



**ARPADA KISA BOYLULUĞUN FARKLI
AZOT DOZU UYGULAMALARINDA
TARIMSAL ÖZELLİKLERE ETKİSİ
Oğuzhan ÖNAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
Prof. Dr. Nejdett KANDEMİR
Ekim - 2020
Her hakkı saklıdır**

T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARPADA KISA BOYLULUĞUN FARKLI AZOT DOZU UYGULAMALARINDA
TARIMSAL ÖZELLİKLERE ETKİSİ

Oğuzhan ÖNAL

TOKAT
Ekim - 2020

Her hakkı saklıdır

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Oğuzhan ÖNAL

1 Ekim 2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARPADA KISA BOYLULUĞUN FARKLI AZOT DOZU UYGULAMALARINDA TARIMSAL ÖZELLİKLERE ETKİSİ

Oğuzhan ÖNAL

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. Nejdet KANDEMİR)

Bu çalışmada markör destekli ıslah çalışmaları ile geliştirilen farklı kısa bitki boyu genlerine sahip yakın izogenik hatların farklı azot (8 kg/da ve 12 kg/da) şartlarındaki değişimleri araştırılmıştır. Çalışmada arpada üç farklı kısa boyluluk geni taşıyan yakın izogenik hatlar ile Tokak 157/37 ve Baronesse ebeveyn çeşitleri olmak üzere toplam beş genotip incelenmiştir. İncelenen ilk gen olan *denso* Triumph çeşidinden, ikinci gen olan *hst3* ise Steptoe çeşidinden Tokak 157/37 çeşidine aktarılmıştır. Araştırılan üçüncü gen olan *eps2* ise Tadmor çeşidinden Baronesse çeşidine aktarılmıştır. Araştırma Tokat Kazova şartlarında yazlık tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Araştırmada başaklanma süresi, olgunlaşma süresi, bitki boyu, metrekarede başak sayısı, yatma oranı, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, biyolojik verim, tane verimi, hasat indeksi, hektolitre ağırlığı, protein içeriği gibi tarımsal özellikler incelenmiştir. Çalışmada incelenen bütün karakterler bakımından genotipler arasında istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. Azotlu gübreleme metrekarede başak sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı, biyolojik verim ve tane verimi özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir. Tokak 157/37 çeşidine aktarılan *denso* geni bu çeşitte başaklanma süresini dört gün, olgunlaşma süresini ise üç gün geciktirmiş, başakta tane sayısını 1,30 adet, hasat indeksini %3,88 oranında, protein oranını ise %0,20 oranında artırmıştır. Öte yandan *denso* geni bitki boyunu 21 cm, yatmayı yaklaşık %31, bin tane ağırlığını 6,39 g, biyolojik verimi 235 kg/da, tane verimini yaklaşık 30 kg/da, hektolitre ağırlığını ise 1,69 kg düşürmüştür. Metrekarede başak sayısını ise etkilememiştir. Tokak 157/37 çeşidine aktarılan *hst3* geni ise, bitki boyunu 8 cm ve yatma oranını yaklaşık %16 azaltırken, bin tane ağırlığını 4,79 g, hektolitre ağırlığını 0,85 kg, hasat indeksini ise %1,42 oranında artırmıştır. Diğer karakterleri etkilememiştir. Baronesse çeşidine aktarılan *eps2* geni bu çeşitte başaklanma süresini yaklaşık 2,5 gün olgunlaşma süresini ise yaklaşık 2 gün hızlandırmıştır. Metrekarede başak sayısını 92 adet, tane verimini yaklaşık 59 kg/da, hasat indeksini %4,43 oranında, hektolitre ağırlığını 1,37 kg/da, protein oranını ise %0,51 düzeyinde artırmıştır. Bu genin aktarılması ile bitki boyunda 5 cm kısaltma elde edilirken incelenen diğer karakterler etkilenmemiştir. Sonuç olarak *denso* geni bitki

boyunu 21 cm kısalttığından dolayı bin tane ve hektolitre ağırlığı karakterleri üzerinde önemli azalmalara neden olmuş ve yatma oranının yüksek olduğu şartlarda yetiştirilen yemlik arpaların ıslahında kullanımının daha uygun olacağı görülmüştür. Bitki boyunda 8 cm kısalma sağlayan *hst3* geni bin tane ve hektolitre ağırlıklarında artış meydana getirmesi nedeniyle maltlık arpa ıslahında kullanım açısından daha uygun görünmektedir. Bitki boyunda sadece 5 cm kısaltmaya yol açan *eps2* geni de metrekarede başak sayısını ve hektolitre ağırlığını artırması ile maltlık arpalarda yatmanın ciddi bir sorun olmadığı alanlar için arpa ıslahında verim ve kalitenin birlikte artırılması amacıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

2020, 52 SAYFA

ANAHTAR KELİMELEER: Azotlu Gübreleme, *denso*, *eps2*, Hasat İndeksi, *hst3*, Kısa Bitki Boyu, Yatma

ABSTRACT

EFFECT OF SHORT STATURE ON AGRONOMIC CHARACTERS OF BARLEY GROWN UNDER DIFFERENT NITROGEN RATES

Oğuzhan ÖNAL

TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

DEPARTMENT OF FIELD CROPS

SUPERVISOR: PROF. DR. NEJDET KANDEMİR

In the present study, different isogenic lines developed through introgression of three short stature genes using marker assisted breeding were evaluated with two nitrogen rates (80 and 120 kg/ha). Three isogenic lines carrying three short stature genes, and recurrent parents Tokak 157/37 and Baronesse were studied. The first gene was *denso* and it was transferred from cv. Triumph to Tokak 157/37. The second gene was *hst3* transferred from cv. Steptoe to cv. Tokak 157/37. The third gene was *eps2* and it was transferred from cv. Tadmor to cv. Baronesse. A field trial was carried out in Tokat Kazova region of Turkey. Time to heading, time to maturity, plant height, number of spikes per area, lodging, number of kernel per spike, 1000-seed weight, biological yield, seed yield, harvest index, test weight and protein content were determined. Significant differences were observed among the genotypes for all traits studied. Nitrogen fertilizer rates significantly affected the number of spikes per area, 1000-seed weight, test weight, protein content, biological and seed yield traits. *denso* gene introgressed into cv. Tokak 157/37 delayed time to heading and time to maturity for four and three days, respectively, increased the number of kernels per spike by 1.30, harvest index by 3.88 and protein content by 0.20%. On the other hand, *denso* gene reduced plant height by 21 cm, lodging by 31%, 1000-seed weight by 6.39 g, biological yield by 2.35 t/ha, seed yield by 0.30 t/ha and test weight by 1.69 kg. Number of spikes per area was not affected by *denso*. The second gene studied, *hst3*, decreased plant height by 8 cm, lodging by 16% while increasing 1000-seed weight by 4.79 g, test weight by 0.85 kg and harvest index by 1.42% when introgressed into cv. Tokak 157/37. Other traits were not influenced by *hst3*. When introgressed into cv. Baronesse, *eps2* gene hastened time to heading by about 2.5 days and time to maturity by 2.0 days. This gene increased number of spikes per area by 92, seed yield by 0.59 t/ha, harvest index by 4.43%, test weight by 1.37 kg and protein content by 0.51%. This gene resulted in a 5 cm shortening in plant height, but did not affect other traits. In conclusion, *denso* gene resulted in a 21 cm reduction in plant height and consequently decreased the seed size and test weight. Thus, it could be useful for improving the lodging in feed barley for

areas where lodging is severe. *hst3* which resulted in a 8 cm reduction in plant height increased seed size and test weight, and therefore could be more appropriate for the improvement of malting barleys. Resulting in a 5 cm decrease in plant height, *eps2* gene, which caused increases in number of spikes per area and test weight, could be used for the improvement of yield and quality of malting barley together for production areas where lodging is not severe.

2020, 52 PAGES

KEYWORDS: Nitrogen Fertilization, *denso*, *eps2*, Harvest Index, *hst3*, Short Plant Stature, Lodging



ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimleriyle yol göstererek bu süreçte vermiş olduğu destek ve katkılarından dolayı danışman hocam Prof. Dr. Nejdett KANDEMİR'e, lisans eğitimimden bu yana hem mesleki anlamda hem de hayata dair her konuda sayısız desteğini gördüğüm Dr. Öğr. Üyesi İbrahim SAYGILI hocama, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu mesleği seçmemde beni yönlendiren ve mesleğimi bana sevdiren meslektaşım olan babama, hayatım boyunca hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan anneme ve her konuda yanımda olan kıymetli kardeşime, çalışmalarım boyunca verdikleri desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

1 Eylül 2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	5
ABSTRACT.....	7
ÖNSÖZ	9
İÇİNDEKİLER	10
SİMGELER VE KISALTMALAR	12
ÇİZELGE LİSTESİ.....	13
1. GİRİŞ	14
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Araştırma Yeri ve İklim Özellikleri.....	20
3.1.2. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri.....	20
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyali	21
3.2. YÖNTEM	22
3.2.1. Deneme Deseni, Ekimi, Bakımı, Gübrelemesi ve Hasadı.....	22
3.2.1. Verilerin Elde Edilmesi	22
3.2.2. Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Başaklanma Süresi.....	25
4.2. Olgunlaşma Süresi	26
4.3. Bitki boyu.....	27
4.4. Metrekarede Başak Sayısı.....	28
4.5. Yatma Oranı.....	29
4.6. Başakta Tane Sayısı	30
4.7. Bin Tane Ağırlığı.....	31
4.8. Biyolojik Verim	33
4.9. Tane Verimi.....	34
4.10. Hasat indeksi	35
4.11. Hektolitre Ağırlığı.....	36
4.12. Protein İçeriği.....	37

5. SONUÇ	39
6. KAYNAKLAR	41
7. EKLER	48
8. ÖZGEÇMİŞ	52



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece

Kısaltmalar	Açıklama
2,4-D	2,4-Diklorofenoksiasetik Asit
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
cm	Santimetre
da	Dekar
DNA	Deoksiribonükleik asit
g	Gram
ha	Hektar
K ₂ O	Potasyum oksit
kg	Kilogram
kg/da	Kilogram/dekar
l	Litre
m	Metre
m ²	Metrekare
mm	Milimetre
N	Azot
P ₂ O ₅	Fosfor Pentoksit
QTL	Quantitative Trait Locus (Kantitatif Karakter Lokusu)

ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri	20
Çizelge 3.2. Deneme alanı toprağına ait fiziksel ve kimyasal özellikler	21
Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan genotipler ve orijinleri	21
Çizelge 4.1. Çeşit ve genotiplerin başaklanma süreleri	26
Çizelge 4.2. Çeşit ve genotiplerin olgunlaşma süreleri	27
Çizelge 4.3. Çeşit ve genotiplerin bitki boyları	28
Çizelge 4.4. Çeşit ve genotiplerin metrekarede başak sayısı	29
Çizelge 4.5. Çeşit ve genotiplerin yatma oranı	30
Çizelge 4.6. Çeşit ve genotiplerin başakta tane sayısı	31
Çizelge 4.7. Çeşit ve genotiplerin bin tane ağırlığı	32
Çizelge 4.8. Çeşit ve genotiplerin biyolojik verimleri	33
Çizelge 4.9. Çeşit ve genotiplerin tane verimi	35
Çizelge 4.10. Çeşit ve genotiplerin hasat indeksi	36
Çizelge 4.11. Çeşit ve genotiplerin hektolitreye ağırlığı	37
Çizelge 4.12. Çeşit ve genotiplerin protein oranı	38
Çizelge 7.1. Başaklanma süresine ait varyans analiz tablosu	48
Çizelge 7.2. Olgunlaşma süresine ait varyans analiz tablosu	48
Çizelge 7.3. Bitki boyuna ait varyans analiz tablosu	48
Çizelge 7.4. Metrekarede başak sayısına ait varyans analiz tablosu	49
Çizelge 7.5. Yatma oranına ait varyans analiz tablosu	49
Çizelge 7.6. Başakta tane sayısına ait varyans analiz tablosu	49
Çizelge 7.7. Bin tane ağırlığına ait varyans analiz tablosu	50
Çizelge 7.8. Biyolojik verime ait varyans analiz tablosu	50
Çizelge 7.9. Tane verimine ait varyans analiz tablosu	50
Çizelge 7.10. Hasat indeksine ait varyans analiz tablosu	51
Çizelge 7.11. Hektolitreye ağırlığına ait varyans analiz tablosu	51
Çizelge 7.12. Protein oranına ait varyans analiz tablosu	51

1. GİRİŞ

Dünya tarımında önemli bir yer tutan arpa (*Hordeum vulgare* L.) 48 milyon ha ekim alanı ve 141 milyon ton üretim miktarıyla dünya tahıl üretiminde mısır, çeltik ve buğdaydan sonra dördüncü sırada yer alan önemli bir tahıldır (Anonim, 2018). Türkiye’de arpa 2,9 milyon hektar ekim alanı ve 7,6 milyon ton üretim miktarıyla buğdaydan sonra tahıl üretiminde ikinci sırada bulunmaktadır ve ortalama verimi 265 kg/da’dır (Anonim, 2019). Arpa, tanesindeki protein ve sindirilebilir maddeler sebebiyle yem olarak, kavuzlarının malt üretiminde filtre görevi görmesi ve yüksek oranda nişasta ve enzim içermesinden dolayı da malt sanayinde kullanılmaktadır. Yüksek sindirilebilir lif ve β -glukan oranından dolayı arpanın gıda sanayisindeki önemi de her geçen gün artmaktadır. Artan dünya nüfusunun ihtiyaçları arpa gibi önemli tarım ürünlerinin verimini artırmayı gerektirmektedir. Arpada tane verimi artışları en yaygın şekilde daha fazla gübreleme ile sağlanabilir (Demir, 2019). Ancak özellikle yüksek boylu arpa çeşitlerinde gübreleme, yatma gibi verim kısıtlayıcı bir unsuru da beraberinde getirmektedir.

Arpa tarımında birim alan verimine bitkinin genetik potansiyeli ve yetiştirme şartları önemli ölçüde etki etmektedir (Ertürk, 2014). Arpa yetiştiriciliğinde verimi düşüren en önemli problemlerden biri yatmadır. Yatmaya çoğunlukla uzun bitki boyu sebep olmaktadır (Saygılı, 2012). Yetiştirme şartlarının iyi olduğu durumlarda 100 cm üzerindeki bitki boyu arpada yatma sorununu ortaya çıkarmaktadır (Kandemir, 2004a). Bitki boyu arttıkça yatma artmakta ve sonucunda verim olumsuz etkilenmektedir. Bitki besleme ve yetiştirme şartları bitki boyunda önemli belirleyicilerdir (Doğan, 2018). Bu sebeple yatmaya dayanıklı arpa ıslahında bitki boyunu belirleyen genetik ve çevresel faktörlerin birbirleri ile olan ilişkileri de önem arz etmektedir.

Nüfus artışı, azalan tarım arazileri ve küresel iklim değişikliği, gıda üretimi için artan riskler getirmektedir. Gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için tarımsal üretimde birim alan veriminin artırılması gerekmektedir. Günümüzde artan dünya nüfusu ile birlikte hayvansal gıda ihtiyacı da artmaktadır. Arpa ıslahında temel amaç bölge şartlarına uygun karakterlere sahip yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi ile birim alan veriminin artırılmasıdır. Bitki boyunun kısaltılması yağışı yüksek verimli bölgeler için yüksek verimli çeşitler geliştirmede kullanılmaktadır. Bu amaçla kısa boyluluk genleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Kuczyńska ve ark., 2013). Bu genlerin yüksek verim için

gerekli olan azotlu gübrelerle tepkilerinin bilinmesi uygun azotlu gübre dozları kullanımı ile verimin daha da artırılmasında etkili olabilir.

Bitkisel retimde en çok ihtiyaç duyulan besin elementlerinden biri olan azot, tahılların üretiminde ve verimlerinin yükseltilmesinde gübre girdilerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. İhtiyaç duyulandan daha fazla azotlu gübreleme vejetatif gelişmeyi artıracadından tahıllarda yatmaya neden olabilir. Kısa boylu bitkilerde yatma genel olarak az olduğu için daha yüksek azotlu gübre dozları kullanımı mümkün olabilmektedir. Kısa bitki boyu arpada hasat indeksinin geliştirilmesinde de etkili olmaktadır. Arpada kısa boyluluk sağlayan farklı genler bulunmaktadır. Bu çalışmada, azot dozlarının, farklı kısa boyluluk genleri taşıyan hatların bitkisel ve tarımsal özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Arpa dünya tahıl üretiminde ekim alanı bakımından buğday, mısır ve çeltikten sonra dördüncü sırada gelmektedir. Türkiye’de ise ekiliş alanı bakımından buğdaydan sonra ikinci sırada yer alır. Arpanın hayvan beslenmesinde kullanım oranı oldukça fazladır. Ayrıca malt sanayisinde yaygın kullanılan bir hammaddedir. Bunlara ek olarak gelişmiş ülkelerde etanol üretiminde de kullanılmaktadır. Arpa daha erkenci olması ve hızlı ilk gelişmesi nedeniyle yağışların yetersiz ve düzensiz olduğu durumlarda buğdaya göre daha iyi performans göstermektedir. Vejetasyon süresi daha kısa olduğundan dolayı arpa, ikinci ürün yetiştirilebilen bölgeler için daha avantajlı bir bitkidir. Tuzluluğa ve alkaliliğe toleransının yüksek olması nedeniyle çoraklaşan alanların ıslahında etkili bir kültür bitkisi olarak da kullanılır.

Arpa tarımının en önemli sorunlarından olan yatma ciddi verim ve kalite kayıplarına yol açmaktadır (İmamoğlu ve Yılmaz, 2012). Yatma bitkilerin ihtiyaç duyduğu su ve besin maddelerinin topraktan alınmasını ve taşınmasını olumsuz etkilediğinden dolayı tanede besin birikimini düşürmektedir (Akgün ve Topal, 2006). Yatma verimi olumsuz etkileme yanında malt kalitesini de düşürmektedir (Yu ve ark., 2010). Ayrıca fungal hastalıklar başta olmak üzere hastalıklara dayanımı da azaltmaktadır. Tane doldurmanın başladığı dönemlerde oluşan yatma tane veriminde %50 ile 80'lere varan verim düşüklüğüne sebep olmaktadır (Berry ve ark., 2002; Jezowski ve ark., 2005). Yatmanın olduğu durumlarda tane veriminin düşmesi dolaylı olarak düşük hasat indeksi ile sonuçlanmaktadır. Yatma aynı zamanda hasat işlemlerini zorlaştırmakta ve hasat kayıplarını da artırmaktadır. Bu nedenle arpa ıslah programlarında yatmaya dayanıklılık önemli yer tutmaktadır.

Sulu şartlarda ve yıllık yağış miktarının fazla olduğu bölgelerde yatmanın şiddeti artmaktadır. Düşen yağış miktarının ortalama 400 mm'nin üzerinde olduğu alanlarda yatma nedeniyle verim kayıpları artmaktadır (Akar ve ark., 1999). Aynı zamanda küresel iklim değişikliğinden dolayı yağmur ve fırtınalar gibi olumsuz hava koşullarının daha sık meydana gelmesi yatma nedeniyle tahıl yetiştiriciliğini daha da zor hale getirmektedir (Porter ve Semenov, 2005). Bu nedenle yıllık yağışın yüksek olduğu alanlarda çeşit seçimi yatmayı azaltma açısından büyük önem arz etmektedir (Kandemir, 2004b).

Azaltılmış bitki boyu ve yatmaya dayanıklılık yatmayı teşvik eden şartlarda verim ve kaliteyi artırmak için önemli bir özelliktir (Anderson ve Reinbergs, 1985). Uzun bitki boyu yıllık yağışın düşük olduğu yıllarda ve bölgelerde verim açısından avantajlı iken, kısa bitki boyu arpada yatmayı azaltmaktadır. Bu nedenle çoğu ıslah programında kısa bitki boyu istenilen bir özellik durumundadır (Hellewell ve ark., 2000). Yetiştirildiği bölgede yüksek adaptasyon sağlamış fakat yatmaya dayanıklılığı düşük olan çeşitlere kısa bitki boyu özelliği kazandırılması, yatmayı azaltmada ve dolayısıyla verim ve kalite özellikleri yönünden daha avantajlı bitkiler elde etmede önemli bir ıslah amacıdır (Saygılı, 2012).

Arpada bitki boyu birçok gen tarafından belirlenmektedir. Bu genler genel olarak bodurluk genleri, yarı bodurluk genleri ve diğer bitki boyu genleri şeklinde sınıflandırılmaktadır (Kuczynska ve ark., 2013). Kısa bitki boyunun meydana gelmesinde etkili olan bodurluk genleri, bitki boyunun çok kısa olmasına neden olduğundan verimi düşürmektedir ve bu sebeple ıslah çalışmalarında çok tercih edilmemektedir (Yu ve ark., 2010). Ancak yarı bodurluk genleri bitki boyunda istenilen miktarda kısalma sağladığından dolayı ıslah çalışmalarında etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Jia ve ark., 2009; Xu ve ark., 2017). Arpada çok sayıda mutant yarı bodurluk geni bulunmaktadır (Kucera ve ark., 1975; Foster ve Thompson, 1987; Gorny, 2004). Yarı bodur bitkiler kısa, güçlü saplara sahip olduğundan uzun boylu bitkilere göre yatmaya daha dayanıklıdır. Yarı bodur arpa çeşitleri yüksek verim potansiyelinin yanında hasat indeksi oranının da artmasına olanak sağlar (Kuczynska ve ark., 2013). Dünya genelinde yarı bodur arpa çeşitleri ıslah edilmekte ve yaygın şekilde kullanılmaktadır. Çin’de 1950’den bu yana 350’den fazla bodur ve yarı bodur çeşit ve hat geliştirilmiştir. Diğer tarımsal uygulamalardaki gelişmelerle de birlikte, bu hatların kullanımıyla yerel çeşitler ve diğer kültür çeşitlerine göre ortalama 4,7 katlık bir verim artışı sağlanmıştır (Zhang ve Zhang, 2003).

Arpada tanımlanan 30’den fazla bodurluk ve yarı bodurluk geni vardır. Bunlar arasından *semi-brachytic 1 (uzu1)*, *breviaristatum-e (ari-e)*, ve *semi-dwarf 1 (sdw1)* genleri modern ıslah programlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kuczynska ve ark., 2013; Dockter, 2015). *Ari-e* Golden Promise çeşidinde yapılan mutasyon sonucu elde edilmiş ve Avrupa çeşitlerinin ıslahında kullanılmıştır (Forster, 2001). *Uzu* geni Doğu Asya ıslah programlarında kullanılan başlıca bodurluk geni olmuştur (Zhang, 2000; Chono ve ark., 2003). *Sdw1* geni (*denso*) Avrupa, Kanada, Amerika ve

Avusturalya’da yeni çeşitler geliştirmek için ıslah programlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Hellewell ve ark., 2000). *denso* geninin çevre koşullarına bağlı olarak bitki boyunda 10-20 cm’lik bir kısaltma sağladığı belirlenmiştir (Hellewell ve ark., 2000). Yapılan bir başka çalışmada *denso* geninin mutant allelleri taşıyan Blenheim çeşidi ile uzun boylu bir ıslah hattı melezlenerek yapılan bir çalışmada, *denso* lokusunun bitki boyunu 14-17 cm kısalttığı belirlenmiştir (Barua ve ark., 1993). Benzer çalışmalarda *denso* lokusunun bitki boyunu kısalttığı ortaya konulmuştur (Ali ve ark., 1978; Snape ve Simpson, 1981; Powell ve ark., 1985a; Thomas ve ark., 1991; Bezant ve ark., 1996). *denso* geni çok sayıda agronomik ve kalite özelliğini etkilemektedir (Powell ve ark., 1985a; Thomas ve ark., 1991). *denso* lokusunun bitki boyu dışındaki diğer özellikler ile pleiotropik etkilere sebep olduğu düşünülmüştür (Kuczynska ve ark., 2013). Yin ve ark. (1999) *denso* lokusunun verimi belirleyen bazı fizyolojik karakterlere ait genlerin harita konumlarının çok yakın olduğunu ve *denso* geninin bağlantı nedeniyle verim artışı ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir. Bu araştırmaların sonuçlarına göre *denso* geninin bitki boyu ile birlikte diğer karakterleri de önemli ölçüde etkilediği söylenebilir.

Arpada bitki boyuna etki eden bir diğer gen Steptoe x Morex haritalama popülasyonunda 3 numaralı kromozoma haritalanan *hst3* genidir (Hayes ve Iyamabo, 1993). *hst3* geninin aynı zamanda yatmaya dayanıklılık ile ilişkili olduğu ve bu sayede tane verimine de etkisi olduğu, ancak bitkilerde yatma olmadığı durumlarda da tane verimini etkilediği bildirilmiştir (Hayes ve ark., 1993). *hst3* lokusunun başak kırılganlığı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Kandemir ve ark., 2000b). *hst3* lokusunun aynı zamanda tane verimi ile de ilgili olduğu bilinmektedir (Larson ve ark., 1996). Bu araştırmaların sonuçları *hst3* lokusunun bitki boyuna etkisi dışında tane verimine de etkisi olabileceğini göstermektedir.

Bir diğer kısa boyluluk geni olan *eps2* bitki boyunun belirlenmesinde etkili olan özelliklerden biri olan başaklanma süresi ile ilişkilidir. Başaklanma süresinin belirlenmesinde genotip ve bölgenin ekolojik şartları etkili olmaktadır. Erken başaklanma kurak yetiştirme koşullarında verim artışı sağlamaktadır (Ergün ve ark., 2017). Aynı zamanda erken başaklanma bitkilerin daha kısa boylu olmasına sebep olur (Saygılı, 2019). Laurie ve ark. (1995) arpada başaklanma süresinin beş gen ve sekiz QTL ile belirlendiğini ifade etmişlerdir. Bunlardan biri 2 numaralı kromozomda bulunan ve başaklanma süresini etkileyen *eps2* genidir (Laurie ve ark., 1995; Francia

ve ark., 2004). Saygılı (2019), *eps2* genini de içeren gen bölgesinin aktarıldığı hatlarda erken başaklanmanın olduğunu belirtmiştir. Bu bilgiler ışığında bitki boyuna etki eden genlerin, tane verimi gibi diğer karakterlere de doğrudan ya da dolaylı olarak etkilerinin olabileceği söylenebilir.

Tarımsal üretimde verimin ortaya çıkmasında çok sayıda faktör rol oynamaktadır. Verimi etkileyen bu faktörlerden azotlu gübreleme verim artışında çok önemli bir paya sahiptir. Arpada azotlu gübrelemenin tane verimi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda artan dozlardaki azotlu gübrelemenin tane verimini artırıcı etki yaptığı belirtilmiştir (Carreck ve Christian, 1992; Weston ve ark., 1993; Nedel ve ark., 1993; Conry, 1994). Arpada uygulanan farklı azot dozlarında artan azot miktarı ile birlikte protein oranının da artış gösterdiği tespit edilmiştir (Weston ve ark., 1993). Ülker ve ark. (1999) Van ekolojik şartlarında yürüttükleri çalışmada, farklı dozlarda (0, 4, 8, ve 12 kg/da) azotlu gübreleme yaptıkları denemede, artan azot dozu ile birlikte metrekaresindeki başak sayısı, başakta tane sayısı, tane verimi ve protein oranının önemli derecede etkilendiğini gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar uygulanan azot dozlarının tane verimini artırdığını ve en yüksek tane verimini 12 kg/da azot dozundan elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda artan azotlu gübrelemenin arpada genel olarak yatmaya, maltlık arpalarda ise malt ekstre oranının düşmesine yol açabildiği belirlenmiştir. Gereğinden fazla azotlu gübreleme bitkilerin vejetatif aksamalarının daha fazla gelişmesine ve yatmaya sebep olmaktadır. Uzun boylu arpa çeşitlerinin özellikle yüksek azot koşullarında yatmaya dayanıklılığı yetersiz olduğundan verim düşüklüğüne uğramaktadırlar. Uzun yıllar süren birçok ıslah çalışması neticesinde bitki boyları kısaltılmış ve yatmaya dayanıklılık sağlanmıştır. Yeşil devrim sonrasında modern arpa çeşitlerine çok sayıda kısa boyluluk geni aktarılmıştır. Bu çalışmada markör destekli ıslah çalışmaları ile geliştirilen farklı kısa bitki boyu genlerine sahip yakın izogenik hatların farklı azot şartlarındaki değişimleri araştırılmıştır. Bu çalışma neticesinde geliştirilen kısa boylu, yüksek performanslı çeşitlerin kullanılmasında, bu çeşitlere aktarılan kısa boyluluk genlerinin azota olan tepkilerinin araştırılması faydalı olacaktır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yeri ve İklim Özellikleri

Bu araştırma, 2019 yılında yazlık olarak Tokat-Kazova şartlarında, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme alanlarında yürütülmüştür. Tokat ilinin uzun yıllar ortalaması ve araştırmanın yapıldığı yıla ait iklim verileri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

	Aylık Yağış Miktarı (mm)		Aylık Ortalama Sıcaklık °C	
	1929-2018	2019	1929-2018	2019
Şubat	33,0	29,4	3,6	5,9
Mart	41,2	73,6	7,6	7,3
Nisan	53,3	127,0	12,5	11,5
Mayıs	59,3	49,1	16,5	19,1
Haziran	39,0	26,2	20,0	23,1
Top./Ort.	225,8	305,3	12,0	13,4

Kaynak: Tokat Meteoroloji Müdürlüğü (2019)

Çizelge 3.1’den anlaşıldığı üzere araştırmanın yapıldığı yıl vejetasyon süresi boyunca düşen toplam yağış uzun yıllara ait düşen toplam yağış miktarından 79.5 mm daha yüksek olmuştur. Sıcaklık ortalaması ise uzun yıllar sıcaklık ortalamasından 1.4 °C daha yüksek olarak gerçekleşmiştir.

3.1.2. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Araştırmanın yapıldığı araziden alınan toprak örnekleri Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneme Alanı Toprağına Ait Fiziksel Ve Kimyasal Özellikler

Ölçülen Özellik	Değerler	Anlamı
pH	8,5	Kuvvetli alkali
Toprak Tekstürü		Killi Tın
Tuz (%)	0,015	Tuzsuz
Kireç (%)	7,47	Orta kireçli
Organik madde (%)	1,19	Düşük
Fosfor (P ₂ O ₅ kg/da)	6,98	Orta
Potasyum (K ₂ O kg/da)	41,08	Yeterli

3.1.3. Araştırmada Kullanılan Bitki Materyali

Çalışmada arpada üç farklı kısa boyluluk geni taşıyan yakın izogenik hatlar kullanılmıştır. İncelenen ilk gen olan *denso* Triumph çeşidinden, ikinci gen olan *hst3* ise Steptoe çeşidinden Tokak 157/37 çeşidine aktarılmıştır (Kandemir ve ark., 2008). Araştırılan üçüncü gen olan *eps2* Tadmor çeşidinden Baronesse çeşidine aktarılmıştır (Saygılı, 2019). Bu üç genin aktarılması DNA markörlerine dayalı olarak yapılmış ve genlerin tarla şartlarında bitki boylarını kısaltıcı etkisi önceki çalışmalarda gözlemlenmiştir (Saygılı, 2012, 2019). Araştırmada kullanılan genotiplerden Tokak 157/37 uzun bitki boyuna sahip, iki sıralı bir çeşittir. Baronesse Almanya’da ıslah edilen iki sıralı yemlik bir çeşittir (Richardson ve ark., 2006). Yüksek verimi ve adaptasyon yeteneği sayesinde ABD’de bu çeşidin yaygın şekilde üretimi yapılmaktadır ve ABD arpa çeşitlerinin verimlerinin yükseltilmesinde ıslah materyali olarak kullanılmaktadır (Schmierer ve ark., 2004). Baronesse çeşidinin Tokat şartlarında da yeterli yağış koşullarında yüksek tane verimine sahip olduğu belirlenmiştir (Kandemir, 2004a).

Çizelge 3.3. Çalışmada Kullanılan Genotipler ve Orijinleri

Genotip	Tescil Edildiği/Geliştirildiği Yer
Tokak 157/37	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
Baronesse	Almanya
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	TOGÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	TOGÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü
Baronesse + <i>eps2</i>	TOGÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Deneme Deseni, Ekimi, Bakımı, Gübrelemesi ve Hasadı

Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana parseller gübre dozu, alt parseller ise genotipler olacak şekilde planlanmıştır. Parseller 3 metre uzunluğunda 20 cm sıra arasına sahip beş sıradan oluşmaktadır. Ekim normu m^2 'de 500 bitki olacak şekilde ayarlanmıştır. Bitişik parseldeki yatmayı etkilememeleri için parsellerin arasına ikişer sıra, blok kenarlarına da üç sıra yatmaya dayanıklı bir buğday çeşidi ekilmiştir. Parsellere tamamı ekimle birlikte 7,5 kg fosfor ve 5 kg/da K_2O hesabıyla sırasıyla triple süper fosfat ve potasyum sülfat verilmiştir. Azotlu gübre yarısı ekimde, diğer yarısı sapa kalkma döneminde, dekara 8 ve 12 kg saf azot (N) olmak üzere üre gübresi olarak uygulanmıştır. Ekim 13 Şubat 2019 tarihinde elle yapılmıştır. Çıkış gözlemleri 3 Mart tarihinde yapılmıştır ve tüm parsellerde üniform çıkış olduğu gözlemlenmiştir. Yabancı otlarla kimyasal mücadele 2,4-D etken maddeli herbisit ile yapılmıştır. Külleme hastalığı semptomları görüldüğünden Boscalid ve Kresoxim-methyl etken maddeli fungusit ilaçlaması yapılmıştır. Bitkilerin hasadı 23 Haziran 2019 tarihinde çim biçme makasları kullanarak elle yapılmıştır. Hasat edilen bitkiler demetler halinde kurutulduktan sonra harman makinesi ile harmanlanmıştır.

3.2.1. Verilerin Elde Edilmesi

3.2.1.1. Başaklanma süresi (gün): Çeşit ve hatların çıkış tarihinden bitkilerin %50'sinin kılçık veya başak çıkardığı tarihe kadar geçen süre gün olarak hesaplanarak belirlenmiştir (Kandemir ve ark., 2000).

3.2.1.2. Olgunlaşma süresi (gün): Çeşitlerin ve hatların olgunlaşma gün sayısı, ekim tarihinden bitki ve yaprakların tamamının sarardığı tarihe kadar geçen süre dikkate alınarak belirlenmiştir (Öztürk ve ark., 2007).

3.2.1.3. Bitki boyu (cm): Parsellerden rastgele seçilen 20 bitkide başak ucu (kılçık hariç) ile toprak yüzeyi arasındaki dikey uzaklık ölçülerek belirlenmiştir (Kandemir ve ark., 2000).

3.2.1.4. Metrekarede başak sayısı (adet): Çeşit ve hatların olgunlaşma evresinde parsellerin ortasındaki iki sırada 1 m'lik mesafedeki başaklar sayılarak sonuçlar m²'ye çevrilmiştir (Ergün ve Geçit, 2008).

3.2.1.5. Yatma oranı (%): Yatan bitki oranı her parselde görsel olarak belirlenmiştir (Kandemir ve ark., 2000).

3.2.1.6. Başakta tane sayısı (adet/başak): Her parselden rastgele seçilen 20 bitkinin başaktaki tane sayısı sayılarak belirlenmiştir (Turan, 2008).

3.2.1.7. Bin tane ağırlığı (g): Harman edilen tane ürünlerinden dört adet 100 tane sayılarak ortalama ağırlıkları üzerinden 1000 tane ağırlığı belirlenmiştir (Kandemir ve ark., 2000).

3.2.1.8. Biyolojik verim (kg/da): Hasat edilen bitkiler, beş gün boyunca gevşek demetler halinde kurumaya bırakılmış ve daha sonra tartılarak kg/da'a çevrilmiştir (Akdeniz ve ark., 2004).

3.2.1.9. Tane verimi (kg/da): Bitkilerin harmanından sonra elde edilen tane ürünü temizlenip tartılmış ve kg/da'a çevrilerek %8 nem esasına göre tane verimi hesaplanmıştır (Turan, 2008).

3.2.1.10. Hasat indeksi (%): Her parsele ait tane verimi o parsele ait biyolojik verime oranlanarak % olarak hesaplanmıştır (Turan, 2008).

3.2.1.11. Hektolitre ağırlığı (kg): Tohumlar kılçıklarından tamamen ayrıldıktan sonra dört adet 250 ml ölçüm yapılarak ve hektolitre ağırlıkları hesaplanmıştır (Turan, 2008).

3.2.1.12. Protein oranı (%): Taneler 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütüldükten sonra, azot (N) oranları Amerikan Tahıl Kimyacıları Derneği (AACC International) tarafından önerilen Kjeldahl yöntemiyle (AACC Metot 46-10) ölçülmüş ve 5.83 faktörü kullanılarak toplam protein hesaplanmış, %14 nem esasına göre ifade edilmiştir (Bremner ve Mulvaney, 1982).

3.2.2. Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen veriler, hatlar ve geliştirildikleri ebeveynler arasında karşılaştırmalar yaparak kısa boyluluk genlerinin etkisini ortaya koyma amacıyla kullanılmışlardır. Karşılaştırmalar için MSTAT-C paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır

(Freed ve Eisensmith, 1986). Duncan çoklu karşılaştırma testi ile ortalamalar arası farklar hesaplanmıştır (Yurtsever, 1984). Genotip ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel anlamlarının daha belirgin gözlenmesi için tüm Duncan gruplamaları %5 seviyesinde yapılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Başaklanma Süresi

Başaklanma süresi bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Ancak dekara 8 ve 12 kg azot uygulamaları arasında başaklanma süresi bakımından farklılık gözlenmemiştir. Azot dozu ve azot dozu x genotip interaksyonu da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7.1). Coşkun (2003)'e göre artan azot dozunun başaklanma süresini geciktirdiği yönünde bulgular olsa da çalışmamızdaki sonuçlara benzer olarak artan azot dozlarında başaklanma süresinin etkilenmediği şeklinde de sonuçlar mevcuttur (Yavaş, 2005; Gürsoy, 2011).

Genotiplerin başaklanma süreleri 87,5 ile 97,0 gün arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). Baronesse çeşidinin ortalama başaklanma süresi 89,9 gün iken bu çeşide aktarılan *eps2* geninin aktarılması ile üretilen Baronesse + *eps2* hattında başaklanma süresi 87,5 gün olmuş, yani yaklaşık 2,5 gün hızlanmıştır. Saygılı (2019) *eps2* geninin yürütülen tarla denemelerinin tamamında erken başaklanmaya neden olduğunu, yazlık ekimde başaklanmayı 2,0 gün hızlandırdığını bildirmiştir. Tokak 157/37 çeşidinde deneme ortalaması olarak 93,0 gün olan başaklanma süresi Tokak 157/37 + *denso* ve Tokak 157/37 + *hst3* hatlarında sırasıyla 97,0 ve 92,8 gün olarak gerçekleşmiştir. Buna göre *denso* geni Tokak 157/37'nin başaklanma süresini dört gün geciktirmiş, *hst3* geni ise etkilememiştir. Benzer şekilde daha önce yapılan çalışmalarda *denso* geninin başaklanma süresini geciktirici etki yaptığı ortaya konmuştur (Thomas ve ark., 1991; Laurie ve ark., 1993; Yin ve ark., 1999). Çalışmamızda kullanılan Tokak 157/37 + *hst3* hattı daha önce Kandemir ve ark. (2000a) tarafından da incelenmiş ve *hst3* geninin başaklanma süresini etkilemediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Çeşit ve Genotiplerin Başaklanma Süreleri

Genotipler	Başaklanma süresi (gün)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	89,8 ^{OD}	90,0	89,9 C*
Baronesse + <i>eps2</i>	87,3	87,8	87,5 D
Tokak 157/37	92,5	93,5	93,0 B
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	97,0	97,0	97,0 A
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	92,8	92,8	92,8 B
Ortalama	91,9 ^{OD}	92,2	

^{OD}: Önemli değil. *%5 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.2. Olgunlaşma Süresi

Olgunlaşma süresi bakımından genotipler arasında $p < 0,01$ seviyesinde önemli farklılık belirlenmiştir. Ancak dekara 8 ve 12 kg azot uygulama arasında olgunlaşma süresi bakımından farklılık gözlenmemiştir. Azot dozu ve azot dozu x genotip interaksyonu da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7.2). Artan azot dozunun olgunlaşma süresi üzerinde etkili olmaması Demir (2019) tarafından da bildirilmiştir. Bitkilerin yetiştirildiği ortamda azot fazla ise tahıllarda vejetatif gelişmenin hızlanacağı ve olgunlaşmanın süresinin artacağı bilinirken (Zabunoğlu, 1983), çalışmamızda böyle bir etkinin görülmemesi azot dozu uygulamasının olgunlaşma süresine etki edecek düzeyde yüksek olmamasından kaynaklanmış olabilir.

Ebeveyn çeşitler ve hatların olgunlaşma süreleri 102,9 ile 107,4 gün arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Baronesse çeşidinin ortalama olgunlaşma süresi 104,8 gün iken, *eps2* geni içeren Baronesse + *eps2* hattı yaklaşık iki gün daha erken olgunlaşmıştır. Tokak 157/37 çeşidinde deneme ortalaması olarak 104,5 gün olan olgunlaşma süresi Tokak 157/37 + *denso* ve Tokak + *hst3* hatlarında sırasıyla 107,4 ve 104,0 gün olarak gerçekleşmiştir. Buna göre *denso* geni Tokak 157/37'nin olgunlaşma süresini yaklaşık üç gün geciktirmiş, *hst3* geni ise etkilememiştir. Hellewell ve ark. (2000) yapmış oldukları çalışmada *denso* geninin olgunlaşmayı üç gün geciktirdiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.2. Çeşit ve Genotiplerin Olgunlaşma Süreleri

Genotipler	Olgunlaşma süresi (gün)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	104,8 ^{OD}	104,8	104,8 B*
Baronesse + <i>eps2</i>	103,0	102,8	102,9 D
Tokak 157/37	105,0	104,0	104,5 BC
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	107,0	107,8	107,4 A
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	104,0	104,0	104,0 C
Ortalama	104,8 ^{OD}	104,7	

^{OD}: Önemli değil. *%5 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.3. Bitki Boyu

Bitki boyu bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda $p < 0,01$ seviyesinde önemli olmuştur. Dekara 8 kg azot uygulamasında 91,8 cm olan bitki boyu 12 kg azot uygulamasında 93,69 cm düzeyine yükselmesine rağmen farklılık istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Azot dozu ve azot dozu x genotip interaksyonu da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7.3). Yavaş (2005) ve Kon (2019) artan azotlu gübrelemelerin bitki boyunu artırdığını belirlerken, Ertürk (2014) farklı azot dozlarının 10 kg/da'a kadar bitki boyunda artış sağladığını ve bu dozun üzerine çıkıldığında ise bitki boyunda önemli değişim olmadığını bildirmiştir.

Bitki boyu bakımından genotiplere ait ortalamalar 83,86 ile 104,75 cm arasında değişmiştir (Çizelge 4.3). Baronesse çeşidinin ortalama bitki boyu 91,85 cm iken, Baronesse + *eps2* hattında bitki boyu 86,50 cm olarak belirlenmiştir yani, *eps2* hattı yaklaşık 5 cm daha kısa bitki boyuna yol açmıştır. *eps2* başaklanma süresi ile ilgili bir gendir. Başaklanma ile bitki boyu birbirleriyle bağlantılı karakterlerdir (Bezant ve ark., 1996). Erken başaklanma bitkilerin daha kısa boylu olmasına neden olmaktadır. Bu sebeple *eps2* geni taşıyan hattın Baronesse çeşidine göre daha erken başaklandığı ve daha kısa bitki boyuna sahip olduğu anlaşılmaktadır. Tokak 157/37 çeşidinde deneme ortalaması olarak 104,75 cm olan bitki boyu Tokak 157/37 + *denso* hattında 83,86 cm olarak gerçekleşmiştir. Buna göre *denso* geni Tokak 157/37'nin bitki boyunu yaklaşık 21 cm kısaltmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda da *denso* geninin bitki boyunda ciddi seviyede kısaltma sağladığı gözlenmiştir (Powell ve ark., 1985a; Thomas ve ark., 1991; Bezant ve ark., 1996). Hellewell ve ark. (2000) yüksek verimli yarı bodur

çeşitler elde edebilmek amacıyla *denso* geni taşıyan bir çeşidi sekiz farklı hat ile melezlemeleri sonucunda *denso* geni aktarılan hatların bitki boyunda 10 ile 20 cm arasında kısaltma sağladığını bildirmişlerdir. Tokak 157/37 + *hst3* hattının bitki boyu ise 96,75 cm olarak gerçekleşmiştir. Buna göre *hst3* geni Tokak 157/37 çeşidinin boyunu 8 cm kısaltmıştır. Kandemir ve ark. (2000a) Steptoe çeşidinden Morex çeşidine *hst3* genini aktardıkları çalışmada geliştirdikleri Morex+*hst3* hattının farklı lokasyonlarda ortalamada bitki boyunu 9,0 cm kısalttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da *hst3* geni bitki boyunda benzer oranda bir kısaltma sağlamıştır.

Çizelge 4.3. Çeşit ve Genotiplerin Bitki Boyları

Genotipler	Bitki boyu (cm)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	90,75 ^{OD}	92,95	91,85 C*
Baronesse + <i>eps2</i>	85,25	87,75	86,50 D
Tokak 157/37	103,50	106,00	104,75 A
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	82,98	84,75	83,86 E
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	96,50	97,00	96,75 B
Ortalama	91,80 ^{OD}	93,69	

^{OD}: Önemli değil; *%5 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.4. Metrekarede Başak Sayısı

Metrekarede başak sayısı bakımından genotipler ve azot dozları arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda $p < 0,01$ seviyesinde önemli iken azot dozu x genotip interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7.4). Denemede kullanılan N12 azot dozu, N8 azot dozuna göre tüm genotiplerde metrekareye düşen başak sayısını artırmıştır. Azot vejetatif aksamı ve kardeşlenmeyi artırdığından dolayı metrekaredeki başak sayısı üzerinde artırıcı etki yaptığı (Akkaya ve Akten, 1985; Kılıç, 2005) tarafından bildirilmiştir.

Metrekarede başak sayısı bakımından genotiplere ait ortalamalar 384,34 ile 604,00 adet arasında değişmiştir (Çizelge 4.4). Baronesse çeşidinin ortalama metrekarede başak sayısı 512,08 adet iken, Baronesse + *eps2* hattında metrekarede başak sayısı 604,00 adet olarak belirlenmiştir. Yani *eps2* hattı metrekarede 92 adet daha fazla başak üretmiştir. Wang ve ark. (2010) tarafından *eps2* genini içeren QTL2 bölgesinin incelendiği çalışmada incelenen QTL bölgesinin metrekarede başak sayısı ile ilişkili olduğunu

belirtilmiştir. Tokak 157/37 çeşidinde deneme ortalaması olarak 390,41 adet olan metrekarede başak sayısı Tokak 157/37 + *denso* ve Tokak 157/37 + *hst3* hatlarında sırasıyla 385,23 ve 384,34 adet olarak gerçekleşmiştir. Buna göre *denso* ve *hst3* geni ebeveyn çeşit olan Tokak 157/37 ile metrekarede başak sayısı bakımından benzer sonuçlar vermiş olup, aralarında görülen fark istatistiki anlamda önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.4. Çeşit ve Genotiplerin Metrekarede Başak Sayısı

Genotipler	M ² başak sayısı (adet)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	508,15 ^{OD}	516,00	512,08 B*
Baronesse + <i>eps2</i>	584,00	624,00	604,00 A
Tokak 157/37	384,18	396,63	390,41 C
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	376,65	393,80	385,23 C
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	380,35	388,33	384,34 C
Ortalama	446,67 B**	463,75 A	

^{OD}: Önemli değil; *, ** sırasıyla %5 ve %1 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.5. Yatma Oranı

Yatma oranı bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda $p < 0,01$ seviyesinde önemli iken azot dozları ve azot dozu x genotip kombinasyonları arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7.5). Bitkilerin yetiştirildiği ortamda azot fazla ise tahıllarda vejetatif gelişmenin artacağı Zabunoğlu (1983) ve yatmaya neden olabileceği düşünülürken, bu araştırmada böyle bir etkinin görülmemesi N12 azot dozu uygulamasının yatma oranına etki edecek düzeyde yüksek olmamasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca arpa bitkisinde yatmanın genelde 100 cm üzerindeki bitki boylarında gerçekleştiği göz önüne alınırsa (Kandemir, 2004a), Tokak 157/37 çeşidi hariç hiçbir genotipin bu boy seviyesi üzerine çıkmaması nedeniyle de yatma oranları genelde düşük kalmıştır.

Ebeveyn çeşitler ve hatların yatma oranları %0 ile 35 arasında değişmiştir (Çizelge 4.5). Baronesse çeşidi ve Baronesse + *eps2* hattında her iki gübre dozu uygulamasında da yatma görülmemiştir. Denemede kullanılan genotipler arasından en uzun bitki boyuna sahip olan Tokak 157/37 çeşidi ortalama %35 oranında yatma göstermiştir. Tokak 157/37 + *denso* hattında ise %4,38 oranında görülen yatma, Tokak 157/37 çeşidinin yatma oranını %30,62 oranında azaltmıştır. Yu ve ark. (2010) bu çalışmada olduğu gibi,

denso geninin yatmaya karşı dayanıklılığı artırdığını bildirmiştir. Tokak 157/37 + *hst3* hattında görülen %19,38 yatma oranı *hst3* geninin Tokak 157/37 çeşidinin yatma oranını %15,62 oranında azalttığını göstermektedir. Larson ve ark. (1996) *hst3* geninin bitkilerde yatmaya dayanıklılığını artırdığını bildirmiştir.

Bitkilerde yatmaya çoğunlukla uzun bitki boyu (Doğan, 2018) ve fazla suyun yol açtığı bildirilmiştir (Çelebi, 2016; Son, 2018). Denemenin yürütüldüğü dönemdeki toplam yağış miktarı, uzun yıllar ortalamasına göre daha fazla olmasına rağmen Baronesse çeşidi ve Baronesse + *eps2* genotiplerinde yatma görülmemiştir. Bu durum baronesse çeşidinin yatmaya dayanıklılığının iyi olduğunu göstermektedir. Baronesse + *eps2* hattının Tokak 157/37 + *denso* hattından daha uzun olduğu halde yatma görülmemesi ise yatmanın tek başına bitki boyu ile belirlenmediğini göstermektedir.

Çizelge 4.5. Çeşit ve Genotiplerin Yatma Oranı

Genotipler	Yatma oranı (%)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	0,00 ^{OD}	0,00	0,00 C*
Baronesse + <i>eps2</i>	0,00	0,00	0,00 C
Tokak 157/37	32,50	37,50	35,00 A
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	3,75	5,00	4,38 C
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	18,75	20,00	19,38 B
Ortalama	11,00 ^{OD}	12,50	

^{OD}: Önemli değil; *%5 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.6. Başakta Tane Sayısı

Başakta tane sayısı bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda $p < 0,01$ seviyesinde önemli iken azot dozları ve azot dozu x genotip kombinasyonları istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır (Çizelge 7.6). Gemalmaz (1997) ve Gürsoy (2001) artan azotlu gübrelemelerin başakta tane sayısı üzerinde olumlu etki yaptığını, Kon (2019) ise bu araştırmadaki sonuçlara benzer olarak azotlu gübrelemenin başakta tane sayısı bakımından önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir.

Başakta tane sayısı bakımından genotiplere ait ortalamalar 22,70 ile 24,40 adet arasında değişmiştir (Çizelge 4.6). Baronesse çeşidinin ortalama başakta tane sayısı 22,74 adet iken, Baronesse + *eps2* hattında ise başakta tane sayısı 22,76 adet ölçülmüştür. Yani

eps2 hattının başakta tane sayısına bir etki göstermemiştir. Tokak 157/37 çeşidinin 23,10 adet olan başakta tane sayısı Tokak 157/37 + *hst3* ve Tokak 157/37 + *denso* hatlarında sırasıyla 22,70 ve 24,40 adet olmuştur. Buna göre *hst3* geni başakta tane sayısını etkilememiştir. Tokak 157/37 çeşidi ile Tokak 157/37 + *denso* arasındaki fark ise istatistiki anlamda önemli bulunmuştur. *denso* geninin başakta tane sayısını artırdığı görülmektedir. *denso* geninin başakta tane sayısı ile ilgili olduğu önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Powell ve ark., 1985b). Ancak Saygılı (2012) yapmış olduğu çalışmada, *denso* geni içeren yakın izogenik hattın başakta tane sayısı bakımından Tokak 157/37 çeşidi ile aralarındaki farkın önemsiz olduğunu bildirmiştir. Çalışmalardaki bu farklılıklar bu gen bölgesinin başakta tane sayısı üzerine etkisinin çevreye bağlı olduğunu ifade edebilir.

Çizelge 4.6. Çeşit ve Genotiplerin Başakta Tane Sayısı

Genotipler	Başakta tane sayısı (adet/başak)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	22,75 ^{OD}	22,73	22,74 B*
Baronesse + <i>eps2</i>	22,48	23,05	22,76 B
Tokak 157/37	23,18	23,03	23,10 B
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	23,83	24,98	24,40 A
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	22,18	23,23	22,70 B
Ortalama	22,88 ^{OD}	23,40	

^{OD}: Önemli değil; *%5 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.7. Bin Tane Ağırlığı

Bin tane ağırlığı bakımından genotipler ve azot dozları arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda $p < 0,01$ seviyesinde önemli iken, azot dozu x genotip interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7.7). Arpada bin tane ağırlığı verimin ortaya çıkmasında etkili bir unsur olmasının yanında aynı zamanda bir kalite kriteridir (Er, 2011). Maltlık arpalarda düşük protein oranına sahip bin tane ağırlığı ise yüksek tanelerin olması istenirken, yemlik arpalarda ise protein oranının ve mümkün olduğunca bin tane ağırlığının da yüksek olması istenir (Çelebi, 2016). Azotlu gübrelemenin tüm genotiplerde bin tane ağırlığını artırıcı yönde etki göstermiştir. Daha önce yürütülen araştırmalarda, Budaklı (2005) uygulanan azot dozlarının bin tane ağırlığı üzerinde etkisinin önemsiz olduğunu,

Demir (2019) ise artan azot dozunun bu denemede olduğu gibi bin tane ağırlığını artırdığını bildirmiştir.

Genotiplerin bin tane ağırlıkları ortalama olarak 35,51 ile 49,04 g arasında değımiştir (Çizelge 4.7). Baronesse çeşidinin ortalama bin tane ağırlığı 35,89 g iken bu çeşide aktarılan *eps2* geni ile üretilen Baronesse + *eps2* genotipinde bin tane ağırlığı 35,51 g olmuş ve bu farklılık önemsiz bulunmuştur. Yani *eps2* geni tane iriliğini etkilememiştir. Tokak 157/37 çeşidinde deneme ortalaması olarak 44,25 g olan bin tane ağırlığı Tokak 157/37 + *denso* ve Tokak 157/37 + *hst3* hatlarında sırasıyla 37,86 ve 49,04 olarak gerçekleşmiştir. Buna göre *denso* geninin Tokak 157/37 çeşidinin bin tane ağırlığını azalttığı görülmektedir. Daha önceki yapılan çalışmalarda benzer şekilde *denso* geninin bin tane ağırlığını azalttığı bildirilmiştir (Thomas ve ark., 1991; Laurie ve ark., 1993). Tokak 157/37 + *hst3* hattı ise Tokak 157/37 çeşidine göre 4,79 g daha fazla bin tane ağırlığına sahip olmuş ve aralarındaki fark istatistiki anlamda önemli olmuştur. Han ve Ullrich (1993) bin tane ağırlığına etki eden QTL'lerin başka kromozomlarda (kromozom 2, 4 ve 6) bulunduğunu bu sebeple *hst3* geninin bin tane ağırlığına bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Ancak çalışmamızda bu bilgilerin aksine bulgular elde edilmiştir. Tane doldurma döneminde görülen yatmanın %50 ile 80 oranında verim düşüklüğüne yol açabildiği bilinmektedir (Berry ve ark., 2002). Denemede Tokak 157/37 çeşidinde ortalamada %35 oranında yatma görülürken Tokak 157/37 + *hst3* hattında yatma oranı yarıya yakın düzeyde azaldığından dolayı (Çizelge 4.5) *hst3* geninin bin tane ağırlığına olumlu yönde etki ettiği düşünülebilir.

Çizelge 4.7. Çeşit ve Genotiplerin Bin Tane Ağırlığı

Genotipler	Bin tane ağırlığı (g)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	34,98 ^{OD}	36,80	35,89 D*
Baronesse + <i>eps2</i>	34,60	36,43	35,51 D
Tokak 157/37	43,83	44,68	44,25 B
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	37,43	38,30	37,86 C
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	47,93	50,15	49,04 A
Ortalama	39,75 B**	41,27 A	

^{OD}: Önemli değıl; *, ** sırasıyla %5 ve %1 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.8. Biyolojik Verim

Biyolojik verim bakımından genotipler arası farklılıklar $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunurken, azot dozları arasındaki farklılıklar $p < 0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Bununla beraber azot dozu x genotip interaksyonu önemsiz olmuştur (Çizelge 7.8). Denemede kullanılan N12 azot dozu, N8 azot dozuna göre tüm genotiplerde biyolojik verimde artış meydana getirmiştir. Azotlu gübreleme vejetatif aksamı ve tane verimini artırdığından dolayı biyolojik verimin yüksek olması beklenen bir durumdur. Daha önceki yapılan çalışmalarda da azotlu gübrelemenin biyolojik verimi artırdığı yönünde bulgular vardır (Gürsoy, 2011; Kon, 2019).

Biyolojik verim bakımından genotiplere ait ortalamalar ile 1053,33 ile 1408,34 kg/da arasında değişmiştir (Çizelge 4.8). Baronesse çeşidinin ortalama biyolojik verimi 1408,34 kg/da iken, Baronesse + *eps2* hattında biyolojik verim 1397,08 kg/da olarak belirlenmiş ve aralarındaki fark önemsiz olmuştur. Teulat ve ark., (2001) *eps2* geninin de içinde bulunduğu QTL bölgesinin biyolojik verim ile ilgili olmadığını bildirmiştir. Tokak 157/37 çeşidinde deneme ortalaması olarak 1288,34 kg/da olan biyolojik verim Tokak 157/37 + *denso* ve Tokak 157/37 + *hst3* hatlarında sırasıyla 1053,33 ve 1305,66 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Tokak 157/37 çeşidi ile Tokak 157/37 + *hst3* hattı arasında farklılık istatistiki anlamda önemsiz olmuştur. *denso* geni ise Tokak 157/37 çeşidine göre daha düşük biyolojik verim ile sonuçlanmıştır. Biyolojik verim bitkilerin hasat edilen toprak üstü aksamının tamamıdır. *denso* geninin bitki boyunu önemli ölçüde (21 cm) kısalttığından hareketle *denso* geni bitkinin vejetatif aksamının azalmasına yol açarak, biyolojik verimini Tokak 157/37 çeşidine göre belirgin seviyede düşürdüğü söylenebilir.

Çizelge 4.8. Çeşit ve Genotiplerin Biyolojik Verimleri

Genotipler	Biyolojik verim (kg/da)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	1379,18 ^{OD}	1437,50	1408,34 A*
Baronesse + <i>eps2</i>	1351,65	1442,50	1397,08 A
Tokak 157/37	1248,35	1328,33	1288,34 B
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	1002,50	1104,16	1053,33 C
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	1261,33	1350,00	1305,66 B
Ortalama	1248,60 B*	1332,50 A	

^{OD}: Önemli değil. *%5 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.9. Tane Verimi

Tane verimi bakımından genotipler arası farklılıklar $p < 0,01$ seviyesinde, azot dozları arasındaki farklılıklar ise $p < 0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Bununla beraber azot dozu x genotip interaksiyonu önemsiz olmuştur (Çizelge 7.9). Bitki ıslahı çalışmalarında tane veriminin yüksek olması en önemli ıslah amaçlarından biridir. Tane veriminin ortaya çıkmasında metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığı gibi karakterler en önemli belirleyicilerdir. Artan azot dozu, verim öğeleri olan metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı ve bin tane ağırlığında genel olarak artışa yol açtığı için tane veriminin de artması beklenen bir durumdur. Gemalmaz (1997) bu denemenin sonuçlarına benzer olarak artan azot dozu oranlarında tane veriminin arttığını bildirmiştir.

Genotiplerin tane verimi ortalama olarak 364,55 ile 484,20 kg/da arasında değişmiştir (Çizelge 4.9). Baronesse çeşidinin ortalama tane verimi 425,04 kg/da iken, Baronesse çeşidine Tadmor çeşidinin *eps2* allelleri aktararak geliştirilen Baronesse + *eps2* hattının tane verimi 484,20 kg/da olmuş, yaklaşık olarak 59 kg/da artış göstermiştir. Tokak 157/37 çeşidinde deneme ortalaması olarak 394,73 kg/da olan tane verimi, Tokak 157/37 + *denso* hattında 364,55 kg/da, Tokak 157/37 + *hst3* hattında ise 419,40 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Daha önceki yapılan çalışmalarda *denso* geninin tane verimini artırdığına yönelik bulgular (Yin ve ark., 1999; Jia ve ark., 2011) olduğu bilinmektedir. Ancak çalışmamızda (Thomas ve ark., 1991; Hellewell ve ark., 2000) bulgularına benzer şekilde *denso* geninin tane verimini azalttığı gözlenmiştir. Bu düşüşte Tokak 157/37 + *denso* hattının bin tane ağırlığında meydana gelen ciddi düşüş etkili olmuş görülmektedir. Tokak 157/37 çeşidi ile Tokak 157/37 + *hst3* hattı arasında farklılık istatistiki anlamda önemsiz olmuştur. Çalışmamızda kullanılan Tokak 157/37 + *hst3* hattı daha önce Saygılı (2012) tarafından incelenmiş *hst3* geninin tane verimi karakteri üzerinde etkili olmadığını bildirmiştir.

Çizelge 4.9. Çeşit ve Genotiplerin Tane Verimi

Genotipler	Tane verimi (kg/da)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	413,93 ^{OD}	436,15	425,04 B*
Baronesse + <i>eps2</i>	458,70	509,70	484,20 A
Tokak 157/37	389,35	400,10	394,73 C
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	342,80	386,30	364,55 D
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	403,43	435,38	419,40 BC
Ortalama	401,64 B*	433,52 A	

^{OD}: Önemli değil; *%5 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.10. Hasat indeksi

Hasat indeksi bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda $p < 0,01$ seviyesinde önemli olmuştur. Ancak dekara 8 ve 12 kg azot uygulaması arasında hasat indeksi bakımından farklılık gözlenmemiştir. Azot dozu ve azot dozu x genotip interaksyonu da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7.10). Daha önce yapılan araştırmalarda Ertürk (2014), arpada azotlu gübrelemenin hasat indeksini belirli bir seviyeye kadar artırdığını, sonrasında ise azot dozu arttıkça hasat indeksinin azaldığını bildirmiştir. Akman ve ark. (1999) ile Budaklı (2005) ise azotlu gübreleme arttıkça hasat indeksinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Ebeveyn çeşitler ve hatların hasat indeksi ortalamaları %30,21 ile 34,64 arasında değişmiştir (Çizelge 4.10). Baronesse çeşidinin ortalama hasat indeksi %30,21 olurken, Baronesse + *eps2* hattının %34,64 olmuş ve denemede genotipler arasından en yüksek hasat indeksine sahip olmuştur. En yüksek hasat indeksi oranının Baronesse + *eps2* hattında belirlenmesi, tane veriminin yüksek ve bitki boyunun kısa olmasından dolayı olabilir. Tane veriminin yüksek ve bitki boyunun kısa olmasının hasat indeksini artırdığı Jia ve ark. (2009) tarafından da belirlenmiştir. Tokak 157/37 çeşidinde deneme ortalaması olarak %30,71 olan hasat indeksi Tokak 157/37 + *denso* hattında %34,59, Tokak 157/37 + *hst3* hattında ise %32,13 olarak gerçekleşmiştir. Buna göre *denso* geni Tokak 157/37'nin hasat indeksini %3,88 artırmış ve bu fark istatistiki anlamda önemli olmuştur. Kuczyńska ve Wyka (2011) *denso* geninin çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde hasat indeksini artırdığını bildirmiştir. *hst3* geni ise Tokak 157/37 çeşidine göre %1,42 daha yüksek hasat indeksi ile sonuçlanmış ve aralarındaki fark istatistiki anlamda

önemli olmuştur. Saygılı (2012) ise *hst3* geninin hasat indeksinde önemli bir değişiklik yapmadığını bildirmiştir.

Çizelge 4.10. Çeşit ve Genotiplerin Hasat İndeksi

Genotipler	Hasat indeksi (%)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	30,03 ^{OD}	30,40	30,21 C*
Baronesse + <i>eps2</i>	33,93	35,35	34,64 A
Tokak 157/37	31,25	30,18	30,71 C
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	34,15	35,03	34,59 A
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	32,00	32,25	32,13 B
Ortalama	32,27 ^{OD}	32,64	

^{OD}: Önemli değil; *%5 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.11. Hektolitre Ağırlığı

Hektolitre ağırlığı bakımından azot dozları, genotipler ve azot dozu x genotip interaksyonu istatistiki anlamda $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 7.11). Hektolitre ağırlığında genotip ve azot dozlarında görülen önemli interaksyonun sebebi genotiplerin azot dozlarına verdiği tepkinin farklı olmasından kaynaklanmıştır. Baronesse + *eps2* hattında dekara 12 kg N uygulaması hektolitre ağırlığında yaklaşık 1 kg artışa yol açarken, diğer bütün genotiplerde bu artış yaklaşık 2 kg veya üstünde gerçekleşmiştir. İnteraksyonun olası sebebi bu farklılık olarak görülmektedir. Arpada farklı dozlarda uygulanan azotlu gübrelemenin hektolitre ağırlığını Kartal (2003), 4 kg/da N dozuna kadar artırdığını, daha yüksek dozlarda ise etkilemediğini belirtmiştir. Ertürk (2014) ise 10 kg/da'a kadar olan azotun hektolitre ağırlığını artırdığını, daha yüksek dozlarda hektolitre ağırlığının olumsuz etkilendiğini bildirmiştir. Bu çalışmalara benzer şekilde Yavaş (2005) da azotlu gübrelemenin çalışmamızda da olduğu gibi arpada hektolitre ağırlığını artırdığını tespit etmiştir. Hektolitre ağırlığı arpada önemli bir kalite kriteridir. Arpada hektolitre ağırlığının yüksek olması nişasta oranının fazla olması anlamına gelmektedir (Engin, 1989). Bu nedenle malt sanayinde kullanılacak çeşitlerin hektolitre ağırlıklarının yüksek olması istenir (Çöken ve Akman, 2016).

Genotiplerin hektolitre ağırlık ortalamaları 60,22 ile 64,46 kg arasında değişmiştir (Çizelge 4.11). Baronesse çeşidinin ortalama hektolitre ağırlığı 60,22 kg olarak

gerçekleşirken, *eps2* geni içeren Baronesse + *eps2* hattı 61,59 kg olmuş ve aralarındaki 1,37 kg fark istatistiki anlamda önemli olmuştur. Tokak 157/37 çeşidinde deneme ortalaması olarak 63,61 kg olan hektolitre ağırlığı Tokak 157/37 + *denso* hattında 61,92 kg, Tokak 157/37 + *hst3* hattında ise 64,46 kg olarak gerçekleşmiştir. Buna göre *denso* geni Tokak 157/37'nin hektolitre ağırlığını 1,69 kg azaltmış ve bu fark istatistiki anlamda önemli olmuştur. Thomas ve ark. (1991) tarafından yapılan çalışmada *denso* geninin, hektolitre ağırlığını azaltıcı etki yaptığı bildirilmiştir. *hst3* geni ise Tokak 157/37 çeşidine göre 0,85 kg daha yüksek hektolitre ağırlığı ile sonuçlanmış ve aralarındaki fark istatistiki anlamda önemli olmuştur. Larson ve ark. (1997) tarafından yapılan çalışmada ise *hst3* geninin hektolitre ağırlığını etkilediği bildirilmiştir.

Çizelge 4.11. Çeşit ve Genotiplerin Hektolitre Ağırlığı

Genotipler	Hektolitre ağırlığı (kg)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	59,25 H*	61,20 G	60,22 E*
Baronesse + <i>eps2</i>	61,10 G	62,08 F	61,59 D
Tokak 157/37	62,58 E	64,65 B	63,61 B
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	60,78 G	63,08 D	61,92 C
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	63,83 C	65,10 A	64,46 A
Ortalama	61,51 B**	63,22 A	

*, ** sırasıyla %5 ve %1 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

4.12. Protein İçeriği

Protein oranı bakımından azot dozları ve genotipler arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde, azot dozu x genotip interaksyonu ise %5 düzeyinde farklılık göstermiştir (Çizelge 7.12). Genotip x azot interaksyonu; genotiplerin azot dozuna verdiği tepki şeklinin farklı olmasından değil, tepki derecesinden kaynaklanmış görünmektedir. Çünkü bütün genotiplerde N12 dozunda protein oranları daha yüksek bulunmuştur. Daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında azotlu gübrelemenin tane protein içeriğini bu çalışmada olduğu gibi artırdığı yönünde bulgular vardır (Weston ve ark., 1993; Kartal, 2003; Gürsoy, 2011; Kon, 2019). Nitekim çevre ve yetiştirme şartları, genetik yapı, toprak yapısı gibi özelliklerin tanenin protein içeriğinin belirlenmesinde önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Kartal, 2003; Çöken ve Akman, 2016).

Ebeveyn çeşitler ve hatların ortalama protein oranları %12,68 ile 13,69 arasında değişmiştir (Çizelge 4.12). Baronesse çeşidinin ortalama protein oranı %12,68 iken, Baronesse + *eps2* hattı %13,19 protein oranına sahip olmuş ve farklılık önemli bulunmuştur. Saygılı (2019) ise *eps2* geninin içinde bulunduğu QTL bölgesinin protein oranında bir değişiklik yapmadığını bildirmiştir. Tokak 157/37 çeşidinde deneme ortalaması olarak %13,49 olan protein içeriği Tokak 157/37 + *hst3* hattında ise %13,41 olarak gerçekleşmiştir. Buna göre *hst3* geni Tokak 157/37 çeşidinin protein oranını etkilememiştir. Tokak 157/37 + *denso* hattının protein içeriği ise %13,69 olarak belirlenmiştir. Buna göre *denso* geni Tokak 157/37'nin protein oranında %0.2 düzeyinde, fakat istatistiksel olarak önemli bir artış meydana getirmiştir. *denso* geninin Tokak 157/37 çeşidinin bin tane ağırlığını önemli derecede azalttığı gözlenmiştir (Çizelge 4.7). Bin tane ağırlığı azaldıkça protein oranının arttığı önceki çalışmalarda bildirilmiştir (Çevik, 2018). Bu sebeple *denso* geninin, Tokak 157/37 çeşidinin bin tane ağırlığını azaltırken, protein oranını artırdığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.12. Çeşit ve Genotiplerin Protein Oranı

Genotipler	Protein oranı (%)		
	N8	N12	Ortalama
Baronesse	12,23 F*	13,13 D	12,68 D*
Baronesse + <i>eps2</i>	12,83 E	13,55 C	13,19 C
Tokak 157/37	13,15 D	13,83 B	13,49 B
Tokak 157/37 + <i>denso</i>	13,28 D	14,10 A	13,69 A
Tokak 157/37 + <i>hst3</i>	13,28 D	13,55 C	13,41 B
Ortalama	12,95 B**	13,63 A	

*, ** sırasıyla %5 ve %1 önem seviyesine göre önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemsizdir.

5. SONUÇ

Gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için hızla artan dünya nüfusuna karşı önemli tarım ürünlerinin birim alan veriminin artırılması gerekmektedir. Azotlu gübreleme ile tarım ürünlerinin verimi artırılmakta, fakat uzun boylu bitkilerde yatma gibi olumsuz sonuçlar meydana gelmektedir. Bitki ıslah çalışmalarının neticesinde kısa boyluluk genleri bitkilere aktararak yağışı yüksek bölgelerde verimin artırılması yönünde önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Kısa boylu bitkiler yatmaya daha dayanıklı olduklarından azotlu gübreleme miktarı artırılarak verim artışı sağlanabilmektedir. Bu çalışmada markör destekli seleksiyonla geliştirilen *eps2*, *denso* ve *hst3* kısa boyluluk genlerini taşıyan yakın izogenik hatların yüksek azot dozlarına olan tepkileri araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda değerlendirilen bütün karakterler bakımından genotipler arasında istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir. Azotlu gübreleme metrekaresinde başak sayısı, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı, biyolojik verim ve tane verimi özelliklerini önemli düzeyde etkilemiştir.

Baronesse çeşidine aktarılan *eps2* geni bu çeşitte biyolojik verimi etkilemezken, tane veriminde yaklaşık 59 kg/da düzeyinde bir artış sağlamıştır. Bu gen ayrıca %0,51 düzeyinde daha yüksek protein oranına yol açmıştır. *eps2* geni başaklanma süresini yaklaşık 2,5 gün, olgunlaşma süresini 2 gün hızlandırmış, bitki boyunu 5 cm kısaltmış, metrekaresinde başak sayısını 92 adet, hasat indeksini %4,43, hektolitre ağırlığını ise 1,37 kg artırmıştır.

Tokak 157/37 çeşidine aktarılan *denso* geni Tokak 157/37 çeşidine göre biyolojik verimi 235 kg/da, tane verimini ise yaklaşık 30 kg/da azaltmıştır. Bu gen başaklanma süresini dört gün olgunlaşma süresini ise üç gün geciktirmiş, bitki boyunu 21 cm kısaltmış, yatmayı yaklaşık %31 oranında azaltmış, başakta tane sayısını 1,30 adet, hasat indeksini %3,88 oranında artırmıştır. Öte yandan bin tane ağırlığını 6,39 g, hektolitre ağırlığını ise 1,69 kg düşürmüştür.

Tokak 157/37 çeşidine aktarılan *hst3* geni ise Tokak 157/37 çeşidine göre ortalamada biyolojik verimi ve tane verimini etkilememiştir. Bu gen benzer şekilde başaklanma ve olgunlaşma sürelerini, metrekaresinde başak sayısını, başakta tane sayısını ve protein oranını da etkilememiştir. Ancak *hst3* geni, bitki boyunu 8 cm ve yatma oranını yaklaşık

%16 azaltırken, bin tane ağırlığını 4,79 g, hektolitre ağırlığını 0,85 kg, hasat indeksini ise %1,42 artırmıştır.

İncelenen genlerin arpa ıslahında tercih edilmeleri yetiştiriciliğin yapıldığı şartlarda gerçekleşen bitki boyları ve yatma oranları yanında, yetiştirilen arpanın kullanım amacına göre de değişebilecektir. Bitki boyunda 21 cm gibi yüksek bir gerilemeye yol açan *denso* geninin bin tane ve hektolitre ağırlıklarında önemli gerilemeye yol açtığı için özellikle yüksek yatma oranlarının meydana geldiği şartlarda yetiştirilen yemlik arpaların ıslahında kullanımı daha uygun görünmektedir. Bitki boyunda 8 cm kısalma meydana getiren *hst3* geni bin tane ve hektolitre ağırlıklarında artış meydana getirmesi nedeniyle maltlık arpa ıslahında kullanım açısından daha uygun görünmektedir. Bitki boyunda sadece 5 cm kısalmaya yol açan *eps2* geni de metrekarede başak sayısını ve hektolitre ağırlığını artırması ile maltlık arpalarda yatmanın ciddi bir sorun olmadığı alanlar için arpa ıslahında verim ve kalitenin birlikte artırılması amacıyla kullanılabilir. Çalışmamızda bu gen zaten kısa boylu olan ve bizim şartlarımızda yatmayan bir çeşit olan Baronesse'e aktarılmış olduğu için, diğer çeşitlere aktarılması durumunda etkisinin daha yüksek olması beklenebilir. Çalışılan üç geni taşıyan hatlarla daha yüksek oranlarda yatmanın meydana geldiği şartlarda yapılacak olan ilave çalışmalar bu genlerin yatma ve diğer tarımsal özellikler üzerine etkisini daha iyi bir şekilde gösterebilir.

6. KAYNAKLAR

- Akar, T., Avcı, M., Düşünceli, F., Tosun, H., Ozan, N., Albustan, S., Yalvaç, K., Sayım, İ., Özen, D., Sipahi, H., 1999. Orta Anadolu ve Geçit Bölgelerinde Arpa Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları. Hububat Sempozyumu, Konya.
- Akdeniz, H., Keskin, B., Yılmaz, İ., Oral, E., 2004. Bazı Arpa Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları İle Bazı Kalite Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi 14 (2), 119-125.
- Akkaya, A. ve Akten, Ş., 1985. Farklı Seviyelerdeki Azot ve Fosforlu Gübrelemenin Yazlık Ekilen Tokak 157/37 Arpa Çeşidinin Verim ve Bazı Verim Unsurlarına Etkisi, Cilt 16 , Sayı 1-4,
- Akgün, N. ve Topal, A., 2006. Tahıllarda Yatma. Bitkisel Araştırma Dergisi, 1, 36–42.
- Akman, Z., Karadoğan, T. ve Çarkçı, K. 1999. Farklı Azot ve Fosfor Dozlarının Arpanın Verim ve Verim Ögeleri Üzerine Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 8 (1-2), 17 – 27.
- Ali MAM, Okiror SO, Rasmusson DC (1978) Performance of Semi-Dwarf Barley. Crop Sci 18:418–422.
- Anderson, M.K. ve Reinbergs, E., 1985. Barley Breeding, Barley, Editör: Rasmusson D.C., American Society of Agronomy, Madison, 231-268.
- Anonim, 2018 Food and Agriculture Organization. www.fao.org.
- Anonim, 2019 Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr.
- Barua, U.M., Chalmers, K.J., Thomas, W.T.B., Hackett, C.A., Lea, V., Jack, P., Forster, B.P., Waugh, R ve Powell, W., 1993. Molecular Mapping of Genes Determining Height, Time To Heading, and Growth Habit İn Barley (Hordeum vulgare). Genome, 36, 1080-1087.
- Berry, P.M., Spink, J.H., Sylvester-Bradley, R., Pickett, A., Sterling, M., Baker, C. ve Cameron, N., 2002. Lodging Control Through Variety Choice and Management. Proceedings Of The 8. Home-Grown Cereals Association R&D Conference On Cereals and Oilseeds, London.
- Bezant, J., Laurie, D., Pratchett, N., Chojecki, J. ve Kearsey, M., 1996. Marker Regression Mapping Of QTL Controlling Flowering Time and Plant Height İn A Spring Barley (Hordeum Vulgare L.) Cross. Heredity, 77, 64-73.
- Bremner, J.M. ve Mulvaney, C.S. (1982) Nitrogen-Total. In: Methods Of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Page, A.L., Miller, R.H. ve Keeney, D.R. Eds., American Society Of Agronomy, Soil Science Society Of America, Madison, Wisconsin, 595-624.
- Budaklı E., Bayram G., Türk M., Çelik N, 2005 Bazı İki Sıralı Arpa (Hordeum vulgare conv. distichon) Çeşitlerinde Farklı Azot Dozlarının Verim, Verim Unsurları ve Kalite Üzerine Etkileri. Uludag. Üniv. Zir. Fak. Derg., (2005) 19(2): 1-11.

- Carreck, N. ve Christian, D., 1992. N Uptake By Barley Related To Malting Quality. HGCA Project Report, 65 S. No: 49.
- Chono, M, Honda I, Zeniya H, Yoneyama K, Saisho D, Takeda K, Takatsuto S, Hoshino T, Watanabe Y. A Semidwarf Phenotype Of Barley Uzu Results From A Nucleotide Substitution In The Gene Encoding A Putative Brassinosteroid Receptor. Plant Physiol. 2003;133(3):1209–19.
- Conry, M., 1994. Comparative Effect Of Six Cultivars At Four Rates Of Nitrogen On The Gain Yield and Quality Of Spring – Sown Malting Barley In Ireland. Journal Of Agricultural Science. 122 ; (3) 343 – 350.62.
- Coşkun, Y., 2003. Farklı Dozlarda ve Zamanlarda Uygulanan Azotun Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Çelebi, Y., 2016, İki Sıralı Tokak Arpa (Hordeum Vulgare L.) Çeşidi İle Bundan Elde Edilen Mutant Hatların Bazı Fenolojik ve Tarımsal Özellikler Yönünden Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.
- Çevik, Y., 2018, Kahramanmaraş ve Gaziantep/Nurdağı Koşullarında Bazı Arpa Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Çöken, İ. ve Akman, Z., 2016, Isparta Ekolojik Koşullarında Bazı Arpa (Hordeum vulgare L.) Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20 (1).
- Demir, B., 2019. Tokat Şartlarında Farklı Azot Dozlarının Bazı Arpa (Hordeum vulgare L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğelerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat.
- Dockter, C, Hansson M. Improving Barley Culm Robustness For Secured Crop Yield In A Changing Climate. J Exp Bot. 2015;66(12):3499–509.
- Doğan, H., 2018. Bazı Arpa (Hordeum vulgare L.) Genotiplerinde Kurağa Dayanım Yönünden Transpirasyon Hızı ve Su Kullanım Etkinliklerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Diyarbakır.
- Engin, A. Biralık Arpalarda Önemli Kalite Özellikleri ve Bunların Malt Kalitesi Üzerine Etkileri. Arpa Malt Semineri 30 Mayıs-1 Haziran, 1989, Konya. S. 3841. 1989.
- Er, C., 2011. Çeşit Adayı Arpa Genotipinin Farklı Koşullarda Tarımsal Özellikleri. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Ergün N. ve Geçit H.H., 2008. İleri Kademe Arpa (Hordeum Vulgare L.) Hatlarında Verim ve Verime Etkili Bazı Karakterlerin İncelenmesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran, Konya. S.1423.

- Ergün, N., Aydoğan, S., Sayım, İ., Karakaya, A., ve Oğuz, A., 2017. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Köy Çeşitlerinde Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklerin İncelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 2017; 26(2): 189-180.
- Ertürk, T. 2014. Orta Anadolu Koşullarına Uyumlu Bazı Arpa Çeşitlerinde (*Hordeum Vulgare* L.) Farklı Azot Dozlarının Verim ve Bazı Verim Öğeleri Üzerine Etkisi (ESOGÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014).
- Forster, BP. Mutation Genetics Of Salt Tolerance In Barley: An Assessment Of Golden Promise and Other Semi-Dwarf Mutants. *Euphytica* 2001; 120 (3): 317-28.
- Foster, AE, Thompson AP (1987) Effects Of A Semidwarfing Gene From Jotun On Agronomic and Quality Traits Of Barley. In: Yasuda S ve Kanishi T (Eds) *Proc 5th Int Barley Genetics Symp.* Sanyo Press Co., Okayama 1987:979–982.
- Francia, E., Rizza, F., Cattivelli, L., Stanca, A.M., Galiba, G., Toth, B., Hayes, P.M., Skinner, J.S. ve Pecchioni, N., 2004. Two Loci On Chromosome 5H Determine Lowtemperature Tolerance In A ‘Nure’ (Winter) × ‘Tremois’ (Spring) Barley Map. *Theor. Appl. Genet.*, 108, 670-680.
- Freed, R. ve Eisensmith, S.P., 1986. MSTAT -Statistical Software For Agronomists. *Agron. Abst.*
- Gemalmaz, F. 1997. Arpada (*Hordeum vulgare* L.) Kışlık ve Yazlık Ekimde Farklı Azotlu Gübre Uygulamasının Verim ve Bazı Verim Unsurları Üzerine Etkisi, 73 s, Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi).
- Gorny AG (2004) Genetics Of Barley (*Hordeum Vulgare* L.). In: Gorny AG (Ed) *Cereal Genetics In Outline*. IPG PAS Poznan: 311–422 (In Polish).
- Gürsoy M., 2001. Bazı İki Sıralı Arpa (*Hordeum Vulgare* L.) Hatlarında Farklı Azot Dozlarının Verim ve Kalite Öğelerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Gürsoy. M. (2011) Bazı İki Sıralı Arpa (*Hordeum Vulgare* L.) Hat ve Çeşitlerinde Farklı Azot Dozlarının Verim ve Kalite Öğelerine Etkileri. *e-Journal of New World Sciences Academy* 2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 5A0066.
- Han, F. ve Ullrich, S.E., 1993. Mapping Of Quantitative Trait Loci Associated With Malting Quality In Barley. *Barley Genetic Newsletter*, 23, 84-97.
- Hayes, P.M. ve Iyamabo, O., 1993. North American Barley Genome Mapping Project: Summary Of QTL Effects In Steptoe X Morex Population. *Barley Genetic Newslettter*, 23, 98-143.
- Hayes, P.M., Liu, B.H., Knapp, S.J., Chen, F., Jones, B., Blake, T., Franckowiak, J., Rasmusson, D., Sorrells, M., Ullrich, S.E., Wesenberg, D.M. ve Kleinhofs, A. 1993. Quantitative Trait Locus Effects and Environmental Interaction In A Sample Of North American Barley Germplasm. *Theoretical and Applied Genetics*, 87: 392–401.

- Hellewell, K., Rasmusson D.C. ve Gallo-Meagher, M., 2000. Enhancing Yield Of Semidwarf Barley. *Crop Science*, 40, 352-358.
- İmamoğlu, A. ve Yılmaz, N., 2012. Bursa Ekolojik Koşullarında Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Genotiplerinin Verim ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Anadolu* 22: 13-36.
- Jezowski, S., Surma, M., Adamski, T., Krajewski, P., ve K. Glowacka 2005. Genetic Analysis Of Morphological and Physical Stem Characteristics Determining Lodging Resistance In Two- and Six-Rowed Barley (*Hordeum Vulgare* L.) Lines. *International Agrophysics*, 19, 299-303.
- Jia, Q., Zhang, J., Westcott, S., Zhang X.Q., Bellgard, M., Lance, R. ve Li C., 2009. GA-20 Oxidase As A Candidate For The Semidwarf Gene *Sdw1/denso* In Barley. *Functional and Integrative Genomics*, 9, 255-262.
- Jia, Q., Zhang, X.Q., Westcott, S., Broughton, Cakir, M., S., Yang, J., Lance, R. ve Li C., 2011. Expression Level Of E Gibberellin 20-Oxidase Gene Is Associated With Multiple Agronomic and Quality Trait In Barley. *Theoretical and Applied Genetics*, 122 (8), 1451-1560.
- Kandemir, N., 2004a. Tokat-Kazova Şartlarına Uygun Maltlık Arpa Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 21 (2), 94-100.
- Kandemir, N., 2004b. Search For High Yielding, Lodging Resistant Barley Cultivar With Satisfactory Straw Yield For A Fertile Production Area Of Turkey. *Pakistan Journal Of Biological Sciences*, 7, 917-976.
- Kandemir, N., Jones, B.L., Wesenberg, D.M., Ullrich S.E. ve Kleinhofs, A., 2000a. Marker Assisted Analysis Of Three Grain Yield QTL In Barley (*Hordeum Vulgare* L.) Using Near İsogenic Lines. *Molecular Breeding*, 6, 157-167.
- Kandemir, N., Jones, B.L., Wesenberg, D.M., Ullrich S.E. ve Kleinhofs, A., 2000. Marker Assisted Analysis Of Three Grain Yield QTL In Barley (*Hordeum Vulgare* L.) Using Near İsogenic Lines. *Molecular Breeding*, 6, 157-167.
- Kandemir, N., Kudrna, D.A., Ullrich S.E. ve Kleinhofs, A., 2000b. Molecular Marker Assisted Genetic Analysis Of Head Shattering In Six-Rowed Barley. *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 203-210.
- Kandemir, N., Yıldırım, A., Gündüz, R., Eserkaya, T. ve Sönmezoğlu, Ö., 2008. Tokak 157/37 Arpa Çeşidine Moleküler Markör Destekli Geri Melezleme İle Yatmaya Dayanıklılık Özelliğinin Kazandırılması. *Ülkesel Tahıl Sempozyumu*, 2-5 Haziran 2008, Konya.
- Kartal, G., Öztürk, A., Çağlar, Ö., 2003. Erzurum Koşullarında Farklı Azot Dozlarının Arpanın Maltlık Özelliklerine Etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 34 (1), 9-16.
- Kılıç, H., 2005. Diyarbakır Yağışa Dayalı Şartlarında Şahin-91 Arpa Çeşidinin Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi. *HR. Ü. Z. F. Dergisi*, 2006, 10(1/2): 73-81.

- Kon, H.İ.F., 2019. Orta Anadolu Koşullarında, Bazı Arpa Çeşitlerinin Verim, Kalite ve Azot Kullanım Randımanlarının Azotlu Gübreleme Miktarlarına Göre Belirlenmesi. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Kucera J, Lundqvist U, Gustafsson A, (1975) Inheritance Of Breviaristatum Mutants In Barley. *Hereditas* 80:263–278.
- Kuczynska A, Surma M, Adamski T, Mikolajczak K, Krystkowiak K, Ogrodowicz P. Effects Of The Semi-Dwarfing *Sdw1/denso* Gene In Barley. *J Appl Genet.* 2013;54:381–90.
- Kuczynska A, Wyka T (2011) The Effect Of The *denso* Dwarfing Gene On Morpho-Anatomical Characters in Barley Recombinant Inbred Lines. *Breeding Sci* 61:275–280.
- Larson, S.R., Habernicht, D.K., Blake, K.T. ve Adamson M.A., 1997. Backcross Grains For Six-Rowed Grain and Malt Qualities With Integression Of A Barley Yield QTL. *Journal Of American Society Of Brewing Chemists*, 55 (2), 52-57.
- Larson, S.R., Kadyrzhanova, D., Mcdonald, C., Sorrells, M. ve Blake, T.K. 1996. Evaluation Of Barley Chromosome-3 Yield QTLs In A Backcross Of F2 Population Using STS-PCR. *Theoretical and Applied Genetics*, 93, 618–625.
- Laurie DA, Pratchett N, Romero C, Simpson E, Snape JW (1993) Assignment Of The *denso* Dwarfing Gene To The Long Arm Of Chromosome 3 (3H) Of Barley By Use Of RFLP Markers. *Plant Breed* 111:198–203.
- Laurie, D.A., Pratchett, N., Bezant, J.H. ve Snape, J.W., 1995. RFLP Mapping Of Five Major Genes and Eight QTL Controlling Flowering Time In A Winter X Spring Barley Cross. *Genome*, 38, 575-585.
- Nedel, J.L., S.E. Ullrich, J.A. Clancy ve W.L. Pan., 1993. Barley Semidwarf and Standart Isotype Yield and Malting Quality Response To Nitrogen. *Crop-Science*.1993, 33:2 258-263;26.
- Öztürk, İ., Avcı, R. ve Kahraman, T., 2007. Trakya Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Arpa (*Hordeum Vulgare* L.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurları ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 21 (1), 59-68.
- Porter JR, Semenov MA (2005) Crop Responses To Climatic Variation. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 360: 2021–2035.
- Powell W, Caligari PDS, Swanston JS, Jinks JL (1985a) Genetic Investigations Into Beta-Glucan Content In Barley. *Theor Appl Genet* 71:461–466.
- Powell, W., P.D.J. Caligari, W.T.B. Thomas, ve J.L. Jinks. 1985b. The Effects Of Major Genes On Quantitatively Varying Characters In Barley. 2. The *denso* and Day Length Response Loci. *Heredity* 54:349-352.
- Richardson, K.L., Vales, M.I., Kling, J.G., Mundt, C.C. ve Hayes, P.M., 2006. Pyramiding and Dissecting Disease Resistance QTL To Barley Stripe Rust. *Theor. Appl. Genet.*, 113, 485-495.

- Saygılı İ., 2019. Arpada Kuraklığa Tolerans Qtl'lerinin Markör Destekli Seleksiyon İle Aktarılması. (Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Saygılı, İ., 2012. Arpada Kısa Boyluluk Genleri Kazandırılan Bazı Yakın İzogenik Hatların Çeşitli Tarımsal ve Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat.
- Schmieder, D.A., Kandemir, N., Kudrna, D.A., Jones, B.L., Ullrich, S.E. ve Kleinhofs, A., 2004. Molecular Marker-Assisted Selection For Enhanced Yield In Malting Barley. *Molecular Breeding*, 14, 463-473.
- Snape RW, Simpson E (1981) The Use Of Doubled Haploid Lines For Genetical Analysis In Barley. In: Proc 4th Int Barley Genetics Symp, Edinburgh, 1981. Edinburgh Univ Press, Pp 704-709.
- Son, B., 2018. Eskişehir Koşullarında Bazı Arpa Çeşitlerinde Fizyolojik ve Morfolojik Parametrelerin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Teulat. B., Merah, O., Souyris, I. ve This D., 2001. Qtls For Agronomic Traits From A Mediterranean Barley Progeny Grown In Several Environments. *Theor. Appl. Genet.*, 103, 774-787.
- Thomas, W.T.B., Powell, W., Swanston, J.S., 1991. The Effects Of Major Genes On Quantitatively Varying Characters In Barley. 4. The *Gp*ert and *denso* Loci and Quality Characters. *Heredity*, 66, 381-389.
- Turan İ., 2008. Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Buğday, Arpa ve Tritikale Çeşitlerinin Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Ülker, M., F. Sönmez, H. Ege ve N. Yılmaz. 1999. Icarda Kökenli Bazı Kışlık Arpa Çeşit ve Hatlarının Van Koşullarına Adaptasyonu Üzerine Bir Araştırma, Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt-1, Genel ve Tahıllar, Adana.
- Wang, G., Schmalenbach, I., Von Korff, M., Leon, J., Kilian. B., Rode, J. ve Pillen, K., 2010. Association Of Barley Photoperiod and Vernalization Genes With Qtls For Flowering Time and Agronomic Traits In A BC2DH Population and A Set Of Wild Barley Introgression Lines. *Theor. Appl. Genet.*, 120 (8), 1559-1574.
- Weston, D.T., Horsley, R.D., Schwarz, P.B., Goos, R.J., 1993. Nitrogen and Planting Date Effects On Low-Protein Spring Barley. *Agronomy Journal*. 85; (6) 1170-1173.
- Yavaş, İ., 2005. Farklı Dozda Azotlu Gübre (0, 4, 8, 12, 16 Kg/Da Saf Azot) Uygulamalarının Biralık Arpanın (Kaya ve Şerife Hanım) Verim, Kalite ve Agronomik Özellikler Üzerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü/Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın.
- Yin X, Kropff MJ, Stam P (1999) The Role Of Ecophysiological Models In QTL Analysis: The Example Of Specific Leaf Area In Barley. *Heredity* 82:415-421.

- Yu, G.T., Horsley, D.R., Zhang, B. ve Franckowiak, D.J., 2010 A Nev Semi-Dwarfing Gene İdentified By Molecular Mapping Of Quantitatively Trait Loci In Barley. Theoretical and Applied Genetics, 120, 853-861.
- Xu, Y., Jia, Q., Zhou, G., Zhang X.Q., Angessa, T., Broughton, S., Yan, G., Zhang, W. ve Li, C., (2017) Characterization Of The *Sdw1* Semi-Dwarf Gene In Barley. BMC Plant Biol 17, 11 (2017). <https://doi.org/10.1186/S12870-016-0964-4>
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Zabunoğlu, S., 1983. Gübreler ve Gübreleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 877, Ders Kitabı: 242, Ankara.
- Zhang J, Zhang W. Tracing Sources Of Dwarfing Genes İn Barley Breeding İn China. Euphytica. 2003;131(3):285–93.
- Zhang J. Inheritance Of Agronomic Traits From The Chinese Barley Dwarfing Gene Donors ‘Xiaoshan Lixiahuang’ and ‘Cangzhou Luodama’. Plant Breed. 2000;119(6):523–4. [View Articlegoogle Scholar](#).

7. EKLER

Çizelge 7.1. Başaklanma Süresine Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Başaklanma süresi (gün)			F Değeri
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	
Tekerrür	3	0,28	0,09	0,19 ^{ÖD}
Azot dozu	1	1,23	1,23	2,49 ^{ÖD}
Hata	3	1,48	0,49	
Genotip	4	410,60	102,65	410,60 ^{**}
Azot dozu x Genotip	4	1,40	0,35	1,40 ^{ÖD}
Hata	24	6,00	0,25	

^{ÖD}: Önemli değil; ^{**}%1 önem seviyesine göre önemli

Çizelge 7.2. Olgunlaşma Süresine Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Olgunlaşma süresi (gün)			F Değeri
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	
Tekerrür	3	32,60	10,87	15,52
Azot dozu	1	0,10	0,10	0,14 ^{ÖD}
Hata	3	2,10	0,70	
Genotip	4	88,15	22,04	63,72 ^{**}
Azot dozu x Genotip	4	3,15	0,79	2,28 ^{ÖD}
Hata	24	8,30	0,35	

^{ÖD}: Önemli değil; ^{**}%1 önem seviyesine göre önemli

Çizelge 7.3. Bitki Boyuna Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Bitki boyu (cm)			F Değeri
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	
Tekerrür	3	0,60	0,20	0,03
Azot dozu	1	35,91	35,91	4,56 ^{ÖD}
Hata	3	23,65	7,88	
Genotip	4	2230,88	557,72	227,68 ^{**}
Azot dozu x Genotip	4	5,57	1,39	0,57 ^{ÖD}
Hata	24	58,79	2,45	

^{ÖD}: Önemli değil; ^{**}%1 önem seviyesine göre önemli

Çizelge 7.4. Metrekarede Başak Sayısına Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	M ² başak sayısı (adet)			
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	408,14	136,05	1,66
Azot dozu	1	2918,97	2918,97	35,68**
Hata	3	245,42	81,81	
Genotip	4	315945,93	78986,48	442,02**
Azot dozu x Genotip	4	1429,72	357,43	2,00 ^{ÖD}
Hata	24	4288,65	178,69	

^{ÖD}: Önemli değil; **%1 önem seviyesine göre önemli

Çizelge 7.5. Yatma Oranına Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Yatma oranı (%)			
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	222,50	74,17	1,82
Azot dozu	1	22,50	22,50	0,55 ^{ÖD}
Hata	3	122,50	40,83	
Genotip	4	7433,75	1858,44	49,98**
Azot dozu x Genotip	4	33,75	8,44	0,23 ^{ÖD}
Hata	24	892,50	37,19	

^{ÖD}: Önemli değil; **%1 önem seviyesine göre önemli

Çizelge 7.6. Başakta Tane Sayısına Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Başakta tane sayısı (adet/başak)			
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	2,70	0,90	0,59
Azot dozu	1	2,70	2,70	1,78 ^{ÖD}
Hata	3	4,56	1,52	
Genotip	4	16,70	4,18	9,40**
Azot dozu x Genotip	4	2,85	0,71	1,61 ^{ÖD}
Hata	24	10,66	0,44	

^{ÖD}: Önemli değil; **%1 önem seviyesine göre önemli

Çizelge 7.7. Bin Tane Ağırlığına Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Bin tane ağırlığı (g)			
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0,74	0,25	0,53
Azot dozu	1	23,10	23,10	49,30**
Hata	3	1,41	0,47	
Genotip	4	1120,46	280,12	240,35**
Azot dozu x Genotip	4	3,10	0,77	0,66 ^{ÖD}
Hata	24	27,97	1,17	

^{ÖD}: Önemli değil; **%1 önem seviyesine göre önemli

Çizelge 7.8. Biyolojik Verime Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Biyolojik verim (kg/da)			
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	10917,91	3639,30	1,13
Azot dozu	1	70383,73	70383,73	21,93*
Hata	3	9627,27	3209,09	
Genotip	4	653843,63	163460,91	22,83**
Azot dozu x Genotip	4	2111,30	527,83	0,07 ^{ÖD}
Hata	24	171874,68	7161,45	

^{ÖD}: Önemli değil; *, ** sırasıyla %5 ve %1 önem seviyesine göre önemli.

Çizelge 7.9. Tane Verimine Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Tane verimi (kg/da)			
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	8,064	2,69	0,004
Azot dozu	1	10166,21	10166,21	15,66*
Hata	3	1947,98	649,33	
Genotip	4	62653,62	15663,41	23,05**
Azot dozu x Genotip	4	2080,70	520,17	0,77 ^{ÖD}
Hata	24	16307,26	679,47	

^{ÖD}: Önemli değil; *, ** sırasıyla %5 ve %1 önem seviyesine göre önemlidir.

Çizelge 7.10. Hasat İndeksine Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Hasat indeksi (%)			
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	6,27	2,09	1,09
Azot dozu	1	1,37	1,37	0,71 ^{ÖD}
Hata	3	5,77	1,92	
Genotip	4	139,88	34,97	29,45 ^{**}
Azot dozu x Genotip	4	6,94	1,74	1,46 ^{ÖD}
Hata	24	28,50	1,19	

^{ÖD}: Önemli değil; ^{**}%1 önem seviyesine göre önemli

Çizelge 7.11. Hektolitre Ağırlığına Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Hektolitre ağırlığı (kg)			
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0,01	0,003	0,04
Azot dozu	1	29,41	29,41	392,60 ^{**}
Hata	3	0,23	0,08	
Genotip	4	90,67	22,67	437,30 ^{**}
Azot dozu x Genotip	4	2,54	0,63	12,23 ^{**}
Hata	24	1,24	0,05	

^{**}%1 önem seviyesine göre önemli

Çizelge 7.12. Protein Oranına Ait Varyans Analiz Tablosu

Varyasyon kaynağı	Protein oranı (%)			
	Serbestlik derecesi	Kareleri Toplamı	Kareleri Ortalaması	F Değeri
Tekerrür	3	0,07	0,02	1,32
Azot dozu	1	4,62	4,62	277,44 ^{**}
Hata	3	0,05	0,02	
Genotip	4	4,81	1,20	37,99 ^{**}
Azot dozu x Genotip	4	0,47	0,12	3,72 [*]
Hata	24	0,76	0,03	

^{*}, ^{**} sırasıyla %5 ve %1 önem seviyesine göre önemlidir.

8. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Oğuzhan ÖNAL

Doğum yeri: Malatya

Medeni Hali: Bekâr

Yabancı Dili: İngilizce

e-posta: oguzhanonal44@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı	2020
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü	2017
Lise	Karaman TOKİ Anadolu Lisesi	2013