(03)00067-5.

Kobata, T., Palta, J.A. and Turner, N.C., 1992, Rate of development of postanthesis water deficits and grain filling of spring wheat. *Crop Sci.*, 32: 1238-1242.

Koksal, H., Atlı, A., Ozkaya, H., Demir, Z., 1993, Comparison of physical properties of wheat and NIR spectroscopy hardness value for prediction of semolina yield. *J. Agr. Forest.*, 17: 821–830.

**KAYNAKLAR DİZİNİ**

- Kong, X., Hou, R., Yang, G., Ouyang, Z., 2023, Climate warming extends the effective growth period of winter wheat and increases grain protein content, *Agricultural and Forest Meteorology*, Volume 336, 109477, ISSN 0168-1923, <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109477>.
- Kumar, R., Khurana, A., Sharma, A.K., 2014, Role of plant hormones and their interplay in development and ripening of fleshy fruits, *Journal of Experimental Botany*, Volume 65, Issue 16, August, Pages 4561–4575, <https://doi.org/10.1093/jxb/eru277>
- Kumar, S., 2020, Abiotic Stresses and Their Effects on Plant Growth, Yield and Nutritional Quality of Agricultural Produce. *International Journal of Food Science and Agriculture*. 4. 367-378. 10.26855/ijfsa.2020.12.002.
- Küplemez, H., Yıldırım, M. U., 2020, Effects of Cytokinin and Auxin on Plant Development and Vascular Tissues in *Lens culinaris*. *Commagene Journal of Biology*, 4(1), 16-21. <https://doi.org/10.31594/commagene.704271>
- Lafond, G.P., Baker, R. J., 1986, Effects of genotype and seed size on speed of emergence and seedling vigor in nine spring wheat cultivars, *Crop Science*, 26: 341-345.
- Le, D.T, Ha, C.V, Nguyen, K.H., Chu, H.D., Zhu, C., Li, W., Watanabe, Y., Kojima, M., Takebayashi, Y., Sakakibara, H., Mochida, K., Lam-Son Phan Tran, L.S.P., 2024, Altering endogenous cytokinin content by GmCKX13 as a strategy to develop drought-tolerant plants, *Plant Stress*, Volume 14, 2024, 100678, ISSN 2667-064X, <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100678>.
- Li, W.Y., Yan, S.H., Yin, Y.P., Li, Y., Liang, T.B., Gu, F., Dai, Z.M., Wang, Z.L., 2008, Comparison of Starch Granule Size Distribution Between Hard and Soft Wheat Cultivars in Eastern China. *Agric. Sci. China* 7, 907–914.
- Liu, H., Shi, Z., Ma, F. *et al.*, 2022, Identification and validation of plant height, spike length and spike compactness loci in common wheat (*Triticum aestivum* L.). *BMC Plant Biol* 22, 568. <https://doi.org/10.1186/s12870-022-03968-0>

**KAYNAKLAR DİZİNİ**

- Liu, H.L., Sun, B.G., 2018, Effect of Fermentation Processing on the Flavor of Baijiu. *J. Agric. Food Chem.* 66, 5425–5432.
- Lockwood, J. F., 1960, Flour Milling (fourth ed.). Henry Simon Ltd, Stockport, United Kingdom.
- Long X., Ju, H., Wang, J.D., Gong S.H., Li, G.Y., 2022, Impact of climate change on wheat yield and quality in the Yellow River Basin under RCP8.5 during 2020–2050, *Advances in Climate Change Research*, Volume 13, Issue 3, Pages 397-407, ISSN 1674-9278, <https://doi.org/10.1016/j.accre.2022.02.006>.
- Lu, Y., Tarkowská, D., Turečková, V., Luo, T., Xin, Y., Li, J., Wang, Q., Jiao, N., Strnad, M., Xu, J. 2014, Antagonistic roles of abscisic acid and cytokinin during response to nitrogen depletion in oleaginous microalga *Nannochloropsis oceanica* expand the evolutionary breadth of phytohormone function. *Plant J*, 80: 52-68. <https://doi.org/10.1111/tpj.12615>
- Lüy, M., Türk, F., Argun, M., Polat, T., 2023, Investigation of the effect of hectoliter and thousand-grain weight on variety identification in wheat using the deep learning method. *Journal of Stored Products Research*. 102. 102116. [10.1016/j.jspr.2023.102116](https://doi.org/10.1016/j.jspr.2023.102116).
- Mader, P., Hahn D., Dubois D., Gunst L., Alfoldi T., Bergmann H., Oehme M., Amado R., Schneider H., Graf U., Velimirov A., Fliebbach A., Niggli, U., 2007, Wheat quality in organic and conventional farming: results of a 21 year field experiment. *J. Sci. Food Agric.*, 87: 1826-1835.
- Main, M.A.R., Nafziger, E.D., 1994, Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat. *Crop Science*, 36: 169-171.
- Mandal, S., Ghorai. M., Anand. U., Samanta. D., Kant, N., Mishra, T., Rahman, M.H., Jha, N.K., Jha, S.K., Lal, M.K., Tiwari, R.K., Kumar. M., Radha, P.D.A., Mane, A.B., Gopalakrishnan, A.V., Biswas. P., Proćków, J., Dey, A., 2024, Cytokinin and abiotic stress tolerance -What has been accomplished and the way forward? *Front Genet.* 2022

**KAYNAKLAR DİZİNİ**

Aug 9;13:943025. doi: 10.3389/fgene.2022.943025. PMID: 36017502; PMCID: PMC9395584.

Mao, H., Jiang, C., Tang, C., Nie, X., Du, L., Liu, Y., Cheng, P., Wu, Y., Liu, H., Kang, Z., Wang, X., 2023, Wheat adaptation to environmental stresses under climate change: Molecular basis and genetic improvement, *Molecular Plant*, Volume 16, Issue 10, Pages 1564-1589, ISSN 1674-2052, <https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.09.001>.

Mecha, B., Alamerew, S., Assefa, A., Dutamo, D., Assefa, E., 2017, Correlation and path coefficient studies of yield and yield associated traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Adv Plants Agric Res* 6 (5), 128–136.

Miedaner, T., Juroszek, P., 2021, Climate change will influence disease resistance breeding in wheat in Northwestern Europe. *Theor Appl Genet.* Jun;134(6):1771-1785. doi: 10.1007/s00122-021-03807-0. Epub 2021 Mar 13. PMID: 33715023; PMCID: PMC8205889.

Millet, E., 1986, Relationships Between Grain Weight and the Size of Floret Cavity in the Wheat Spike. *Ann. Bot.* **58**, 417–423.

Mirbahar, A.A., Markhand, G.S., Mahar, A.R., Abro, S.A., Kanhar, N.A., 2009, Effect of water stress on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum*) varieties. *Pak. J. Bot.*, *41*, 1303–1310.

Mohamed, A.M., Omara, M.K., El-Rawy, M.A., Hassan, M.I., 2019, Impacts of Selection for Spike Length on Heat Stress Tolerance in Bread Wheat (*Triticum aestivum*). *Plant Breed. Biotech.* 7:83-94. <https://doi.org/10.9787/PBB.2019.7.2.83>

Morris, C.F., 2002, Puroindolines: the molecular genetic basis of wheat grain hardness. *Plant Molecular Biology*, 48(5-6): 633-647.

Morris, C.F., Campbell, K.G., Kin, G.E., 2005, Kernel texture differences among US soft wheat cultivars. *J Sci Food Agr* 85: 1959-1965.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Mughal, N., Shoaib, N., Chen, J., Li, Y., He, Y., Fu, M., Li, X., He, Y., Guo, J., Deng, J., Yang, W., Liu, J., 2024, Adaptive roles of cytokinins in enhancing plant resilience and yield against environmental stressors, *Chemosphere*, Volume 364, 143189, ISSN 0045-6535, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.143189>.
- Muqaddasi, Q.H., Brassac, J., Ebmeyer, E., Kollers, S., Korzun, V., Argillier, O., Stiewe, G., Plieske, J., Ganal, M.W., Röder, M.S., 2020, Prospects of GWAS and predictive breeding for European winter wheat's grain protein content, grain starch content, and grain hardness. *Sci. Rep.* 10, 12541.
- Mxolisi P.V., Adeyemi, O., Aremu, N., Makunga, P., Nisler, J., Doležal, K., Masondo N.A., 2024, The potential applications of cytokinins and cytokinin oxidase/dehydrogenase inhibitors for mitigating abiotic stresses in model and non-model plant species, *Current Plant Biology*, Volume 40, 100398, ISSN 2214-6628, <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2024.100398>.
- Obuchowski, W., Salmanowicz, B., Banaszak, Z., Adamski, T., Surma, M., Kaczmarek, Z., Majcher, M., Ługowska, B., Kuczyńska, A., Krystkowiak, K., 2010, Grain hardness of wheat bred in Poland and its relationship to starch damage during milling. *Int. Agrophysics*, 24, 69–74.
- Ohm, J. B., Chung, O. K., Deyoe, C. W., 1998, Single kernel characteristics of hard winter wheats in relation to milling and baking quality. *Cereal Chemistry*, 75(1), 156–161.
- Okuyama, L.A., Federizzi, L.C., Fernandez, J., 2005, Plant traits to complement selection based on yield components in wheat. *Ciênc Rural*. 35: 1010-1018.
- Onar, D., 2018, Türkiye’de yetiştirilen buğdaylarda gluten kalitesinin değerlendirilmesinde glutopik parametrelerinin kullanım olanaklarının araştırılması (Yüksek Lisans Tezi) Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.
- Owolade, J.J., Abdullateef, R.O., Adesola, R.O., Olaloye, E.D., 2022, Malnutrition: An underlying health condition faced in sub Saharan Africa: Challenges and recommendations, *Annals of Medicine and Surgery*, Volume 82, 104769, ISSN 2049-

## KAYNAKLAR DİZİNİ

0801, <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.104769>.

- Ozturk, A., Aydin, F., 2004, Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 190(2):93-99.
- Öztürk, L., Yazici, M. A., Yucel, C., Torun, A., Cekic, C., Bagci, A., Ozkan, H., Braun, H. J., Sayers, Z., Cakmak, I., 2006, Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. *Physiologia Plantarum*. 128: 144-152.
- Öztürk, İ., Gökkuş A., 2008, The effects of nitrogen fertilization on grain yield and quality in some bread wheat varieties. *Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Derg.*, 14 (4):334-340.
- Panozzo, J.F., Eagles, H.A., 2000, Cultivar and environmental effects on quality characters in wheat. II. Protein. *Aust. J. Agric. Res.* 51, 629e636.
- Pasha, I., Anjum, F. M., Butt, M. S., 2009, Biochemical Characterization of Spring Wheats in Relation to Grain Hardness. *Int. J. Food Prop.*, 12: 910-928
- Pasha, I., Anjum, F.M., Morris, C.F., 2016, Grain hardness: A major determinant of wheat quality. *Food Sci. Technol. Int.* 16, 511–522.
- Peterson, C. J., Graybosch, R. A., Beanziger, P. S., Grombacher, A.W., 1992, Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crop Sci.*32: 98-103.
- Pingali, P., 2000, Green Revolution: Impacts, Limits, and the Path Ahead. *PNAS* 109 (31), 12302–12308. doi:10.1073/pnas.0912953109
- Posner, E. S., Hibbs, A. N., 2005, *Wheat Flour Milling* (second ed.). American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minnesota, USA
- Pospíšilová, J., 2003, Interaction of Cytokinins and Abscisic Acid During Regulation of Stomatal Opening in Bean Leaves. *Photosynthetica* 41, 49–56. doi: 10.1023/A:1025852210937

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Prasad, R., 2022, Cytokinin and Its Key Role to Enrich the Plant Nutrients and Growth Under Adverse Conditions-An Update. *Front Genet.* 2022 Jun 20;13:883924. doi: 10.3389/fgene.2022.883924. PMID: 35795201; PMCID: PMC9252289.
- Prerostova, S., Dobrev, P. I., Gaudinova, A., Knirsch, V., Körber, N., Pieruschka, R., Vankova, R., 2018, Cytokinins: Their impact on molecular and growth responses to drought stress and recovery in Arabidopsis. *Frontiers in Plant Sciences*, 9, 655.
- Prerostova, S., Dobrev, P.I., Gaudinova, A., Knirsch, V., Körber, N., Pieruschka, R., Fiorani, F., Brzobohatý, B., Černý, M., Spichal, L., Humplik, J., Vanek, T., Schurr, U., Vankova, R., 2018, Cytokinins: Their Impact on Molecular and Growth Responses to Drought Stress and Recovery in Arabidopsis, *Frontiers in Plant Science*, V. 9, ISSN=1664-462X, Doi=10.3389/fpls.2018.00655
- Protic, R., Miric, M., Protic, N., Jovanovic, Z., Jovin, P., 2007, The test weight of several winter wheat genotypes under various sowing dates and Nitrogen fertilizer rates. *Romanian Agricultural Research* 24:43-46. Available at: <http://www.inceda-fundulea.ro/rar/nr24/24.9.pdf>
- Protić, R., Protić, N., Prodanović, R., Zarić, G., Hyba, H.H.H., Mnifid, A.A., Kharud, M.M.M., 2018, Spike Length of Winter Wheat Varieties According to Different Ways of Seed Protection. *Rom. Biotechnol. Lett.*, 23, 13697–13701.
- Pushman, F. M., 1975, The effect of alteration of grain moisture content by wetting or drying on the test weight of four winter wheat. *Journal of Agricultural Science*, 84, 187–190.
- Pushman, F. M., Bingham, J., 1975, Components of test weight of ten varieties of winter wheat grown with two rates of nitrogen fertilizer application. *Journal of Agricultural Sciences*, 85, 559–563.
- Qin, A., Ning, D., Liu, Z., Li, S., Zhao, B., Duan, A., 2022, Impacts of Irrigation Time and Well Depths on Farmers' Costs and Benefits in Maize Production. *Agriculture*, 12(4):456. <https://doi.org/10.3390/agriculture12040456>

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Rasheela, A.R.P., Khalid, M.F., Abumaali, D.A., Alatalo, J.M., Talaat, A.T., 2024, Impact of Abiotic Stressors on Soil Microbial Communities: A Focus on Antibiotics and Their Interactions with Emerging Pollutants. *Soil Systems* 9:1, pages 2.
- Rashid, Md. B., Sultana, A., Hassan, S. M. Q., Kuya, E., Parding, K., Hygen, H.O., 2024, Changing climate of Bangladesh, EMS Annual Meeting, Barcelona, Spain, 1–6 Sep 2024, EMS2024-444, <https://doi.org/10.5194/ems2024-444>, 2024.
- Rehman, Z.U., 2006, Storage effects on nutritional quality of commonly consumed cereals. *Food Chemistry*, 95: 53- 57
- Rempelos, L., Almuayrifi M.S.B, Baranski, M., Tetard-Jones, C., Barkla, B., Cakmak, İ., Ozturk, L., Cooper, J., Volakakis, N., Hall, G., Zhao, B., Rose, T.J., Wang, J., Kalee, H.A., Sufar, E., Hasanalieya, G., Bilsborrow, P., Leifert, C., 2020, The effect of agronomic factors on crop health and performance of winter wheat varieties bred for the conventional and the low input farming sector, *Field Crops Research*, Volume 254, 107822, ISSN 0378-4290, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107822>.
- Reynolds, M., Braun, H., 2019, Benefits to low-input agriculture. *Nat Plants*. Jul;5(7):652-653. doi: 10.1038/s41477-019-0462-4. PMID: 31209284.
- Sağlam, A.C., Yaver, S., Başer, İ., Cinkılıç, İ., 2014, The Effects of Different Hormones and their doses on Rooting of Stem Cuttings in Anatolian Sage (*Salvia Fruticosa* Mill.), *APCBEE Procedia*, Volume 8, 2014, Pages 348-353, ISSN 2212-6708, <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.03.052>.
- Sağlam, A.C., Yaver, S., Başer, İ., Cinkılıç, İ., 2014, The Effects of Different Hormones and their doses on Rooting of Stem Cuttings in Anatolian Sage (*Salvia Fruticosa* Mill.), *APCBEE Procedia*, Volume 8, 2014, Pages 348-353, ISSN 2212-6708, <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.03.052>.
- Saleem, A.S., Mekureyaw, M.F., Chandana, P., Roitsch, T., 2020, Role of Cytokinins for Interactions of Plants With Microbial Pathogens and Pest Insects, *Frontiers in Plant Science*, V.10, 2020, URL=<https://www.frontiersin.org/journals/plant->

**KAYNAKLAR DİZİNİ**

science/articles/10.3389/fpls.2019.01777,DOI=10.3389/fpls.2019.01777,  
ISSN=1664-462X

Shammi, S., Diepeveen, D., Zander, S., Michael, G.K. Jones, F.S, 2024, Early frost detection in wheat using machine learning from vertical temperature distributions, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 221, 108950, ISSN 0168-1699, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.108950>.

Shang, J., Li, L., Zhao, B., Liu, M., Zheng, X., 2020, Comparative studies on physicochemical properties of total, A- and B-type starch from soft and hard wheat varieties. *Int. J. Biol. Macromol.* 154, 714–723.

Sharma, S., Kaur, P., Gaikwad, K., 2022, Role of cytokinins in seed development in pulses and oilseed crops: Current status and future perspective. *Front Genet.* Oct 12;13:940660. doi: 10.3389/fgene.2022.940660. PMID: 36313429; PMCID: PMC9597640.

Shuey, W. C., 1960, A wheat sizing technique for predicting flour milling yield. *Cereal Science Today*, 5, 71–75.

Slaughter, D.C., Norris, K.H., Hruschka, W.R., 1992, Quality and classification of hard red wheat. *Cereal Chem* 69: 428-432.

Snape, J., Fish, L., Leader, D., Bradburne, R., Turner, A., 2005, The impact of genomics and genetics on wheat quality improvement. *Turk J Agr For* 29: 97-103.

Sobol, S., Chayut, N., Nave, N., Kafle, D., Hegele, M., Kaminetsky, R., 2014, Genetic variation in yield under hot ambient temperatures spotlights a role for cytokinin in protection of developing floral primordia. *Plant, Cell and Environment.* 37, 643–657. doi: 10.1111/pce.12184

Sosnowski, J., Truba, M., Vasileva, V., 2023, The Impact of Auxin and Cytokinin on the Growth and Development of Selected Crops. *Agriculture.* 13(3):724. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030724>

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Surma, M., Adamski, T., Banaszak, Z., Kaczmarek, Z., Kuczyńska, A., Majcher, M., Ługowska, B., Obuchowski, W., Salmanowicz, B., Krystkowiak, K., 2012, Effect of genotype, environment and their interaction on quality parameters of wheat breeding lines of diverse grain hardness. *Plant. Prod. Sci.* 15, 192–203.
- Şahin, M., Akçacık, A. G., Aydoğan, S., Özer, E., 2013, Ekmeklik buğday tane boyutunun kalite özellikleri üzerine etkisi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23(2): 1-8.
- T.T.A.E., 2024, Kate-A1 buğday çeşit özellikleri, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=26> [Giriş tarihi : 25.01.2025]
- Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., Yagnik, H., Shah, M., 2020, Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides, *Artificial Intelligence in Agriculture*, Volume 4, Pages 58-73, ISSN 2589-7217, <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.04.002>.
- Taşyürek, İ., Kırtok, Y. A., Ülger, C., Yağbasanlar, T., 1987, Çukurova Koşullarında Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Hatlarının Başlıca Tarımsal Karakterleri Üzerinde Araştırmalar. *Türkiye Tahıl Simpozyumu.*, 6-9 Ekim 1987, Bursa,. s. 71-82.
- Taşyürek, T., S. Gökmen, V. Temirkaynak, Sakin, M.A., 1999, Sivas-Şarkışla Koşullarında Buğday, Arpa ve Triticale'nin Verim ve Verim Unsurları Üzerine Bir Araştırma. *Orta Anadolu'da Hububat Tarımını Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu.* 8-11 Haziran 1999, Konya, s. 626-629.
- Tayyar, Ş., Gül, M.K., 2008, Evaluation of 12 bread wheat varieties for seed yield and some chemical properties grown in Northwestern Turkey. *Asian Journal of Chemistry* 20(5):3715-3725.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Tkachuk, R., Kuzina, F., 1979, Wheat: relations between some physical and chemical properties. *Can. J. Plant Sci.* 59 (1), 15–20.
- Troccoli, A. and di Fonzo, N., 1999, Relationship between kernel size features and test weight in *Triticum durum*. *Cereal Chemistry*, 76, 45-49. doi:10.1094/CCHEM.1999.76.1.45
- TÜİK, 2025, Türkiye nüfus istatistikleri. Ankara
- Turnbull, K.M., Rahman, S., 2002, Endosperm texture in wheat. *J. Cereal Sci.*, 36: 327–337.
- Uluöz, M., 1965. Buğday Un ve Ekmek Analiz Metodları Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No:29. 91 s, İzmir, Turkey.
- Ünal, S., 2002. Buğdayda Kalitenin Önemi ve Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. 3-4 Ekim 2002, Gaziantep, s. 25-37.
- Ünal, S.S., 1991, Hububat Teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Baskısı, 216 s, İzmir.
- Verslues, P., 2016, ABA and cytokinins: challenge and opportunity for plant stress research. *Plant Molecular Biology*. 91. 10.1007/s11103-016-0458-7.
- Wada, N., Kajiyama, S., Cartagena, J.A., Lin, L., Akiyama, Y., Otani, M., Suzuki, G., Mukai, Y., Aoki, N., Fukui, K., 2010, The effects of puroindoline b on the ultrastructure of endosperm cells and physicochemical properties of transgenic rice plant. *J. Cereal Sci.* 51, 182–188.
- Wang, L., Ge, H., Hao, C., Dong, Y., Zhang, X., 2012, Identifying Loci Influencing 1000 Kernel Weight in Wheat by Microsatellite Screening for Evidence of Selection during Breeding. *Plos one*7(2): e29432. Doi: 10.1371/ journal.pone. 0029432.
- Weibel, R. O., Pendleton, J. W., 1964, Effect of artificial lodging on winter wheat grain yield and quality. *Agronomy Journal*, 56, 487–488.
- Witcombe, J.R., Hollington, P.A., Howarth, C.J., Reader, S., Steele, K.A., 2008, Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* Feb

## KAYNAKLAR DİZİNİ

27; 363 (1492):703-16. doi: 10.1098/rstb.2007.2179. PMID: 17761467; PMCID: PMC2610105.

Wu, W., Du, K., Kang, X., 2021, The diverse roles of cytokinins in regulating leaf development. *Hortic Res* 8, 118., <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00558-3>

Wu, Y., Liu, B., Gong, Z., Hu, X., Ma, J., Ren, D., Liu, H., Ni, Y., 2022, Predicting yield loss in winter wheat due to frost damage during stem elongation in the central area of Huang-huai plain in China, *Field Crops Research*, Volume 276, 108399, ISSN 0378-4290, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108399>.

Yağdı, K., 2001, Bursa Ekolojik Koşullarında Ekmeklik Buğdaylarda Verim ve Verime Etkili Bazı Özelliklerin Korelasyonu ve Path Analizi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15: 11-18.

Yağdı, K., 2001, Bursa Ekolojik Koşullarında Ekmeklik Buğdaylarda Verim ve Verime Etkili Bazı Özelliklerin Korelasyonu ve Path Analizi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15: 11-18.

Yağdı, K., Ekingen, H.R., 1995, Beş ekmeklik buğday çeşidinin diallel melez döllerinde bazı agronomik özelliklerin kalıtımı, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 81-93.

Yamaguchi, I., Cohen, J. D., Culler, A. H., Quint, M., Slovin, J. P., Nakajima, M., Yamaguchi, S., Sakakibara, H., Kuroha, T., Hirai, N., Yokota, T., Ohta, H., Kobayashi, Y., Mori, H., Sakagami, Y., 2010, Plant hormones. In *Comprehensive Natural Products II: Chemistry and Biology* (Vol. 4, pp. 9-125). Elsevier Ltd

Yamazaki, W. T., Briggles, L. W., 1969, Components of test weight in soft wheat. *Crop Science*, 9, 457-459.

Yavuz, D., Topak, R., Yavuz, N., 2014, Determining Energy Consumption of Sprinkler Irrigation for Different Crops in Konya Plain, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(3): 312-321.

**KAYNAKLAR DİZİNİ**

Zakharova, N.N., Zakharov, N.G., 2024, Wheat grain production in the world and its dynamics.

E3S Web of Conferences. 480. 10.1051/e3sconf/202448003001.

Zlobin, I. E., Vankova, R., Dobrev, P. I., Gaudinova, A., Kartashov, A. V., Ivanov, Y. V.,

Ivanova, A. I., Kuznetsov, V. V., 2023, Abscisic Acid and Cytokinins Are Not Involved in the Regulation of Stomatal Conductance of Scots Pine Saplings during

Post-Drought Recovery. *Biomolecules*, 13(3), 523.

<https://doi.org/10.3390/biom13030523>

