



**GAMA IŞINLAMASI İLE OLUŞTURULAN EKMEKLİK BUĞDAY (L.) M<sub>4</sub>  
POPULASYONLARININ BAZI MORFOLOJİK VE AGRONOMİK  
ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ**

**UĞUR BARKIN BAKAR**

**Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman: Prof. Dr. Oğuz BİLGİN**

**2023**

T.C.  
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



GAMA IŞINLAMASI İLE OLUŞTURULAN EKMEKLİK BUĞDAY (L.) M<sub>4</sub>  
POPULASYONLARININ BAZI MORFOLOJİK VE AGRONOMİK  
ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ

UĞUR BARKIN BAKAR

ORCID: 0000-0003-4712-5858

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Danışman: Prof. Dr. Oğuz BİLGİN

ŞUBAT-2023

Her hakkı saklıdır.

## ÖZET

### GAMA IŞINLAMASI İLE OLUŞTURULAN EKMEKLİK BUĞDAY (L.) M<sub>4</sub> POPULASYONLARININ BAZI MORFOLOJİK VE AGRONOMİK ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ

Uğur Barkın BAKAR

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Oğuz BİLGİN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nde 2019-2020 yetiştirme döneminde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülen bu çalışmada, 5 adet farklı ekmeklik buğday ticari çeşidi ve bu çeşitlerin <sup>60</sup>Co kaynağından 4 farklı gama dozu (100, 200, 300 ve 400 Gy) uygulaması ile elde edilmiş olan 20 adet M<sub>4</sub> populasyonu materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada incelenen tane verimi ve kalite özellikleri için genotip ve mutasyon dozu ortalamaları arasındaki farklılıklar ile başakta tane sayısı ve yaş gluten oranı hariç diğer tüm özellikler için genotip x doz interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Genel olarak kontrolle karşılaştırıldığında düzenli olmamakla birlikte; gama ışını dozlarının bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane ağırlığı, protein oranı, yaş gluten oranı, zeleny sedimantasyon değeri, enerji değeri ve tane sertliği için pozitif yönde değiştirici ve başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, hasat indeksi, hektolitre ağırlığı ve tane verimi için ise negatif yönde değiştirici etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ekmeklik buğday mutasyon ıslahı çalışmalarında verim ve verim komponentlerinin iyileştirilmesi için 100 ile 200 Gy arasında gama ışını dozlarının, tane kalite özelliklerinin iyileştirilmesi için de 300 ile 400 Gy arasında gama ışını dozlarının daha etkili sonuçlar oluşturabileceği anlaşılmıştır. Çalışmamızda fenotipik varyasyon katsayısı (PCV) değerleri (%1,47-14,90) ile genotipik varyasyon katsayısı (GCV) değerleri (%1,31-14,29) orta ve düşük olarak tahmin edilmiştir. Geniş anlamda kalıtım derecesi ve %10 seleksiyon şiddetinde beklenen genetik ilerleme değerleri sırasıyla %53,66-96,31 ve %0,53-67,85 arasında değişmiştir. Yüksek kalıtım derecesi ile birlikte yüksek genetik ilerlemenin tahmin edildiği alveograf enerji değeri için seleksiyonun M<sub>4</sub> generasyonunda etkili olabileceği görülmektedir. Başakta tane sayısı ve tane sertliği değeri için yüksek kalıtım derecesi değeri ile orta genetik ilerlemenin tahmin edilmiş olması bu özellikler için seleksiyonun sonraki generasyonlara bırakılmasının daha uygun olabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ekmeklik buğday, Mutasyon, Gama Işını, Genetik İlerleme

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF CHANGES IN SOME MORPHOLOGICAL AND AGRONOMIC PROPERTIES OF BREAD WHEAT (L.) M<sub>4</sub> POPULATIONS GENERATED BY GAMA IRRADIATION

Ugur Barkin BAKAR

Department of Field Crops

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Oguz BILGIN

In this study, which was carried out in the 2019-2020 growing season in Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops as split plots design in randomized blocks with 4 replications 5 commercial wheat varieties and 20 M<sub>4</sub> populations obtained from their <sup>60</sup>Co source with 4 different gamma doses (100, 200, 300 and 400 Gy) were used as material. Differences between genotype and mutation dose averages for grain yield and quality traits examined in the study, and genotype x dose interaction were found to be statistically significant for all traits except the number of grains per spike and wet gluten ratio. Generally not regular; gamma ray doses shifted positive direction for plant height, spike length, grain weight per spike, protein content, wet gluten content, zeleny sedimentation value, energy value and grain hardness, and shifted negative direction for spikelet number per spike, number of grain per spike, thousand grain weight, harvest index, test weight and grain yield compared to control. In bread wheat mutation breeding studies, it has been understood that gamma ray doses between 100 and 200 Gy for improving yield and yield components and gamma ray doses between 300 and 400 Gy for improving grain quality characteristics can produce results that are more effective. Broad sense heritability and expected genetic progression values at %10 selection severity varied between %53.66-%96.31 and %0.53-%67.85, respectively. It is seen that selection for alveograph energy value, which predicts high genetic advance with high heritability, may be effective in M<sub>4</sub> generation. High heritability and moderate genetic advance values were estimated for the number of grains per spike and grain hardness, indicating that it may be more appropriate the selection for these traits to delay the next generations.

**Keywords:** Bread wheat, Mutation, Gama rays, Genetic advance

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>v</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ.....</b>	<b>x</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Literatür Özeti .....	7
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	14
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>15</b>
2.1 Materyalin Elde Edilmesi .....	16
2.2 Denemenin Kurulması ve Yönetilmesi .....	17
2.3 Araştırma Yerinin Toprak ve İklim Özellikleri .....	17
2.3.1 Toprak Özellikleri .....	17
2.3.2 İklim Özellikleri .....	18
2.4 Deneme Verilerinin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi.....	20
2.4.1 Araştırmada İncelenen Morfolojik ve Kalite Özellikleri .....	20
2.4.2 Biyometrik Değerlendirme .....	22
<b>3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>23</b>
3.1 Morfolojik Özellikler .....	23
3.1.1 Bitki Boyu .....	23
3.1.2 Başak Uzunluğu .....	26
3.1.3 Başakta Başakçık Sayısı .....	30
3.1.4 Başakta Tane Sayısı .....	33
3.1.5 Başakta Tane Ağırlığı .....	37
3.1.6 Hasat İndeksi.....	40
3.1.7 Bin Tane Ağırlığı .....	43
3.1.8 Hektolitre Ağırlığı.....	47
3.1.9 Tane Verimi .....	50
3.2 Kalite Özellikleri.....	54
3.2.1 Protein Oranı .....	54
3.2.2 Yaş Gluten Oranı .....	57
3.2.3 Zeleny Sedimentasyon Değeri .....	61
3.2.4 Alveograf Enerji Değeri.....	64
3.2.5 Tane Sertliği.....	68

3.3 Genetik Parametreler.....	71
3.3.1 Maksimum-minimum Değerler .....	73
3.3.2 Varyasyon Katsayıları.....	73
3.3.3 Geniş Anlamda Kalıtım Derecesi ve Genetik İlerleme.....	74
<b>4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>76</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>76</b>



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Araştırmada materyal olarak kullanılan genotiplerin bazı tarımsal özellikleri ....	15
Çizelge 2.2. Araştırma yerine ait toprak analizi sonuçları .....	18
Çizelge 2.3. Tekirdağ İline ilişkin 2019-2020 yetiştirme yılına ait iklim verileri.....	19
Çizelge 2.4. Tekirdağ İli'ne ait uzun yıllar ortalaması (1940-2021) iklim verileri.....	20
Çizelge 3.1. Bitki boyu özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları .....	23
Çizelge 3.2. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre bitki boyundaki değişim oranları ve önemlilikleri.....	24
Çizelge 3.3. Bitki boyu özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri .....	25
Çizelge 3.4. Bitki boyu özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	25
Çizelge 3.5. Başak uzunluğu özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları .....	27
Çizelge 3.6. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre başak uzunluğundaki değişim oranları ve önemlilikleri.....	27
Çizelge 3.7. Başak uzunluğu özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri	28
Çizelge 3.8. Başak uzunluğu özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	29
Çizelge 3.9. Başakta başakçık sayısı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 3.10. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre başakta başakçık sayısındaki değişim oranları ve önemlilikleri.....	31
Çizelge 3.11. Başakta başakçık sayısı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri .....	32
Çizelge 3.12. Başakta başakçık sayısı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	32
Çizelge 3.13. Başakta tane sayısı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	34
Çizelge 3.14. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre başakta tane sayısındaki değişim oranları ve önemlilikleri.....	34
Çizelge 3.15. Başakta tane sayısı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri .....	35
Çizelge 3.16. Başakta tane sayısı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	36

Çizelge 3.17. Başakta tane ağırlığı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları ..	37
Çizelge 3.18. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre başakta tane ağırlıklarındaki değişim oranları ve önemlilikleri .....	38
Çizelge 3.19. Başakta tane ağırlığı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri .....	39
Çizelge 3.20. Başakta tane ağırlığı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri.....	39
Çizelge 3.21. Hasat indeksi özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları .....	41
Çizelge 3.22. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre hasat indekslerindeki değişim oranları ve önemlilikleri .....	41
Çizelge 3.23. Hasat indeksi özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri ..	42
Çizelge 3.24. Hasat indeksi özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	43
Çizelge 3.25. Bin tane ağırlığı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları .....	44
Çizelge 3.26. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre bin tane ağırlıklarındaki değişim oranları ve önemlilikleri .....	44
Çizelge 3.27. Bin tane ağırlığı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri .....	45
Çizelge 3.28. Bin tane ağırlığı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	46
Çizelge 3.29. Hektolitre ağırlığı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları .....	47
Çizelge 3.30. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre hektolitre ağırlıklarındaki değişim oranları ve önemlilikleri .....	48
Çizelge 3.31. Hektolitre ağırlığı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri .....	49
Çizelge 3.32. Hektolitre ağırlığı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	50
Çizelge 3.33. Tane verimi özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	51
Çizelge 3.34. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre tane verimindeki değişim oranları ve önemlilikleri .....	51
Çizelge 3.35. Tane verimi özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri.....	52
Çizelge 3.36. Tane verimi özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	53



Çizelge 3.37. Protein oranı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları .....	54
Çizelge 3.38. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre protein oranlarındaki değişim oranları ve önemlilikleri .....	55
Çizelge 3.39. Protein oranı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri ...	56
Çizelge 3.40. Protein oranı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	56
Çizelge 3.41. Yaş gluten oranı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları.....	58
Çizelge 3.42. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre yaş gluten oranlarındaki değişim oranları ve önemlilikleri .....	58
Çizelge 3.43. Yaş gluten oranı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri .....	59
Çizelge 3.44. Yaş gluten oranı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	60
Çizelge 3.45. Zeleny sedimantasyon değeri özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları .....	61
Çizelge 3.46. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre Zeleny sedimantasyon değerlerindeki değişim oranları ve önemlilikleri.....	62
Çizelge 3.47. Zeleny sedimantasyon değeri özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri .....	63
Çizelge 3.48. Zeleny sedimantasyon değeri özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	63
Çizelge 3.49. Alveograf enerji değeri özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları .....	65
Çizelge 3.50. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre alveograf enerji değerlerindeki değişim oranları ve önemlilikleri.....	65
Çizelge 3.51. Alveograf enerji değeri özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri .....	66
Çizelge 3.52. Alveograf enerji değeri özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri.....	67
Çizelge 3.53. Sertlik özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları .....	68
Çizelge 3.54. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre sertlikteki değişim oranları ve önemlilikleri.....	69
Çizelge 3.55. Sertlik özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri .....	70

Çizelge 3.56. Sertlik özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri .....	70
Çizelge 3.57. Çalışmada incelenen karakterlerin genetik değerlendirme sonuçları.....	72



## SİMGELER DİZİNİ

pH	Hidrojen iyon konsantrasyonunun logaritmik ölçüsü (-log [H+])
$^{60}\text{Co}$	Kobalt 60
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat Derece
$h_{bs}^2$	Geniş Anlamda Kalıtım Derecesi
$^{\circ}$	Derece
%	Yüzde



## KISALTMALAR DİZİNİ

AACC	Amerika Klinik Kimya Derneği
ark.	Arkadaşları
cm	Santimetre
da	Dekar
EKÖF	En Küçük Önemli Fark
EMS	Etil Metansülfonat
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
F-80	Flamura-80
F-85	Flamura-85
g	Gram
Gy	Gray
hl	Hektolitire
IAEA	Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu
ICC	Uluslararası Ticaret Odası
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
J	Joule
kGy	Kilo Gray
kg	Kilogram
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MVD	Mutant Çeşitler Veritabanı
NIR	Near Infrared Reflectance
NKÜ	Namık Kemal Üniversitesi
ppm	Milyonda bir birim
Spp.	Alt Türleri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	Amerika Birleşik Devleti Tarım Bakanlığı
vd.	Ve diğerleri
vb.	Ve benzeri

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans sürecim boyunca bana araştırma olanağı sağlayan ve tez çalışmamın her aşamasında yakın ilgi ve önerileri ile bu süreci tamamlamama destek veren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Oğuz BİLGİN'e, çalışmam süresince öneri ve bilgileriyle desteklerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. İsmet BAŞER ve Sayın Doç. Dr. Alpay BALKAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, birlikte çalıştığımız meslektaşlarım ve dostlarım Dr. Eyüp Erdem TEYKİN'e, Zir. Yük. Müh. Birol DEVİREN'e, Arş. Gör. Damla BALABAN GÖÇMEN'e ve Zir. Yük. Müh. Mert KIRÇİÇEK'e teşekkürlerimi sunarım.

Beni her zaman karşılıksız destekleyen, eğitim sürecimi yaptıkları fedakarlıklarla kolaylaştıran, sevgilerini her koşulda hissettiren değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Uğur Barkın BAKAR

Ziraat Mühendisi

## 1. GİRİŞ

Tahıllar insanlığın yerleşik hayata geçip geleneksel tarıma başladığından beri en çok üretilen ve tüketilen tarımsal ürün gruplarından biri olmuştur. Tahıllar arasında ise buğday (*Triticum* spp.) dünyada en çok ekilen ve gıda olarak tüketilen en önemli besin kaynağıdır. Protein ve karbonhidrat açısından diğer gıdalara göre kolay ve ucuz elde edilebilir olması nedeniyle buğday tahıl ürünleri arasında stratejik bir öneme sahiptir (Duru vd., 2019). Poaceae familyasına ait olan ekmeklik buğday (L.), yaklaşık 8.000 ila 10.000 yıl önce Neolitik dönemde Bereketli Hilal'de birbirini izleyen doğal melezlemeler sonucunda meydana gelen alloheksaploid bir türdür (Sansaloni vd., 2020).

Dünyada buğday, ekim alanı yönünden ilk sırada üretim yönünden ikinci sırada yer almaktadır (USDA, 2014). Buğday, dünya tahıl üretiminin yaklaşık %30'u ve dünya hububat ticaretinin %50'si ile en büyük katkıyı sağlayan bitkidir (Akter ve Rafiqul Islam, 2017). Her yıl yaklaşık 750 milyon ton üretimle, 220 milyon hektarı kapsayan ekim alanıyla ve günlük alınan kalorinin %15'ini sağlaması ile buğday, dünya çapında en çok tüketilen tahıllar arasındadır (Balfourier vd., 2019). Dünya nüfusunun yüzde 35'inden fazlasının buğdaya bağlı olduğu tahmin edilmektedir (Bourlaug, 1968; Johnson vd., 1978). Özellikle Afrika ve Asya ülkelerindeki nüfus artışı, değişen gıda tüketim alışkanlıkları ve sosyo-ekonomik ortamlar nedeniyle buğdaya olan küresel talep artmıştır (Mondal vd., 2016). Buğdayın gelişme hızının yüksek olması, geniş adaptasyon yeteneğine sahip olması, verimli bir bitki olması ve birçok ülkenin beslenme, ticari, sosyo-ekonomik ihtiyaçlarını karşılama gibi nedenlerinden dolayı dünya çapında 779 milyon ton üretimi yapılmaktadır (USDA, 2022). Buğday, dünya tahıl ekim alanı içinde % 32.4, üretimde % 28.5 pay almasına karşılık, ülkemizde ise bu değerler % 67.1 ve % 63.1 gibi yüksek değerlere ulaşmaktadır (Anonim, 1996). Ülkemizde tarla tarımının temelini oluşturan ve hemen her bölgemizde yetişebilen buğday; kullanım alanlarının çeşitliliği, tarımın tamamıyla mekanize olması, destekleme alımlarının olması ve yetiştiriciliğinin kolay olması gibi özelliklerinden dolayı ekiliş ve üretim bakımından yaklaşık 5.5 milyon hektar alanda 14.5 milyon ton üretim yapılarak ilk sırada yer almaktadır (TÜİK, 2022).

Dünyanın en önemli kültür bitkilerinden biri olan buğdayın yeryüzünde farklı coğrafik alanlara yayılması, insanların beslenmesinde temel gıda maddesi olması, besinlerden alınan kalorinin yaklaşık % 2'sini (Toklu ve Yağbasanlar, 2005) sağlaması, gelişmekte olan ülkeler için günlük protein alımının % 20'sini sağlaması, dünya nüfusu için birincil protein kaynağı olması (Braun vd., 2010) ve özellikle esansiyel amino asitler içermesinden (Ranum vd., 1990) dolayı ıslah çalışmalarında ilk sıralarda yer almaktadır. Günümüzde insanların beslenmesi açısından yaşamsal öneme sahip olan tahıllarda, üretim ve kalite sorunlarının çözülmesi için kullanılacak genetik varyabilitenin son sınırlarına yaklaşılmıştır. Verimdeki genetik kazanımlar şu anda yılda yaklaşık %1 oranındadır (Mackay vd., 2011). Ayrıca dünya nüfusu hızla artmakta olup 2050 yılında nüfusun günümüzdekinden yaklaşık %50 oranında daha fazla olacağı (Nellemann vd., 2009) ve 2100 yılına kadar 10 milyarı aşacağı tahmin edilmekte (Anonim, 2011) ve gün geçtikçe besin açığının artacağı ileri sürülmektedir. Yakın geçmişte, diğer tahıl ürünlerine göre daha düşük fiyatlarla çok çeşitli nihai ürünlerin mevcudiyeti nedeniyle artan buğday talebine tanık olunmuştur.

FAO'nun tahminine göre, dünya, mevcut 770 milyon tonluk buğday üretim seviyesinden 2050 yılına kadar yaklaşık 840 milyon ton üretim seviyesine ihtiyaç duyacaktır. Bu talep, hayvan yemi ihtiyacını ve iklim değişikliğinin buğday üretimi üzerindeki olumsuz etkilerini hariç tutmaktadır. Bu talebi karşılamak için gelişmekte olan ülkelerin buğday üretimlerini %30 oranında artırmaları ve gelecekteki talepleri karşılamak için 2050 yılına kadar dünyanın ilave 70 milyon ton buğdaya ihtiyaç duyacağı tahmin edilmektedir (Sharma vd., 2015). Üretim hedefi çok yüksek değil, ancak buğdaydaki verimlilik artışı dünya genelinde ya durağan olduğundan ya da yavaşladığında bu hedefe ulaşılması zor görünmektedir. Ayrıca, agronomik (su, besin, yabancı ot yönetimi vb.), genetik ve fizyolojik müdahaleler ile kaynak koruma teknolojileri yoluyla verimliliğin artırılmasına acil ihtiyaç duyulmaktadır (FAO, 2009). Bu nedenle toplam bitkisel üretimin ve özelde de buğday üretiminin artırılması büyük önem taşımaktadır. Bitkisel üretim ve gıda güvenliği, iklim değişikliği ve nüfus artışı, bitkilerin gıda ve gıda dışı kullanımlarındaki rekabet ve ekilebilir alanın azaltılması gibi çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Üretim artışını gerçekleştirmenin çeşitli yol ve yöntemleri vardır. Bunlar, üretim alanlarının genişletilmesi, yetiştirme tekniklerinin iyileştirilmesi ve birim alan veriminin artırılmasıdır. Bu artışın üstesinden gelebilmek için alınması gereken önlemler arasında en gerçekçi olanı birim alan veriminin artırılmasıdır.

Bitkisel üretimde istenilen miktarda üretim artışını sağlayabilmek amacıyla yapılacak çalışmaların başında, yüksek verim potansiyeli olan, yetiştirme şartlarına uyum gösteren, kalite özellikleri yönünden iyi, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı yeni çeşitlerin elde edilmesi, üretimdeki çeşitlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gelmektedir (Sirat ve Sezer, 2009). Bu da ancak yoğun ve etkin ıslah programları sayesinde başarılabilir.

Islah programlarında seleksiyon süreçleri için gerekli olan yüksek derecede genetik çeşitliliği sağlamak için, çekirdek ve temsili bir germplazm koleksiyonu gereklidir (Matus ve Hayes, 2002; Mathew vd., 2019). Bu nedenle bir bitki ıslahı programında başlangıç popülasyonundaki genetik varyasyon seviyesi ne kadar yüksekse, genetik taban o derece geniş olmakta ve başarı oranı da o oranda yüksek olmaktadır (Nachimuthu vd., 2015). Fakat sınırlı genetik popülasyonların kullanıldığı yoğun seleksiyon ıslahı nedeniyle, buğday gibi ürünlerdeki genetik çeşitlilik yıllar içinde azalmıştır (Cowling, 2013). Buğday verimindeki ve tarımsal özelliklerdeki genetik kazanımlar, diğer faktörlerin yanı sıra genetik çeşitlilikteki kayıp nedeniyle dünyanın birçok yerinde durmuştur (Voss-Fels vd., 2015). Bununla birlikte, bugüne kadar, ıslah programlarında genetik kaynakların tam potansiyelinden yararlanılmadığı ve bunların kullanımı yoluyla verimlilik kazanımlarının sürekli olarak durgun olduğu ve buğday hibritleri alanındaki araştırmalara yönelik mevcut çabaların sınırlı olduğu ve pek başarılı olmadığı görülmüştür (Sharma vd., 2015). Yeni çeşitlerin elde edilmesi amacıyla yapılacak ıslah çalışmalarında bugüne kadar uygulanan ıslah yöntemlerinin başında melezleme tekniğinin geldiği bilinmektedir. Geleneksel ıslah teknikleri, hızla değişen bir ortamda çeşit gelişimi için kritik bir darboğaz oluşturan yeterli genetik varyasyonu oluşturmak için nispeten uzun bir süre gerektirmektedir (Shivakumar vd., 2018). Böylece, mutasyon ıslahı gibi hızlı bir metot, geleneksel ıslah metotlarını tamamlamak için kullanılabilir. Mutasyon tekniğinin, doğrudan veya melezleme tekniğinin tamamlayıcısı olarak kullanımı büyük bir önem kazanmıştır. Oladosu vd. (2016)'i mutasyon ıslahının, melezleme ıslahına göre bitki ıslahı çalışmalarının şu anda en etkili aracı konumunda olduğunu belirtmişlerdir. Mutasyon ıslahının melezleme ıslahı ile karşılaştırıldığında bazı avantajları vardır. Mutasyon ıslahı, tarımın karşılaştığı sorunların çözüm yollarından biri olabilir. Mutasyon ıslahı, gen erozyonunu durdurarak ülke ekonomilerine ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına önemli ölçüde katkıda bulunmuştur (Kozjak ve Meglic, 2012). Islah edilmesi düşünülen karakterin ilgili türün gen havuzu içerisinde bulunmaması nedeniyle, melezleme ve seleksiyonun yapılamadığı durumlarda, mutasyon ıslahı en uygun yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.



Ayrıca, mutasyon ıslahı, transgenik bitkilerin kullanımı ve yetiştirilmesi gibi sınırlamalara, fikri mülkiyet hakları ve yönetmeliklere tabi değildir (Dobres, 2008). Mutasyon ve melezleme karşılaştırıldığında; homozigotlaşmanın F<sub>6</sub> ya da F<sub>7</sub> generasyonunda gerçekleştiği melezleme ıslahına oranla mutasyonun ıslahında M<sub>2</sub> ya da M<sub>3</sub> generasyonunda gerçekleşmesi ile birkaç generasyon içinde üstünlüğünü ifade etmesinin büyük avantajı vardır (Chakraborty ve Paul, 2013). Mutasyon ıslahı, geleneksel ıslah işe yaramadığında bitki özelliklerinin geliştirmesinde, istenen özellikler resesif olduğunda veya ticari bir çeşitte başka bir ya da iki karakteri iyileştirmede (Van Harten, 1998; Ahloowalia ve Maluszynski, 2001) uygun bir seçenek haline gelmiştir. Ayrıca, mutasyon, tek bir özelliğe sahip hattın ortaya konabildiği transgenlere kıyasla, çoklu özelliklerle sahip mutantın geliştirilebilir olması yapay mutasyonların en büyük avantajıdır (Louali vd., 2015). Mutasyon ıslahı, diğer karakterleri değiştirmeden belirli bir karakteri geliştirmek için uygulanabilir ve genomda önemli bir rahatsızlığa neden olmadan tek bir hattı geliştirmek mümkündür. Ayrıca, mutasyon ile anaçlarda olmayan yeni bir karakter de yaratılabilir. Buğdayda geliştirilen mutantlar, doğrudan tescil ve melezleme programlarına dahil olma için büyük bir potansiyele sahiptir (Sakin vd., 2005). Buğday türleri arasında heksaploid buğdaylar, özellikle pozitif ve pratik olarak faydalı potansiyele sahip yüksek mutant yüzdesini hedefleyen mutasyon ıslahı çalışmaları için uygunluk göstermektedir (Shama Rao ve Sears, 1964).

Mutasyon; kromozomlardaki sayı ve yapı değişiklikleri ile genlerdeki değişimler olarak ifade edilmektedir (Micke vd., 1987). Mutasyonlar ya spontan olarak ya da çeşitli mutajenlerin kullanılmasıyla yapay yolla meydana getirilirler. Yapay mutajenler genellikle fiziksel ve kimyasal olmak üzere ikiye ayrılır. Kimyasal maddelerin içinde de etil metansülfonat, etilimin ve nitroetilüretan önemli yer tutmaktadır. En yaygın olarak kullanılan fiziksel mutajenler ise gama ışınları, X ışınları ve hızlı nötronlar gibi iyonlaştırıcı radyasyonlardır. Gama ışınları genellikle daha kısa dalga boyuna sahiptir ve dolayısıyla daha fazla enerjiye sahiptir. Genel olarak, Kobalt-60 ve Sezyum-137 gama radyasyonlarının ana kaynaklarıdır. Ultraviyole ışığın nüfuz etme yeteneği sınırlıdır; bu nedenle kullanımı sporları, polen tane hücrelerini ve kültürlenmiş dokuları tedavi etmekle sınırlıdır (Penna vd., 2012). Kimyasal mutajenler, fiziksel mutajenlerle karşılaştırıldığında, daha toksiktirler ve uygulamalarında daha fazla özen gerektirirler. Fiziksel mutajene kıyasla in vitro kimyasal uygulamalar daha az pratiktir ve geliştirilen in vitro mutant çeşitlerin %90'a kadarı radyasyon kaynaklı mutasyonlardan türetilir (Micke vd., 1990).

Mutasyon ıslahı çalışmalarında yaygın olarak tohumların ışınlanması yanında; çiçek tozları, bitkilerin yumruları, dal parçaları, soğanlar, stolonlar, rizomlar ve hücre dokuları veya organları ile yapay kültürleri de ışınlanabilir. Tohumların kolaylıkla mutajenlerle muamele edilmesine göre çiçek tozu ışınlamasının en büyük avantajı ise M<sub>1</sub>'de kimerik formasyonların azalmasıdır (Sağel vd.,1994). 1925-1950 yılları arasında bitkiler üzerindeki mutasyon araştırmaları çok az pratik sonuç vermiştir. İlke olarak mutasyon ıslahı basit bir teknik olmasına karşın, bu tekniğin etkili bir şekilde uygulanması ve gelişmesi 30 yıl almıştır. 1960'larda 15 olan ticari mutant çeşit, 1970'te 72, 1975 yılında 133 çeşide ulaşmıştır. 1984 yılına kadar çeşitli ürünlerde direkt olarak mutasyon uygulaması ile 392 adet ve mutantları melezlemede kullanarak da 107 adet olmak üzere toplam 499 çeşit geliştirilmiştir. 1989 yılında ise bu sayı 1200-1300'e ulaşmıştır (Sağel vd., 1994).

2000 yılına gelindiğinde FAO/IAEA Mutant Çeşitleri Veritabanı (MVD), mutasyon yoluyla elde edilen ve başta Asya (1.142), Avrupa (847) ve Kuzey Amerika (160) olmak üzere dünya çapında 59 ülkede resmi olarak piyasaya sürülen 2.252 çeşit hakkında bilgi toplamıştır. Bu çeşitlerin yaklaşık yarısı (1.019) 1985'ten sonra piyasaya çıkarılmıştır. İndüklenmiş mutant çeşitlere sahip bitki türlerinin listesi, 1995'te 154 bitki türüyle karşılaştırıldığında 2000'de 175'e ulaştığı ve bu tekniğin bitki ıslahında çağdaş uygulamasında artan dinamiklere işaret etmektedir. Bu liste çeltik, buğday, pamuk, yağlı tohumlu kolza, ayçiçeği, susam ve greyfurt gibi birçok önemli bitki türünü içermektedir. Mutasyon yoluyla elde edilen 2.252 çeşidin yüzde 75'i (1.700) tarım ürünlerinde ve geri kalanı (552) süs bitkilerinde piyasaya sürülmüştür. Mutasyon yoluyla elde edilen 1.603 mutant çeşidin piyasaya sürüldüğü bitkilerde, tahılların (1.072) baskın olduğu ardından ise baklagiller (311), endüstriyel ürünler (81), sebzeler (66), yağ bitkileri (59) ve diğerleri (111) gelmektedir. Bu gruptaki çeşitlerin yaklaşık yüzde 70'i doğrudan mutantlar olarak piyasaya sürülmüş, kalan yüzde 30 ise mutantlarla yapılan melezlemeden rekombinant olarak geliştirilmiştir. Doğrudan geliştirilen 1.585 mutant çeşidinden büyük çoğunluğu (1.411), mutajen olarak radyasyonun, özellikle gama ışınlarının kullanımı ile mutasyona uğramış mutant nesillerden seçilerek geliştirilmiştir (Maluszynski vd., 2000).

Günümüzde, Dünya’da 75 ülkede 233 bitki türünde toplam 3.401 mutant çeşit doğrudan veya dolaylı olarak mutasyonlar ile geliştirilmiştir (IAEA, 2022). En fazla mutant çeşit sırasıyla Çin (835), Japonya (505), Hindistan (348), Rusya (216), Hollanda (176) ve Almanya (171)’da tescil edilmiştir. Ülkemizde ise farklı bitki türlerinde toplam 15 mutant çeşit tescil edilmiştir (IAEA, 2022). Toplam kayıtlı mutant çeşitlerin %57’si daha iyi agronomik ve botanik özelliklere, %18’i yüksek verim ve verim komponentlerine, %10’u daha kaliteli ve yüksek besin içeriğine, %102’si üstün biyotik ve abiyotik streslere dayanıklılığa sahiptir (IAEA, 2018). Bu hızlı artış son yıllarda mutasyonun bitki ıslah programlarında başarılı bir şekilde kullanıldığını göstermektedir.

Fiziksel mutajenler, kimyasal mutajenlere (%11) oranla mutant çeşitleri geliştirmede %78 oranında daha yoğun olarak kullanılmaktadır (IAEA,2022). Fiziksel mutajenlerin içinde gama ışınları ile ışınlama, radyasyonun fizyolojik ve genetik varyabilite üretmedeki etki mekanizmasının anlaşılmasına ilişkin bilgi sağlayabilmesi nedeniyle kantitatif karakterlerde yararlı varyasyon üretmek için doğrudan kullanılmaktadır (Brock, 1970). Gama ışınlarının tıbbi, endüstriyel ve tarımsal alanlarda çeşitli uygulamaları vardır. En yaygın faydalarından biri tarımsal amaçlı kullanılmasıdır. Gama ışınları farklı dozlarda uygulanarak bitkilerde genetik varyabilite, morfolojik veya fizyolojik değişiklikler ve biyokimyasal değişiklikler sağlamaktadır. Bunun sonucunda, fiziksel mutajenlerle elde edilen mutant çeşitlerin %69’u gama ışınları ile yapılan ışınlamalar ile elde edilmiştir. Gama ışınlarının ardından %22 oranında X ışınları uygulanmaktadır (IAEA, 2022).

Mutant çeşitler özellikle boy uzunluğu gibi spesifik özelliklerin kısa zamanda iyileştirilmesi nedeniyle dünya çapında tarımda büyük etki yaratmıştır (Ahloowalia, 1998). Örneğin, mutant bir makarnalık buğday çeşidi olan 'Creso' ve ondan elde edilen çeşitler, İtalya'da makarna için kullanılan buğdayın yarısından fazlasını oluşturmaktadır (Ahloowalia vd., 2004). Mutasyon ıslahından elde edilen çeltik çeşitleri Asya ve Avustralya'da yaygın olarak yetiştirilmekte ve yıllık milyarlarca ABD doları kazanç sağlamaktadır (Mba, 2013). Mutant arpa çeşitleri 'Golden Promise' ve 'Diamant' ve bunlardan elde edilen çeşitler Avrupa'daki bira endüstrisine önemli katkı sağlamaktadır (Ahloowalia vd., 2004).

Dünyada mutasyon ıslahındaki gelişmeler göz önüne alındığında maalesef ülkemizde henüz mutasyonla geliştirilmiş ticari bir buğday çeşidi bulunmamaktadır. Mutasyon uygulamasının bitki ıslahı yöntemi olarak uygulanabilir, sürdürülebilir, esnek, kuralsız, tehlikeli olmayan, çevresel olarak kabul edilebilir, son derece etkin ve düşük maliyetli bir teknoloji olduğu göz önüne alındığında (Kainthura ve Srivastava, 2015), ülkemizde de buğday ıslahı programlarında mutasyon tekniğinin daha etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Bu tez çalışması, gama ışınlanması yardımıyla mutasyon ıslahı programına göre geliştirilmiş olan M<sub>4</sub> generasyonundaki mutant popülasyonlarının genetik varyabilitelerinin belirlenmesi, uygun varyabiliteye sahip popülasyonlar içinde seleksiyon yapılarak ülkemizde henüz geliştirilmeyen mutant buğday çeşidi geliştirilebilmesi için mutant ekmeklik buğday ileri hatlarının oluşturulması ve özelde bölge genelde de ülke buğday ıslahı çalışmalarına sağlayacağı katkılar açısından önemli bir çalışma niteliğindedir. Ayrıca mutant popülasyonlarında genetik varyasyonun belirlenmesi amacıyla yapılan çalışma sayısı oldukça kısıtlı olması nedeniyle planlanan bu çalışmanın sonucunda elde edilecek sonuçların da bitki ıslahı ve genetiği bilgi birikimine sağlayacağı katkılar da çalışmanın önemini daha da artırmaktadır.

## **1.1 Literatür Özeti**

Mackey (1954), buğdayda sap sağlamlığı, pasa karşı direnç ve biraz daha erken olgunluk ile bazı faydalı radyasyon kaynaklı mutantlar geliştirdiğini bildirmiştir.

Swaminathan (1969), “Sonora 64” buğdayına uygulanan gama ışınlanması sonucunda oluşan mutantlarda tane protein içeriğinin %1 ila %2 oranında arttığını bildirmiştir. Ayrıca bu mutantlardan birinin Hindistan'da “Sharbati Sonora” adıyla ticari bir çeşit olarak tescil edildiğini bildirmiştir.

Bozzini vd. (1973), yaptıkları bir araştırmada, kültür bitkilerinde mutagenlerin uygun doz ve sürelerde uygulanmasıyla kalite, verim, hastalıklara dayanıklılık, adaptasyon yeteneği ve erkencilik gibi özelliklerde olumlu iyileşmeler sağlanabileceğini ve bu şekilde tarımsal özellikleri yüksek olan mutant ekmeklik buğdaylar da elde edilebileceği ortaya koymuşlardır.

Rao (1975), 5 kGy'in üzerindeki gama dozunun buğdayda tane kalitesi üzerinde önemli bir şekilde etkili olacağını bildirmiştir.

Ghafoor ve Siddiqui (1976), gama ışınlamasının buğday çeşitlerinde kardeş sayısı ve bitki boyu üzerine önemli bir etkisi olduğunu bulmuşlardır.

Kumar (1977), 15 kR'de gama ışını yoluyla ekmeklik buğdaydan geliştirdiği yarı cüce mutanı diğer mutantlar ve kontrol ile birlikte verim ve tane kalitesi açısından değerlendirmiştir. Mutantın boyunun diğerlerinden önemli ölçüde daha kısa ve bitkide kardeş sayısı ile başakta tane sayısının hemen hemen eşit olduğunu bildirmiştir.

Virk vd. (1978)'nin yaptıkları çalışmalarında, 2 ekmeklik buğday çeşidi (S354, K227) ile bu çeşitlerin F1 melezlerinde 10 kR, 20 kR ve 30 kR gama ışını uygulamışlardır. M1 mutant genotiplerden, M1F2 genotiplerden ve F2 generasyonundaki genotiplerden alınan tohumlar kontroller ile birlikte kıyaslandığında başakta tane sayısı ve tane verimi bakımından yapılan ölçümlerde, başakta tane sayısı için mutasyon uygulaması ile melezlemeden daha yüksek varyasyonun oluştuğuna, bitki boyu için ise bu durumun tersinin geçerli olduğu sonucuna varmışlardır. Tane sayısı ve tane verimi için bu iki çeşitte yapılan mutasyonla oluşturulan varyasyonun, melezlemeden sonra segregasyon generasyonlarındaki oluşan varyasyona ya eşit ya da daha büyük olduğunu, 30 kR'lık mutasyon dozunda verimde ve başakta tane sayısında önemli azalmalar meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Arain (1978), 6 ekmeklik buğday genotipi ile yaptığı çalışma sonunda bitki boyunda en fazla azalmanın 20 kR gama ışını dozundan elde edildiğini belirtmiştir.

Gorgidze (1980), gama ışını uygulamasından sonraki generasyonlarda başakta tane sayısı ve ağırlığında önemli artışların olduğunu açıklamıştır.

Corpuz vd. (1983), dört sert kırmızı kışlık buğday genotipine (KS644 ('Triumph//Concho/Triumph'), 'Kaw', 'Parker' ve 'Shawnee') 0.40 ml etil metansülfonat (EMS) uygulamışlardır. Araştırmacılar, 3 yıllık ortalamalarının kontrollere göre tane protein içeriği %0.7 ile %2,0 artmış olan gelişmiş hatları (Ms-M10) seçmişlerdir. Araştırmacılar, artan tane protein içeriğini genellikle azalan tane verimi ve tane ağırlığı ile ilişkilendirmişler, ancak bazı yüksek proteinli mutant hatların verimleri ve tane ağırlıklarının anaç genotiplerinkilere benzer olduğunu bildirmişlerdir.

MacArthur ve D'Appolonia (1983), 3 yazlık ekmeklik buğday çeşidine 50, 100, 200 ve 300 Gy gamma ışını uyguladıkları çalışmalarında mutasyon dozlarının kontrollerine göre önemli oranda yaş gluten ve protein oranlarında değişime neden olmadıklarını belirlemişlerdir.

Mohammad vd. (1985), %12 nem içeriğine sahip Lu26 ekmeklik buğday çeşidinin tanelerini 25 ve 30 kR gama ışınları ile ışınlanmıştır. Elde edilen 59-64 cm bitki boyuna sahip M4 cüce mutantlarından 14'ünü sahada Lu26 ve Pak 81 ile karşılaştırmışlardır. Bitki boyundaki azalma, kontrollere göre daha fazla sayıda başakta başakçık sayısı ve başakta tane sayısı ile sonuçlanmıştır. Ancak bin tane ağırlığı ve tane verimi üzerinde %5 olasılık düzeyinde önemli ölçüde azalan olumsuz etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Bitki boyu; başak uzunluğu, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, kuru madde verimi/parsel, tane verimi/parsel ve hasat indeksi ile pozitif fakat anlamlı olmayan bir korelasyona sahip olduğunu açıklamışlardır. Ancak bitki boyunun başakta başakçık sayısı ile negatif ilişki gösterdiği belirlemişlerdir. Tane verimi/parsel; başak uzunluğu, başakta başakçık sayısı, başakta tane ağırlığı ve bin tane ağırlığı ile %1 anlamlılık düzeyinde oldukça anlamlı ve pozitif bir ilişki gösterdiğini saptamışlardır. Benzer şekilde, hasat indeksinin de hemen hemen tüm özelliklerle çok güçlü bir korelasyon sergilediğini açıklamışlardır

Mashev vd. (1995), 0.10 kGy'nin üzerindeki dozlarda buğdayın tane veriminde önemli bir düşüş gözlemlenmiş, ancak 0.01 ve 0.025 kGy'lik daha düşük dozların tane verimini artırdığını belirlemiştir. Aynı zamanda radyasyon uygulanmış bitkilerin proteinler ve esansiyel amino asitler açısından zenginleştiğini vurgulayarak, buğday kalitesi ve veriminin iyileştirilebileceğini belirtmiştir.

Gandapore vd. (1999), genetik olarak farklı iki ekmeklik buğday çeşidine 0, 100, 150, 200 ve 250 Gy gama ışını uyguladığı ve bazı tarımsal özelliklerin değişimini araştırdığı çalışmalarının sonucunda; 100 ve 150 Gy gama ışını uygulamasının tane verimini kısmen artırdığını ancak artan dozların tane verimi başta olmak üzere bitki boyu, başakta başakçık sayısı ve 1000 tane ağırlığını azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu açıklamışlardır.

Nayeem vd. (1999), ışınlama yapılarak buğday yapısındaki suda çözünen proteinleri geliştirerek ekmeklik buğdayda protein kalitesinin iyileştirilmesi için ıslah materyali olarak başarılı bir şekilde kullanılabilecek dokuz mutant hat bulduklarını bildirmişlerdir.

Reddy ve Viswanathan (1999), gama ışınları ve EMS kullanarak hekzaploid buğday çeşidi "WH 147"de pasa dayanıklılığının sağlanabileceğini bildirmişlerdir.

Sobieh ve Ragab (2000), iki ekmeklik buğday çeşidine 200 ve 300 Gy gama ışını uyguladıkları araştırmalarının sonucunda; M<sub>2</sub> generasyonunda artan mutasyon dozları ile düzenli olmamak koşulu ile bitki boyu, başak uzunluğu, başakta başakçık sayısı, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı ve tane veriminde artışların elde edildiğini açıklamışlardır.

Irfaq ve Nawab (2001), 3 ekmeklik buğday çeşidine 100, 200, 300 ve 400 Gy gama ışını uyguladıkları çalışmaları sonucunda bitki boyu ve 1000 tane ağırlığında 300 ve 400 Gy gama ışını dozlarında en fazla azalmaların olduğunu, düşük gama ışını (100 Gy) uygulamasının ise bitki boyunu artırıcı etki gösterdiğini açıklamışlardır.

Jamil ve Khan (2002), bir ekmeklik buğday çeşidine 50, 100, 150, 200 ve 250 Gy gama ışını uygulaması sonucunda, en faydalı dozun 200 Gy olduğunu, bu dozun başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı ve tane veriminde en fazla artışa neden olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca en yüksek başak uzunluğu ve en kısa bitki boyu ortalamalarının ise 100 Gy gama ışını dozunda ölçüldüğünü bildirmişlerdir.

Din vd. (2003), 35 kGy'ye kadar artan bir dozun buğdayda anormalliklere neden olabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, dozun artırılmasının, buğdayın fizyolojik ve morfolojik özelliklerini geliştirmeye yardımcı olabileceği sonucuna varmıştır. Gama ışınların, başak bağlayan kardeş sayısını iyileştirerek verimi arttırdığını açıklamışlardır.

Khan vd. (2003), gama ışınlamasının etkisini üç buğday çeşidi üzerinde incelemişlerdir. Araştırmacılar; tohuma 10, 20, 30 ve 35 Krad gama ışını uygulamışlardır. Yüksek dozlarda gama ışınlarına (30 ve 35 Krad) yanıt olarak bitki boyu için ortalama değerlerde önemli bir şekilde azalma elde ettiklerini açıklamışlardır. Ayrıca 30 ve 35 Krad'ın daha yüksek dozları da bitki türlerinde bazı anormallikler yarattığını bildirmişlerdir.

Din vd. (2004), 5 ekmeklik buğday çeşidine 15, 25, 35, 45 Krad gama ışını uygulaması sonucunda kontrol ve 15 Krad gama ışını dozu ortalamaları arasındaki farklılıklar önemsiz iken diğer ışın dozu ortalamaları arasında önemli farklılıklar belirlemişlerdir. Kontrol ile karşılaştırıldığında bitki boyunda en fazla azalmanın %23.63 ile 45 Krad dozunda elde edildiğini belirlemişlerdir.

Kiong vd. (2006), gama ışını uygulaması ile buğdayın agronomik, fizyolojik ve verime katkıda bulunan karakterlerinin iyileştirilebileceğini belirtmişlerdir.

Ibrahim (2008), iki ekmeklik buğday çeşidine kontrol dahil 4 gama ışını dozu (0, 50, 100, 200 Gy) uyguladığı populasyonlarda incelediği özelliklerden protein ve yaş gluten oranının kontrole göre mutasyon dozlarında artışlar olmasına rağmen, sedimentasyon değerlerinin değişmediğini ancak gluten indeksi değerlerinde azalmalar tespit ettiğini açıklamıştır.

Singh ve Balyan (2009), uzun bitki boyuna sahip eski bir ekmeklik buğday çeşidine 4 farklı gama ışını uygulaması sonucunda M<sub>2</sub> generasyonunda bitki boyu kısa, farklı başak yapısına sahip (dik ve kılçıksız gibi), kehribar tane rengi ve iri tanelere sahip mutant hatları elde etmişlerdir.

Maity vd. (2009), gama radyasyonları arttıkça, metabolik aktiviteler ve hidrolize edici enzim aktiviteleri nedeniyle toplam protein ve karbonhidrat içeriğinin azaldığını açıklamışlardır.

Rakszegi vd. (2010), ekmeklik buğdayda gama ışınları ile yaptığı çalışmada, bazı ebeveyn hatlarının kılçıksız olmasına rağmen kılçık görüldüğünü, bunun nedenin ise muhtemelen kılçıklılığı kontrol eden genlerde mutasyonun gerçekleştiği şeklinde bildirmişlerdir.

Rahimi ve Bahrani (2011), iki ekmeklik buğday genotipine uyguladıkları kontrol hariç 25, 50, 75, 100 ve 125 Gy gama ışını dozunun bin tane ağırlığı, hasat indeksi, tane verim ve tane protein oranı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmaları sonucunda; incelenen özelliklere ilişkin uygulanan gama ışını dozlarının kontrole göre 50 Gy e kadar değişmediğini, artan gama ışını dozlarının incelenen tüm özellikler üzerine negatif etkiye sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Şenay vd. (2011), Kunduru 1149 makarnalık buğday çeşidine fiziksel mutagen olarak 50 Gy, 150 Gy, 250 Gy dozlarında gama ışını ve kimyasal mutagen olarak % 0.2 ve % 0.4 EMS dozlarını tek ve birlikte uygulamışlardır. Sonuç olarak, artan mutagen dozlarında bitki boyunun azaldığını ve doz artışına bağlı olarak bitkide başak sayısının, başak uzunluğunun, başakta tane ağırlığının önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir.

Acquaah (2012), Njoro 2 çeşidinin mutasyon uygulanmış dozlarında kontrole göre başakta tane sayısında bir artış olduğunu belirlemiştir.



Mansour vd. (2012), 4 ekmeklik buğday çeşidinin (Sakha-92, Sakha-61, Sids-1 ve Giza-168) 3 gama ışını dozu (100, 150 ve 200 Gy) ile ışınlanmış ve 0 Gy kontrol ile karşılaştırmıştır. M<sub>2</sub> generasyonunda kontrol dozuna göre Sakha-92 ve Giza-168 çeşitlerinin sedimantasyon değerlerinin ışınlama dozu miktarı yükseldikçe azaldığını, diğer iki çeşitte ise artışlar gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Al-Naggar vd. (2013), yedi ekmeklik buğday genotipine uyguladığı farklı gama ışını yoluyla elde ettikleri populasyonların M<sub>2</sub> generasyonundaki 350 Gy ile kontrol dozlarını karşılaştırmak amacıyla yaptıkları çalışmaları sonucunda, bitki boyu ve tane verimi ortalamalarında kontrole göre azalmalar olduğunu açıklamışlardır.

Borzouei vd. (2013), iki buğday çeşidinin protein içeriği üzerine gama ışınlamasının etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, buğdayda 300 Gy ve 400 Gy dozlarında ışınlar uygulandıktan sonra protein içeriğinin ışınlama yapılmayan buğdaylara göre arttığını belirlemişlerdir. 200 Gy'ye maruz bırakılarak protein içeriğindeki azalmanın, proteinin oksidasyona karşı savunulması ve korunması için prolin ve nişasta içeriğindeki artıştan kaynaklandığını açıklamıştır.

Kozub vd. (2013), mutant ekmeklik buğday çeşitlerin elde edilmesi amacıyla 15 ile 350 Gy gibi geniş gama ışını dozları uygulanmış, ancak tescil edilen çeşitlerin büyük bir kısmının 200 ile 300 Gy gama ışını uygulamaları ile elde edildiğini açıklamışlardır.

Albokari vd. (2015), altı yerel buğday populasyonu ile M<sub>3</sub> generasyonunda yürüttüğü çalışmaları sonucunda inceledikleri özelliklerden baştaki tane sayısı ve tane ağırlığı ile bitki boyu düşük dozlara kıyasla daha yüksek gama ışınması (150 Gy) dozlarında azalma gösterdiğini açıklamışlardır.

Anwar vd. (2015), Misr-1 ekmeklik buğday çeşidine 0, 3, 6 ve 9 Kgy gama ışını uyguladıkları araştırmalarında inceledikleri kalite özelliklerinden protein oranında kontrole göre artan gama ışını dozları ile önemli değişimler olmamasına rağmen, yaş gluten ve gluten indeksi değerlerinde artışların olduğunu bildirmişlerdir.

Cheng vd. (2015), gama radyasyonunun neden olduğu mutasyonların, buğday D-genomunun genetik çeşitliliğini zenginleştirmek için potansiyel bir kaynak olabileceğini belirtmiştir.

Nazarenko ve Kharytonov (2016), sekiz ekmeklik buğday genotipine 100, 150, 200 ve 250 Gy gama dozu uyguladıkları çalışmalarında inceledikleri özellikler arasında artan gama dozu ile bitki boyu, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı ve 1000 tane ağırlığında önemli azalmaların olmasına karşılık başak uzunluğu ve başakta başakçık sayısında artışların olduğunu belirlemişlerdir.

Salem vd. (2016), bir ekmeklik buğday çeşidine uyguladıkları 0.5, 1.5, 2.5 ve 3.5 KGy gama ışını dozları elde ettikleri populasyonlar üzerine inceledikleri özellikler arasında 1000 tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı gibi fiziksel özelliklerin 3.5 kGy e kadar artan ışın dozlarından etkilenmediği açıklamışlardır. Işınlanmış tanelerden elde edilen unların kül ve protein oranları üzerine ışınlamanın ters etkisi bulunmamasına rağmen, düşme sayısı, yaş ve kuru gluten oranları artan ışınlama dozlarından etkilendiğini bildirmişlerdir.

Kenzhebayeva vd. (2017), Kazakistan'da yaptıkları çalışmada "Eritrosperrum-35" ekmeklik buğday çeşidine 100 ve 200 Gy dozlarında <sup>60</sup>Co uygulamış ve her generasyonda yüksek verim kriterine göre seleksiyon yaparak populasyonu M<sub>7</sub> generasyonuna getirmişlerdir. Bazı M<sub>7</sub> mutant hatlarının, protein oranlarının ve başakta tane ağırlıklarının ebeveyne göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Kenzhebayeva vd. (2018), buğdayın mutasyon yoluyla verimliliği değişmeksizin mikrobisiner ile biyolojik olarak zenginleştirilebilmesinin mümkün olabileceği ve böylece mutasyon ıslahının, beslenme kalitesini iyileştirerek yetersiz beslenmeyi gidermede önemli ölçüde katkıda bulunabileceğini açıklamışlardır.

Balkan vd. (2019), M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub> ve M<sub>4</sub> ekmeklik buğday mutant populasyonlarının verim ve verime etkili özellikler bakımından değerlendirmek için 2010-11, 2011-12, 2012-13 ve 2013-14 yıllarında Tekirdağ ekolojik koşullarında yürüttükleri çalışmalarında, genotiplerin çeşitli özellikler için farklı gama ışını dozlarına yanıtlarının önemli ve değişken bir şekilde farklı olduğunu, bitki boyu, bin tane ağırlığı ve tane verimi gibi özellikler düşük dozlarla karşılaştırıldığında yüksek gama ışını dozlarında genellikle azalma gösterirken, mutajen uygulamaları diğer verim unsurlarında ortalama değerleri çoğunlukla negatif yönde olmuştur. M<sub>2</sub>'de gözlenen varyabilite ve ortalama değerlerdeki farklar nedeniyle seleksiyonun M<sub>3</sub> generasyonunda daha uygun olabileceğini açıklamışlardır.

Nazarenko ve diğeri (2021), yaptıkları araştırmada iki kışlık ekmeçlik buğday çeşidine 100, 150, 200, 250, 300 Gy dozlarında gama ışını uygulamışlar ve çimlenme, hayatta kalma, morfometri, verimi etkileyen özellikler üzerinde mutajen etkinliğini incelemişlerdir. Uygulanan dozlar arasında 100 ila 200 Gy'lik dozların mutasyonları elde etmek için ideal doz aralığı olduğunu bildirmişlerdir.

## 1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümünde yürütölen bu araştırmada, 5 ekmeçlik buğday ticari çeşidine Kobalt-60 (<sup>60</sup>Co) kaynağından 4 farklı gama ışını dozu uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> popülasyonunda bazı morfolojik, agronomik ve tarımsal özelliklerdeki değişimlerin araştırılması amaçlanmıştır.

Daha öncesinde ölkemizde farklı buğday türlerinde mutasyon çalışmaları gerçekleştirilmiş ancak belirli aşamadan ileri götürölmediğı için hale hazırda tarımsal değeri yüksek olan ümitvar mutant hatları ve çeşitleri geliştirilememiştir. Bu nedenle, gama ışını uygulaması ile yaratılmış olan seleksiyon öncesi uygun varyabilitenin varlığı tespit edilebilecek, Trakya Bölgesi için sürdürülebilir buğday tarımı açısından çevreden en az etkilenen, kalitesi ve verimi ile stabilitesi yüksek çeşitlerin belirlenebilmesi için gerekli varyabilitenin varlığı tespit edilebilecek ve seleksiyonlarda öncelikli kriterler belirlenmiş olacaktır. Böylelikle üstün özelliklere sahip mutant hatların belirlenme olasılığı artırılmış olacaktır. Kazanılan bilgi birikimi ve deneyim bundan sonra yapılacak araştırmalar için önemli bir kaynak olacak ve bitki genetiğı ve ıslahı bilgi birikimine katkı sağlanmış olacaktır. Ayrıca, bu konu üzerine Trakya Bölgesinde tamamlanmış olan detaylı çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu çalışma, literatürdeki bu boşluğun da doldurulması adına önemli katkı sağlayacaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Mutasyon ıslahında ilk aşama, mutasyon için en iyi anacı seçmektir. Anaç seçimi ıslah amaçlarına bağlıdır (Seneviratne ve Wijesundara, 2007). Genellikle ticari çeşitlerin seçilmesi daha doğru olduğu için (Madry vd., 1984), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü tarafından geliştirilmiş olan NKÜ Lider ve NKÜ Ergene ile Trakya Bölgesinde farklı dönemlerde tarımı yapılmış olan 3 adet eski ekmeklik buğday çeşidi (Tekirdağ, Flamura 80 ve Flamura 85 ) olmak üzere toplam 5 adet farklı ekmeklik buğday ticari çeşidi anaç olarak seçilmiş, bu çeşitlerin <sup>60</sup>Co kaynağından 4 farklı gama dozu (100, 200, 300 ve 400 Gy) uygulaması ile elde edilmiş olan 20 adet M<sub>4</sub> populasyonu ve gama ışını uygulanmayan kontrol olmak üzere 5 adet M<sub>0</sub> ile birlikte toplam 25 mutant populasyonu bu çalışmada materyal olarak kullanılmıştır.

Denemede anaç olarak kullanılan çeşitlerin bazı tarımsal özelliklerine ilişkin bilgiler Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Araştırmada materyal olarak kullanılan genotiplerin bazı tarımsal özellikleri

Çeşitler	Ekim Dönemi	Erkencilik	Bitki Boyu (cm)	Başak Yapısı	Tane Rengi	Bin Tane Ağırlığı (g)	Hektolitire Ağırlığı (kg/hl)	Protein Oranı (%)
NKÜ Lider	Kışlık	Orta Erkenci	85-90	Kılçıklı	Kırmızı	34-42	72-77	13-15
NKÜ Ergene	Kışlık	Orta Geççi	90-95	Kılçıklı	Kırmızı	31-37	72-77	12-14
Tekirdağ	Kışlık	Erkenci	80-85	Kılçıklı	Kırmızı	32-37	75-79	12-15
Flamura 85	Kışlık	Erkenci	80-100	Kılçıklı	Kırmızı	44-49	78-84	12-15
Flamura 80	Kışlık	Orta Erkenci	80-85	Kılçıklı	Kırmızı	40-42	72-76	10-13

## 2.1 Materyalin Elde Edilmesi

**Mutagen uygulaması:** İki yıl boyunca saf ve temiz olarak üretilmiş olan çeşitlerin 2016 yılı hasat döneminde seçilen 500 adet başağının harmanlanması ve elenmesi sonucu elde edilen tohumluklardan yaklaşık 2000 adet tohum % 14 nem kapsamında 2016 yılı Kasım ayında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Sarayönü Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Ankara'da <sup>60</sup>Co kaynağından (Ob-Servo Sanguis <sup>60</sup>Co İzotop modellenli Araştırma Işınlaması) 100, 200, 300 ve 400 gray (1 gray = 100 rad = 0.1 krad) dozlarında ve doz oranı 2.190 kGy h<sup>-1</sup> gama ışınları ile ışınlanmıştır. Kontrol amacıyla araştırmada kullanılan ileri hatların gama ışını uygulanmayan 0 dozları kullanılmıştır.

**M<sub>1</sub>-M<sub>2</sub> generasyonu:** Her bir çeşit için her bir gama ışını uygulamasından elde edilen tohumlar 2016 yılı Kasım ayı içerisinde en kısa sürede ekilmiştir. 2017 yılı hasat döneminde ayrı ayrı hasat edilerek M<sub>1</sub> tohumları elde edilmiştir. Aynı yılın Kasım ayında her çeşide ait her uygulama ayrı ayrı ekilmiş ve 2018 yılı hasat döneminde M<sub>2</sub> tohumları elde edilmiştir. Her iki generasyonda da herhangi bir seleksiyon işlemi uygulanmamıştır.

**M<sub>3</sub> generasyonu:** M<sub>2</sub> generasyonunda elde edilen her çeşidin her bir gama ışını uygulanmış tohumlarının tamamı metrekarede 500 bitki bulunacak şekilde ayrı ayrı olarak ekilmiştir. Ayrı ayrı ekilen her alan ikiye bölünmüş ve alanın yarısında erkencilik, bitki boyu, başak rengi, tipi ve uzunluğu, yaprak özellikleri, kılçıklılık, pas hastalıkları gibi morfolojik özellikler (markörler) dikkate alınarak yaklaşık %10'luk bir seleksiyon şiddeti uygulanmıştır. Seçilmiş bulk seleksiyon yöntemine göre işaretlenen bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde (2019 yılı) tarladan alınmıştır. Alanın diğer yarısına herhangi bir seleksiyon işlemi yapılmamıştır. Her çeşidin her bir uygulaması için ayrı ayrı hasat edilen bitkiler harmanlanarak M<sub>3</sub> tohumları ve M<sub>4</sub> tohumlukları elde edilmiştir.

**M<sub>4</sub> generasyonu:** M<sub>3</sub> generasyonunda herhangi bir seleksiyon işlemi uygulanmamış alanlardan elde edilen tohumlar (M<sub>4</sub> tohumlukları) 2019-2020 yetiştirme döneminde Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Araştırma ve Uygulama Alanı'na ekilmiştir.

## **2.2 Denemenin Kurulması ve Yönetilmesi**

Deneme, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Araştırma ve Uygulama Alanı'nda (40° 59' N, 27° 34' E, 10 L), tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 19.11.2019 tarihinde 500 tohum/m<sup>2</sup> ekim sıklığı olacak şekilde, 2 metre uzunluğunda 4 sıradan oluşan ve sıra arası açıklıkları 20 cm olan parsellere 4 tekrarlamalı olarak elle ekilmiştir.

Denemede, ekim ile birlikte 4 kg/da saf azot ve 4 kg/da saf fosfor olacak şekilde 20.20.0 kompoze gübresi, kardeşlenme döneminde 9,2 kg/da saf azot olacak şekilde üre gübresi (%46 azot) ve sapa kalkma döneminde 3,9 kg/da saf azot olacak şekilde kalsiyum amonyum nitrat gübresi (%26 azot) uygulanmıştır. Böylece, deneme alanına toplam 17,1 kg/da saf azot ve 4 kg/da saf fosfor verilmiştir. Deneme alanında görülen yabancı otlara karşı kimyasal ilaçlama yapılmıştır.

Deneme, 18.07.2020 tarihinde HEGE 160 parsel biçerdöveri ile hasat edilmiştir.

## **2.3 Araştırma Yerinin Toprak ve İklim Özellikleri**

Araştırmanın yürütüldüğü 2019-2020 yetiştirme dönemine ait Tekirdağ ilinin iklim verileri ve araştırma alanının toprak özellikleri aşağıda sunulmuştur.

### **2.3.1 Toprak Özellikleri**

Araştırmanın yürütüldüğü Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Araştırma ve Uygulama Alanı'ndaki deneme parsellerinden alınan toprak örnekleri Tekirdağ Ticaret Borsası Laboratuvarı'nda analiz ettirilmiştir. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Araştırma yerine ait toprak analizi sonuçları

Parametreler	Derinlik	
	0-20 cm	20-40 cm
Su ile Doymuşluk (%)	42	43
pH	6,55	6,83
Kireç (%)	0,01	0,01
Organik Madde (%)	1,01	1,03
Toplam Azot (%)	0,05	0,06
Bitkilere Yarayışlı Fosfor (Ppm)	14	12
Bitkilere Yarayışlı Potasyum (Ppm)	160	152
Bitkilere Yarayışlı Kalsiyum (Ppm)	2625	2180
Bitkilere Yarayışlı Magnezyum (Ppm)	376	368
Bitkilere Yarayışlı Demir (Ppm)	22	20
Bitkilere Yarayışlı Çinko (Ppm)	0,33	0,39
Bitkilere Yarayışlı Mangan (Ppm)	23	22

Çizelge 2.2 'nin değerlendirilmesinden; deneme yeri toprağının tınlı yapıda, pH' sı nötr, organik madde içeriği az, az kireçli, azot yönünden zayıf, fosfor, kalsiyum, magnezyum, potasyum ve mangan bakımından yeterli, demir içeriği yönünden yüksek ve çinko içeriği olarak az sınıfta yer aldığı anlaşılmaktadır.

### 2.3.2 İklim Özellikleri

Tekirdağ-Merkez'de araştırmanın yapıldığı Ekim 2019-Haziran 2020 buğday yetiştirme dönemine ait iklim değerleri Çizelge 2.3'de, bölgenin uzun yıllar iklim değerleri ortalamaları Çizelge 2.4' de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Tekirdağ İline ilişkin 2019-2020 yetiştirme yılına ait iklim verileri (MGM, 2021)

Aylar	Toplam Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)		
		En Düşük	En Yüksek	Ortalama
<b>Ekim 2019</b>	45,0	14,0	21,1	17,5
<b>Kasım 2019</b>	18,4	12,4	18,9	15,5
<b>Aralık 2019</b>	17,3	6,4	12,5	9,2
<b>Ocak 2020</b>	29,1	2,9	9,4	5,8
<b>Şubat 2020</b>	54,2	4,2	12,0	7,9
<b>Mart 2020</b>	23,6	6,7	12,6	9,6
<b>Nisan 2020</b>	43,3	6,9	14,5	10,7
<b>Mayıs 2020</b>	83,7	12,8	20,5	16,5
<b>Haziran 2020</b>	74,0	17,5	25,1	21,3
<b>Toplam</b>	388,6	-	-	-
<b>Ortalama</b>	-	9,3	16,3	12,7

Denemenin yürütüldüğü Tekirdağ ilinin yetiştirme dönemi toplam yağış miktarı 388,6 mm, uzun yıllar ortalama toplam yağış miktarı ise 510,5 mm olmuştur. Denemenin yürütüldüğü dönemdeki toplam yağış miktarının uzun yıllar ortalamasının çok altında olduğu görülmektedir. Uzun yıllar ortalaması çizelgesine bakıldığında en yüksek yağış Aralık ayında (80,5 mm), en düşük yağış ise Mayıs ayında (37.6 mm) olmuştur. Yetiştirme döneminde ise en yüksek yağış Mayıs ayında (83.7 mm), en düşük yağış ise Aralık ayında (17,3 mm) olmuştur. Denemenin yürütüldüğü dönemdeki yağış rejimi uzun yıllar ortalamasında görülen yağış rejiminden oldukça farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 2.3).

Denemenin yürütüldüğü dönemdeki sıcaklık verileri incelendiğinde; sıcaklığın en yüksek olduğu dönem Haziran ayı (25,1 °C) ve sıcaklığın en düşük olduğu dönem Ocak ayı (2,9 °C) olmuştur. Tekirdağ ili uzun yıllar ortalamaları incelendiğinde; sıcaklığın en yüksek olduğu dönem Haziran ayı (40,2 °C) ve sıcaklığın en düşük olduğu dönem Ocak ayı (-13,5 °C) olmuştur. Bu iki inceleme karşılaştırıldığında, denemenin yürütüldüğü dönemde kış aylarındaki düşük sıcaklıkların Tekirdağ ili uzun yıllar ortalamalarından çok farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 2.4).



Çizelge 2.4. Tekirdağ İli'ne ait uzun yıllar ortalaması (1940-2021) iklim verileri (MGM,2021)

Aylar	Toplam Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)		
		En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Ekim	61,4	-1,8	35,1	15,6
Kasım	73,2	-7,8	27,9	11,3
Aralık	80,5	-10,9	23,5	7,2
Ocak	69,5	-13,5	23,9	4,8
Şubat	54,6	-13,3	24,7	5,5
Mart	53,9	-10,4	28,1	7,3
Nisan	41,1	-1,2	34,3	11,7
Mayıs	37,6	2,7	33,8	16,7
Haziran	38,7	8,6	40,2	21,1
Toplam	510,5	-	-	-
Ortalama	-	-5,3	30,2	11,2

## 2.4 Deneme Verilerinin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi

Araştırmada incelenen özelliklerle ilgili ölçüm, sayım ve tartımlar her parselin orta kısmından rasgele alınan 15 bitki örneğindeki ana sapta yapılmıştır.

### 2.4.1 Araştırmada İncelenen Morfolojik ve Kalite Özellikleri

**Bitki Boyu:** Ana sapın toprak yüzeyi ile başaktaki en üst başakçık arasında kalan açıklık bitki boyu olarak (cm) belirlenmiştir.

**Başak Uzunluğu:** Parselden alınan bitkilerin ana sap başağında en alt başakçık tabanı ile en üst başakçığın ucu arasında ki açıklık başak uzunluğu (cm) olarak ölçülmüştür.

**Başakta Başakçık Sayısı:** Her bitkinin ana sapındaki başakta tane oluşturan tüm başakçıklar sayılarak adet olarak bulunmuştur.

**Başakta Tane Sayısı:** Seçilen bitkilerin ana başaklarındaki tane sayısı (adet)'nın sayılmasıyla belirlenmiştir.

**Başakta Tane Ağırlığı:** El ile harmanlanmış ana başaktan elde edilen tohumların 0.01g duyarlı terazide tartılmasıyla g olarak saptanmıştır.

**Tane Verimi:** 4 sıradan oluşan parseller HEGE-160 parsel biçerdöveri ile biçilmesi ve elde edilen parsel verimlerinin kg cinsinden dekara çevrilmesi ile bulunmuştur.

**Hasat İndeksi:** Tane veriminin biyolojik verim içindeki oranının % olarak ifadesidir. Bitki veriminin aynı bitkilerin toplam ağırlığına oranı olarak hesaplanmıştır.

**Bin Tane Ağırlığı:** Hasat edilen parsellerin her birinden elde edilen tanelerden 4'er tane rasgele 100'er tohum alınacak, ayrı ayrı tartılıp ortalamaları alınmış ve bin tane ağırlığına çevrilerek g olarak belirlenmiştir.

**Hektolitre Ağırlığı:** Hasat edilen parsellerin her birinden elde edilen tanelerden belirli oranlarda örnek alınarak T.S. 2974 "Buğday Standardı"nda belirtilen açıklamaya göre 1/4 l'lik hektolitre aletinde tartılarak, çıkan sonuç 4 x 100 ile çarpılmış ve hektolitre ağırlığı kg/hl olarak hesaplanmıştır.

**Yaş Gluten Oranı:** Glutomatik (Pertem Unstrumental AB) aleti ile ICC No:155'e göre bulunan değer yüzde olarak tayin edilmiştir (Anonim 1994). Analizde 10'ar g un kullanılmış ve örnekler %2'lik tuzlu suda 5 dakika süre ile nişasta ve diğer bileşenleri yıkanarak geriye kalan gluten tartılıp yaş öz olarak kaydedilmiştir.

**Zeleny Sedimentasyon Değeri:** Sedimentasyon testi ICC Standart No:116'da verilen yönteme göre yapılmıştır. Her parselden alınan 10 g numunenin öğütülmesiyle elde edilmiş undan 3,2 g tartılmış ve üzerine 50 ml bromfenol mavili su konulup 5 dakika çalkalama aletinde 200 devirde çalkalanmıştır. Üzerine 25 ml test çözeltisi (laktik asit+izopropil+su karışımı) ilave edilerek tekrar çalkalama aletinde 5 dakika çalkalanmıştır. Aletten alınan tüpler 5 dakika bekletildikten sonra tüp içinde çökmüş olan un seviyesi tüp üzerindeki işaretli kısımdan okunup ve sedimentasyon değeri ml olarak belirlenmiştir (Anonim 1981).

**Enerji (Joule):** Enerji değeri analizleri ICC Standart No: 121'de verilen yönteme göre yapılmıştır (Anonim 2008). Un öğütme AACC Metod No:26- 21 ve 26-31'e göre yapılmıştır (Anonim 2000).

**Tane Sertliği:** Sertlik analizi için Williams vd. (1986) tarafından belirtilen metoda göre ekmeklik buğday kırmaları ile kalibrasyonu yapılmış NIR (Near Infrared Reflectance) spektroskopi cihazında PSI değeri % olarak okumaları tamamlanmıştır.

**Protein İçeriği:** Kjeldahl metoduna (AACC 46-10) göre protein miktarları tespit edilmiştir. Ekmeklik buğday kırmaları ile kalibrasyonu yapılmış NIR (Near Infrared Reflectance) spektroskopi cihazında yüzde (%) olarak tanede protein oranı okumaları tamamlanmıştır (Anonim 1990).

## 2.4.2 Biyometrik Değerlendirme

Denemeden elde edilen veriler, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nde Açık göz vd. (1994) tarafından geliştirilen Tarist İstatistik Paket Programı yardımı ile tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre, varyans analizine tabii tutulmuş ve uygulamalar arasında farklılıkların önem düzeyini belirlemek amacıyla EKÖF testi uygulanmıştır. Ayrıca, her bir genotipin incelenen her karakteri için farklı gama ışınlaması ile elde edilen populasyon ortalama değerlerin kontrollerine oranla değişimlerinin önemli olup olmadığının kontrolü t-testi ile yapılmıştır.

Her özelliğe ilişkin elde edilen varyans analizi sonuçları kullanılarak genotipik ve fenotipik varyans ve ilgili varyasyon katsayıları Johnson vd. (1955) tarafından önerilen beklenen kareler ortalaması yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, geniş anlamda kalıtım derecesi ( $h_{b_s}^2$ ) Allard (1999) tarafından önerilen ve aşağıda verilen eşitlik kullanılarak tahmin edilmiştir.

Tahmin edilen varyans komponentleri;

$$\sigma_G^2 = MS_G - MS_E/r \quad - \text{genotipik varyans}$$

$$\sigma_E^2 = MS_E/r \quad - \text{çevre varyansı}$$

$$\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2 \quad - \text{fenotipik varyans}$$

$$h_B^2 = (\sigma_G^2 / \sigma_P^2) \times 100 \quad - \text{geniş anlamda kalıtım derecesi}$$

$$PCV = 100 \times \sqrt{\sigma_P^2 / \bar{X}} \quad - \text{fenotipik varyasyon katsayısı}$$

$$GCV = 100 \times \sqrt{\sigma_G^2 / \bar{X}} \quad - \text{genotipik varyasyon katsayısı}$$

Beklenen genetik ilerleme (GA): Singh ve Chaudhary (1999) tarafından önerilen eşitliğe göre tahmin edilmiştir.

$$\% 10 \text{ seleksiyon yoğunluğunda } GA\% = k \times \sqrt{\sigma_P^2 / \bar{X}} \times h_B^2 \times 100$$

$\bar{X}$  : genel ortalama ve k seleksiyon diferansiyeli (% 10 seleksiyon yoğunluğu için k= 1.76).

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Araştırma ve Uygulama Alanı'nda 5 ekmeklik buğday çeşidi ve bunların gama ışını uygulanmış 20 mutant populasyonu ve 5 kontrolü olmak üzere 25 genotip ile yürütülen çalışmadan elde edilen bulgular aşağıda ayrı başlıklar altında sunulmuştur.

#### 3.1 Morfolojik Özellikler

##### 3.1.1 Bitki Boyu

Ekmeklik buğdayda bitki boyu, verimi ve verimi etkileyen diğer öğeleri de doğrudan etkileyen ve bitki gelişiminde büyük öneme sahip bir özelliktir. İslah çalışmalarında bitki boyu ile ilgili tercihler, yapılan çalışmaların amacına göre değişiklik göstermektedir (Çay, 1999). İslah çalışmalarında, yatmaya dayanıklı olması sebebiyle kısa boyluluk tercih edilen bir karakterdir. Ancak, bitki boyunda meydana gelen aşırı kısalmaların da makineli hasadı zorlaştırması, fotosentez alanını daraltması ve kıraç şartlara adaptasyonu olumsuz etkilemesi göz ardı edilmemelidir (Akgün, 2001; Tulukçu, 2004). Genellikle birim alan verimini arttırmak için yatmayacak kadar uzun boylu bitkiler istenmektedir.

Beş ekmeklik buğday çeşidinin gama ışını uygulanmış 20 M<sub>4</sub> populasyonu ve 5 kontrolü olmak üzere toplam 25 genotip ile yürütülen çalışmada bitki boyu verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Bitki boyu özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Tekrarlama	3	120.649	40.216**
Genotip	4	1296.065	324.016**
Hata-1	12	64.012	5.334
Mutasyon Dozu	4	235.205	58.801**
Genotip X Doz İnteraksiyonu	16	358.546	22.409**
Hata	60	153.769	2.563
Genel	99	2228.246	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Bitki boyu özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; tekrarlamalar, çeşitler ve mutasyon dozları ortalamaları arasındaki farklar ile genotip x doz interaksyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.2, Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre bitki boyundaki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
0	90,55±0,90		95,95±0,39		93,22±0,25		93,60±0,15		83,97±0,25	
100	100,17±0,78**	9,6	95,47±0,24	-0,5	95,87±0,17**	2,7	96,77±0,20**	3,3	87,92±0,32**	4,5
200	103,47±0,22**	12,4	95,87±0,14	-0,08	95,97±0,20**	2,8	93,62±0,44	0,02	88,07±0,32**	4,6
300	95,75±0,58**	5,4	92,82±0,17**	-3,2	96,32±0,36**	3,2	97,42±0,33**	3,9	89,52±0,32**	6,1
400	98,72±0,27**	8,2	96,42±0,28	0,5	98,47±0,46**	5,3	96,72±0,24**	3,2	85,05±0,52**	1,2

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 3.2’den 5 farklı F-80, F-85, NKÜ Lider, NKÜ Ergene ve Tekirdağ ekmeklik buğday çeşidinin gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> populasyonlarının kontrol dozuna göre bitki boyu ortalamaları arasında istatistiki anlamda önemli farklar olduğu ve bu farkların kontrol dozuna göre artış şeklinde olduğu görülmektedir. Bulunan bu sonuca benzer bulguları Sobieh ve Ragab (2000)’de bildirmiştir. F-85 çeşidinde ise sadece 300 gray gama ışını uygulanan dozunda bitki boyunda istatistiki anlamda önemli bir azalış görülmüştür. Bitki boyu özelliği açısından en yüksek değişim F-80 çeşidinin 200 gray gama ışını uygulanan dozunda (%12,4) görülmüştür. F-85 çeşidinde gama ışını uygulaması diğer çeşitlerden farklı bir etki göstererek üç uygulama dozunda (100, 200, 300) bitki boyunda kısalmaya neden olmuştur. Fakat bu kısalma iki uygulama dozu (100, 200) için istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 3.3. Bitki boyu özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

DOZLAR	ORTALAMALAR
400	95,58 a
200	95,40 a
100	95,24 a
300	94,37 a
0	91,46 b
<b>Genel Ortalama</b>	<b>94,25</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>1,36</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.3'ten görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri 95,58 cm ile 91,46 cm aralığında değişim göstermiştir. En kısa bitki boyu ortalamasını mutasyon dozu uygulanmamış kontrol de belirlenmesine karşılık, en uzun bitki boyu ortalaması 400 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> populasyonu için ölçülmüştür. Kontrol dışındaki mutasyon dozu uygulanmış populasyonların aynı istatistik grupta yer alması mutasyon dozu uygulamasının bitki boyu üzerine istenilen düzeyde etki yapmadığının bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.4. Bitki boyu özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
<b>F-80/200</b>	103,47 a	<b>F-85/100</b>	95,47 b-e
<b>F-80/100</b>	100,17 ab	<b>ERGENE/200</b>	93,62 b-f
<b>F-80/400</b>	98,72 abc	<b>ERGENE/0</b>	93,60 b-f
<b>LİDER/400</b>	98,47 abc	<b>LİDER/0</b>	93,22 b-f
<b>ERGENE/300</b>	97,42 a-d	<b>F-85/300</b>	92,82 c-f
<b>ERGENE/100</b>	96,77 a-d	<b>F-80/0</b>	90,55 d-g
<b>ERGENE/400</b>	96,72 a-d	<b>TEKİRDAĞ/300</b>	89,52 efg
<b>F-85/400</b>	96,42 a-e	<b>TEKİRDAĞ/200</b>	88,07 fg
<b>LİDER/300</b>	96,32 a-e	<b>TEKİRDAĞ/100</b>	87,92 fg
<b>LİDER/200</b>	95,97 b-e	<b>TEKİRDAĞ/400</b>	85,05 g
<b>F-85/0</b>	95,95 b-e	<b>TEKİRDAĞ/0</b>	83,97 g
<b>F-85/200</b>	95,87 b-e	<b>Deneme Ortalaması:</b>	<b>94,25</b>
<b>LİDER/100</b>	95,87 b-e	<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>7,18</b>
<b>F-80/300</b>	95,75 b-e		

Bitki boyu özelliği bakımından genotip x doz interaksyonu ortalamaları arasındaki farklar 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları 103,47 cm ile 83,97 cm arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 94,25 cm olarak bulunmuştur. On populasyon bu ortalamanın altında, 15 populasyon ise üzerinde bitki boyu değerlerine sahip olmuştur. F-80/200, 103,47 cm ile en yüksek bitki boyu ortalamasına sahip populasyon olmuş bunu F-80/100 populasyonu 100,17 cm ile izlemiştir. Tekirdağ/0 ise 83,97 cm ile en düşük bitki boyu ortalamasına sahip genotip olarak belirlenmiştir.

Sonuçlarımız uygulanan gama ışını dozlarının bitki boyunda çeşit ve mutasyon dozuna göre düzenli olmamak kaydıyla önemli derecede varyasyona neden olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçları Gandapore vd. (1999), Din vd. (2004), Şenay vd. (2011), Al-Naggar vd. (2013) ve Nazarenko ve Kharytonov (2016)'da bildirmişlerdir.

### **3.1.2 Başak Uzunluğu**

Başak uzunluğu, verimin önemli bileşenlerinden biridir ve bitkinin diğer kısımlarına göre güneş ışığından daha fazla yararlanma avantajına sahiptir. Ayrıca başak, kılçıklarla birlikte daha uzun süre yeşil ve işlevsel kalan organdır. Bu özelliklerinden dolayı başak, tanelerde biriken kuru maddenin ortalama %20-30'una katkıda bulunur (Thorne (1965); Sharma vd. (2003)). Başak uzunluğunun artmasıyla başakta tane sayısı ve başak veriminde de artış olacağından ıslah çalışmalarında başak boyu uzun olan bitkilerin seçilmesi büyük önem taşımaktadır (Özgen 1989). Nitekim Hsu ve Walton (1971), yaptıkları çalışmada başak uzunluğu, bayrak yaprağı genişliği ve eninin, verim ve onunla ilişkili olan diğer özellikleri etkilediğini bildirmişlerdir.

Beş ekmeklik buğday çeşidine gama ışını uygulanması ile elde edilen 20 M<sub>4</sub> populasyonu ve 5 kontrol genotipi ile yürütölen çalışmada başak uzunluğu verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Başak uzunluğu özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Tekrarlama	3	2.243	0.748**
Genotip	4	72.009	18.002**
Hata-1	12	1.131	0.094
Mutasyon Dozu	4	0.960	0.240*
Genotip X Doz İnteraksiyonu	16	8.857	0.554**
Hata	60	5.553	0.093
Genel	99	90.753	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Başak uzunluğu özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde tekrarlamalar, çeşitler ve genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde ve mutasyon dozları ortalamaları arasındaki farklar ise 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.6, Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.6. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre başak uzunluğundaki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
0	10,14±0,19		10,60±0,07		11,81±0,13		12,03±0,12		9,75±0,04	
100	11,15±0,13**	9,0	10,93±0,15	2,9	11,25±0,08*	-4,7	12,55±0,16*	4,1	9,570±0,03*	-1,8
200	11,65±0,08**	13,0	10,80±0,24	1,8	11,52±0,33	-2,4	12,40±0,29	2,9	9,42±0,07*	-3,3
300	11,10±0,19*	8,7	11,14±0,18*	4,8	11,29±0,07*	-4,3	12,14±0,16	0,9	9,54±0,05*	-2,1
400	11,48±0,12**	11,7	10,40±0,11	-1,9	11,75±0,16	-0,5	11,81±0,14	-1,8	9,77±0,01	0,3

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 3.6 incelendiğinde gama ışını uygulaması ile elde edilen populasyonların kontrol dozuna göre başak uzunluğu ortalamaları arasında istatistiki anlamda önemli değişimler olmuştur. F-80 çeşidinin gama ışını uygulanmış her bir populasyonunda, kontrol dozuna göre istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede başak boyunda uzamanın olduğu görülmüştür. F-85 çeşidi için çizelge incelendiğinde; 300 Gy gama ışını uygulanan dozun, çeşidin kontrol dozuna göre istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli bir şekilde başak boyunun uzamasına neden olduğu görülmektedir. İlâveten F-85 çeşidine uygulanan 400 Gy’lık



gama ışını dozunun başak uzunluğunda kısalma neden olduğu görülmüştür. Fakat bu kısalma istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır. NKÜ Lider çeşidine uygulanmış gama ışını sonucu oluşan populasyonların, kontrol dozuna göre başak uzunluğunda kısalma olduğu görülmüştür. Fakat uygulanan dozlardan sadece iki uygulama dozunda (100 ve 300 Gy) istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli derecede başak boyunun kısaldığı görülmüştür. Şenay vd. (2011)'da başak uzunluğunda kısalma ile ilgili benzer sonuçlar belirtmişlerdir. NKÜ Ergene çeşidi için çizelge incelendiğinde; uygulanan gama ışını dozu miktarı arttıkça başak uzunluğundaki değişimin azaldığı ve uygulanan en yüksek dozda başak boyunun kısaldığı görülmüştür. Fakat uygulanan dozlar arasında sadece 100 Gy gama ışını dozunda istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli derecede başak uzunluğunda uzama görülmüştür. Diğer dozlardaki (200, 300 ve 400 Gy) populasyonlarda görülen değişimler istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Tekirdağ çeşidi için çizelge incelendiğinde; uygulanan gama ışını dozu miktarı arttıkça başak uzunluğunda görülen kısalmanın azaldığı ve 400 Gy gama ışını uygulanmış populasyonda başak boyunda uzamanın olduğu görülmüştür. Fakat bu popülasyonda belirlenen başak boyundaki uzama istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Bunun yanında diğer gama ışını uygulama dozlarının (100, 200 ve 300 Gy) kontrol dozuna göre 0,05 düzeyinde önemli derecede başak uzunluğunda kısalma neden olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.7. Başak uzunluğu özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

<b>DOZLAR</b>	<b>ORTALAMALAR</b>
<b>200</b>	11,16 a
<b>100</b>	11,09 ab
<b>400</b>	11,07 ab
<b>300</b>	11,04 ab
<b>0</b>	10,86 b
<b>Genel Ortalama</b>	<b>11,04</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>0,26</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozlarından elde edilmiş ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.7'den görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri 11,16 cm ile 10,86 cm aralığında değişim göstermiştir. En kısa başak uzunluğu ortalamasının kontrol uygulamasında belirlenmesine karşılık, en uzun başak uzunluğu ortalaması 200 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> populasyonu için ölçülmüştür. En yüksek başak uzunluğu ortalama değerini veren 200 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> populasyonu dışındaki mutasyon dozu uygulanmış

populasyonların kontrol dozu ile aynı istatistik grupta yer alması, bu mutasyon dozu uygulamaları için başak uzunluğu üzerine istenilen düzeyde etki yapmadığının bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.8. Başak uzunluğu özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
<b>ERGENE/100</b>	12,55 a	<b>F-80/300</b>	11,10 e-h
<b>ERGENE/200</b>	12,40 ab	<b>F-85/100</b>	10,93 e-h
<b>ERGENE/300</b>	12,14 abc	<b>F-85/200</b>	10,80 fgh
<b>ERGENE/0</b>	12,03 a-d	<b>F-85/0</b>	10,55 ghi
<b>ERGENE/400</b>	11,81 a-e	<b>F-85/400</b>	10,39 hij
<b>LİDER/0</b>	11,80 a-e	<b>TEKİRDAĞ/400</b>	9,90 ijk
<b>LİDER/400</b>	11,75 a-e	<b>TEKİRDAĞ/0</b>	9,74 ijk
<b>F-80/200</b>	11,65 b-f	<b>TEKİRDAĞ/100</b>	9,57 jk
<b>LİDER/200</b>	11,52 b-f	<b>F-80/0</b>	9,56 jk
<b>F-80/400</b>	11,48 b-f	<b>TEKİRDAĞ/300</b>	9,54 jk
<b>LİDER/300</b>	11,29 c-g	<b>TEKİRDAĞ/200</b>	9,42 k
<b>LİDER/100</b>	11,24 c-h	<b>Deneme Ortalaması:</b>	<b>11,04</b>
<b>F-80/100</b>	11,14 d-h	<b>EKÖ<sub>F0,01</sub></b>	<b>0,89</b>
<b>F-85/300</b>	11,14 d-h		

Başak uzunluğu özelliği bakımından genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları 12,55 cm ile 9,42 cm arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 11,04 cm olarak bulunmuştur. On populasyon bu ortalamanın altında, 15 populasyon ise üzerinde başak uzunluğu değerlerine sahip olmuştur. Ergene/100, 12,55 cm ile en yüksek başak uzunluğu ortalamasına sahip populasyon olmuş, bunu Ergene/200 populasyonu 12,40 cm ile izlemiştir. Tekirdağ/200 ise 9,42 cm ile en düşük başak uzunluğu ortalamasına sahip populasyon olarak belirlenmiştir.

Bu özellik özelinde bulduğumuz sonuçlar uygulanan gama ışını dozlarının başak uzunluğunda çeşitlere ve mutasyon dozlarına göre farklılık gösteren önemli derecede varyasyona neden olduğunu göstermektedir. Bulgularımıza benzer sonuçları Sobieh ve Ragab (2000) ve Nazarenko ve Kharytonov (2016)'da çalışmalarında bildirmişlerdir.

### 3.1.3 Başakta Başakçık Sayısı

Buğdayda tane verimine etkili unsurlardan birisi de başakta başakçık sayısıdır. Başak sistemini oluşturan yapı birimleri içerisinde başakta başakçık sayısı, başak verimini doğrudan etkileyen en önemli bileşenlerinden birisidir. Ekmeklik buğday çeşitlerinde verimi artırmak amacıyla genetik olarak başakçık sayısının artırılması üzerinde durulduğu bilinmektedir. Sade vd. (1999)'nın yaptığı bir çalışmada buğdayda başakta başakçık sayısı ile başakta tane sayısı arasında yüksek düzeyde olumlu korelasyon bulunduğu ve başakçık sayısı yüksek olan başaklarda daha fazla tane sayısı görüldüğünü belirtmiştir. Zira Salem vd. (2016)'da bitki tane verimi ile başakta başakçık sayısı arasında önemli ilişkiler olduğunu bildirmiştir.

Yaptığımız çalışmada gama ışını uygulanması ile elde edilen 20 M<sub>4</sub> populasyonu ve 5 kontrol genotipinin başakta başakçık sayısı verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.9'de verilmiştir

Çizelge 3.9. Başakta başakçık sayısı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Tekrarlama	3	1.629	0.543*
Genotip	4	26.767	6.692**
Hata-1	12	1.291	0.108
Mutasyon Dozu	4	1.783	0.446**
Genotip X Doz İnteraksiyonu	16	11.382	0.711**
Hata	60	5.248	0.087
Genel	99	48.101	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Başakta başakçık sayısı özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; çeşitler, mutasyon dozları ile genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde ve tekrarlamaların ortalamaları arasındaki farklar ise 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.10, Çizelge 3.11 ve Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.10. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre başakta başakçık sayısındaki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
0	21,10±0,05		21,56±0,09		21,73±0,07		22,52±0,08		21,75±0,09	
100	22,33±0,12**	5,5	20,97±0,08**	-2,7	21,34±0,08*	-1,8	22,45±0,04	-0,3	20,67±0,06**	-5,1
200	22,20±0,08**	4,9	21,31±0,13	-1,1	21,01±0,08**	-3,3	22,18±0,06*	-1,5	20,47±0,06**	-6,0
300	21,86±0,06**	3,5	21,75±0,05	0,9	21,53±0,11	-0,9	22,99±0,09**	2,0	20,91±0,04**	-3,9
400	21,69±0,09**	2,7	21,12±0,06**	-2,0	22,05±0,08*	1,4	22,25±0,06*	-1,2	20,83±0,06**	-4,3

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Elde edilen sonuçlar neticesinde Çizelge 3.10'dan da görüleceği üzere gama ışını uygulamasının, çeşitlerin gama ışını uygulanmayan dozuna göre istatistiki anlamda önemli değişimlere neden olduğu görülmüştür. Değişim Tekirdağ çeşidinin 200 Gy gama ışını uygulanan varyetesinde en fazla (%6,0) görülmüştür. F-80 çeşidi için çizelge incelendiğinde; gama ışını uygulanan dozlar ile gama ışını uygulanmayan doz arasında istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede bir artış olduğu görülmektedir. Ayrıca uygulanan gama ışını dozunun şiddeti arttıkça başaktaki başakçık sayısındaki artış miktarında azalma olduğu görülmektedir. F-85 çeşidinin 100 Gy, 200 Gy ve 400 Gy gama ışını dozu uygulamalarında, gama ışını uygulanmayan doza göre başaktaki başakçık sayısında azalma görülmüştür. 100 Gy ile 400 Gy gama ışını dozu uygulamalarındaki azalmanın istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. 300 Gy gama ışını dozu uygulamasında başaktaki başakçık sayısında bir miktar artış olmuştur fakat bu artış istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır. NKÜ Lider çeşidi için çizelge değerlendirildiğinde uygulanan gama ışını dozlarına göre başaktaki başakçık sayısında azalışlar ve artışlar görülmüştür. Çeşidin 100 ile 200 Gy gama ışını uygulanan varyetelerinde istatistiki anlamda sırasıyla 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemli derecede başakta başakçık sayısında azalma görülürken, 400 Gy gama ışını uygulanan populasyonda istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli derecede bir artış görülmüştür. NKÜ Ergene çeşidinin gama ışını uygulanmayan kontrolüne göre 200 Gy ve 400 Gy gama ışını uygulanan populasyonlarında istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli derecede başakta başakçık sayısında azalma, 300 Gy gama ışını dozunda ise istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede artış görülmüştür. Tekirdağ çeşidi için çizelge irdelendiğinde gama ışını uygulanmayan kontrole göre tüm gama ışını uygulamalarında (100, 200, 300 ve 400 Gy) istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede başakta başakçık sayısında azalma

görülmüştür. Başakçık sayısında görülen azalmalar ile ilgili benzer sonuçları Gandapore vd. (1999) ile Şenay vd. (2011)'da bildirmişlerdir.

Çizelge 3.11. Başakta başakçık sayısı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

DOZLAR	ORTALAMALAR
300	21,81 a
0	21,73 ab
400	21,59 abc
100	21,55 bc
200	21,43 c
<b>Genel Ortalama</b>	<b>21,62</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>0,25</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozlarından elde edilmiş başakta başakçık sayısı ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.11'den görülmektedir. Mutasyon dozlarında belirlenen ortalama başakta başakçık sayısı değerleri 21,81 adet ile 21,43 adet aralığında değişim göstermiştir. En az ortalama başakta başakçık sayısı 200 Gy dozu uygulanmış M<sub>4</sub> populasyonunda belirlenmesine karşılık en çok ortalama başakta başakçık sayısı 300 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> populasyonu için ölçülmüştür. Mutasyon dozu uygulanmış populasyonların farklı istatistiki gruplarda yer alması mutasyon dozu uygulamasının başakta başakçık sayısı üzerinde etkili olabileceğinin bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.12. Başakta başakçık sayısı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
<b>ERGENE/300</b>	22,99 a	<b>LİDER/300</b>	21,53 a-e
<b>ERGENE/0</b>	22,52 ab	<b>LİDER/100</b>	21,34 a-e
<b>ERGENE/100</b>	22,45 abc	<b>F-85/200</b>	21,31 b-e
<b>F-80/100</b>	22,31 a-d	<b>F-85/400</b>	21,11 b-e
<b>ERGENE/400</b>	22,24 a-d	<b>F-80/0</b>	21,10 b-e
<b>F-80/200</b>	22,20 a-d	<b>LİDER/200</b>	21,01 b-e
<b>ERGENE/200</b>	22,18 a-d	<b>F-85/100</b>	20,97 b-e
<b>LİDER/400</b>	22,04 a-e	<b>TEKİRDAĞ/300</b>	20,91 b-e
<b>F-80/300</b>	21,86 a-e	<b>TEKİRDAĞ/400</b>	20,83 cde
<b>TEKİRDAĞ/0</b>	21,75 a-e	<b>TEKİRDAĞ/100</b>	20,69 de

Çizelge 3.13. Başakta başakçık sayısı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri (devamı)

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
F-85/300	21,75 a-e	TEKİRDAĞ/200	20,47 e
LİDER/0	21,73 a-e	Deneme Ortalaması:	21,62
F-80/400	21,69 a-e	EKÖF <sub>0,01</sub>	1,66
F-85/0	21,56 a-e		

Başakta başakçık sayısı özelliği bakımından genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları 22,99 adet ile 20,47 adet arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 21,62 adet olarak bulunmuştur. On iki populasyon bu ortalamanın altında, 13 populasyon ise üzerinde başakta başakçık sayısı değerine sahip olmuştur. Ergene/300, 22,99 adet ile en yüksek başakta başakçık sayısı ortalamasına sahip populasyon olmuş ve bu populasyonu Ergene/0 genotipi 22,52 adet ile izlemiştir. Tekirdağ/200 ise 20,47 adet ile en düşük başakta başakçık sayısı ortalamasına sahip populasyon olarak belirlenmiştir.

Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgulara göre, başaktaki başakçık sayısı üzerinde uygulanan gama ışını doz miktarlarının önemli derecede varyasyona neden olduğu ve bu varyasyonun çeşitlere göre farklı etkilerinin olduğu görülmüştür. Çalışmamızda bulduğumuz sonuçlarla paralel sonuçlara Mohammad vd. (1985) ile Sobieh ve Ragab (2000)'da çalışmalarında ulaşımlardır.

### 3.1.4 Başakta Tane Sayısı

Buğday ıslah çalışmalarının temel amaçlarından birisi olan verim, bazı morfolojik karakterler tarafından doğrudan ve dolaylı olarak etkilenmektedir. Verimi etkileyen morfolojik özelliklerden birisi de başakta tane sayısıdır. Islah çalışmalarında yüksek tane sayısı diğer faktörlerin de olumlu olması durumunda en önemli seleksiyon kriteridir (Genç, 1974). Gökçora (1969), buğdayda verim kabiliyetinin genetik yapı ve ekolojik koşullara bağlı olduğunu, genetik yapının kardeşlenme, başak uzunluğu ve sıklığı, başakta tane sayısı ve tane büyüklüğü gibi morfolojik özellikler şeklinde ortaya çıktığını, bundan dolayı ıslahçının verim faktörlerini tek tek değil, birlikte değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Başakta tane sayısını artırmak buğdayda tane verim potansiyelini artırmaya önemli ölçüde katkıda bulunur (Li vd., 2013). Başakta tane sayısı, başakçıklarda yer alan fertil çiçek sayısı ve bu fertil çiçeklerin tane

oluşturabilmesine bağlıdır. Bu bakımdan başakçıkta tane sayısının artırılması verimin artırılmasında önemli bir paya sahiptir.

Gama ışını uygulanmış 20 M<sub>4</sub> populasyonu ile 5 kontrol genotipi olmak üzere toplam 25 ekmeklik buğday ile yapılan çalışmada başakta tane sayısı için elde edilen veriler üzerinden yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.13’de verilmiştir.

Çizelge 3.14. Başakta tane sayısı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
<b>Tekrarlama</b>	3	21.523	7.174 <sub>ns</sub>
<b>Genotip</b>	4	4545.840	1136.460**
<b>Hata-1</b>	12	100.844	8.404
<b>Mutasyon Dozu</b>	4	104.035	26.009**
<b>Genotip X Doz İnteraksiyonu</b>	16	299.566	18.723**
<b>Hata</b>	60	343.620	5.727
<b>Genel</b>	99	5415.428	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Başakta tane sayısı özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; genotipler, mutasyon dozları ile genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.14, Çizelge 3.15 ve Çizelge 3.16’de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre başakta tane sayısındaki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
<b>0</b>	45,42±0,18		50,23±0,15		51,17±0,05		61,18±0,05		43,34±0,15	
<b>100</b>	45,52±0,36	0,2	52,97±0,34**	5,2	52,66±0,06**	2,8	64,63±0,33**	5,3	41,88±0,21**	-3,4
<b>200</b>	45,17±0,30	-0,5	53,32±0,17**	5,8	51,09±0,14	-0,1	59,30±0,30**	-3,1	36,58±0,24**	-15,6
<b>300</b>	43,25±0,20**	-4,8	53,64±0,09**	6,3	50,10±0,12**	-2,1	60,96±0,17	-0,4	41,16±0,15**	-5,0
<b>400</b>	44,35±0,35*	-2,3	46,14±0,06**	-8,1	51,98±0,23*	1,5	57,99±0,26**	-5,2	42,53±0,17*	-1,9

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Elde edilen sonuçlara göre Çizelge 3.14'de de görüleceği üzere gama ışını uygulamasının, kontrol uygulamasına göre istatistiki anlamda önemli değişimlere neden olduğu görülmüştür. F-80 çeşidine uygulanan gama ışınının, oluşan populasyonların başakta tane sayısında azalmaya neden olduğu görülmektedir. 100 Gy gama dozunda başakta tane sayısında bir artış olmuştur, fakat bu artış istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır. F-85 çeşidi incelendiğinde; gama ışını uygulamalarının başakta tane sayısında istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede artışa neden olduğu görülmektedir. Bu sonuç Acquaaah (2012)'nin sonuçlarına paralel bulunmuştur. Bununla birlikte, başakta başakçık sayısındaki bu artış 400 Gy gama dozuna kadar olmuş, 400 Gy gama ışını uygulamasında başakta tane sayısı kontrole göre önemli bir şekilde azalmıştır. NKÜ Lider çeşidine uygulanan 100 Gy ve 400 Gy gama ışınları başakta tane sayısında artışlara neden olurken, 200 Gy ve 300 Gy gama ışını uygulamaları ise azalmaya neden olmuştur. NKÜ Ergene çeşidinde uygulanan 100 Gy gama ışını başakta tane sayısını istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir şekilde arttırmıştır. Ancak, 100 Gy'den sonra artan her gama ışını dozu bu çeşitte başakta tane sayısının önemli bir şekilde azalmasına neden olmuştur. Tekirdağ çeşidine uygulanan gama ışını dozlarının başakta tane sayısında istatistiki anlamda önemli bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. Çalışmamızda en yüksek oranda değişim miktarı (%-15,6) Tekirdağ çeşidinin 200 Gy gama ışını uygulanmış populasyonunda gözlemlenmiştir.

Çizelge 3.16. Başakta tane sayısı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

<b>DOZLAR</b>	<b>ORTALAMALAR</b>
<b>100</b>	51,55 a
<b>0</b>	50,27 ab
<b>300</b>	49,82 ab
<b>200</b>	49,09 b
<b>400</b>	48,60 b
<b>Genel Ortalama</b>	<b>49,85</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>2,03</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farkların istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.15'den görülmektedir. Mutasyon dozlarından elde edilen ortalama değerleri 51,55 adet ile 48,60 adet aralığında değişim göstermiştir. En az ortalama başakta tane sayısı 400 Gy dozu uygulanmış M<sub>4</sub> populasyonunda belirlenmesine karşılık, en çok ortalama başakta tane sayısı 100 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> populasyonu için ölçülmüştür.



Mutasyon dozu uygulanmış populasyonların iki farklı istatistiki grupta yer alması mutasyon dozu uygulamasının başakta tane sayısı üzerinde etkili olabileceğinin bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.17. Başakta tane sayısı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
<b>ERGENE/100</b>	64,63 a	<b>F-85/400</b>	46,14 e-i
<b>ERGENE/0</b>	61,18 ab	<b>F-80/100</b>	45,52 e-i
<b>ERGENE/300</b>	60,96 ab	<b>F-80/0</b>	45,42 e-i
<b>ERGENE/200</b>	59,29 abc	<b>F-80/200</b>	45,17 e-i
<b>ERGENE/400</b>	57,99 a-d	<b>F-80/400</b>	44,35 e-i
<b>F-85/300</b>	53,63 b-e	<b>TEKİRDAĞ/0</b>	43,34 e-i
<b>F-85/100</b>	52,80 b-f	<b>F-80/300</b>	43,25 e-i
<b>F-85/200</b>	52,57 b-f	<b>TEKİRDAĞ/400</b>	42,53 f-i
<b>LİDER/400</b>	51,98 b-g	<b>TEKİRDAĞ/100</b>	41,88 ghi
<b>LİDER/0</b>	51,17 b-h	<b>TEKİRDAĞ/300</b>	41,15 hi
<b>LİDER/200</b>	51,09 b-h	<b>TEKİRDAĞ/200</b>	36,57 i
<b>LİDER/100</b>	50,15 c-h	<b>Deneme Ortalaması:</b>	<b>49,85</b>
<b>LİDER/300</b>	50,09 c-h	<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>10,54</b>
<b>F-85/0</b>	48,73 d-h		

Başakta tane sayısı özelliği bakımından genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki olarak 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları 64,63 adet ile 36,57 adet arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 49,85 adet olarak bulunmuştur. On iki populasyon deneme ortalamasının altında, 13 populasyon ise üzerinde başakta tane sayısı değerine sahip olmuştur. Ergene/100, 64,63 adet ile en yüksek başakta tane sayısı ortalamasına sahip populasyon olmuş ve bunu Ergene/0 populasyonu 61,18 adet ile izlemiştir. Tekirdağ/200 ise 36,57 adet ile en düşük başakta tane sayısı ortalamasına sahip populasyon olarak belirlenmiştir.

Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda başakta tane sayısı üzerinde uygulanan gama ışını doz miktarlarının önemli düzeyde varyasyona neden olduğu ve bu varyasyonun genotipler ile uygulanan mutasyon dozu miktarlarına göre farklı etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Sonuçlarımız, Gorgidze (1980), Albokari vd. (2015) ile Nazarenko ve Kharytonov (2016)'nın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

### 3.1.5 Başakta Tane Ağırlığı

Başakta tane ağırlığı buğday ıslah programlarında birim alanda tane verimini arttırmak amacıyla önemli bir seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır. Üstün olan çeşitler aynı çevre koşullarında diğer çeşitlerden genetik olarak daha fazla başakta tane ağırlığı ortaya koyabilmektedirler. Verimi oluşturan verim öğeleri dengeli bir şekilde bir araya getirilerek, yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi mümkün olabilmektedir. Başakta tane ağırlığının da verimin ortaya çıkmasında önemli etkisi bulunmaktadır. Yüksek verim için, ıslah programlarında başakta tane ağırlığının artırılması üzerinde çalışılmalıdır (Soylu, 1998).

Beş ekmeklik buğday çeşidinin 4 farklı dozda gama ışını uygulanmış M<sub>4</sub> populasyonları ve 5 kontrol genotipi olmak üzere toplam 25 genotip ile yürütülen çalışmada başakta tane ağırlığı verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.17’de verilmiştir.

Çizelge 3.18. Başakta tane ağırlığı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
Tekrarlama	3	0.253	0.084ns
Genotip	4	3.754	0.939**
Hata-1	12	0.805	0.067
Mutasyon Dozu	4	0.580	0.145*
Genotip X Doz İnteraksiyonu	16	0.881	0.055ns
Hata	60	3.354	0.056
Genel	99	9.628	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Başakta tane ağırlığı özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; çeşitlerin ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde, mutasyon dozları ortalamaları arasındaki farklar ise istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna karşılık tekrarlamaların ortalamaları ile genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.18, Çizelge 3.19 ve Çizelge 3.20’de verilmiştir.

Çizelge 3.19. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre başakta tane ağırlıklarındaki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
0	1,79±0,02		2,06±0,07		2,43±0,01		2,42±0,03		1,75±0,02	
100	2,08±0,05**	14,2	2,30±0,09	10,6	2,49±0,03	2,2	2,58±0,02**	6,2	2,09±0,01**	16,4
200	2,08±0,09**	14,1	2,32±0,13	11,5	2,50±0,02*	2,6	2,29±0,02**	-5,4	2,05±0,01**	14,7
300	2,01±0,02**	11,2	2,42±0,10*	14,9	2,24±0,04**	-8,0	2,50±0,02	3,3	2,04±0,02**	14,3
400	2,03±0,03**	12,0	2,39±0,09*	14,1	2,59±0,03**	6,2	2,29±0,01**	-5,2	2,11±0,01**	17,2

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 3.18 incelendiğinde gama ışını uygulamasının genel olarak başakta tane ağırlığını arttırdığı görülmüştür. F-80 çeşidinin 100, 300, 400 Gy gama ışını uygulamaları istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede, 200 Gy gama ışını uygulaması ise 0,05 düzeyinde önemli derecede başakta tane ağırlığını arttırdığı görülmüştür. F-85 çeşidi incelendiğinde, uygulanan gama ışını dozu miktarı artışına paralel olarak başaktaki tane ağırlığının da arttığı görülmüştür. NKÜ Lider çeşidine uygulanan gama ışını dozundaki artış başakta tane ağırlığını arttırmıştır. Fakat 300 Gy gama ışını uygulaması ise bu çeşidin başakte tane ağırlığında istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir azalışa neden olmuştur. NKÜ Ergene çeşidi için çizelge incelendiğinde, gama ışını uygulaması, uygulanan doz miktarına göre farklı etkiler göstermiştir. 100 Gy gama ışını uygulanmış populasyonda istatistiki anlamda 0,01 düzeyde önemli derecede başakta tane ağırlığında artış görülürken, 200 ve 400 Gy gama ışını uygulaması tam tetsi etki göstererek istatistiki anlamda sırasıyla 0,05 ve 0,01 düzeyinde önemli derecede azalmaya neden olmuştur. NKÜ Lider ve NKÜ Ergene çeşitlerinde yüksek gama ışını dozlarında başakta tane ağırlığında görülen azalmaya benzer sonuçları Albokari vd. (2015) ile Nazarenko ve Kharytonov (2016)'da yaptıkları çalışmalarda bildirmişlerdir. Tekirdağ çeşidine uygulanan tüm gama ışını dozları başakta tane ağırlığında istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede artış sağlamışlardır.

Çizelge 3.20. Başakta tane ağırlığı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

DOZLAR	ORTALAMALAR
100	2,30 a
400	2,86 ab
200	2,25 ab
300	2,24 ab
0	2,09 b
<b>Genel Ortalama</b>	<b>2,23</b>
<b>EKÖ<sub>F0,01</sub></b>	<b>0,20</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozu ile elde edilmiş ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.19'dan görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri 2,30 g ile 2,09 g aralığında değişim göstermiştir. En düşük başakta tane ağırlığı ortalamasının mutasyon dozu uygulanmamış kontrol genotiplerinde belirlenmesine karşılık, en yüksek başakta tane ağırlığı ortalaması 100 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> popülasyonu için ölçülmüştür. Kontrol dışındaki mutasyon dozu uygulanmış popülasyonların aynı istatistik grupta yer alması 100 Gy dışındaki mutasyon dozu uygulamalarının başakta tane ağırlığı üzerine istenilen düzeyde etki yapmadığının bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.21. Başakta tane ağırlığı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
LİDER/400	2,59 a	TEKİRDAĞ/0	2,11 a-h
LİDER/0	2,58 a	F-80/0	2,11 a-h
ERGENE/100	2,57 ab	TEKİRDAĞ/100	2,06 a-h
LİDER/200	2,50 abc	TEKİRDAĞ/400	2,04 b-h
LİDER/100	2,46 a-d	F-85/400	2,03 c-h
F-85/200	2,42 a-e	TEKİRDAĞ/300	1,97 c-h
ERGENE/0	2,42 a-e	F-80/200	1,93 d-h
F-85/300	2,39 a-f	F-80/100	1,90 e-h
F-85/100	2,32 a-f	F-80/400	1,87 fgh
F-85/0	2,30 a-f	TEKİRDAĞ/200	1,75 gh
ERGENE/300	2,25 a-g	F-80/300	1,68 h
LİDER/300	2,24 a-g	<b>Deneme Ortalaması:</b>	<b>2,23</b>
ERGENE/400	2,23 a-g	<b>EKÖ<sub>F0,01</sub></b>	<b>0,54</b>
ERGENE/200	2,13 a-h		

Başakta tane ağırlığı özelliği bakımından genotip x doz interaksyonu ortalamaları arasındaki farklar 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları 2,59 g ile 1,68 g arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 2,23 g olarak bulunmuştur. On iki populasyon bu ortalamanın altında, 13 populasyon ise üzerinde başakta tane ağırlığı değerine sahip olmuştur. Lider/400, 2,59 g ile en yüksek başakta tane ağırlığı ortalamasına sahip populasyon olmuş, bu populasyonu Lider/0 (2,58 g) ile Ergene/100 (2,57 g) populasyonları izlemiştir. F-80/300 ise 1,68 g ile en düşük başakta tane ağırlığı ortalamasına sahip populasyonu olarak belirlenmiştir.

Elde edilen bu incelemeler doğrultusunda, uygulanan gama ışını populasyonlarda genel olarak başakta tane ağırlığı üzerinde artışa neden olduğu fakat uygulanan doz miktarına göre bu etkinin değişebildiği gözlemlenmiştir. Bulgularımıza paralel sonuçları Gorgidze (1980), Sobieh ve Ragab (2000) ve Kenzhebayeva vd. (2017)'da yaptıkları çalışmalarda bildirmişlerdir.

### **3.1.6 Hasat İndeksi**

Bitkinin toplam biyokütle içindeki tane ürününün oransal bir ifadesi olan hasat indeksi, bir bitkinin tane veriminin belirlenmesinde en geçerli özelliklerden birisidir (Sip ve Skorpik, 1984). İslahçıların hasat indeksi ile ilgili en önemli hedefleri, biyokütledeki kaynak kapasitesini oluşturan yeşil aksam miktarı ile depo kapasitesini oluşturan tane miktarı arasında en yüksek tane verimini oluşturabilecek dengeyi yakalayabilmektir. Bu denge noktası da bitkiden alınabilecek en yüksek hasat indeksi seviyesi olarak ifade edilebilir. Hasat indeksinin yüksek olması, birim alandan daha fazla tane daha az saman ürünü elde edildiğinin bir göstergesidir.

Beş ekmeklik buğday çeşidinin gama ışını uygulanmış 20 M<sub>4</sub> populasyonu ve 5 kontrolü olmak üzere toplam 25 genotip ile yürütülen çalışmada hasat indeksi verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.21'de verilmiştir.

Çizelge 3.22. Hasat indeksi özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
<b>Tekrarlama</b>	3	17.098	5.699*
<b>Genotip</b>	4	570.228	142.557**
<b>Hata-1</b>	12	11.504	0.959
<b>Mutasyon Dozu</b>	4	61.316	15.329**
<b>Genotip X Doz İnteraksiyonu</b>	16	228.236	14.265**
<b>Hata</b>	60	69.015	1.150
<b>Genel</b>	99	957.397	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Hasat indeksi özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; çeşitler, mutasyon dozları ile genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde ve tekrarlamaların ortalamaları arasındaki farklar ise 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.22, Çizelge 3.23 ve Çizelge 3.24’de verilmiştir.

Çizelge 3.23. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre hasat indekslerindeki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
<b>0</b>	48,17±0,53		46,28±0,77		50,39± 0,26		48,22±0,91		47,75±0,21	
<b>100</b>	41,43±0,10**	-14,0	46,78±0,34	1,0	50,76±0,30	0,7	47,01±0,11	-2,5	49,19±0,10**	2,9
<b>200</b>	41,36±0,09**	-14,1	49,43±0,31**	6,4	49,74±0,14	-1,3	47,53±0,18	-1,4	45,95±0,12**	-3,7
<b>300</b>	40,37±0,13**	-16,2	47,46±0,14	2,5	46,30±0,45**	-8,1	46,77±0,37	-3,0	49,08±0,19**	2,7
<b>400</b>	40,69±0,33**	-15,5	46,15±0,17	-0,3	50,25±0,19	-0,3	45,79±0,16*	-5,0	48,57±0,14*	1,7

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Elde edilen sonuçlara göre Çizelge 3.22 incelendiğinde, gama ışını uygulamasının çoğunlukla hasat indeksine negatif etkisinin olduğu görülmektedir. F-80 çeşidi incelendiğinde, gama dozundaki artışın istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede hasat indeksinde azalmaya neden olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca uygulanan doz oranındaki artışa paralel olarak hasat indeksindeki azalış oranı da artmıştır. F-85 çeşidinin gama ışını uygulanan populasyonlarının hasat indekslerinde artışlar görülmüştür. Bu artış miktarı sadece 200 Gy gama ışını uygulanan populasyonda istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. NKÜ Lider çeşidi

üzerinden çizelge değerlendirildiğinde, gama ışını uygulamasının hasat indeksi değerlerinde azalmaya neden olduğu görülmektedir. Uygulanan gama ışını dozlarının artışına paralel olarak hasat indeksindeki azalma oranı da artmıştır. Fakat bu azalma sadece 300 Gy gama ışını dozunda istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. NKÜ Ergene çeşidine uygulanan gama ışını, çeşidin M<sub>4</sub> populasyonlarının hasat indeksi değerlerinde azalmaya neden olmuştur. Uygulanan gama ışını dozu artışına paralel olarak azalma miktarının da arttığı görülmüştür. Fakat bu azalma yalnız 400 Gy gama ışını dozunda istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tekirdağ çeşidinde uygulanan gama ışını dozu miktarına göre hasat indeksinde farklı etkiler görülmüştür. Üç (100, 300 ve 400 Gy) gama ışını uygulamasında artış görülürken, 200 Gy gama ışını uygulamasında azalma görülmüştür. Artış görülen populasyonlara bakıldığında uygulanan gama ışını dozu miktarı arttıkça hasat indeksindeki artış oranı miktarının azaldığı dikkati çekmektedir.

Çizelge 3.24. Hasat indeksi özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

DOZLAR	ORTALAMALAR
0	48,26 a
100	47,05 b
200	46,80 bc
400	46,29 bc
300	45,99 c
<b>Genel Ortalama</b>	<b>46,88</b>
<b>EKÖ<sub>F0,01</sub></b>	<b>0,91</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farkların istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.23'den görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri %48,26 ile %45,99 aralığında değişim göstermiştir. En yüksek hasat indeksi ortalamasının mutasyon dozu uygulanmamış kontrol genotiplerinde belirlenmesine karşılık en düşük hasat indeksi ortalaması 300 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> populasyonu için ölçülmüştür. Kontrol dışındaki mutasyon dozu uygulanmış populasyonlar iki farklı istatistiki grupta yer alması mutasyon dozu uygulamasının hasat indeksi üzerine etki yaptığının bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.25. Hasat indeksi özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
LİDER/100	50,75 a	F-85/100	46,78 ab
LİDER/0	50,39 a	ERGENE/300	46,76 ab
LİDER/400	50,25 a	LİDER/300	46,29 abc
LİDER/200	49,74 ab	F-85/400	46,15 abc
F-85/200	49,43 ab	TEKİRDAĞ/200	45,95 abc
TEKİRDAĞ/100	49,18 ab	ERGENE/400	45,78 abc
TEKİRDAĞ/300	49,07 ab	ERGENE/200	45,03 bcd
TEKİRDAĞ/400	48,56 ab	F-80/100	41,45 cd
ERGENE/0	48,22 ab	F-80/200	41,36 cd
F-80/0	48,17 ab	F-80/400	40,44 d
TEKİRDAĞ/0	47,72 ab	F-80/300	40,37 d
F-85/0	47,28 ab	Deneme Ortalaması:	<b>46,88</b>
F-85/300	47,21 ab	EKÖF <sub>0,01</sub>	<b>5,02</b>
ERGENE/100	47,08 ab		

Hasat indeksi özelliği bakımından genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları %50,75 ile %40,37 arasında değişmiştir. Deneme ortalaması %46,88 olarak bulunmuştur. On bir populasyon bu ortalamanın altında, 14 populasyon ise üzerinde hasat indeksi değerine sahip olmuştur. Lider/100, %50,75 ile en yüksek hasat indeksi ortalamasına sahip populasyon olmuş bunu Lider/0 genotipi %50,39 ve Lider/400 populasyonu %50,25 ile izlemiştir. F-80/300 ise %40,37 ile en düşük hasat indeksi ortalamasına sahip populasyon olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, uygulanan gama ışınının populasyonlar üzerinde farklı varyasyonlar oluşturduğu görülmüştür. Bu varyasyonların çeşide ve uygulanan gama ışını dozu miktarına göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmamızda gözlemlenen sonuçlara benzer sonuçları Rahimi ve Bahrani (2011)'de yaptıkları çalışmalarında bildirmişlerdir.

### 3.1.7 Bin Tane Ağırlığı

Bin tane ağırlığı verimi etkileyen önemli verim unsurlarından birisidir. Tane iriliğinin göstergesi ve tane kalitesinin belirlenmesinde kullanılan fiziksel kalite faktörlerinden birisi olup, ıslah çalışmalarında dikkate alınması gereken bir karakterdir (Çölkesen, 1990). Islah çalışmaları ile başak sisteminde diğer unsurlar aynı kalmak kaydıyla, tane iriliği bakımından genetik kapasitesinin artırılması önemli verim artışı sağlayabilir. Ayrıca değirmencilikte un



verimi açısından önemli görülen bir özellik olan bin tane ağırlığı, buruşuk ve küçük tanelere sahip üründe azalan endosperme bağlı olarak kepek oranı azalmakta ve öğütme randımanı düşmektedir (Marshall vd., 1984).

Toplam 25 genotip ile yürütülen çalışmada bin tane ağırlığı verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.25’de verilmiştir.

Çizelge 3.26. Bin tane ağırlığı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
<b>Tekrarlama</b>	3	36.359	12.120*
<b>Genotip</b>	4	1423.216	355.804**
<b>Hata-1</b>	12	29.247	2.437
<b>Mutasyon Dozu</b>	4	86.439	21.610**
<b>Genotip X Doz İnteraksiyonu</b>	16	54.630	3.414**
<b>Hata</b>	60	73.087	1.218
<b>Genel</b>	99	1702.978	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Bin tane ağırlığı özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde, çeşitler, mutasyon dozları ile genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde ve tekrarlamaların ortalamaları arasındaki farklar ise istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.26, Çizelge 3.27 ve Çizelge 3.28’de verilmiştir.

Çizelge 3.27. Ekmeklik buğday mutant popülasyonlarının standartlarına göre bin tane ağırlıklarındaki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
<b>0</b>	43,02±0,26		46,87±0,28		49,25±0,40		39,40±0,38		52,27±0,30	
<b>100</b>	43,15±0,21	0,3	45,22±0,27**	-3,5	47,87±0,27*	-2,8	39,42±0,24	0,06	51,35±0,26	-1,7
<b>200</b>	42,52±0,39	-1,1	43,92±0,27**	-6,3	46,97±0,27**	-4,6	39,92±0,39	1,3	49,37±0,18**	-5,5
<b>300</b>	42,95±0,32	-0,2	42,25±0,32**	-9,8	45,82±0,20**	-6,9	40,15±0,42	1,8	49,67±0,28**	-5,0
<b>400</b>	40,80±0,20**	-5,2	42,25±0,32**	-9,8	46,77±0,37**	-5,0	38,65±0,26	-1,9	49,12±0,25**	-6,0

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Elde edilen bulgular doğrultusunda Çizelge 3.26 incelendiğinde, gama ışını uygulamasının genel olarak çeşitlerin bin tane ağırlıklarında azalmaya neden olduğu görülmüştür. F-80 çeşidi incelendiğinde, gama ışını uygulanmış populasyonların bin tane ağırlıklarında artış ve azalışlar olduğu görülmüştür. Fakat uygulanmış gama ışını dozları arasında sadece 400 Gy gama ışını dozunda bin tane ağırlığındaki azalmanın istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede olduğu görülmüştür. Ayrıca genotiplere uygulanmış gama ışını miktarındaki artışla doğru orantılı olarak genotiplerin bin tane ağırlıklarındaki değişimin pozitiften negatife döndüğü görülmüştür. F-85 çeşidinin gama ışını uygulanmış genotiplerinin bin tane ağırlıklarında istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede azalma olduğu görülmüştür. Ayrıca uygulanan mutasyon dozu miktarındaki artışla doğru orantılı olarak bin tane ağırlığındaki azalış oranının arttığı görülmüştür. NKÜ Lider çeşidi incelendiğinde, gama ışını uygulamalarının bin tane ağırlığında azalmaya neden olduğu görülmüştür. 100 Gy gama ışını uygulanan populasyonunun bin tane ağırlığındaki azalmanın istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli olduğu, 200, 300 ve 400 Gy gama ışını uygulanmış populasyonların bin tane ağırlıklarındaki azalmaların istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. NKÜ Ergene çeşidine uygulanan gama ışını sonucu oluşan populasyonların bin tane ağırlıklarında artış olduğu görülmüştür. Fakat bin tane ağırlıklarında görülen bu artışın istatistiki anlamda önemli olmadığı belirlenmiştir. Tekirdağ çeşidinin gama ışını uygulanmış populasyonlarının bin tane ağırlıklarında azalma olduğu görülmüştür. Çeşidin 100 Gy gama ışını uygulanmış populasyonunun bin tane ağırlığındaki azalmanın istatistiki anlamda önemsiz olduğu, 200,300 ve 400 Gy gama ışını uygulamalarında ise bin tane ağırlıklarındaki azalmaların istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 3.28. Bin tane ağırlığı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

DOZLAR	ORTALAMALAR
0	46,16 a
100	45,40 ab
200	44,54 bc
300	44,17 cd
400	43,52 d
<b>Genel Ortalama</b>	<b>44,76</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>0,93</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farkların istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.27’den görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri 46,16 g ile 43,52 g aralığında değişim göstermiştir. En yüksek bin tane ağırlığı ortalamasının mutasyon dozu uygulanmamış kontrol genotiplerinde belirlenmesine karşılık en düşük bin tane ağırlığı ortalaması 400 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> popülasyonu için ölçülmüştür. Kontrol dozu dahil mutasyon dozu uygulanmış popülasyonlar farklı istatistiki gruplar içerisinde yer alması mutasyon dozu uygulamasının bin tane ağırlığı üzerine etki yaptığının bir göstergesi olabilir. Bu sonuca ek olarak uygulanan doz miktarı arttıkça bu artışa paralel olarak bin tane ağırlığı ortalamaları kontrol ortalamalarına göre düşüş göstermiştir.

Çizelge 3.29. Bin tane ağırlığı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
TEKİRDAĞ/200	52,27 a	F-85/300	44,75 e-i
TEKİRDAĞ/100	51,35 ab	F-80/300	43,95 f-j
TEKİRDAĞ/400	50,90 abc	F-80/100	43,15 g-k
TEKİRDAĞ/300	49,40 a-d	F-80/200	43,02 g-l
TEKİRDAĞ/0	49,37 a-d	F-80/0	43,00 g-l
LİDER/0	49,25 a-d	F-80/400	42,80 g-l
LİDER/100	47,87 b-e	ERGENE/300	41,65 h-l
LİDER/400	47,27 c-f	ERGENE/200	41,42 i-l
LİDER/200	46,97 def	ERGENE/400	40,90 jkl
F-85/0	46,87 def	ERGENE/100	39,92 kl
F-85/400	46,00 d-g	ERGENE/0	39,40 l
LİDER/300	45,82 d-g	Deneme Ortalaması:	<b>44,76</b>
F-85/200	45,42 efg	EKÖF <sub>0,01</sub>	<b>3,72</b>
F-85/100	45,22 e-h		

Bin tane ağırlığı özelliği bakımından genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları 52,27 g ile 39,40 g arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 44,76 g olarak bulunmuştur. On popülasyon bu ortalamanın altında, 15 popülasyon ise üzerinde bin tane ağırlığı değerine sahip olmuştur. Tekirdağ/200, 52,27 g ile en yüksek bin tane ağırlığı ortalamasına sahip popülasyon olmuş ve bu popülasyonu Tekirdağ/100 (51,35 g) izlemiştir. Ergene/0 ise 39,40 g ile en düşük bin tane ağırlığı ortalamasına sahip genotip olarak belirlenmiştir.

Belirlenen bu sonuçlar doğrultusunda, gama ışını uygulamasının bin tane ağırlığı üzerinde genotiplere göre değişen istatistiki anlamda önemli artış ve azalışlara neden olduğu görülmüştür. Ayrıca uygulanan gama ışını dozunun miktarı arttıkça populasyonların bin tane ağırlığında görülen azalma oranının da arttığı görülmüştür. Çalışmada belirlenen bu sonuçlar ile uyumlu sonuçları Muhammad vd. (1985), Gandapore vd. (1999), Irfaq ve Nawab (2001), Rahimi ve Bahrani (2011), Nazarenko ve Kharytonov (2016)'da yaptıkları çalışmalarda bildirmişlerdir.

### 3.1.8 Hektolitre Ağırlığı

Hektolitre ağırlığı önemli kalite parametrelerinden birisi olup, un randımanının göstergesi olarak kabul edilir. Yürür (1994), hektolitre ağırlığının ürünün birçok özelliğini bildiren bir ölçü olduğunu, hektolitre ağırlığı yüksek olan ürünlerde protein oranının yüksek, kabuk yüzeyinin az, dolayısıyla kepek yüzdesinin düşük, un veriminin yüksek olacağını bildirmiştir. Özkaya ve Kahveci (1990), hektolitre ağırlığı yüksek olan buğdayların su azlığı nedeniyle tanedeki nişastanın aralarında hava kabarcığı kalmayacak şekilde toplandığını, yüksek hektolitre ağırlığının buğdayda nişasta miktarının fazla olduğunu gösterdiğini ve bu buğdayların un randımanının yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Beş ekmeklik buğday çeşidinin gama ışını uygulanmış M<sub>4</sub> populasyonu ve kontroller olmak üzere toplam 25 genotip ile yürütülen çalışmada hektolitre ağırlığı verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.29'de verilmiştir.

Çizelge 3.30. Hektolitre ağırlığı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
<b>Tekrarlama</b>	3	6.431	2.144ns
<b>Genotip</b>	4	131.951	32.988**
<b>Hata-1</b>	12	15.071	1.256
<b>Mutasyon Dozu</b>	4	34.424	8.606**
<b>Genotip X Doz İnteraksiyonu</b>	16	37.542	2.346**
<b>Hata</b>	60	55.710	0.928
<b>Genel</b>	99	281.130	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Hektolitre ağırlığı özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; çeşitler, mutasyon dozları ve genotip x doz interaksyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca tekrarlamaların ortalamaları arasındaki farklar ise istatistiki anlamda önemsiz olarak bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.30, Çizelge 3.31 ve Çizelge 3.32’de verilmiştir.

Çizelge 3.31. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre hektolitre ağırlıklarındaki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
0	78,85±0,18		79,05±0,22		78,17±0,24		76,47±0,29		77,65±0,32	
100	79,47±0,12*	0,8	78,20±0,15*	-1,1	77,92±0,18	-0,3	75,50±0,29	-1,3	77,55±0,25	-0,1
200	80,05±0,33*	1,5	78,12±0,25*	-1,2	77,02±0,17**	-1,5	75,62±0,22	-1,1	77,12±0,36	-0,7
300	78,27±0,17	-0,7	77,47±0,22**	-2,0	76,32±0,24**	-2,3	75,30±0,25*	-1,5	76,02±0,12*	-2,1
400	78,60±0,26	-0,3	76,02±0,19**	-3,8	75,65±0,29**	-3,2	76,37±0,23	-0,1	75,92±0,39*	-2,2

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Çizelge 3.30 genel olarak incelendiğinde, gama ışını uygulamasının 5 ekmeklik buğday çeşidinin hektolitre ağırlıklarında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca uygulanan gama ışını dozu miktarı arttırıldıkça populasyonların hektolitre ağırlıklarında da bir önceki doza göre azalma oranının arttığı görülmüştür. F-80 çeşidi incelendiğinde, gama ışını uygulanmış populasyonların hektolitre ağırlıklarında artış ve azalışların olduğu görülmüştür. 100 ve 200 Gy dozlarında gama ışını uygulanmış populasyonların hektolitre ağırlıklarında artış görülürken, 300 ve 400 Gy gama ışını uygulamalarında hektolitre ağırlığında azalma olduğu görülmüştür. Populasyonların hektolitre ağırlıklarında görülen azalma istatistiki anlamda önemsiz olduğu bulunurken, artışların ise istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. F-85 çeşidine uygulanan gama ışını, populasyonların hektolitre ağırlıklarında istatistiki anlamda önemli azalmaya neden olmuştur. Ayrıca genotiplere uygulanmış gama ışını miktarındaki artışla doğru orantılı olarak populasyonların hektolitre ağırlıklarındaki azalma oranının da arttığı görülmüştür. Lider çeşidinin 100 Gy gama ışını uygulanmış populasyonunun hektolitre ağırlığındaki azalma miktarının istatistiki anlamda önemli olmadığı bulunmuştur. Fakat 200, 300 ve 400 Gy gama ışını uygulanmış populasyonların hektolitre ağırlıklarındaki azalmaların istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur. Ergene çeşidi için çizelgenin

değerlendirilmesinden, gama ışını uygulanmış populasyonların hektolitre ağırlıklarında azalma olduğu görülmüştür. Fakat uygulanmış gama ışını miktarları arasında sadece 300 Gy gama ışını uygulanmış populasyonun hektolitre ağırlığındaki azalma istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tekirdağ çeşidi incelendiğinde, gama ışını uygulanmış populasyonların hektolitre ağırlıklarında azalma olduğu görülmüştür. Görülen bu azalmanın uygulanan gama ışını dozu miktarındaki artışla doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür. Fakat uygulanmış gama ışını dozları arasında sadece 300 ve 400 Gy dozlarının hektolitre ağırlıklarındaki azalmaların istatistiki anlamda önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.32. Hektolitre ağırlığı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

<b>DOZLAR</b>	<b>ORTALAMALAR</b>
<b>0</b>	78,04 a
<b>100</b>	77,73 a
<b>200</b>	77,29 ab
<b>300</b>	76,68 b
<b>400</b>	76,51 b
<b>Genel Ortalama</b>	<b>77,31</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>0,81</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farkların istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.31'den görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri 78,04 kg/hl ile 76,51 kg/hl aralığında değişim göstermiştir. En yüksek hektolitre ağırlığı ortalamasının mutasyon dozu uygulanmamış kontrol uygulamasında belirlenmesine karşılık, en düşük hektolitre ağırlığı ortalaması 400 Gy gama ışını uygulamasında ölçülmüştür. Uygulanan doz miktarı arttıkça bu artışa paralel olarak hektolitre ağırlığı ortalamaları kontrol ortalamalarına göre düşüş göstermiştir. Kontrol dozu dahil mutasyon dozu uygulanmış populasyonların iki farklı istatistiki grup içerisinde yer alması mutasyon dozu uygulamasının hektolitre ağırlığı üzerine etkisinin önemli olduğunun bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.33. Hektolitre ağırlığı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
<b>F-80/400</b>	79,35 a	<b>TEKİRDAĞ/0</b>	77,65 a-g
<b>F-80/200</b>	79,30 a	<b>F-85/200</b>	77,47 a-g
<b>F-85/0</b>	79,30 a	<b>LİDER /400</b>	77,15 b-g
<b>F-80/100</b>	78,97 ab	<b>LİDER/200</b>	77,02 b-g
<b>F-80/0</b>	78,85 abc	<b>ERGENE/400</b>	76,87 c-g
<b>F-80/300</b>	78,77 a-d	<b>LİDER/300</b>	76,82 d-g
<b>TEKİRDAĞ /100</b>	78,55 a-d	<b>ERGENE/0</b>	76,47 efg
<b>F-85/100</b>	78,20 a-e	<b>F-85/300</b>	76,02 fg
<b>TEKİRDAĞ/400</b>	78,17 a-e	<b>ERGENE/200</b>	75,87 g
<b>LİDER/0</b>	78,17 a-e	<b>ERGENE/300</b>	75,80 g
<b>F-85/400</b>	78,12 a-e	<b>ERGENE/100</b>	75,75 g
<b>TEKİRDAĞ/200</b>	78,12 a-e	<b>Deneme Ortalaması:</b>	<b>77,31</b>
<b>TEKİRDAĞ /300</b>	78,02 a-e	<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>1,99</b>
<b>LİDER/100</b>	77,92 a-f		

Hektolitre ağırlığı özelliği bakımından genotip x doz interaksyonu ortalamaları arasındaki farklar 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksyon ortalamaları 79,35 kg/hl ile 75,75 kg/hl arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 77,31 kg/hl olarak bulunmuştur. Dokuz populasyon bu ortalamanın altında, 16 populasyon ise üzerinde hektolitre ağırlığı değerine sahip olmuştur. F-80/400, 79,35 kg/hl ile en yüksek hektolitre ağırlığı ortalamasına sahip populasyon olmuş ve bunu F-80/200 ve F-85/0 populasyonları 79,30 kg/hl ile izlemiştir. Ergene/100 ise 75,75 kg/hl ile en düşük hektolitre ağırlığı ortalamasına sahip populasyon olarak belirlenmiştir.

Elde edilen bulgular neticesinde, gama ışını uygulamasının hektolitre ağırlığı üzerinde genotiplere göre değişen istatistiki anlamda önemli artış ve azalışlara neden olduğu görülmüştür. Ayrıca uygulanan gama ışını dozunun miktarı arttıkça populasyonlarda görülen azalma oranının da arttığı görülmüştür.

### 3.1.9 Tane Verimi

Verim, çeşitli morfolojik ve fizyolojik bileşenlerin birbirleriyle ve çevreyle olan etkileşimi ile ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, verimi arttırmak için yapılacak ıslah çalışmalarında, verimi oluşturan bileşenlerin bilinmesi ve bu bileşenler arasında meydana gelen etkileşimin ortaya konması gerekmektedir (Gencer vd., 1987). Buğdayda tane verimini yüksek

oranda etkileyen üç temel unsur; metrekaresindeki başak sayısı, başakta tane sayısı ve başakta tane ağırlığıdır (Sade vd., 1999).

Beş ekmeklik buğday çeşidi ve bu çeşitlerin gama ışını uygulanmış 20 M<sub>4</sub> populasyonu ile yürütülen çalışmada tane verimi verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.33’de verilmiştir.

Çizelge 3.34. Tane verimi özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
<b>Tekrarlama</b>	3	9093.000	3031.000*
<b>Genotip</b>	4	61144.740	15286.185**
<b>Hata-1</b>	12	9566.700	797.225
<b>Mutasyon Dozu</b>	4	35394.640	8848.660**
<b>Genotip X Doz İnteraksiyonu</b>	16	107679.160	6729.948**
<b>Hata</b>	60	54251.800	904.197
<b>Genel</b>	99	277130.040	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Tane verimi özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; genotipler, mutasyon dozları ve genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde, tekrarlamaların ortalamaları arasındaki farklar ise istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.34, Çizelge 3.35 ve Çizelge 3.36’de verilmiştir.

Çizelge 3.35. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre tane verimindeki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
0	578,2±1,79		678,5±1,19		661,5±0,86		565,5±1,44		562,0±1,58	
100	524,2±2,17**	-9,3	584,0±1,08**	-13,9	642,7±1,37**	-2,8	526,5±1,55**	-6,9	530,2±0,85**	-5,6
200	583,7±1,25*	0,9	580,0±1,08**	-14,5	562,0±1,29**	-15,0	564,0±1,58	-0,2	589,5±1,32**	4,6
300	519,5±1,04**	-10,1	574,0±0,91**	-15,4	552,5±1,32**	-16,5	597,7±1,75**	5,4	584,7±1,10**	3,9
400	541,2±1,10**	-6,4	525,7±1,25**	-22,5	650,0±0,91**	-1,7	491,2±1,10**	-13,1	574,0±1,29**	2,1

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli



Çizelge 3.34'den anlaşılacağı üzere gama ışını uygulamasının, çeşitlerin gama ışını uygulanmayan populasyonlarına göre istatistiki anlamda önemli değişimlere neden olduğu görülmüştür. Gama ışını uygulamasının tane verimi üzerine genel olarak negatif bir etkisinin olduğu dikkati çekmektedir. F-80 çeşidinin 100, 300 ve 400 Gy gama ışını uygulamalarında tane veriminde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli azalma görülmüştür. Buna karşılık 200 Gy gama ışını uygulanmış populasyonda tane veriminde istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli artış belirlenmiştir. F-85 çeşidine uygulanan gama ışını sonucu elde edilen populasyonların tümünde mutasyon uygulamasının tane verimi üzerinde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. Ayrıca uygulanan gama ışını dozu miktarındaki artışa paralel olarak tane verimindeki azalma oranının arttığı belirlenmiştir. NKÜ Lider çeşidi incelendiğinde, tüm gama ışını uygulamalarının tane veriminde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 200 ve 300 Gy gama ışını uygulanmış populasyonlarda tane verimi miktarındaki azalış oranları diğer iki uygulama dozuna göre çok daha yüksek olduğu görülmüştür. NKÜ Ergene çeşidinin 100 ve 400 Gy gama ışını uygulamalarında tane veriminde istatistiki anlamda önemli bir azalma görülürken, 300 Gy gama ışını uygulamasında ise istatistiki anlamda önemli bir artış görülmüştür. Uygulanan gama ışını dozlarının miktarına göre değişen etkilerin olduğu görülmüştür. Tekirdağ çeşidi değerlendirildiğinde, uygulanan gama ışını dozu miktarına göre değişiklik gösteren farklı etkilerin olduğu görülmüştür. Çeşidin 100 Gy gama ışını uygulanmış populasyonunda istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir azalma görülürken, 200, 300 ve 400 Gy gama ışını uygulanmış populasyonlarda istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede tane veriminde artış görülmüştür. Tane veriminde artışa neden olan mutasyon dozları incelendiğinde, uygulanan gama ışını dozu miktarı arttıkça tane verimindeki artış oranında azalma görülmüştür. Sobieh ve Ragab (2000) ve Din vd. (2003)'da yaptıkları çalışmalarda tane veriminde artışın olduğu sonucunu bildirmişlerdir.

Çizelge 3.36. Tane verimi özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

<b>DOZLAR</b>	<b>ORTALAMALAR</b>
<b>0</b>	609,25 a
<b>200</b>	575,85 b
<b>300</b>	566,20 b
<b>100</b>	561,55 b
<b>400</b>	556,45 b
<b>Genel Ortalama</b>	<b>573,84</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>25,48</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.35’den görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri 609,25 kg/da ile 556,45 kg/da aralığında değişim göstermiştir. En yüksek tane verimi ortalamasını mutasyon dozu uygulanmamış kontrolde belirlenmesine karşılık en düşük tane verimi ortalaması 400 Gy gama ışını uygulamasında ölçülmüştür. Kontrol dışındaki mutasyon dozu uygulanmış populasyonların aynı istatistik grupta yer alması mutasyon dozu uygulamasının tane verimi üzerine istenilen düzeyde etki yapmadığının bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.37. Tane verimi özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
<b>F-85/0</b>	766,00 a	<b>TEKİRDAĞ/0</b>	562,00 bc
<b>LİDER/0</b>	661,50 ab	<b>TEKİRDAĞ/300</b>	560,00 bc
<b>LİDER/400</b>	650,00 abc	<b>LİDER/300</b>	552,50 bc
<b>LİDER/100</b>	642,75 abc	<b>ERGENE/300</b>	548,25 bc
<b>TEKİRDAĞ/200</b>	589,50 bc	<b>ERGENE/200</b>	539,00 bc
<b>F-85/100</b>	589,00 bc	<b>TEKİRDAĞ/100</b>	530,25 bc
<b>F-80/200</b>	583,75 bc	<b>ERGENE/100</b>	529,00 bc
<b>F-85/200</b>	580,00 bc	<b>F-85/400</b>	525,75 bc
<b>F-80/0</b>	578,25 bc	<b>F-80/100</b>	524,25 bc
<b>F-85/300</b>	575,75 bc	<b>F-80/300</b>	519,50 c
<b>TEKİRDAĞ/400</b>	574,00 bc	<b>ERGENE/400</b>	516,25 c
<b>F-80/400</b>	566,25 bc	<b>Deneme Ortalaması:</b>	<b>573,84</b>
<b>ERGENE/0</b>	565,50 bc	<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>139,58</b>
<b>LİDER/200</b>	562,00 bc		

Tane verimi özelliği bakımından genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları 766,00 kg/da ile 516,25 kg/da arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 573,84 kg/da olarak bulunmuştur. On dört popülasyon bu ortalamanın altında, 11 popülasyon ise üzerinde tane verimi değerine sahip olmuştur. F-85/0, 766,00 kg/da ile en yüksek tane verimi ortalamasına sahip popülasyon olmuş, bunu Lider/0 genotipi 661,50 kg/da ile izlemiştir. Ergene/400 ise 516,25 kg/da ile en düşük tane verimi ortalamasına sahip popülasyon olarak belirlenmiştir.

Elde edilen bu incelemeler sonucunda, gama ışını uygulamasının genotiplere göre değişkenlik gösteren farklı varyasyonlara neden olduğu görülmüştür. Ayrıca oluşan varyasyonların uygulanan gama ışını dozunun miktarına göre farklı etkileri olduğu belirlenmiştir. Bulgularımızın paralelinde sonuçları Virk vd. (1978), Muhammad vd. (1985), Gandapore vd. (1999), Rahimi ve Bahrani (2011) ve Al-Naggar vd. (2013)'da çalışmalarında bildirmişlerdir.

## 3.2 Kalite Özellikleri

### 3.2.1 Protein Oranı

Buğdaylarda kaliteyi belirlemede kullanılan en yaygın ölçütlerden birisi protein oranıdır (Dikerman vd., 1982). Ünal ve Boyacıoğlu (1984), buğdayda protein miktarı ve kalitesinin, kullanım amacını belirlemede en önemli kriter olduğunu vurgulamışlar ve protein miktarı ile ekmek hacmi arasında doğrusal ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Bushuk (1982), protein oranı %8-20 arasında olduğunda ekmek hacmi ile arasında doğrudan bir ilişki bulunduğunu, protein oranının çevreden büyük oranda etkilenmesine karşılık, protein kalitesinin önemli oranda kalıtsal olduğunu bildirmiştir.

Beş ekmeklik buğday çeşidinin gama ışını uygulanmış 20 M<sub>4</sub> populasyonu ve 5 kontrolü olmak üzere toplam 25 genotip ile yürütülen çalışmada protein oranı verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.37'de verilmiştir.

Çizelge 3.38. Protein oranı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
<b>Tekrarlama</b>	3	0.588	0.196**
<b>Genotip</b>	4	9.978	2.495**
<b>Hata-1</b>	12	0.300	0.025
<b>Mutasyon Dozu</b>	4	6.570	1.643**
<b>Genotip X Doz İnteraksiyonu</b>	16	1.874	0.117**
<b>Hata</b>	60	1.392	0.023
<b>Genel</b>	99	20.702	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Protein oranı özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; tekrarlamalar, çeşitler, mutasyon dozları ile genotip x doz interaksyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.38, Çizelge 3.39 ve Çizelge 3.40'de verilmiştir.

Çizelge 3.39. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre protein oranlarındaki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
0	13,35±0,06		12,45±0,02		12,92±0,04		12,75±0,06		12,80±0,04	
100	14,00±0,05**	4,6	13,22±0,04**	5,8	12,95±0,06	0,2	13,12±0,04**	2,8	13,27±0,04**	3,6
200	13,97±0,04**	4,4	13,30±0,04**	6,4	13,00±0,04	0,6	13,07±0,04**	2,5	13,37±0,05**	4,3
300	13,97±0,04**	4,4	13,57±0,01**	8,3	13,32±0,02**	3,0	13,35±0,06**	4,5	13,32±0,04**	3,9
400	14,40±0,04**	7,3	13,25±0,02**	6,0	13,15±0,05*	1,7	13,50±0,04**	5,5	13,67±0,02**	6,4

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Elde edilen bulgulara göre Çizelge 3.29 incelendiğinde, tüm çeşitlerde gama ışını uygulamasının protein oranında artışa neden olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada belirtilen bu sonuç ile paralel bulgulara Swaminathan (1969), Mashev vd. (1995) ve Borzouei vd. (2013)'da ulaşmışlardır. F-80 çeşidinin 100, 200, 300 ve 400 Gy gama ışını uygulanmış populasyonlarının protein oranlarında istatistiki anlamda 0,01 düzeyde önemli derecede artış olduğu görülmüştür. Ek olarak uygulanan gama ışını dozu miktarı arttıkça protein oranı miktarında da artış görülmüştür. F-85 çeşidinin gama ışını uygulanmış tüm populasyonlarının protein oranında istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir artış olduğu görülmüştür. NKÜ Lider çeşidinin gama ışını uygulanmış populasyonlarının protein oranlarında artış olduğu belirlenmiştir. Fakat bu artışın 100 ve 200 Gy gama ışını uygulanmış populasyonlar için istatistiki anlamda önemsiz, 300 Gy gama ışını uygulaması için istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli, 400 Gy gama ışını uygulaması için ise istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. NKÜ Ergene ve Tekirdağ çeşitleri için çizelge incelendiğinde, gama ışını uygulanmış populasyonların protein oranlarında istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir artış olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak NKÜ Ergene çeşidine uygulanan gama ışını dozu miktarı arttıkça protein oranının da arttığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.40. Protein oranı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

DOZLAR	ORTALAMALAR
400	13,59 a
300	13,51 a
200	13,34 b
100	13,31 b
0	12,85 c
<b>Genel Ortalama</b>	<b>13,32</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>0,13</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.39'dan görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri %13,59 ile %12,85 aralığında değişim göstermiştir. En düşük protein oranı ortalamasını mutasyon dozu uygulanmamış kontrol uygulamasında belirlenmesine karşılık, en yüksek protein oranı ortalaması 400 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> popülasyonunda ölçülmüştür. Kontrol dozu dahil mutasyon dozu uygulanmış popülasyonların farklı istatistik grupta yer alması mutasyon dozu uygulamasının protein oranı üzerine istenilen düzeyde etki yaptığının bir göstergesi olabilir. Ayrıca uygulanan doz miktarı arttıkça bu artışa paralel olarak protein oranı ortalamaları kontrol ortalamalarına göre artış göstermiştir.

Çizelge 3.41. Protein oranı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
<b>F-80/400</b>	14,40 a	<b>F-85/400</b>	13,10 c-f
<b>F-80/100</b>	14,00 ab	<b>F-85/100</b>	13,07 c-f
<b>F-80/300</b>	13,72 abc	<b>LİDER/400</b>	13,05 c-f
<b>F-80/200</b>	13,72 abc	<b>ERGENE/100</b>	13,00 c-f
<b>TEKİRDAĞ/400</b>	13,67 a-d	<b>ERGENE/200</b>	12,97 c-f
<b>F-85/300</b>	13,37 b-e	<b>LİDER/200</b>	12,95 c-f
<b>ERGENE/400</b>	13,35 b-e	<b>LİDER/100</b>	12,92 c-f
<b>TEKİRDAĞ/200</b>	13,32 b-e	<b>LİDER/0</b>	12,87 def
<b>F-80/0</b>	13,32 b-e	<b>TEKİRDAĞ/0</b>	12,82 ef
<b>ERGENE/300</b>	13,32 b-e	<b>ERGENE/0</b>	12,75 ef
<b>TEKİRDAĞ/300</b>	13,27 b-f	<b>F-85/0</b>	12,45 f

Çizelge 3.42. Protein oranı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri (devamı)

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
LİDER/300	13,25 b-f	Deneme Ortalaması:	13,32
F-85/200	13,15 c-f	EKÖF <sub>0,01</sub>	0,84
TEKİRDAĞ/100	13,12 c-f		

Protein oranı özelliği bakımından genotip x doz interaksiyon ortalamaları arasındaki fark 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları %14,40 ile %12,45 arasında değişmiştir. Deneme ortalaması %13,32 olarak bulunmuştur. On genotip ortalamasının altında, 10 genotip ise ortalamasının üzerinde protein oranı değerine sahip olmuştur. F-80/400, %14,40 ile en yüksek protein oranı ortalamasına sahip genotip olmuş ve bu populasyonu F-80/100 genotipi %14,00 ile izlemiştir. F-85/0 genotipi ise %12,45 ile en düşük protein oranı ortalamasına sahip genotip olarak belirlenmiştir.

Sonuçlarımız çerçevesinde gama ışını uygulamasının genotiplere göre değişen oranlarda artışa neden olduğu görülmüştür. Ayrıca bu artış miktarlarının uygulanan gama ışını dozu miktarına göre düzensiz oranlarda olduğu görülmüştür. Elde ettiğimiz bulgulara benzer sonuçları Corpuz vd. (1983), Ibrahim (2008) ve Kenzhebayeva vd. (2017)'da bildirmişlerdir.

### 3.2.2 Yaş Gluten Oranı

Gluten içeriği, pedoklimatik koşullardan güçlü bir şekilde etkilenen tahıl proteini ile doğrudan ilişkilidir. Ancak buğday genotipi, glutenin kalitatif özelliklerini etkileyen en önemli faktör olarak kabul edilmektedir (Mariani vd., 1995; Bilgin ve Korkut, 2005; Simic vd., 2006). Yaş gluten, buğday unu hamurundan nişasta granüllerinin yıkanmasından sonra elde edilen viskoelastik proteinli bir maddedir. Elde edilen glutenin kalitesi, buğday pişirme potansiyelinin önemli bir göstergesidir (Bloksm ve Bushuk, 1988). Gluten İndeksi Metodu (Glutomatic 2200, Perten), yaş glutenin hem miktarı hem de kalitesi hakkında bilgi sağlar (ICC, 1994). Yaş gluten içeriği sıklıkla aranan bir özelliktir ve yetiştirilme ortamından güçlü bir şekilde etkilenen tahıl protein içeriği ile yüksek oranda ilişkilidir (Chung ve Ohm, 1996; Grausgruber vd., 2000). Bununla birlikte, genotip etkisinin genellikle glutenin kalitatif özellikleri için baskın olduğu kabul edilir (Williams, 1997). Protein veya gluten miktarının gluten kalitesi için bir ölçü olmadığını belirtmek önemlidir. Gluten kalitesi, uzayabilirlik ve esneklik derecesi ile karakterize edilir (Curic vd., 2001; Horvat vd., 2002; Johansson vd. 2002). Toplam protein ve yaş glüten içeriği, unun işleme uygunluğunu belirlemede kritik rol oynar (ISO, 2015).

Gama ışını uygulanmış 20 M<sub>4</sub> populasyonu ve 5 kontrol genotipi olmak üzere toplam 25 genotip ile yürütülen çalışmada yaş gluten oranı verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.41’de verilmiştir.

Çizelge 3.43. Yaş gluten oranı özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
<b>Tekrarlama</b>	3	28.217	9.406**
<b>Genotip</b>	4	51.861	12.965**
<b>Hata-1</b>	12	10.027	0.836
<b>Mutasyon Dozu</b>	4	31.138	7.784**
<b>Genotip X Doz İnteraksiyonu</b>	16	10.525	0.658ns
<b>Hata</b>	60	25.333	0.422
<b>Genel</b>	99	157.101	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Yaş gluten oranı özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; tekrarlamalar, çeşitler ile mutasyon dozları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna ek olarak genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.42, Çizelge 3.43 ve Çizelge 344’de verilmiştir.

Çizelge 3.44. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre yaş gluten oranlarındaki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
<b>0</b>	30,82±0,07		28,77±0,04		30,00±0,07		28,70±0,04		30,65±0,06	
<b>100</b>	32,47±0,04**	5,1	30,40±0,09**	5,3	30,25±0,02*	0,8	30,30±0,07**	5,3	30,65±0,06	0,0
<b>200</b>	32,12±0,04**	4,0	30,52±0,07**	5,7	30,60±0,04**	1,9	30,42±0,06**	5,6	30,90±0,05*	0,8
<b>300</b>	32,12±0,06**	4,0	31,20±0,07**	7,7	30,67±0,04**	2,2	30,52±0,07**	6,0	31,07±0,06**	1,3
<b>400</b>	33,17±0,08**	7,1	31,30±0,07**	8,0	30,75±0,06**	2,4	30,47±0,04**	5,8	31,55±0,06**	2,8

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Elde edilen sonuçlara göre Çizelge 3.32 incelendiğinde, tüm çeşitlerde gama ışını uygulamasının yaş gluten oranında artışa neden olduğu görülmüştür. Buna ek olarak uygulanan mutasyon dozu miktarlarındaki artışa paralel olarak yaş gluten oranının da arttığı görülmüştür.

F-80 çeşidinin gama ışını uygulanmış tüm populasyonlarının yaş gluten oranında istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir artış olduğu görülmüştür. F-85 çeşidi incelendiğinde, tüm gama ışını uygulamalarının yaş gluten oranında istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir artışa neden olduğu görülmüştür. Ayrıca uygulanan gama dozu miktarındaki artışla doğru orantıda yaş gluten oranında da artış olduğu görülmüştür. NKÜ Lider çeşidinin 100 Gy gama ışını uygulanmış populasyonunun yaş gluten oranında istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli derecede artış görülürken, 200 ,300 ve 400 Gy gama ışını uygulanmış populasyonların yaş gluten oranlarındaki artış istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. NKÜ Ergene çeşidine uygulanan gama ışını, populasyonların yaş gluten oranında istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede artışa neden olmuştur. Tekirdağ çeşidinin 100 Gy gama ışını uygulanmış popülasyonunun yaş gluten oranında istatistiki anlamda önemli bir değişim görülmezken, 200 Gy gama ışını uygulanmış populasyonun yaş gluten oranında istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli, 300 ve 400 Gy gama ışını uygulamasının ise yaş gluten oranlarında ise istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli artışa neden olduğu görülmüştür.

Çizelge 3.45. Yaş gluten oranı özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

DOZLAR	ORTALAMALAR
400	31,45 a
300	31,12 ab
200	30,91 ab
100	30,81 b
0	29,79 c
<b>Genel Ortalama</b>	<b>30,81</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>0,55</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.43'den görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri %31,45 ile %29,79 aralığında değişim göstermiştir. En düşük yaş gluten oranı ortalamasını mutasyon dozu uygulanmamış kontrolde belirlenmesine karşılık, en yüksek yaş gluten oranı ortalaması 400 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> populasyonu için ölçülmüştür. Kontrol dozu dahil mutasyon dozu uygulanmış populasyonların üç farklı istatistik grupta yer alması mutasyon dozu uygulamasının yaş gluten oranı üzerine istenilen düzeyde etki yaptığının bir göstergesi olabilir.



Bu sonuca ek olarak uygulanan doz miktarı arttıkça bu artışa paralel olarak yaş gluten oranı ortalamaları kontrole göre artış göstermiştir.

Çizelge 3.46. Yaş gluten oranı özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
<b>F-80/400</b>	33,17 a	<b>ERGENE/300</b>	30,27 cde
<b>F-80/100</b>	32,22 ab	<b>LİDER/400</b>	30,25 cde
<b>F-80/200</b>	31,62 abc	<b>ERGENE/200</b>	30,17 cde
<b>F-80/300</b>	31,62 abc	<b>F-85/200</b>	30,02 cde
<b>TEKİRDAĞ/400</b>	31,55 abc	<b>LİDER/0</b>	30,00 cde
<b>TEKİRDAĞ/0</b>	31,40 abc	<b>ERGENE/400</b>	29,97 cde
<b>TEKİRDAĞ/200</b>	30,90 bcd	<b>F-85/100</b>	29,90 cde
<b>F-80/0</b>	30,82 bcd	<b>LİDER/200</b>	29,85 cde
<b>TEKİRDAĞ/300</b>	30,82 bcd	<b>LİDER/100</b>	29,75 cde
<b>F-85/300</b>	30,70 bcd	<b>ERGENE/0</b>	29,45 de
<b>LİDER/300</b>	30,67 b-e	<b>F-85/0</b>	28,77 e
<b>TEKİRDAĞ/100</b>	30,62 b-e	<b>Deneme Ortalaması:</b>	<b>30,81</b>
<b>F-85/400</b>	30,55 b-e	<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>1,91</b>
<b>ERGENE/100</b>	30,30 cde		

Yaş gluten oranı özelliği bakımından genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları %33,17 ile %28,77 arasında değişmiştir. Deneme ortalaması %30,81 olarak bulunmuştur. On altı popülasyonun bu ortalamanın altında, 9 popülasyonun ise üzerinde yaş gluten oranı değerine sahip olduğu belirlenmiştir. F-80/400, %33,17 ile en yüksek yaş gluten oranı ortalamasına sahip popülasyon olmuş, bu popülasyonu F-80/100 (%32,22) izlemiştir. F-85/0 ise %28,77 ile en düşük yaş gluten oranı ortalamasına sahip genotip olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, gama ışını uygulamasının genotiplere göre değişen düzensiz artışa neden olduğu görülmüştür. Ayrıca bu artış miktarlarının uygulanan gama ışını dozu miktarına göre değiştiği görülmüştür. Çalışmamızda belirlenen sonuçlar ile uyumlu bulguları İbrahim (2008) ve Anwar vd. (2015)'da yaptıkları çalışmalarda yayımlamışlardır.

### 3.2.3 Zeleny Sedimentasyon Değeri

Buğdayda protein kalitesini belirlemede kullanılan önemli yöntemlerden biri de sedimentasyon değeridir (Zeleny, 1947). Peterson vd. (1992)' da sedimentasyon değerinin, protein kalitesini ve ekmeğin kabarma hacmi potansiyelini gosterdiğini bildirmişlerdir. Sedimentasyon değeri daha yüksek olan buğdayın daha yüksek pişme kalitesine sahip olma eğiliminde olduğu genel olarak kabul edilmektedir (Axford vd., 1979; Zhao vd., 2012). Sedimentasyon değeri protein kalitesini belirleyen ve daha çok kalıtımın etkisi altında olan bir özelliktir (Zeleny, 1971; Atlı, 1987). Sedimentasyon değerinin çevreye göre genotipten daha fazla etkilendiği dikkati çekmektedir (Koçak vd., 1992).

Yapılan bu çalışmada Zeleny sedimentasyon değeri için elde edilen veriler üzerinden yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.45'de verilmiştir.

Çizelge 3.47. Zeleny sedimentasyon değeri özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
<b>Tekrarlama</b>	3	135.920	45.307**
<b>Genotip</b>	4	1550.460	387.615**
<b>Hata-1</b>	12	55.780	4.648
<b>Mutasyon Dozu</b>	4	232.260	58.065**
<b>Genotip X Doz İnteraksiyonu</b>	16	264.240	16.515**
<b>Hata</b>	60	168.300	2.805
<b>Genel</b>	99	2406.960	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Zeleny sedimentasyon değeri özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; tekrarlamalar, genotipler, mutasyon dozları ve genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekteştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.46, Çizelge 3.47 ve Çizelge 3.48'de verilmiştir.

Çizelge 3.48. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre Zeleny sedimantasyon değerlerindeki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
0	42,00±0,41		38,75±0,47		41,75±0,75		45,25±0,47		50,50±0,64	
100	50,25±0,47**	16,4	43,50±0,64**	10,9	41,00±0,40	-1,8	47,75±0,62*	5,2	53,50±0,50*	5,6
200	47,00±0,40**	10,6	42,75±0,48**	9,3	40,50±0,64	-3,0	47,00±0,40*	3,7	53,75±0,48**	6,0
300	49,00±0,40**	14,3	45,00±0,40**	13,9	43,75±0,47	4,6	47,75±0,62*	5,2	51,50±0,28	1,9
400	54,25±0,48**	22,6	44,00±0,57**	11,9	41,75±0,62	±0,0	46,00±0,40	1,6	53,75±0,48**	6,0

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Elde edilen bulgular üzerinden Çizelge 3.46 incelendiğinde, gama ışını uygulamasının sedimantasyon değerinde artışa neden olduğu görülmüştür. F-80 çeşidi incelendiğinde; gama ışını uygulanmış populasyonların sedimantasyon değerlerinde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir artış olduğu görülmüştür. Uygulanan gama ışını dozu miktarıyla doğru orantılı olarak sedimantasyon değerinde de artış olduğu belirlenmiştir. F-85 çeşidinin gama ışını uygulanmış populasyonlarının sedimantasyon değerlerinde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli artış olduğu görülmüştür. NKÜ Lider çeşidi değerlendirildiğinde, gama ışını uygulanmış populasyonların sedimantasyon değerlerinde artış ve azalışlar olduğu görülmüştür. Fakat ortaya çıkan bu değişimlerin istatistiki anlamda önemsiz olduğu bulunmuştur. NKÜ Ergene çeşidinin 100, 200 ve 300 Gy gama ışını uygulanmış populasyonlarının sedimantasyon değerlerinde istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli bir artış olduğu görülmüştür. Ayrıca 400 Gy gama ışını uygulanmış populasyonun sedimantasyon değerinde ise istatistiki anlamda önemli bir değişim belirlenmemiştir. Tekirdağ çeşidinin 100 Gy gama ışını uygulanmış populasyonunun sedimantasyon değeri için istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli derecede artış, 200 ve 400 Gy gama ışını uygulamalarında ise sedimantasyon değerlerinde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli artış olduğu görülmüştür. Ayrıca 300 Gy gama ışını uygulanmış populasyonun sedimantasyon değerinde istatistiki anlamda önemli derecede bir değişim olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.49. Zeleny sedimantasyon değeri özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

DOZLAR	ORTALAMALAR
400	47,95 a
300	47,40 ab
100	47,20 ab
200	46,20 b
0	43,65 c
<b>Genel Ortalama</b>	<b>46,48</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>1,42</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.43'den görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri 47,95 ml ile 43,65 ml aralığında değişim göstermiştir. En düşük ortalama Zeleny sedimantasyon değeri kontrol dozunda belirlenmesine karşılık, en yüksek ortalama Zeleny sedimantasyon değeri 400 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> popülasyonu için ölçülmüştür. Kontrol dozu dahil mutasyon dozu uygulanmış popülasyonların üç farklı istatistik grupta yer alması mutasyon dozu uygulamasının Zeleny sedimantasyon değeri üzerine etkili olduğunun bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.50. Zeleny sedimantasyon değeri özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
<b>F-80/400</b>	54,25 a	<b>F-85/300</b>	45,00 b-i
<b>TEKİRDAĞ/400</b>	51,25 ab	<b>F-85/400</b>	44,00 c-i
<b>TEKİRDAĞ/0</b>	50,50 abc	<b>LİDER/300</b>	43,75 d-i
<b>F-80/100</b>	50,25 a-d	<b>F-85/100</b>	43,50 e-i
<b>F-80/300</b>	49,00 a-e	<b>F-85/200</b>	42,75 e-i
<b>TEKİRDAĞ/300</b>	49,00 a-e	<b>F-80/0</b>	42,00 f-i
<b>TEKİRDAĞ/200</b>	48,75 a-e	<b>LİDER/400</b>	42,00 f-i
<b>TEKİRDAĞ/100</b>	48,50 a-f	<b>LİDER/0</b>	41,75 ghi
<b>ERGENE/100</b>	47,75 a-g	<b>LİDER/100</b>	41,00 hi
<b>ERGENE/300</b>	47,75 a-g	<b>LİDER/200</b>	40,50 hi
<b>F-80/200</b>	47,00 b-h	<b>F-85/0</b>	38,75 i
<b>ERGENE/200</b>	47,00 b-h	<b>Deneme Ortalaması:</b>	<b>46,48</b>
<b>ERGENE/400</b>	46,00 b-h	<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>6,60</b>
<b>ERGENE/0</b>	45,25 b-i		

Zeleny sedimantasyon değeri özelliği bakımından genotip x doz interaksyonu ortalamaları arasındaki farklar 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları 54,25 ml ile 38,75 ml arasında değışmiştir. Deneme ortalaması 46,48 ml olarak bulunmuştur. On üç genotip ortalamasının altında, 12 genotip ise ortalamasının üzerinde Zeleny sedimantasyon değerine sahip olmuştur. F-80/400, 54,25 ml ile en yüksek ortalama Zeleny sedimantasyon değerine sahip populasyon olmuş, bunu Tekirdağ/400 populasyonu 51,25 ml ile izlemiştir. F-85/0 ise 38,75 ml ile en düşük ortalama Zeleny sedimantasyon değerine sahip genotip olarak belirlenmiştir.

Elde edilen bu incelemelere göre, gama ışını uygulamasının genotiplere göre değışen farklı oranlarda artış ve azalışlara neden olduğu görülmüştür. Ayrıca bu artış ve azalışların miktarlarının uygulanan gama ışını dozunun miktarına göre değıştiği görülmüştür. Zeleny sedimantasyon değeri için belirlenen sonuçlarımız ile uyumlu bulguları Mansour vd. (2012)'da yaptıkları çalışmada belirtmişlerdir.

#### **3.2.4 Alveograf Enerji Değeri**

Unun ekmeçilik değerin belirlenmesinde fiziki ve kimyevi özelliklerin yeterli olmadığı durumlarda hamurun reolojik özelliklerinden alveograf enerji değerin belirlenmesine ihtiyaç duyulabilmektedir (Aydoğan vd., 2010). Hamurun reolojik özellikleri hamurun işlenmesi ve elde edilen son ürün kalitesini etkilemesi bakımından önemlidir (Indrani ve Rao, 2007). Hamurun uzamaya karşı gösterdiği direncin bir kurve halinde kaydedilmesinden sonra elde edilen kurvenin şekli, büyüklüğü ve şişen hamurun patlama anındaki hacmi bize unun ekmeçilik değeri hakkında bir fikir verir (Özkaya ve Kahveci, 1990). Ayrıca miksograf pik zamanı (MPT) ve alveograf enerji değeri (W), bir buğday genotipinin genel gluten gücünü yansıtır. Alveografa; mukavemet (P), uzayabilirlik (L) ve aralarındaki denge (P/L) hamurun reolojik özelliklerini değerlendirmek için çok önemlidir. Buna ilave olarak ekmeç somun hacmi (LV) de incelendiği zaman ekmeç yapım kalitesini değerlendirmede kullanılan en önemli parametre olmaktadır (Li vd., 2013).

Beş ekmeçlik buğday çeşidinin gama ışını uygulanmış 20 M<sub>4</sub> populasyonu ve 5 kontrolü olmak üzere toplam 25 genotip ile yürütölen çalışmada alveograf enerji değeri verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.49'da verilmiştir.

Çizelge 3.51. Alveograf enerji değeri özelliğine ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
<b>Tekrarlama</b>	3	3287.280	1095.760ns
<b>Genotip</b>	4	121730.960	30432.740**
<b>Hata-1</b>	12	4959.120	413.260
<b>Mutasyon Dozu</b>	4	15162.960	3790.740**
<b>Genotip X Doz İnteraksiyonu</b>	16	31006.240	1937.890**
<b>Hata</b>	60	13639.600	227.327
<b>Genel</b>	99	189786.160	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Alveograf enerji değeri özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; çeşitler, mutasyon dozları ile genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca tekrarlamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.50, Çizelge 3.51 ve Çizelge 3.52’de verilmiştir.

Çizelge 3.52. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre alveograf enerji değerlerindeki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
<b>0</b>	265,0±1,08		216,0±1,22		286,7±1,18		246,0±1,29		286,0±1,41	
<b>100</b>	353,0±1,29**	24,9	256,7±1,37**	15,9	301,5±1,04**	4,9	237,7±1,43**	-3,3	274,7±1,37**	-3,9
<b>200</b>	331,7±1,25**	20,1	230,5±1,32**	6,3	300,5±1,32**	4,6	247,2±1,25	0,5	279,0±1,29*	-2,4
<b>300</b>	349,2±0,85**	24,1	246,2±1,31**	12,3	297,5±1,32**	3,6	264,0±1,29**	6,8	274,5±1,32**	-3,8
<b>400</b>	398,2±1,10**	33,4	246,2±1,37**	12,3	285,5±1,04	-0,4	275,2±0,85**	10,6	281,7±1,43	-1,5

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Elde edilen sonuçlara göre Çizelge 3.50’den anlaşılacağı gibi gama ışını uygulamasının, istatistiki anlamda önemli varyasyonlara neden olduğu görülmüştür. Çizelge incelendiğinde, gama ışını uygulamasının genel olarak enerji değerinde artışa neden olduğu görülmüştür. Ayrıca uygulanan gama ışını dozu miktarı arttırıldıkça populasyonların enerji değerlerinde bir önceki doza göre artış olduğu görülmüştür. F-80 çeşidinin gama ışını uygulanan populasyonlarının enerji değerlerinde istatistiki anlamda 0,01 düzeyde anlamlı derecede artış olduğu görülmüştür. Ayrıca uygulanan gama ışını dozu miktarındaki artışla doğru orantıda

populasyonların enerji değerlerinde de artış olduğu belirlenmiştir. F-85 çeşidi yorumlandığında, gama ışını uygulanmış populasyonların enerji değerlerinde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir artış olduğu görülmüştür. Gama ışını uygulanması sonucunda enerji değerinde görülen bu artışın uygulanan mutasyon dozu miktarına göre farklı seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. NKÜ Lider çeşidinin 100, 200 ve 300 Gy gama ışını uygulamalarının enerji değerlerinde istatistiki anlamda önemli artış olduğu görülmüştür. Buna ek olarak uygulanan doz miktarındaki artışla ters orantılı olarak enerji değerindeki artış oranının azaldığı görülmüştür. 400 Gy gama ışını uygulanmış populasyonun enerji değerinde azalma görülmüştür. Fakat görülen bu azalma istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. NKÜ Ergene çeşidine uygulanan gama ışını sonucunda populasyonların enerji değerlerinde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli derecede artış ve azalışlar olduğu görülmüştür. Genotiplere uygulanmış mutasyon dozu miktarındaki artışla doğru orantılı olarak populasyonun enerji değerlerindeki değişim oranının giderek arttığı görülmüştür. Tekirdağ çeşidinin gama ışını uygulanmış populasyonlarının enerji değerlerinde istatistiki anlamda önemli bir azalma olduğu görülmüştür. 100 ve 300 Gy gama ışını uygulanmış populasyonların enerji değerlerinde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli, 200 Gy gama ışını uygulamasının enerji değerinde ise istatistiki anlamda 0,05 düzeyinde önemli bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.53. Alveograf enerji değeri özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

DOZLAR	ORTALAMALAR
400	297,4 a
300	286,3 ab
100	284,8 ab
200	277,8 b
0	260,1 c
<b>Genel Ortalama</b>	<b>281,30</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>12,78</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farkların istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.51'den görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri 297,4 J ile 260,1 J aralığında değişim göstermiştir. En düşük ortalama alveograf enerji değeri mutasyon dozu uygulanmamış kontrol de belirlenmesine karşılık, en yüksek ortalama alveograf enerji değeri ise 400 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> populasyonu için ölçülmüştür. Kontrol dozu dahil mutasyon dozu

uygulanmış populasyonların üç farklı istatistik grupta yer alması mutasyon dozu uygulamasının alveograf enerji değeri üzerine etkili olduğunun bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.54. Alveograf enerji değeri özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
<b>F-80/400</b>	398,25 a	<b>TEKİRDAĞ/300</b>	274,50 d-g
<b>F-80/100</b>	353,00 b	<b>F-80/0</b>	265,50 d-g
<b>F-80/300</b>	349,25 b	<b>ERGENE/300</b>	264,00 d-g
<b>F-80/200</b>	331,75 bc	<b>F-85/100</b>	256,75 d-h
<b>LİDER/100</b>	301,50 cd	<b>ERGENE/200</b>	247,25 e-h
<b>LİDER/200</b>	300,50 cd	<b>F-85/400</b>	246,25 e-h
<b>LİDER/300</b>	297,50 cd	<b>ERGENE/0</b>	246,00 e-h
<b>LİDER/0</b>	286,75 de	<b>F-85/300</b>	243,75 e-h
<b>TEKİRDAĞ/0</b>	286,25 de	<b>ERGENE/100</b>	237,75 fgh
<b>LİDER/400</b>	285,50 de	<b>F-85/200</b>	230,50 gh
<b>TEKİRDAĞ/400</b>	282,50 def	<b>F-85/0</b>	216,00 h
<b>TEKİRDAĞ/200</b>	279,00 def	<b>Deneme Ortalaması:</b>	<b>281,30</b>
<b>ERGENE/400</b>	275,25 d-g	<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>44,93</b>
<b>TEKİRDAĞ/100</b>	275,00 d-g		

Alveograf enerji değeri özelliği bakımından genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları 398,25 J ile 216,00 J arasında değişmiştir. Deneme ortalaması 281,30 J olarak bulunmuştur. On dört genotip bu ortalamanın altında, 11 genotip ise üzerinde alveograf enerji değerine sahip olmuştur. F-80/400, 398,25 J ile en yüksek alveograf enerji değeri ortalamasına sahip genotip olmuş bunu F-80/100 populasyonu 353,00 J ile izlemiştir. F-85/0 ise 216,00 J ile en düşük alveograf enerji değeri ortalamasına sahip genotip olarak belirlenmiştir.

Değerlendirme sonucunda elde edilen incelemelere göre, gama ışını uygulamasının enerji değeri üzerinde genotiplere göre farklılık gösteren düzensiz değişimlere neden olduğu görülmüştür. Ayrıca meydana gelen artış ve azalış miktarlarının uygulanan gama ışını dozunun miktarına göre değişim gösterdiği belirlenmiştir.



### 3.2.5 Tane Sertliği

Buğdayda tane özelliklerini belirlemede kullanılan kriterlerden en önemlisi olarak belirtilmektedir. Sertlik arttıkça; değirmende harcanan enerji, unda tanelenme, zedelenmiş nişasta oranı, su emme ve gaz tutma gücü de artmaktadır (Campell vd., 2007). Tane ortasından kesildiğinde cam gibi parlak ve koyu renkte olması tanenin sert yapıda, unlu ve beyaz görünmesi yumuşak yapıda olduğunu göstermektedir. Buğdaylarda sertlik, buğdayın tane yapısının kalıtsal olarak sert olup olmaması, buğdayın yetiştirildiği bölge, yetiştirilme sezonu (kışlık ya da yazlık), protein içeriği, nem içeriği, tane büyüklüğü gibi faktörlerce etkilenir (Tamay vd., 2002). Ayrıca Süngü (2000)'de, yaptığı çalışmasında aynı çeşitte tane sertliğinin bir lokasyondan diğerine değiştirdiğini belirlemiş ve bunun iklim koşullarından kaynaklandığını ileri sürmüştür. Koçak vd., (1992), sert tane yapılı olan çeşitlerde, yumuşak ve yarı sert yapılı olanlara göre daha yüksek protein oranı bulunduğunu bildirmişlerdir. Sert buğdayların yumuşak buğdaylara oranla su absorpsiyonu ve ekmek hacmi yüksek un verdikleri saptanmıştır (Elton ve Greer, 1971).

Çalışmamızda kullanılan gama ışını uygulanmış 20 M<sub>4</sub> populasyonu ve 5 kontrol genotipi üzerinden elde edilen tane sertliği verileri üzerinde yapılmış varyans analizi sonuçları Çizelge 3.53'de verilmiştir.

Çizelge 3.55. Tane sertliği özelliğine ilişkin ilişkin birleştirilmiş varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması
<b>Tekrarlama</b>	3	26.078	8.693ns
<b>Genotip</b>	4	5179.396	1294.849**
<b>Hata-1</b>	12	56.544	4.712
<b>Mutasyon Dozu</b>	4	136.222	34.056**
<b>Genotip X Doz İnteraksiyonu</b>	16	410.723	25.670**
<b>Hata</b>	60	101.923	1.699
<b>Genel</b>	99	5910.886	

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Tane sertliği özelliği için elde edilen varyans analiz sonuçları incelendiğinde; çeşitler, mutasyon dozları ve genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ek olarak tekrarlamaların ortalamaları arasındaki farklar istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur.

Varyans komponentlerindeki bu farkların önemlilik düzeylerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen t testi ve EKÖF önemlilik testi sonuçları sırasıyla Çizelge 3.54, Çizelge 3.55 ve Çizelge 3.56’da verilmiştir.

Çizelge 3.56. Ekmeklik buğday mutant populasyonlarının standartlarına göre tane sertliğindeki değişim oranları ve önemlilikleri

Gama Dozları (Gy)	Çeşitler									
	F-80	Fark (%)	F-85	Fark (%)	NKÜ LİDER	Fark (%)	NKÜ ERGENE	Fark (%)	TEKİRDAĞ	Fark (%)
0	65,15±0,25		58,82±0,33		70,90±0,43		54,20±0,32		57,10±0,27	
100	73,60±0,27**	11,5	61,42±0,30**	4,2	71,20±0,35	0,4	54,87±0,37	1,2	55,22±0,26**	-3,3
200	75,20±0,29**	13,3	58,90±0,41	0,1	71,45±0,29	0,7	53,50±0,23	-1,3	56,02±0,36	-1,9
300	70,17±0,22**	7,1	61,25±0,49**	3,9	69,60±0,35	-1,8	56,25±0,33**	3,6	55,02±0,31**	-3,6
400	78,65±0,40**	17,1	61,32±0,39**	4,1	68,67±0,32**	-3,1	58,17±0,42**	6,8	57,20±0,54	0,2

\*: %5 düzeyinde önemli, \*\*: %1 düzeyinde önemli

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Çizelge 3.54’de görüldüğü üzere gama ışını uygulaması ile oluşturulan populasyonların, kontrollerine göre istatistiki anlamda önemli düzeyde değişim gösterdikleri belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının populasyonların tane sertliği değerlerinde çeşitlere göre değişen farklı etkilere neden olduğu görülmüştür. F-80 çeşidinin gama ışını uygulanmış populasyonlarının sertlik değerlerinde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli bir artış olduğu görülmüştür. Gama ışını uygulanması sonucunda sertlik değerinde oluşan bu artışın uygulanan gama ışını dozu miktarına göre değişen oranlarda olduğu belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının F-85 çeşidinin sertlik değerlerinde istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli artışa neden olduğu görülmüştür. NKÜ Lider çeşidi incelendiğinde, gama ışını uygulanmış populasyonların sertlik değerlerinde artış ve azalışlar olduğu görülmüştür. Buna ek olarak, uygulanan gama ışını miktarındaki artışla doğru orantılı olarak populasyonların sertlik değerlerindeki değişimin pozitiften negatife döndüğü görülmüştür. Fakat görülen bu değişimlerden sadece 400 Gy gama ışını uygulanmış populasyonun sertlik değerindeki azalma istatistiki anlamda 0,01 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. NKÜ Ergene çeşidine uygulanan gama ışını sonucunda oluşan populasyonların sertlik değerlerinde artış ve azalışlar olduğu belirlenmiştir. Lakin sertlik değerinde görülen bu değişimler sadece 300 ve 400 Gy gama ışını uygulanmış populasyonlar için istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. Tekirdağ çeşidinin gama ışını uygulanmış populasyonlarının sertlik değerlerinde artış ve azalışlar olduğu görülmüştür. Uygulanan mutasyon dozu miktarına göre populasyonun

sertlik değerlerindeki değişim oranı da farklılık göstermiştir. Fakat sadece 100 ve 300 Gy gama ışını uygulamalarındaki azalmanın istatistiki anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.57. Tane sertliği özelliğine ilişkin mutasyon dozu ortalamaları ve önemlilikleri

DOZLAR	ORTALAMALAR
400	64,80 a
100	63,31 b
200	63,01 b
300	62,41 b
0	61,23 c
<b>Genel Ortalama</b>	<b>62,95</b>
<b>EKÖF<sub>0,01</sub></b>	<b>1,10</b>

Beş farklı ekmeklik buğday çeşidine uygulanan 4 farklı gama ışını dozundan elde edilmiş ortalamalar arasındaki farkların istatistiki olarak önemli olduğu Çizelge 3.55'den görülmektedir. Mutasyon dozu ortalama değerleri %64,80 ile %61,23 aralığında değişim göstermiştir. En düşük ortalama tane sertliği kontrol uygulamasında belirlenmesine karşılık, en yüksek ortalama tane sertliği 400 Gy gama ışını uygulaması ile elde edilen M<sub>4</sub> popülasyonu için ölçülmüştür. Kontrol dozu dahil mutasyon dozu uygulanmış popülasyonlar üç farklı istatistik grupta yer almıştır. Bu sonuca ek olarak üç mutasyon dozu miktarının (100, 200 ve 300 Gy) ortalamaları aynı istatistiki grupta yer almıştır. Bu durum mutasyon dozu uygulamasının sertlik üzerinde beklenen etkiyi yapmadığının bir göstergesi olabilir.

Çizelge 3.58. Tane sertliği özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
F-80/400	78,65 a	F-85/0	58,83 fg
F-80/200	75,20 ab	ERGENE/400	58,18 fg
F-80/100	73,85 abc	TEKİRDAĞ/400	57,20 fg
LİDER/200	71,45 bc	TEKİRDAĞ/0	57,10 fg
LİDER/100	71,20 bc	ERGENE/300	56,25 fg
LİDER/0	70,90 bc	TEKİRDAĞ/200	56,03 fg
F-80/300	70,18 bcd	TEKİRDAĞ/100	55,23 g
LİDER/300	69,60 bcd	TEKİRDAĞ/300	55,03 g
LİDER/400	68,68 cd	ERGENE/100	54,88 g
F-80/0	65,15 de	ERGENE/0	54,20 g
F-85/100	61,43 ef	ERGENE/200	53,50 g

Çizelge 3.59. Tane sertliği özelliğine ilişkin genotip x doz interaksiyon ortalamaları ve önemlilikleri(devamı)

ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR	ÇEŞİTLER	ORTALAMALAR
F-85/400	61,33 ef	Deneme Ortalaması:	62,95
F-85/300	61,00 ef	EKÖF <sub>0,01</sub>	5,63
F-85/200	58,90 fg		

Tane sertliği özelliği bakımından genotip x doz interaksiyonu ortalamaları arasındaki farklar 0,01 seviyesinde önemli bulunmuştur. İnteraksiyon ortalamaları %78,65 ile %53,50 arasında değişmiştir. Deneme ortalaması %62,95 olarak bulunmuştur. On beş populasyon bu ortalamanın altında, 10 populasyon ise üzerinde tane sertliğine sahip olmuştur. F-80/400, %78,65 ile en yüksek tane sertliği ortalamasına sahip populasyon olmuş, bunu F-80/200 populasyonu %75,20 ile izlemiştir. Ergene/200 ise %53,50 ile en düşük tane sertliği ortalamasına sahip populasyon olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızdaki bulgular doğrultusunda, gama ışını uygulamasının sertlik değeri üzerinde genotiplere göre değişen istatistiki anlamda önemli artış ve azalışlara neden olduğu görülmüştür. Ayrıca bu düzensiz değişim miktarlarının uygulanan gama ışını dozunun miktarına göre değiştiği belirlenmiştir. Eşit düzeyde uygulanan gama ışını dozunun çeşitlere göre farklı etkilerinin olduğu görülmüştür.

### 3.3 Genetik Parametreler

Yapılan bu çalışmada biyometrik değerlendirme için elde edilen verilere göre hesaplanmış genotipik ve fenotipik varyans ile bunlara karşılık gelen varyasyon katsayıları, geniş anlamda kalıtım derecesi ve genetik ilerleme sonuçları Çizelge 3.57’de verilmiştir.

Çizelge 3.60. Çalışmada incelenen karakterlerin genetik değerlendirme sonuçları

KARAKTERLER	ORTALAMA DEĞERLER	MİNİMUM MAKSİMUM DEĞERLER	VARYANS		VARYASYON KATSAYISI		KALITİM DERESESİ	GENETİK İLERLEME
			GENOTİPİK	FENOTİPİK	GENOTİPİK	FENOTİPİK		
BİTKİ BOYU (CM)	94,25	76,1-108,9	17,61	21,20	4,45	4,88	83,07	6,73
BAŞAK UZUNLUĞU (CM)	11,04	8,0-13,2	0,81	0,91	8,15	8,64	88,91	1,49
BAŞAKTA BAŞAKÇIK SAYISI (ADET)	21,62	19,7-24,1	0,22	0,41	2,17	2,97	53,66	0,60
BAŞAKTA TANE SAYISI (ADET)	49,85	32,4-73,3	43,24	50,98	13,19	14,32	84,82	10,66
BAŞAKTA TANE AĞIRLIĞI (G)	2,23	1,3-3,1	0,05	0,07	9,80	11,69	70,59	0,32
HASAT İNDEKSİ (%)	46,88	35,0-55,5	7,44	9,19	5,82	6,47	80,95	4,32
BİN TANE AĞIRLIĞI (G)	44,76	37,1-56,1	12,20	13,16	7,80	8,10	92,68	5,91
TANE VERİMİ (KG/DA)	573,84	393,0-811,0	1693,09	3050,31	7,17	9,62	55,50	53,95
HEKTOLİTRE AĞIRLIĞI (KG/HL)	77,31	72,9-81,1	1,02	1,29	1,31	1,47	78,75	1,58
PROTEİN ORANI (%)	13,32	11,2-15,2	0,13	0,17	2,68	3,15	72,31	0,53
YAŞ GLUTEN ORANI (%)	30,81	25,9-35,0	0,62	0,88	2,56	3,04	71,02	1,17
ZELENY SEDİMENTASYON DEĞERİ (ML)	46,48	33,0-61,0	11,91	14,95	7,43	8,32	79,71	5,42
ENERJİ DEĞERİ (J)	281,28	184,0-428,0	1616,04	1756,57	14,29	14,90	91,99	67,85
TANE SERTLİĞİ (%)	62,95	47,8-82,0	57,44	59,64	12,04	12,26	96,31	13,09

### 3.3.1 Maksimum-minimum Değerler

Beş ekmeklik buğday çeşidinin gama ışını uygulanmış 20 populasyonu ve 5 kontrolü olmak üzere toplam 25 genotip için incelenen özelliklerden bitki boyu için 76,1-108,9 cm (94,25 cm), başak uzunluğu için 8,0-13,2 cm (11,04 cm), başakta başakçık sayısı için 19,7-24,1 adet (21,62 adet), başaktatane sayısı için 32,4-73,3 adet (49,85 adet), başakta tane ağırlığı için 1,3-3,1 g (2,23 g), hasat indeksi için %35,0-55,5 (%46,88), tane verimi için 393-811 kg da<sup>-1</sup> (573,84 kg da<sup>-1</sup>), bin tane ağırlığı için 37,1-56,1 g (44,76 g), hektolitre ağırlığı için 72,9-81,1 kg hl<sup>-1</sup> (77,31 kg hl<sup>-1</sup>), protei oranı için %11,2-15,2 (%13,32), yaş gluten oranı için %25,9-35,0 (%30,81), Zeleny sedimentasyon değeri için 33,0-61,0 ml (46,48 ml), alveograf enerji değeri için 184-428 10<sup>-4</sup> J (281,28 10<sup>-4</sup> J) ve tane sertliği için %47,8-82,0 (%62,95) arasında değişen ortalamalar belirlenmiştir.

### 3.3.2 Varyasyon Katsayıları

Beklenen kareler ortalaması yöntemi kullanılarak 25 genotip için incelenen özelliklerin tahmin edilen genotipik ve fenotipik varyans değerleri sırasıyla 0,05 (başakta tane ağırlığı)-1693,09 (tane verimi) ile 0,07 (başakta tane ağırlığı)-3050,31 (tane verimi) arasında değişim gösterdiği Çizelge 3.57'den görülmektedir.

Araştırmada incelenen 14 karakterin tümü için genotipik ve fenotipik varyasyon katsayıları arasında dar farklılıklar olduğu Çizelge 3.57'de görülmektedir. Bu durum incelenen özellikler üzerinde genetik etkinin çevrenin etkisinden daha fazla olduğunu göstermektedir. Bu sonuç Gezahegn vd. (2015)'nin bulgularıyla uyumludur. Subramaniam ve Menon (1973), varyasyon katsayılarını ortalama yüzdesi olarak düşük (<%10), orta (%10-20) ve yüksek (>%20) şeklinde sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre çalışmamızda elde edilen genotipik ve fenotipik varyasyon katsayısı değerleri orta ve düşüktür. İncelenen özellikler içerisinde enerji değeri (14,29), başakta tane sayısı (13,19) ve sertlik (12,04) karakterlerinin genotipik varyasyon katsayıları orta düzeyde belirlenmiştir. İncelenen diğer özellikler için düşük genotipik varyasyon katsayısı (10'dan az) tahminleri kaydedilmiştir. Öte yandan, incelenen özelliklerin fenotipik varyasyon katsayıları enerji değeri (14,90), başakta tane sayısı (14,32), sertlik (12,26) ve başakta tane ağırlığı (11,69) için orta düzeyde belirlendi. İncelenen diğer özellikler için düşük fenotipik varyasyon katsayısı değerleri kaydedildi. Buna göre, incelenen karakterler içinde başakta tane sayısı, enerji değeri ve sertlik karakterleri için orta düzeyde genotipik ve fenotipik varyasyon katsayıları tahmin edildi.

Bu sonuç, genotipin fenotip tarafından yansıtılabileceğini ve mutasyona uğramış nesillerde bu karakterler için fenotipik performansa dayalı erken seçimin etkili olabileceği düşünülebilir.

### 3.3.3 Geniş Anlamda Kalıtım Derecesi ve Genetik İlerleme

Geniş anlamda kalıtım, genotipik varyansın toplam varyansa oranıdır. Toplam değişkenliğin veya fenotipik değişkenliğin kalıtsal olan ve genotipe bağlı olan kısmıdır. Genlerin etkisinin neden olduğu fenotipik varyasyonun derecesinin bir ölçüsüdür. Kalıtım, bir karakterin seçimi için uygunluk ve stratejiye karar vermede önemli bir rol oynar. Singh'e (2001) göre bir özelliğin kalıtım derecesi %80 olduğunda yüksek, %40-80 aralığında olduğunda orta, %40'tan az olduğunda düşük olarak kabul edilmiştir. Yüksek kalıtsallık, bu karakterlerin belirlenmesinde yüksek oranda genetik etkinin olduğunu ifade eder. Fakat etkili bir seleksiyon için, kalıtsallık tahminlerine ilişkin bilgi tek başına yeterli değildir ve kalıtımla birlikte genetik ilerlemenin de çalışılması daha faydalı olacaktır (Anshuman vd., 2013).

Genetik ilerleme, temel populasyon içinden seçilmiş bitkinin ortalama genotipik değerindeki gelişmedir (Lush, 1949; Johnson vd., 1955). Seleksiyon altında genetik ilerlemenin başarısı; genetik değişkenliğe, kalıtılabilirliğe ve seçim yoğunluğuna bağlıdır. Bir özellik için kalıtım derecesi ile birlikte genetik ilerlemenin bilinmesi, seçim yoluyla hedef özelliklerin gelişiminin derecesi tahmin edilebilir (Shukla vd., 2004). Deshmukh vd. (1986), genetik ilerlemeyi ortalama yüzdesi olarak düşük (<%10), orta (%10-20) ve yüksek (>%20) şeklinde sınıflandırmıştır.

Genotipik varyasyon katsayısı, çeşitli özellikler için genotiplerde bulunan genetik değişkenliğin düzeyini ortaya çıkarsada, varyasyonun kalıtsallığını değerlendirmek için tam bilgi vermez. Kalıtılabilirlik tahminleri ile birlikte genotipik varyasyon katsayısı, fenotipik seçim yoluyla beklenecek olan genetik ilerleme miktarının güvenilir tahminlerini verir (Burton, 1953). Mevcut çalışmada incelenen karakterlere göre kalıtım dereceleri üç farklı grupta sınıflanmıştır. İncelenen özelliklerden bitki boyu (83,07), başak uzunluğu (88,91), başakta tane sayısı (84,82), hasat indeksi (80,95), bin tane ağırlığı (92,68), enerji değeri (91,99) ve sertlik (96,31) yüksek düzeyde (>%80) geniş anlamda kalıtsallık gösteren karakterler olarak belirlenmiştir. Başakta tane ağırlığı (70,59), hektolitre (78,75), protein oranı (72,31), yaş gluten oranı (71,02) ve Zeleny sedimantasyon değeri (79,71) orta düzeyde geniş anlamda kalıtsallık gösteren özellikler olmuşlardır. Genel olarak orta ve yüksek kalıtsallık, gözlemlenen

varyasyonun esas olarak genetik kontrol altında olduğunu ve çevrenin düşük veya ihmal edilebilir etkisi olduğunu ayrıca bu özelliklerin iyileştirilmesinde seleksiyonun etkin olabileceğini göstermektedir. Bu özellikler dışında başakta başakçık sayısı (53,66) ve verim (55,50) düşük düzeyde (<%60) geniş anlamda kalıtsallık göstermişlerdir. Düşük kalıtsallık gösteren bu iki özelliğin çevre tarafından yüksek oranda etkilendiği söylenebilir. Bu özellikler için erken dönemde yapılacak seleksiyonun etkinliği düşük olabilir. Kalıtım tek başına, bireysel genotip seçiminden kaynaklanacak genetik gelişme miktarına dair hiçbir gösterge sağlamaz. Bu nedenle kalıtsallıkla birlikte düşünülen genetik ilerleme seleksiyondan kaynaklanacak genetik gelişme düzeyi hakkında en faydalı bilgiyi verir (Anshuman vd., 2013). Yürütülen çalışmada incelenen karakterler için genel olarak genetik ilerleme düşük düzeyde hesaplanmıştır. Teich (1984) ile Chaturvedi ve Gupta (1995)'ya göre düşük genetik ilerleme, sonraki nesillerde hedef özelliklerin iyileştirilmesinde küçük değişiklikler olduğunu gösterir. Çalışmamızda en yüksek genetik ilerleme enerji değeri için %67,85 ve tane verimi için %53,95 bulunmuştur. Bu özelliklerin ardından başakta tane sayısı (%10,66) ve sertlik (13,09) için orta düzeyde genetik ilerleme hesaplanmıştır. Çalışılan diğer tüm özellikler için, başakta tane ağırlığı (%0,32) ile bitki boyu (%6,73) arasında değişen düşük düzeyde genetik ilerleme belirlenmiştir. Yüksek genetik ilerleme ile birleştirilmiş yüksek kalıtsallığın eklemeli gen etkilerini ortaya çıkardığı, düşük genetik ilerleme ile birleştirilmiş yüksek kalıtsallığın ise belirli bir karakteri kontrol etmek için eklemeli olmayan gen etkilerini gösterdiği düşünülmektedir. Yüksek genetik ilerleme ile birlikte yüksek kalıtsallık gösteren özellikler için erken dönemde seleksiyonun etkili olabileceği sonucuna varılabilir.



#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü tarafından geliştirilmiş olan NKÜ Lider ve NKÜ Ergene ekmeklik buğday çeşitleri ile Trakya Bölgesi'nde farklı dönemlerde tarımı yapılmış olan 3 adet eski ekmeklik buğday çeşidi (Tekirdağ, Flamura 80 ve Flamura 85 ) olmak üzere toplam 5 adet farklı ekmeklik buğday ticari çeşidine <sup>60</sup>Co kaynağından 4 farklı gama dozu (100, 200, 300 ve 400 Gy) uygulaması ile elde edilmiş olan 20 adet M<sub>4</sub> populasyonu ve gama ışını uygulanmayan 5 adet kontrol populasyonu (M<sub>0</sub>) ile birlikte toplam 25 populasyonun M<sub>4</sub> generasyonunda bazı morfolojik, agronomik ve tarımsal özellikler üzerine gama ışını uygulamasının etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Elde edilen bulgular sonucunda bitki boyunun; genotipe, uygulanan gama ışını dozunun miktarına ve genotip x doz interaksyonuna göre değişim gösterdiği görülmüştür. Mutasyon uygulamasının F-80, NKÜ Lider, NKÜ Ergene ve Tekirdağ çeşitlerinde bitki boyunda artışa neden olduğu belirlenmiştir. F-85 çeşidinin 300 Gy gama ışını uygulanan dozunda bitki boyunda azalma olduğu görülmüştür. Bitki boyundaki en yüksek değişim F-80 çeşidinin 200 Gy gama ışını uygulanan dozunda gerçekleşmiştir. Populasyonların bitki boyu ortalamaları 83,97 cm ile 103,47 cm arasında değişmiştir. En yüksek bitki boyu uzunluğu F-80/200 populasyonunda, en düşük bitki boyu uzunluğu ise Tekirdağ/0 genotipinde hesaplanmıştır. Mutasyon dozu uygulamasının bitki boyu üzerinde istenilen düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Başak uzunluğunun; önemli düzeyde genotipe ve genotip x doz interaksyonuna göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının F-80, F-85 ve NKÜ Ergene çeşitlerinde başak uzunluğunda artışa neden olduğu görülmüştür. Bunun yanında NKÜ Lider ve Tekirdağ çeşitlerinin başak uzunluklarında ise azalma olduğu belirlenmiştir. Başak uzunluğunda en yüksek değişim F-80 çeşidinin 200 Gy gama ışını uygulanan dozunda hesaplanmıştır. Populasyonların başak uzunluğu ortalamaları 9,42 cm ile 12,55 cm aralığında değişim göstermiştir. En yüksek başak uzunluğu Ergene/100 populasyonunda, en düşük başak uzunluğu ise Tekirdağ/200 populasyonunda hesaplanmıştır. Mutasyon dozu uygulamasının başak uzunluğu üzerinde istenilen düzeyde etki yapmadığı belirlenmiştir.

Başakta başakçık sayısındaki değişimde; genotipin, uygulanan gama ışını dozunun miktarının ve genotip x doz interaksyonunun etkisinin olduğu belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının F-85, NKÜ Lider, NKÜ Ergene ve Tekirdağ çeşitlerinin başaklarındaki

başakçık sayılarında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca F-80 çeşidinin başakta başakçık sayısında ise artış olduğu görülmüştür. Başakta başakçık sayısındaki en yüksek değişimin Tekirdağ çeşidinin 200 Gy gama ışını uygulanan dozunda olduğu görülmüştür. Populasyonların başakta başakçık sayısı ortalamaları 20,47 adet ile 22,99 adet aralığında değişim göstermiştir. En fazla başakta başakçık sayısı Ergene/300 populasyonunda, en az başakta başakçık sayısı ise Tekirdağ/200 populasyonunda olduğu tespit edilmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının başakta başakçık sayısı üzerinde istenilen düzeyde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Başakta tane sayısının; genotipe, uygulanan gama ışını dozunun miktarına ve genotip x doz interaksiyonuna göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının F-80 ve Tekirdağ çeşitlerinin başakta tane sayılarında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. F-85, NKÜ Lider ve NKÜ Ergene çeşitlerinin başakta tane sayılarında uygulanan doz miktarlarına göre değişen artış ve azalışlar olduğu sonucu bulunmuştur. Başakta tane sayısında oluşan en yüksek değişim Tekirdağ çeşidinin 200 Gy gama ışını uygulanan dozunda (%-15,6) gerçekleştiği belirlenmiştir. Populasyonların başakta tane sayısı ortalamaları 36,57 adet ile 64,63 adet aralığında değişim göstermiştir. Başakta tane sayısının en fazla olduğu populasyon Ergene/100, en az olduğu populasyon ise Tekirdağ/200 olarak belirlenmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının başakta tane sayısı üzerinde istenilen düzeyde etkili olabileceği tespit edilmiştir.

Başakta tane ağırlığının, genotipe göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Gama ışını uygulaması sonucunda F-80, F-85 ve Tekirdağ çeşitlerinin başakta tane ağırlıklarında artış olduğu görülmüştür. Ayrıca NKÜ Lider ve NKÜ Ergene çeşitlerinin başakta tane ağırlıklarında uygulanan doz miktarlarına göre değişen artış ve azalışlar olduğu sonucu bulunmuştur. Başakta tane ağırlığı için oluşan en yüksek değişim Tekirdağ çeşidinin 400 Gy gama ışını uygulanan dozunda (%17,2) gerçekleşmiştir. Populasyonların başakta tane ağırlığı ortalamaları 1,75 g ile 2,59 g arasında değişim göstermiştir. Başakta tane ağırlığının en fazla olduğu populasyon Lider/400, en az olduğu genotip ise Tekirdağ/0 olarak belirlenmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının 100 Gy dışındaki dozlarının başakta tane ağırlığı üzerinde istenilen düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Hasat indeksinde görülen değişimde; genotipin, uygulanan gama ışını dozunun miktarının ve genotip x doz interaksiyonunun etkisinin olduğu belirlenmiştir. Gama ışını uygulaması sonucunda F-80, NKÜ Lider ve NKÜ Ergene çeşitlerinin hasat indeksi değerlerinde azalış, F-85 çeşidinin hasat indeksi değerinde ise artış olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca Tekirdağ

çeşidinin hasat indeksi değerlerinde uygulanan doz miktarlarına göre değişen artış ve azalışlar olduğu görülmüştür. Hasat indeksinde oluşan en yüksek değişim F-80 çeşidinin 300 Gy gama ışını uygulanan dozunda (%-16,2) gerçekleşmiştir. Populasyonların hasat indeksi değerlerinin ortalamaları %40,37 ile %50,75 aralığında değişim göstermiştir. Hasat indeksi değerinin en yüksek olduğu populasyon Lider/100, en düşük olduğu populasyon ise F-80/300 olarak belirlenmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının hasat indeksi üzerinde istenilen düzeyde etkili olabileceği belirlenmiştir.

Bin tane ağırlığının; genotipe, uygulanan gama ışını dozunun miktarına ve genotip x doz interaksiyonuna göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının çalışmada incelenen tüm çeşitlerin bin tane ağırlıklarında azalmaya neden olduğu görülmüştür. Bin tane ağırlığındaki en yüksek değişim F-85 çeşidinin 300 ve 400 Gy gama ışını uygulanan dozlarında (%-9,8) görülmüştür. Populasyonların bin tane ağırlıkları ortalamaları 39,40 g ile 52,27 g aralığında değişim göstermiştir. Bin tane ağırlığının en fazla olduğu populasyon Tekirdağ/200, en az olduğu populasyon ise Ergene/0 olarak belirlenmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının bin tane ağırlığı üzerinde istenilen düzeyde etki yaptığı belirlenmiştir.

Hektolitre ağırlığındaki değişimde; genotipin, uygulanan gama ışını dozunun miktarının ve genotip x doz interaksiyonunun etkisinin olduğu belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının F-85, NKÜ Lider, NKÜ Ergene ve Tekirdağ çeşitlerinin hektolitre ağırlıklarında azalmaya neden olduğu görülmüştür. F-80 çeşidinin hektolitre ağırlığında ise artış olduğu belirlenmiştir. Hektolitre ağırlığındaki en yüksek değişim F-85 çeşidinin 400 Gy gama ışını uygulanan dozunda (%-3,8) görülmüştür. Populasyonların hektolitre ağırlıkları ortalamaları 75,75 kg/hl ile 79,35 kg/hl aralığında değişim göstermiştir. Hektolitre ağırlığının en fazla olduğu populasyon F-80/400, en az olduğu populasyon ise Ergene/100 olarak belirlenmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının hektolitre ağırlığı üzerinde istenilen düzeyde etki yaptığı belirlenmiştir.

Tane veriminde görülen değişimde; genotipin, uygulanan gama ışını dozunun miktarının ve genotip x doz interaksiyonunun etkisinin olduğu belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının F-80, F-85 ve NKÜ Lider çeşitlerinin tane verimlerinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca NKÜ Ergene ve Tekirdağ çeşitlerinin tane verimlerinde uygulanan doz miktarlarına göre değişen artış ve azalışlar olduğu görülmüştür. Tane verimindeki en yüksek değişim F-85 çeşidinin 400 Gy gama ışını uygulanan dozunda (%-22,5) görülmüştür. Populasyonların tane verimi ortalamaları 516,2 kg/da ile 766,0 kg/da aralığında değişim göstermiştir. Tane veriminin en fazla olduğu genotip F-85/0, en az olduğu populasyon ise

Ergene/400 olarak belirlenmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının tane verimi üzerinde istenilen düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Protein oranının; genotipe, uygulanan gama ışını dozunun miktarına ve genotip x doz interaksiyonuna göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının incelenen tüm çeşitlerin protein oranlarında artışa neden olduğu görülmüştür. Protein oranındaki en yüksek değişim F-85 çeşidinin 300 Gy gama ışını uygulanan dozunda (%8,3) görülmüştür. Populasyonların protein oranı ortalamaları %12,45 ile %14,40 aralığında değişim göstermiştir. Protein oranının en yüksek olduğu populasyon F-80/400, en düşük olduğu genotip ise F-85/0 olarak belirlenmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının bin protein oranı üzerinde istenilen düzeyde etki yaptığı belirlenmiştir.

Yaş gluten oranındaki değişimde, genotipin ve uygulanan gama ışını dozunun miktarının etkisinin olduğu belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının incelenen tüm çeşitlerin yaş gluten oranlarında artışa neden olduğu belirlenmiştir. Yaş gluten oranındaki en yüksek değişim F-85 çeşidinin 400 Gy gama ışını uygulanan dozunda (%8,0) görülmüştür. Populasyonların yaş gluten oranı ortalamaları %28,77 ile %33,17 aralığında değişim göstermiştir. Yaş gluten oranının en yüksek olduğu populasyon F-80/400, en düşük olduğu genotip ise F-85/0 olarak belirlenmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının yaş gluten oranı üzerinde istenilen düzeyde etki gösterdiği belirlenmiştir.

Zeleny sedimantasyon değerinin; genotipe, uygulanan gama ışını dozunun miktarına ve genotip x doz interaksiyonuna göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının F-80, F-85, NKÜ Ergene ve Tekirdağ çeşitlerinin Zeleny sedimantasyon değerlerinde artışa neden olduğu görülmüştür. Ayrıca NKÜ Lider çeşidinin Zeleny sedimantasyon değerlerinde önemli bir değişim belirlenmemiştir. Zeleny sedimantasyon değerindeki en yüksek değişim F-80 çeşidinin 400 Gy gama ışını uygulanan dozunda (%22,6) görülmüştür. Populasyonların Zeleny sedimantasyon değerleri ortalamaları 38,75 ml ile 54,25 ml aralığında değişim göstermiştir. Zeleny sedimantasyon değerinin en yüksek olduğu populasyon F-80/400, en düşük olduğu genotip ise F-85/0 olarak belirlenmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının Zeleny sedimantasyon değeri üzerinde istenilen düzeyde etki yapabileceği tespit edilmiştir.

Alveograf enerji değerindeki değişimde; genotipin, uygulanan gama ışını dozunun miktarının ve genotip x doz interaksiyonunun etkili olduğu belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının F-80, F-85 ve NKÜ Lider çeşitlerinin alveograf enerji değerlerinde artışa neden

olduğu görülmüştür. Ayrıca Tekirdağ çeşidinin alveograf enerji değerinde ise azalma olduğu belirlenmiştir. Buna ilaveten NKÜ Ergene çeşidinin 100 Gy uygulamasında alveograf enerji değerinde azalma, diğer uygulama dozlarında ise artış olduğu gözlenmiştir. Alveograf enerji değerindeki en yüksek değişim F-80 çeşidinin 400 Gy gama ışını uygulanan dozunda (%33,4) görülmüştür. Populasyonların alveograf enerji değerleri ortalamaları 216,00 J ile 398,25 J aralığında değişim göstermiştir. Alveograf enerji değerinin en yüksek olduğu populasyon F-80/400, en düşük olduğu genotip ise F-85/0 olarak belirlenmiştir.

Tane sertliği değerinin; genotipe, uygulanan gama ışını dozunun miktarına ve genotip x doz interaksyonuna göre değişim gösterdiği belirlenmiştir. Gama ışını uygulamasının F-80, F-85 ve NKÜ Ergene çeşitlerinin tane sertliği değerlerinde artışa neden olduğu görülmüştür. Ayrıca NKÜ Lider ve Tekirdağ çeşitlerinin tane sertliği değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir. Tane sertliği değerindeki en yüksek değişim F-80 çeşidinin 400 Gy gama ışını uygulanan dozunda (%17,1) görülmüştür. Populasyonların tane sertliği değerleri ortalamaları %53,50 ile %78,65 aralığında değişim göstermiştir. Sertlik değerinin en yüksek olduğu populasyon F-80/400, en düşük olduğu populasyon ise Ergene/200 olarak belirlenmiştir. Mutasyon dozu uygulamasının tane sertliği üzerinde istenilen düzeyde etki yapmadığı belirlenmiştir.

Genetik parametreler açısından çalışmamızda fenotipik varyasyon katsayısı (PCV) değerleri (%1,47-14,90) ve genotipik varyasyon katsayısı (GCV) değerleri (%1,31-14,29) orta ve düşük olarak tahmin edilmiştir. PCV değerlerinin GCV değerlerinden biraz yüksek olması, M<sub>4</sub> generasyonunda incelenen karakterlerin ifadesinde çevresel etkinin yanında genotipik etkinin de önemli olduğunu ve denemede materyal olarak kullanılan mutant populasyonlarında bu özellikleri geliştirmek için seleksiyonun etkili olabileceğini göstermektedir. Geniş anlamda kalıtım derecesi ve %10 seleksiyon şiddetinde beklenen genetik ilerleme değerleri sırasıyla %53,66-96,31 ve %0,53-67,85 arasında değişmiştir. Tüm özellikler için geniş anlamda kalıtım derecesi orta ve yüksek olarak tahmin edilmiştir. Alveograf enerji, tane verimi, başakta tane sayısı ve tane sertliği dışındaki diğer tüm özellikler için beklenen genetik ilerleme değerleri düşük olarak tahmin edilmiştir. Yüksek kalıtım derecesi değeri ( $h^2 \geq \%80$ ) ve %10 seçim yoğunluğunda ( $GA \geq \%20$ ) yüksek genetik ilerleme değerleri (%) alveograf enerji değeri için tahmin edilmiştir. Bu durum aditif gen etkilerinin önemini göstermesi nedeniyle, bu özellik için seleksiyonun M<sub>4</sub> generasyonunda etkili olabileceğini göstermektedir. Başakta tane sayısı ve tane sertliği değeri için yüksek kalıtım derecesi değeri ( $h^2 \geq \%80$ ) ve %10 seçim yoğunluğunda

(GA  $\geq$  %10-20) orta genetik ilerleme değerlerinin tahmin edilmesi bu özellikler için seleksiyonun sonraki generasyolara bırakılmasının daha uygun olabileceği anlamına gelmektedir.

Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgular ile 5 ekmeklik buğday çeşidine uygulanan gama ışını sonucu oluşan M<sub>4</sub> populasyonlarının morfolojik ve genetik değerlendirmelerinde farklılıklar belirlenmiş ve mutasyonun varlığı fiziksel anlamda ortaya konulmuştur. Mutasyon uygulaması sonucu elde edilmiş populasyonların morfolojik özellikleri üzerinde meydana gelen varyabilitenin etkinliği tespit edilmiştir. Mutasyon dozlarının oluşturduğu etkilerin, çeşitler bazında ayrı ayrı değerlendirilmesi gerektiği belirlenmiştir. F-80 çeşidinin gama ışını uygulamasına göstermiş olduğu tepkinin yüksek olduğu görülmüştür. Mutasyon uygulamasının morfolojik özellikler üzerinde seleksiyon kriterleri açısından istenen etkiyi yapmadığı fakat çeşitlerin kalite özelliklerinin iyileştirilmesinde önemli ve istenen düzeyde etki gösterdiği tespit edilmiştir. Ekmeklik buğday mutasyon ıslahı çalışmalarında verim ve verim komponentlerinin iyileştirilmesi için 100 ile 200 Gy arasında gama ışını dozlarının, tane kalite özelliklerinin iyileştirilmesi için de 300 ile 400 Gy arasında gama ışını dozlarının daha etkili sonuçlar oluşturabileceği anlaşılmıştır. Uygun varyabilitenin görüldüğü kriterlerin öncelikli olarak belirlenmesi ümitvar mutant hatlarının geliştirilmesinde uygulanacak seleksiyonun etkinliğinin artmasına yardımcı olacaktır. Böylelikle üstün özelliklere sahip mutant hatlarının belirlenme olasılığı arttırılmış olacaktır. Elde edilen populasyonlar ve bulgular bundan sonraki aşamada mutasyon ıslahı ile tarımsal değeri yüksek hatların geliştirilmesinde kullanılabileceği gibi, son yıllarda giderek önem kazanan mutasyon ıslahı çalışmaları için bir kaynak olarak hizmet edecektir.

## KAYNAKLAR

- Acquaah, G. (2012). Principles of Plant Genetics and Breeding, 2nd Edition. Wiley-Blackwell. USA. Pg 76-80
- Açıköz, N., Moghaddam, A.F., Özcan, K. (1994). Tarist: PC'ler için bir agroistatistik paketi I. E.Ü.Z.F Tarla Bitkileri Kongresi, 1994, İzmir.
- Ahloowalia, BS. (1998). In vitro techniques and mutagenesis for the improvement of vegetatively propagated plants. In Somaclonal Variation and Induced Mutations in Crop Improvement, edited by Jain, SM, Brar DS & Ahloowalia, BS Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher. pp. 293-309.
- Ahloowalia, B.S., Maluszynski, M. (2001). Induced mutations - A new paradigm in plant. Euphytica. 118 (2): 167-173.
- Ahloowalia, B.S., Maluszynski, M. and Nichterlein K. (2004). Global impact of mutation-derived varieties. Euphytica. 135:187–204.
- Akgün, N., (2001). Makarnalık Buğday Diallel Melez Döllerinde Bazı Tarımsal Karakterlerin Kalıtımı. *Yüksek Lisans Tezi*, S. U. Fen Bilimleri Enst., Konya, 72 S.
- Akter, N., Rafiqul Islam, M. (2017). Heat stress effects and management in wheat. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 37
- Albokari, M.M.A., Khashoggi, A.J. and Almuwalid M.A. (2015). Evaluation Of Some Local Wheat Landraces Treated With Different Doses Of Gama Rays In Saudi Arabia. *Pak. J. Biotechnol.* Vol. 12 (1) 63-72.
- Allard, R.W. (1999). Principals of Plant Breeding. 2. ed. New York: John Wiley & Sons.
- Al-Naggar, A.M.M., Atta, M.M.M., Sobieh, S.E.S. and Al-Azab K.F. (2013). Drought Tolerant Mutant Induction Via Gama Rays in Bread Wheat. *Egypt. J. Plant Breed.* 17 (4):129 – 156.
- Anonim (1981). ICC Standarts. International Association for Cereal Chemistry. Vienna.
- Anonim (1990). Approved methods of the American Association of Cereal Chemist, USA
- Anonim (1994). ICC Standard No 155: Determination of Wet Gluten Quantity and Quality (Gluten Index ac. To Perten) Of Whole Wheat Meal and Wheat Flour.
- Anonymous (1996). FAO Yearbook, vol. 49.
- Anonim (2000). American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC, 10th ed., Method No: 26-21, 26-31, 38-12A, 46-30, 55-30, 56-60, 56-61. The Association: St. Paul. MN, USA.
- Anonim (2008). International Association for Cereal Chemistry (ICC), Method No:121, Vienna.

- Anonim (2011). United Nations. World Population to reach 10 billion by 2100 if Fertility in all Countries Converges to Replacement Level. World Population Prospects: The 2010 Revision, Press Release (3 May 2011). Retrieved from: [http://esa.un.org/wpp/Other-Information/Press\\_Release\\_WPP2010.pdf](http://esa.un.org/wpp/Other-Information/Press_Release_WPP2010.pdf)
- Anshuman, Vashistha, N., Dixit N., Dipika, S., Sharma, K., Marker, S. (2013). Studies on heritability and genetic advance estimates in Maize genotypes. *Bioscience Discovery*, 4(2):165-168
- Anwar, M.M., Asael, M.A. and El-Adly, N.A. (2015). Gama Radiation Influence on Rheological and Technological Characteristics of Wheat Flour (misr-1) and Sensory Properties of Pan Bread. *J. Nucl. Tech. Appl. Sci*, 3( 2): 89-97.
- Arain, M.A. (1978). Effect of fast neutrons and gama rays treatments on Heading date, plant height and tiller number in Wheat. *Pak. J. Bot.*, 10(2): 133-140.
- Atlı, A. (1987). Kışlık Tahıl Üretim Bölgelerimizde Yetiştirilen Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Kaliteleri ile Kalite Karakterlerinin Stabilitesi Üzerine Araştırmalar. *Türkiye Tahıl Sempozyumu*, 6-9 Ekim, Bursa, s.443-454.
- Axford, D.W.E., McDermott, E.E., Redman, D.G. (1979). Note on the sodium dodecyl sulfate test of breadmaking quality: comparison with pelshenke and zeleny tests. *Cereal Chem* 56:582-584.
- Aydoğan, S., Göçmen, A., Şahin, Ş., Kaya, Y., Taner, S., Demir, B., Önmez, H. (2010). Ekmeklik buğday çeşitlerinin tane verimi, bazı kimyasal ve reolojik özellikleri üzerine bir araştırma *Bitkisel Araştırma Dergisi* (2010) 1, 1–7
- Balfourier, F., Bouchet, S., Robert, S., De Oliveira, R., Rimbart, H., Kitt, J., Choulet, F. *et al.* (2019). Worldwide phylogeography and history of wheat genetic diversity. *Sci. Adv.* 5, eaav0536.
- Balkan, A., Bilgin, O., Başer, İ., Göçmen, D.B., Demirkan, A.K. And Deviren, B. (2019). Improvement of Grain Yield and Yield Associated Traits in Bread Wheat (L.) Genotypes Through Mutation Breeding Using Gama Irradiation. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 103-111.
- Bilgin, O., Korkut, K.Z. (2005). Determination of Some Bread Quality and Grain Yield Characters in Bread Wheat (L.), *International Journal of Agriculture & Biology*, 7(1), 125-128.
- Bloksma, A.H., Bushuk, W. (1988). Rheology and chemistry of dough. In: *Wheat: Chemistry and technology*. (Ed. Y. Pomeranz), AACC Inc., St. Paul, MN, USA, 131-217.
- Bourlaug, N.C. (1968). Wheat breeding and its impact on world food. *Proceeding of 3rd International Wheat Genetics. Symposia.*, Canberra, Australia, pp.1-36.
- Borzouei, A., Kafi, M., Sayahi, R., Rabiei, E. and Amin, P.S. (2013). Biochemical response of two wheat cultivars (L.) to gama radiation. *Pak J Bot* 45(2):473–477



- Bozzini, A., Bagnara, D., Mosconi, C., Rossi, L., Scarascia-Mugnozza, G.T. (1973). Trends and Results of Durum Wheat Mutation Breeding at Casaccia. Proc. of The Symp. On Genetics and Breeding Durum Wheat, Univ. Di Bari, 14-18 Maggio, s. 339.
- Braun, H.J., Atlin, G. and Payne, T. (2010). Multi-location testing as a tool to identify plant response to global climate change. In: Reynolds, M.P. (Ed.), *Climate Change and Crop Production*. CABI, Wallingford, UK, pp. 115–138.
- Brock, R.D. (1970). Mutations In Quantitatively Inherited Traits Induced By Neutron Irradiation *Radiation Botany*, 10: 209 - 223.
- Burton, G.W., Devane, E.H. (1953). Estimating heritability in tall fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agron. J.* 45, 478–481.
- Bushuk, W. (1982). *Grains and Oilseeds 3rd. Ed.* Canadian International Grains Institute, Winnipeg, Manitoba.
- Campell, C., Fang, C. and Muhamad, I.I. (2007). On Predicting Roller Milling Performance VI, Effect of Kernel Hardness and Shape on the Particle Size Distribution from First Break Milling of Wheat, *Trans IChemE, Part C, Food and Bioproducts Processing*, 2007, 85(C1) : 7-23.
- Chakraborty, N.R. and Paul, A. (2013). Role of Induced Mutations for Enhancing Nutrition Quality and Production of Food. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*. 4(1): 091-096.
- Chaturvedi, B. K., & Gupta, R. R. (1995). Selection parameters for some grain and quality attributes in spring wheat (L.). *Agricultural Science Digest Kernal*, 15(4), 186- 190
- Cheng, X., Chai, L. and Chen, Z. (2015). Identification and characterization of a high kernel weight mutant induced by gama-radiation in wheat (L.). *BMC Genetics*, vol. 17: 112-118.
- Chung, O.K., Ohm, J.B., (1996). Effect of genotype and environment on gluten characteristics and their relationships with baking characteristics of hard winter wheats, *Cereal Foods World Abstr.* 41: 579- 580.
- Corpuz, L.M., Heyne, E.G., and Paulsen, G.M. (1983). Increasing grain protein content of hard red winter wheat (L.) by mutation breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, 65(1), 41-46.
- Cowling, W.A. (2013). Sustainable plant breeding. *Plant Breed* 132:1–9
- Ćurić, D., Karlović, D., Tušak, D., Petrović, B., Đugum, J. (2001). Gluten Index as a Standard of Wheat Flour Quality, *Food Technol. Biotechnol.* 39: 353-361.
- Çay, Ş. (1999). Orta Anadolu Şartlarında Arpa Islahında Kullanılabilecek Uygun Ebeveyn ve Melezlerin Tam Diallel Analiz Yöntemi ile Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya, 100 S.
- Çölkesen, M. (1990). Buğdayda ve arpada kalitenin belirlenmesi. *D. Ü. Zir. Fak. Dergisi*, Şanlıurfa.

- Deshmukh, S.N., Basu, M.S. and Reddy, P.S. (1986). Genetic variability, character association and path coefficients of quantitative traits in Virginia bunch cultivars of groundnut. *Indian J. Agric. Sci.*, 56: 816-821.
- Dikerman, E., Pomeranz, Y. (1982). Mineral and Protein Content in Hard Red Winter Wheat, *Cereal Chemistry*, 58 : 139-142.
- Din, R., Qasim, M., Ahmad, K., Jehan, S. (2003). Study of days taken to earing initiation and earing completion in M<sub>1</sub> generation of different wheat genotypes irradiated with various doses of gama radiation. *Asian J Plant Sci* 2(12):894–896.
- Din, R., Qasim, M. and Ahmad, K. (2004). Radio Sensitivity of Various Wheat Genotypes in M<sub>1</sub> Generation. *Int. J. Agri. Biol.*, 6(5): 898-900.
- Dobres, M.S. (2008). Barriers to genetically engineered ornamentals: an industry perspective. *Floriculture, ornamental and plant biotechnology*. Glob. Sci. Books, UK, 1-115.
- Duru, S., Gül, A., Hayran, S. (2019). Türkiye’de Buğday ve Buğday Mamulleri Dış Ticaret Yapısı, *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4 (2) , 552-564, DOI: 10.33905/bseusbed.563347
- Elton, G.A.H. and Greer, E.N. (1971). The Use of Home Grown Wheat for Flour Milling. *ADAS Quarterly Review*, 2:55-94.
- FAO (2009). FAO Expert Meeting, 24-26 June 2009, Rome on “How to Feed the World in 2050”
- Gandapore, A.A., Hasnain, S.M. and Sayal O.U. (1999). The application and implications of gama radiation in bread wheat (L.). *Pakistan Journal of Biological Science*, 2(1): 134-136.
- Gencer, O., Sinan, N.S. ve Gülyaşar, F. (1987). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de Yağ Verimi ile Verim Unsurlarının Korelasyon ve Path Kat Sayısı Analizi Üzerine Bir Araştırma. *Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*; 2(2); 37–43, Adana.
- Genç, İ. (1974). Yerli ve Yabancı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Verim ve Verime Etkili Başlıca Karakterler Üzerinde Araştırmalar. *Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 82, Bilimsel İnceleme ve Araştırma Tezleri* 10. Adana.
- Gezahegn, F., Sentayehu, A., & Zerihun, T. (2015). Genetic variability studies in bread wheat (L.) genotypes at Kulumsa agricultural research center, South East Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5(7), 89–98. <https://www.researchgate.net/publication/308764540>
- Ghafoor-Arain, A. and Siddiqui, K.A. (1976). Effect of gama rays and fast neutrons treatments on tiller number and plant height in wheat. *Pakistan Journal of Botany*, 8: 1-7.
- Gorgidze, A. (1980). The role of mutation in the evolution of some species of cultivated wheat. *Izvestiya Akademii Nauk Gruzii SSR Seriya Biologicheskaya* 6(4):348–353.

- Grausgruber, H., Oberfoster, M., Werteker, M., Ruckenbauer, P., Vollman, J. (2000). Stability of quality traits in Austrian-grown winter wheats, *Field Crops Research* 66: 257-267.
- Gökçora, H. (1969). *Bitki Yetiştirme ve Islahı*. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayınları, 366, Ankara.
- Hanson, G.H., Robinson, H.F. and Comstock, R.E. (1956). Biometrical studies on yield in segregating populations of Korean Lespidiza. *Agorn. J.* 48:268-272.
- Horvat, D., Jurković, Z., Sudar, R., Pavlinić, D., Šimić, G. (2002). The Relative Amounts of HMW Glutenin Subunits of OS Wheat Cultivars in Relation to Bread Making Quality, *Cereal Res. Comm.* 30: 415- 422.
- Hsu, P., Walton, P.D. (1971). Relationships Between Yield and Its Components and Structures Above the Flag Leaf Node in Spring Wheat 1. *Crop science*, 11(2), 190-193
- IAEA (2018). Mutant Varieties Database. <https://mvd.iaea.org> (Accessed 6 April 2018)
- Jankowicz-Cieslak, J., C. Mba and B.J. Till. 2017. Mutagenesis for Crop Breeding and Functional Genomics. In: *Biotechnologies for Plant Mutation Breeding*, ed. Jankowicz-Cieslak, J., Tai, T. H., Kumlehn, J. and Till, B. J., 3-18, Springer, New York.
- IAEA (2022). FAO/IAEA Centre of Nuclear Techniques in Food and Agriculture maintains the Mutant Variety Database (MVD). <https://nucleus.iaea.org/sites/mvd/SitePages/Search.aspx> (Erişim Tarihi: 15 Kasım 2022)
- Ibrahim, E.I.E. (2008). Influence of Gama-Irradiation on the Physico-Chemical Properties of the tow Sudanese Wheat (*Triticum aestivum*) Cultivars. M.Sc Dissertation, University of Khartoum, Faculty of Agriculture. 89 p.
- ICC (1994). International Association of Cereal Science and Technology. ICC Standard No:155, Determination of Wet Gluten Quantity and Quality (Gluten Index ac. to Perten) of Whole Wheat Meal and Wheat Flour (*Triticum aestivum*).
- Indrani, D. and Rao, G.V. (2007). Rheological Characteristics of Wheat Flour Dough as Influenced by Ingredients of Parotta. *Journal of Food Engineering*. 79:100-105.
- Irfaq, M. and Nawab, K. (2001). Effect of Gama Irradiation on Some Morphological Characteristics of Three Wheat (L.) Cultivars. *Journal of Biological Sciences*, 1: 935-937.
- ISO. (2015). Wheat and wheat flour–Gluten content: Determination of wet gluten and gluten index by mechanical means.
- Jamil, M. and Khan, U.Q. (2002). Study of genetic variation in yield components of wheat cultivar Bukhtwar-92 as induced by gama irradiation. *Asian Journal of Plant Science*, 1(5): 579-580.
- Johansson, E., Nilsson, H., Mazhar, H., Skerritt, J., Macritchie, F., Svensson, G. (2002). Seasonal effects on storage proteins and gluten strength in four Swedish wheat cultivars, *J. Sci. Food Agr.* 82: 1305-1311

- Johnson, H.W., Robinson, H.F. and Comstock, R.E. (1955). Estimation of genetic and environmental variability in soybean. *Agron. J.* 47:314-318.
- Johnson, V.A., Briggles, L.W., Axtel, J.D., Bouman, L.P., Leng, E.R. and Johnson, T.R. (1978). Grain crops. In: *Protein Resources and Technology*, AVI Publishing Co., Westport CT, 239-255.
- Kainthura, P. and Srivastava, R. (2015). Induction of Genetic Variability and Isolation of Mutants in Tuberose (*Polianthes tuberosa* L). *Tropical Agricultural Research* Vol. 26 (4): 721 – 732.
- Kenzhebayeva, S., Abekova, A., Zhang, G., Zharassova, D., Dai, F., Omirbekova, N. and Tashenev, D. (2017). New Spring Wheat Mutation Resources with Improved Grain Quality, Metals Bioavailability and Yield Components. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 12(4), 167-181.
- Kenzhebayeva, S., Doktyrbay, G., Sarsu, F., Omirbekova, N., Abekova, A. and Tashenev, D. (2018). Mutant Resources of Spring Wheat to Improve Grain Quality and Morphology. *Global Wheat Production*. doi:10.5772/intechopen.75706
- Khan, M.M., Din, R., Qasim, M., Jehan, S., and Iqbal, M.M. (2003). Induced mutability studies for yield and yield related characters in three wheat (L.) varieties. *Asian Journal of Plant Sciences*.
- KiongNguang, S., Shi, P. and Ding, S. (2006). Delay-dependent fault estimation for uncertain time-delay nonlinear systems: an LMI approach. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 16(18): 913-933.
- Koçak, N., Atlı, A., Karababa, E., ve Tuncer, T. (1992). Macar-Yugoslav (MAYEP) Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1:1, Ankara.
- Kozjak, P. and Meglic, V. (2012). Mutagenesis in Plant Breeding for Disease and Pest Resistance. In: Mishra R. (Ed) *Mutagenesis*. In Tech, Rijeka, pp. 195-220.
- Kozub, N.A., Sozinov, I.A., Blume, Y.B. and Sozinov, A.A. (2013). Study on the effects produced by gama irradiation of common wheat F<sub>1</sub> seeds using gliadins as genetic markers. *Cytology and Genetics*, 47(1): 17-25.
- Kumar, D. (1977). A promising semi-dwarf mutant in wheat variety K68. *Environ. Exp. Biol.*, 17: 79-85.
- Li, Y., Wu, Y., Hernandez-Espinosa, N., Peña, R.J. (2013). The influence of drought and heat stress on the expression of end-use quality parameters of common wheat. *Journal of Cereal Science*, 57, 73–78.
- Louali, Y., Belbekri, N., Bouldjejj, R., Ykhlef, N. and Djekoun, A. (2015). Effect of gama irradiation on morphological, biochemical, physiological character and cytological studies, of durum wheat mutants. *Int. J. Advanced Res.* 3(10): 246-256.
- Lush, J.L. (1949). Inter-se, correlation and regression of characters proceeding of American Society of Animal Production, 33: 293-301

- MacArthur, L.A. and D'Appolonia, B. L. (1983). Gamma radiation of wheat: I. Effects on dough and baking properties. *Cereal Chem.*, 60(6): 456-460.
- Mackay, I., Horwell, A., Garner, J., White, J., McKee, J., Philpott, H. (2011). Reanalyses of the historical series of UK variety trials to quantify the contributions of genetic and environmental factors to trends and variability in yield over time. *Theor Appl Genet.* 2011;122(1):225–38. <https://doi.org/10.1007/s00122-010-1438-y>.
- Mackey, J. (1954). Neutron and x-rays experiments in wheat and reversion of speltoid problem. *Hereditas*, 40: 65-180.
- Madry, W., Wosinska, A. and Borucka, U.L. (1984). Variability of pollen viability in the flowers and inflorescences of China aster (*Callistephus chinensis* Nees) caused by galluna rays in the M<sub>1</sub> and M<sub>2</sub> generations. *Acta Agrobotanica* 37(2): 133-139.
- Maity, J.P., Chakraborty, S., Kar, S., Panja, S., Jean, J-S., Samal, A.C., Chakraborty, A. and Santra, S.C. (2009). Effects of gama irradiation on edible seed protein, amino acids and genomic DNA during sterilization. *Food Chem* 114(4):1237–1244.
- Mansour, H.M., Abdel-Tawab, F.M., Fahmy, E.M., Mahrous, S.R., Eissa, H.F. and Saleh, O.M. (2012). Modifications of gene expression of some quality traits in bread wheat using gama irradiation. *Egypt. J. Genet. Cytol.*, 41: 37-48.
- Mariani, B.M., D'Egidio, M.G., Novaro, P. (1995). Durum wheat quality evaluation: Influence of genotype and environment, *Cereal Chemistry*, 72(2), 194-197.
- Marshall, D.R., Ellison, F.W., Mares, D.J. (1984). Effects of grain shape and size on milling yield in wheat. I Theoretical analysis based on simple geometric models. *Australian Journal of Agricultural Research*, 35, 619–630.
- Mba, C. (2013). Induced mutations unleash the potentials of plant genetic resources for food and agriculture. *Agronomy*. 3:200–231.
- Maluszynski, M., Nichterlein, K., Van Zanten, L., Ahloowalia, B. S. (2000). Officially Released Mutant varieties-the FAO/IAEA Database. *Mut. Breed. Rev.*, 12: 1-84.
- Mathew, I., Shimelis, H., Mutema, M., Clulow, A., Zengeni, R., Mbava, N., Chaplot, V. (2019). Genome-wide association study of drought tolerance and biomass allocation in wheat. *PLoS One* 14(12):e0225383
- Matus, I.A., Hayes, P.M. (2002). Genetic diversity in three groups of barley germplasm assessed by simple sequence repeats. *Genome* 45:1095–1106
- Mashev, N., Vassilev, G., Ivanov, K. (1995) A study of N-allyl N-2 pyridylthiourea and gama radiation treatment on growth and quality of peas and wheat. *Bulgerian J Plant Physiol* 21(4):56.63.
- Micke, A., Donini, B., Maluszynski, M. (1987). Induced Mutations for Crop Improvement-a review. *Tropical Agricultural (Trinidad)*, 64 (4), 259-278.
- Micke, A., Donini, B. and Maluszynki, M. (1990). Induced mutations for crop improvement. *Mutat. Breed. Rev.*, 7: 1-41.

- Mohammad, T., Shah, S.A., Anwar, S., Hassan, S., and Rahman, K. (1985). Implication of induced dwarfism on yield and yield components in wheat (L.). *Nucleus (Islamabad)*, 22(1-2), 23-27.
- Mondal, S., Rutkoski, J.E., Velu, G., Singh, P.K., Crespo Herrera, L.A., Guzman, C., Bhavani, S., Lan, C., He, X., Singh, R.P. (2016). Harnessing diversity in wheat to enhance grain yield, climate resilience, disease and insect pest resistance and nutrition through conventional and modern breeding approaches. *Frontiers in Plant Science* 7:991
- Nachimuthu, V.V., Muthurajan, R., Duraiyalaguraja, S., Sivakami, R., Pandian, B.A., Ponniah, G., Gunasekaran, K., Swaminathan, M.K.S.K. and Sabariappan R. (2015). Analysis of population structure and genetic diversity in rice germplasm using SSR markers: An initiative towards association mapping of agronomic traits in *Oryza sativa*. *Rice*, 8-30.
- Nayeem, K.A., Devokule, S.N. and Bhagwat, S.G. (1999). Seed protein variations in radiation induced mutants of wheat. *Indian J. Genetics and Plant Breeding* 59: Aug: 371-373.
- Nazarenko, M. and Kharytonov, M. (2016). Characterisation of wheat mutagen depression after gamma-rays irradiated. *Agriculture and Forestry*, 62(4): 267-276.
- Nazarenko, M., Lykholat, Y., and Savosko, V. (2021). Gama ışınları etkisi altında kış buğdayı (L.) mutasyon depresyonu. *Naukovi Dopovidì Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv ì Prirodokoristuvannâ Ukraïni*, (1(89)).
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C.M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L. and Grimsditch, G. (2009). Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal ([<http://www.grida.no/publications/rr/blue-carbon/>]
- Oladosu, Y., Rafii, M.Y., Abdullah, N., Hussin, G., Ramli, A., Miah, G. and Usman, M. (2016). Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement: A review. *Biotechnol. Biotechnol. Equip.*, 30: 1-16.
- Özgen, M. (1989). Kışlık Ekmeklik Buğdayda (L.) Melez Gücü. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 13(36), 1190-1202.
- Özkaya, H. ve Kahveci, B. (1990). Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Yayınları No:14. s. 87, 125.
- Penna, S., Vitthal, S.B. and Yadav, P.V. (2012). In vitro mutagenesis and selection in plant tissue culture and their prospects for crop improvement. *Bioremed. Biodivers. Bioavailability*, 6: 6-14.
- Peterson, C.J., Graybosch, R.A., Baenziger, P.S. and Grombacher, A.W. 1992. Genotype and environment effects on quality characteristics of hard red winter wheat. *Crop Sci.*, 32: 98-103.
- Rahimi, M.M. and Bahrani, A. (2011). Influence of Gama Irradiation on Some Physiological Characteristics and Grain Protein in Wheat (L.). *World Applied Sciences Journal* 15 (5): 654-659.

- Rakszegi, M., Kisgyorgy, B.N., Tearall, K., Shewry, P.R., Lang, L., Phillips, A. and Bedo, Z. (2010). Diversity of agronomic and morphological traits in a mutant population of bread wheat studied in the Healthgrain program. *Euphytica*, 174:409-421.
- Ranum, P.M., Barrett, F.F., Zoewe, R.J. and Kulp, K. (1990). Nutrient levels in internationally milled wheat flours. *Cereal Chemistry*, 51: 361.
- Rao, C.N.R. (1975). *Ultraviolet and Visible Spectroscopy*. 3rd Edition, Butterworth, London.
- Reddy, V.R.K. and Viswanathan, P. (1999). Induced rust resistant mutants in hexaploid wheat "WH 147" *Crop research (Hisar)* 18 Nov: 443-445.
- Sade, B., Topal, A., Soylu, S., editors. (1999). Konya sulu koşullarında yetiştirilebilecek makarnalık buğday çeşitlerinin belirlenmesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu; Konya.
- Sağel, Z., Tutluer, M.İ. and Peşkiricioğlu, H. (1994). Bitki Islahında Mutasyonlar. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 3 (1-2). Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/tarbitderg/issue/11523/137284>
- Sakin, M.A., Gokmen, S. and Yildirim, A. (2005). Investigation of mutants induced in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) for yield and some agronomic and quality traits. *Asian Journal of Plant Sciences*. 4(3): 279-283.
- Salem, E.A., Soliman, S.A., El-Karamany, A.M. and Abd El-Shafea, Y.M. (2016). Effect of Utilization of Gama Radiation Treatment and Storage on Total Fungal Count, Chemical Composition and Technological Properties Wheat Grain. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(1): 163-171.
- Sansaloni, C., Franco, J., Santos, B., PercivalAlwyn, L., Singh, S., Petroli, C., Dreher, K., Payne, T., Marshall, D., +19 more. (2020). Diversity analysis of 80,000 wheat accessions reveals consequences and opportunities of selection footprints. *Nature Communications* 11:4572
- Seneviratne, K.A.C.N. and Wijesundara, D.S.A. (2007). First African violets (*Saintpaulia ionantha*, H. Wendl.) with a changing colour pattern induced by mutation. *Am. J. Plant Physiol.*, 2(3): 233-236.
- Shama Rao, H.K. and Sears, E.R. (1964). Chemical mutagenesis in *Triticum aestivum*. *Mutat. Res. I*: 387-399.
- Sharma, S., Sain, R. & Sharma, R. (2003). Genetics of spike length in durum wheat. *Euphytica* 130, 155–161.
- Sharma, I., Tyagi, B.S., Singh, G., Venkatesh, K., Gupta, O.P. (2015). Enhancing wheat production- a global perspective. *Indian J Agril Sci* 85:3–13
- Shivakumar, M., Natara, J.V., Kumawat, G., Rajesh, V., Chandra, S., Gupta, S., Bhatia, V.S. (2018). Speed breeding for Indian Agriculture: a rapid method for development of new crop varieties. *Curr Sci* 115(7):1241

- Shukla, S., Bhargava, A., Chatterjee, A., & Singh, S.P. (2004). Estimates of genetic parameters to determine variability for foliage yield and its different quantitative and qualitative traits in vegetable amaranth (*A. tricolor*). *Journal of Genetics and Breeding*, 58, 169-176.
- Simic, G., Horvat, D., Jurkovic, Z., Drezner, G., Novoselovic, D., Dvojkovic, K. (2006). The genotype effect on the ratio of wet gluten content to total wheat grain protein, *Journal Central European Agriculture*, 7(1), 13-18.
- Singh, R.K. and Chaudhary, B.D. (1999). *Biometrical methods in quantitative genetics analysis*, 1-318, Kalyani Publishers, New Delhi, India.
- Singh, B.D. (2001). *Plant Breeding: Principles and Methods*. Kalyani Publishers, New Delhi, India, Pages: 896.
- Singh, N.K. and Balyan, H.S. (2009). Induced Mutations in Bread Wheat (L.) CV. 'Kharchia 65' for Reduced Plant Height and Improve Grain Quality Traits. *Advances in Biological Research* 3 (5-6): 215-221.
- Sip, V. and Skorpik, M. (1984). Yield Components Of Spring Wheat Lines Ğn Various Environments. *Genetica A Slechteni* 20 (4), 291–299.
- Sirat, A., Sezer, İ. (2009). Bafra Ovası Koşullarına Uygun Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3), 167-173.
- Sobieh, S.S. and Ragab, A.I. (2000). Gama rays induced variability in bread wheat (L.). *Proceedings of the Seventh Conference of Nuclear Sciences and Applications*. (1,2,3) 1341.
- Soylu, S. (1998). Orta Anadolu Şartlarında Makarnalık Buğday Islahında Kullanılabilecek Uygun Ebeveyn ve Melezlerin Çoklu Dizi (Linextester) Yöntemi İle Belirlenmesi. (Doktora Tezi), Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- Subramaniam, S. and Menon, M. (1973). Inheritance of short stature in rice. *Madras Agriculture Journal* 60:1129-1133.
- Süngü, Ö. (2000). Türkiye’de Bazı Yörelere Temin Edilen Buğday Çeşitlerinin Kalitelerinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi), Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 49 s.
- Swaminathan, M.S. (1969). Role of mutation breeding in a changing agriculture. Induced mutations in plants. In: *Proc Symposium of IAEA-FAO, Pullman 1969*. IAEA, Vienna, pp 719-734
- Şenay, A., Şekerci, S. ve Yalçın, S. (2011). Nükleer tekniklerle makarnalık buğdayda (*Triticum durum* desf.) mutasyon ıslahı. Ankara, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu.
- Tamay, Ş.S., Çakmaklı, Ü., Selçuk, Y. (2002). Buğdayda Tane Sertliğinin Belirlenmesinde Bazı Yöntemlerin Uygunluk ve Yararlılığı, *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, 3-4, Ekim 2002, Gaziantep, s.694-705.



- Teich, A.H. (1984). Heritability of grain yield, plant height and test weight of a population of winter wheat adapted to Southwestern Ontario. *Theoretical and Applied Genetics*, 68(1-2), 21-23.
- Thorne, G.N. (1965). Photosynthesis of ears and flag leaves of barley and wheat. *Ann Bot* 115: 2317–329.
- Toklu, F. ve Yağbasanlar, T. (2005). Ekmeklik Buğdayda (L.) Bitki Boyu, Başaklanma Süresi, Bayrak Yaprak Alanı ve Tane Ağırlığının Kalıtımı Üzerine Bir Araştırma. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt II, s. 689-694, 5-9 Eylül 2005 Antalya.
- Tulukçu, E. (2004). Diallel Melezleme Yöntemiyle Bor İçeriği Düşük Topraklara Uygun Ekmeklik Buğday Anaç Ve Melezlerinin Belirlenmesi ile Verim ve Verim Ögelerinin Kalıtımı (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Konya. S. 156.
- TÜİK (2022). TUIK İstatistik Veri Tabanı. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi 26 Aralık 2022). Türkiye İstatistik Kurumu, Çankaya, Ankara, Türkiye.
- USDA (2014). Household Food Security in the United States in 2013. Economic Research Report Number 173, Coleman-Jensen, A., Gregory, C. and A. Singh (ed.). A report summary from the Economic Research Service. pp. 1-30.
- USDA (2022). United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. World Agricultural Production. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> (Erişim Tarihi: 24 Aralık 2022)
- Ünal, S., Boyacıoğlu, M.H. (1984). Hamurun Reolojik Özellikleri. *Gıda*. 9 (1): 13- 20.
- Van Harten, A.M. (1998). Mutation Breeding: Theory and practical application. Cambridge University Press. Cambridge.
- Virk, D.S., Saini, S.S., Gupta, V.P. (1978). Gama radiation induced polygenic variation in pure-breeding and segregating genotypes of wheat and rice, *Environmental and Experimental Botany*, Volume 18, Issue 3, Pages 185-191, ISSN 0098-8472, [https://doi.org/10.1016/0098-8472\(78\)90037-0](https://doi.org/10.1016/0098-8472(78)90037-0).
- Voss-Fels, K., Frisch, M., Qian, L., Kontowski, S., Friedt, W., Gottwald, S., Snowdon, R.J. (2015). Subgenomic diversity patterns caused by directional selection in bread wheat gene pools. *Plant Genome* 8(2):1–13
- Williams, P.C., Sobering, D.C. (1986). Attempts at standardization of hardness testing of wheat. I. Grinding/sieving (particle size index) method. *Cereal Foods Worlds*, 31(5): 359, pp 362- 364.
- Williams, P. (1997). Variety development and quality control of wheat in Canada: Characterization by functionality, Proceedings of the International Japanese conference on Near-Infrared Reflectance, Japan, <http://www.grainscanada.gc.ca>

Yürür, N. (1994). Serin İklim Tahılları. Uludağ Üniversitesi Yayınları. Yayın No: 7-035-0295. s. 67-69, 140-141.

Zeleny, L. (1947). A simple sedimentation test for estimating the breadbaking and gluten qualities of wheat flour. *Cereal Chemistry*: 465-475.

Zeleny, L. (1971). Criteria of Wheat Quality, Page 26 in: *Wheat Chemistry and Technology*, 2nd ed. by Y. POMERANZ. American Association of Cereal Chemistry, Inc. St. Paul, Minnesota.

Zhao, D., Wang, L., & Lei, Y. (2012). Correlation among SDS Sedimentation Value, Swelling Index of Glutenin and Solvent Retention Capacity of Spring Wheat. *Notulae Scientia Biologicae*, 4(2), 132-135. <https://doi.org/10.15835/nsb427596>

