



## Comparison of Development of New and Old Wheat Varieties at High Temperature Conditioning<sup>#</sup>

Bekir Atar<sup>1,a,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Plant and Animal Production, Atabey Vocational School, Isparta University of Applied Sciences, 32670 Isparta, Turkey

\*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><sup>#</sup>This study was presented as an oral presentation at the 1<sup>st</sup> International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (Antalya, TURJAF 2019)</p> <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 21/11/2019 Accepted : 07/12/2019</p> <p><b>Keywords:</b> Wheat USU-Apogee Einkorn Emmer Vernalization</p>	<p>For about 10 thousand years, new varieties have emerged naturally or artificial in wheat. Factors for the development of new varieties are fertilization, machine use, changing taste preferences and adaptation to climate change and exc. In the study; Apogee variety, which is one of the most recently developed varieties, has low sensitivity to vernalization and photoperiod, and Einkorn and Emmer, which is one of the oldest known varieties, and Tosunbey variety, which has been developed in our country in recent years, were compared in terms of agronomic characteristics. The research was carried out at room temperature and field conditions with spring planting. At room temperature, Apogee variety reached harvest maturity in 87 days, Emmer variety's in 140 days, Tosunbey variety's in 116 days. Since Einkorn variety could not meet the need for vernalization, its development ceased at stem elongation stage. All varieties have completed their development by meeting the need for vernalization in field conditions. Apogee variety reached harvest maturity in 93 days, Einkorn variety in 118 days, Emmer variety in 108 days, Tosunbey variety in 115 days. In land conditions, Apogee varieties ripen later, while other varieties ripened earlier. Thousand grain weights were 24.3 g in Apogee variety, 17.3 g in Emmer variety, 26.7 g in Tosunbey variety at room temperature conditioning, 11.3 g in Apogee variety, 20.3 g in Einkorn variety, 24.7 g in Emmer variety and 26.0 g in Emmer variety at field conditioning. In field condition, thousand-grain weights of Apogee variety decreased seriously.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(2): 426-429, 2020

## Yeni ve Eski Buğday Çeşitlerinin Yüksek Yetiştirme Sıcaklığında Gelişimlerinin Karşılaştırılması

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 21/11/2019 Kabul : 07/12/2019</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b> Buğday USU-Apogee Einkorn Emmer Vernalizasyon</p>	<p>Buğdayda yaklaşık 10 bin yıldır doğal veya suni olarak yeni çeşitler ortaya çıkmaktadır. İnsanoğlu tarafından geliştirilen çeşitler de en önemli kriterler olarak verim, gübre ve makine kullanımı, değişen lezzet tercihleri ile iklim değişikliklerine uyum sayılabilir. Yapılan bu çalışmada; yeni geliştirilen çeşitlerden olan, vernalizasyon ve fotoperiyot hassasiyeti düşük USU-Apogee çeşidi ile daha önce geliştirilen çeşitlerden olan Einkorn ve Emmer ile yine ülkemizde geliştirilen alternatif gelişme tabiatlı Tosunbey çeşidi agronomik özellikler bakımından karşılaştırılmıştır. Araştırma oda sıcaklığında ve yazlık ekim olarak tarla koşullarında yürütülmüştür. Oda sıcaklığında yetiştirmede Apogee çeşidi 87 günde, Emmer çeşidi 140 günde, Tosunbey çeşidi 116 günde hasat olgunluğuna gelmiştir. Einkorn çeşidinin gelişimi vernalizasyon ihtiyacını karşılayamadığından dolayı sapa kalkma döneminde durmuştur. Tarla denemelerinde ise tüm çeşitler vernalizasyon ihtiyacını karşılayarak gelişimlerini tamamlamışlardır. Apogee çeşidi 93 günde, Einkorn çeşidi 118 günde, Emmer çeşidi 108 günde, Tosunbey çeşidi 115 günde hasat olgunluğuna gelmiştir. Apogee çeşidi arazi koşullarında daha geç olgunlaşırken, diğer çeşitler daha erken olgunlaşmışlardır. Oda sıcaklığında yetiştirmede bin tane ağırlıkları Apogee çeşidinde 24,2 g, Emmer çeşidinde 17,4 g, Tosunbey çeşidinde 26,5 g bulunurken, tarla denemelerinde Apogee çeşidinde 11,3 g, Einkorn çeşidinde 20,3 g, Emmer çeşidinde 24,7 g, Tosunbey çeşidinde 26,0 g olarak belirlenmiştir. Tarla denemelerinde Apogee çeşidinde bin tane ağırlığı belirgin olarak azalmıştır.</p>

<sup>a</sup> [bekiratar@isparta.edu.tr](mailto:bekiratar@isparta.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0002-1446-5699>



## Giriş

Dünya nüfusunun (7,6 milyar) 2050 yılında 10 milyarı geçeceği öngörülmektedir. Nüfusla birlikte şehirlilikle hızla artmaktadır. Şehirleşmek demek aynı zamanda gıda üretimine tam bağımlı olmak demektir. Nüfusla birlikte artan gıda ihtiyacını karşılamak için yıllık %0,8-%1,2 olan bitkisel üretim artışını iki katına çıkarmak gerekmektedir (Ray ve ark., 2012). Artan gıda ihtiyacı ancak yoğun tarımsal üretimle karşılanabilir. Yoğun tarım bileşenlerinden biri de üretim döngüsünün kısaltılmasıdır. Kısa sürede hasada gelen çeşitlerin geliştirilmesi birim alanda verimi artırma bakımından önem taşımaktadır. Aynı zamanda kısa sürede gelişen çeşitler kapalı ortamlarda üretilebildiği gibi çevresel etkilerin olumsuz baskılarından da daha az etkilenmektedir (Li ve ark., 2018).

Artan sıcaklık ve buna bağlı iklim değişiklikleri dünyada yağış dağılımının yanında tarımsal yapıyı ve yetiştirme sezonlarını da değiştirecektir (Hindlian ve ark., 2019). Bu durum zirai üretim dengelerini değiştireceğinden dolayı yeterli gıdaya ulaşma sorun olacaktır. Çözüm yöntemlerinden birisi artan sıcaklık ve yağış dağılımına uygun yeni çeşitler geliştirmektir. Buğday yetiştiriciliğinde savunma mekanizması olan vernalizasyon ve fotoperiyot hassasiyeti üretim bölgesini ve sezonunu kısıtlamaktadır. Bu özelliklere hassasiyeti azaltmak buğday üretimini daha geniş çevre ve sezonda yapabileme imkânı sağlayacaktır. Vernalizasyon ilk kez 1929 yılında tanımlansa da (Dolgushin and Lysenko, 1929) mekanizmasını anlamaya yönelik çalışmalar devam etmektedir. Vernalizasyonun çeşidin genetik özelliğine bağlı olduğu (Lysenko, 1932) uzun süredir bilinmektedir. Vernalizasyon ve fotoperiyot hassasiyeti düşük çeşitlerin geliştirilmesinde önemli gelişmeler elde edilmiş ve vernalizasyon ihtiyacı ve fotoperiyot hassasiyeti az olan yeni çeşit veya çeşitler geliştirilmiştir. Bu araştırma

vernalizasyon ihtiyacı ve fotoperiyot hassasiyeti az olan Apogee çeşidinin yetiştirme özellikleri bakımından diğer çeşitlerle karşılaştırılması amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Metot

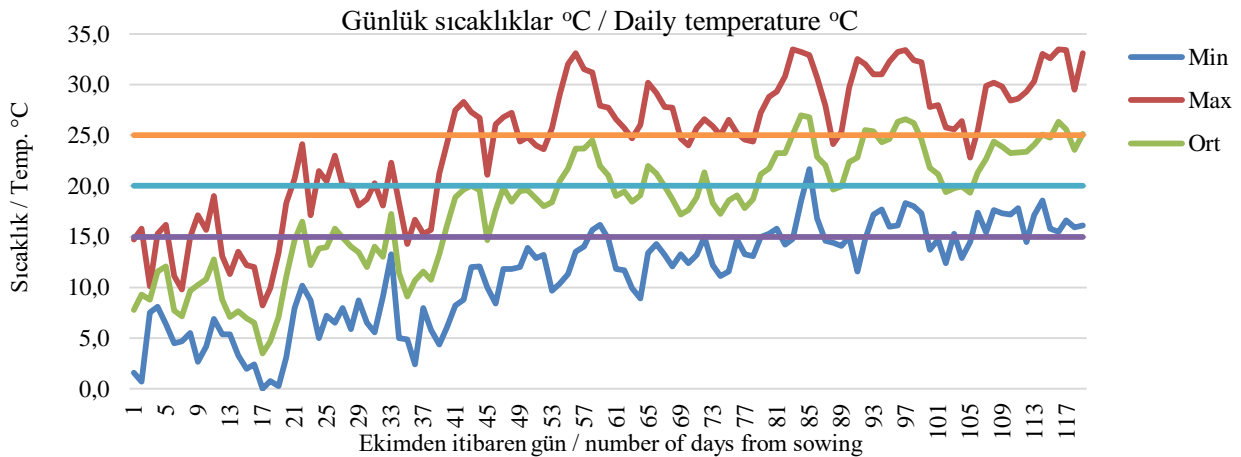
Deneme oda sıcaklığında (tam kontrollü olmayan) ve arazi koşullarında yürütülmüştür. Kapalı ortamda sıcaklık 15-25°C derece arasında değişmiş, ortalama 20°C derece olmuştur. Tohumlar 25 cm çapında plastik saksılara tarla toprağı kullanılarak 3 Aralık tarihinde ekilmiş ve gelişimleri gözlenmiştir. Tarla denemesi için ekim tesadüf parsellerine, 4 Nisan tarihinde, 3 tekrürlü olarak, 1 metre uzunluğunda 3 sıra olarak yapılmıştır. Deneme alanı toprağı %23,1 kil, %33,9 silt, %43,0 kumdan oluşmakta ve pH oranı yüksektir (8,1). Her iki ortam denemesinde toprak nemi elle kontrol edilerek gerektiğinde sulama yapılmıştır. Arazi denemeleri yetiştirme dönemine ait sıcaklık verileri Şekil 1'de verilmiştir (MGM, 2019)

Çalışmada dört buğday çeşidi kullanılmıştır. Çeşitler Çizelge 1'de belirtilmiştir. Einkorn ve Emmer bilinen eski buğday çeşitlerindedir. Tosunbey çeşidi Türkiye'de geliştirilen ve alternatif gelişme tabiatlı verim açısından başarılı sonuç veren çeşitlerdendir. Kırmızı sert yazlık USU-Apogee ekmeklik buğday çeşidi Utah Agricultural Experiment Station ve NASA işbirliği ile 1996 yılında geliştirilmiştir. USU-Apogee çeşidi sıcaklığa bağlı olarak 45-50 cm boylanmaktadır. Kontrollü ortamlarda meydana gelen kalsiyum kaynaklı yaprak ucu nekrozuna dirençlidir (Bugbee ve ark., 1997). İncelenen özelliklerle ilgili elde edilen verilerin istatistik analizi (ANOVA) SPSS paket programında, grupların harflendirilmeleri ise Duncan testine göre yapılmıştır.

Çizelge 1. Denemede kullanılan buğday çeşitleri

Table 1. The wheat varieties used in the trial

Yaygın isim	Botanik ismi	Ploidy seviyesi	Kavuzlu yada Kavuzsuz
USU-Apogee	<i>T. aestivum</i> L.	Hexaploid	Kavuzsuz
Einkorn	<i>T. monococcum</i> L.	Diploid	Kavuzlu
Emmer	<i>T. dicoccon</i> Schrank.	Tetraploid	Kavuzlu
Tosunbey	<i>T. aestivum</i> L.	Hexaploid	Kavuzsuz



Şekil 1. Tarla denemeleri boyunca günlük sıcaklıklar (4 Nisan-31 Temmuz 2019)

Figure 1. The daily Temperature during field trials (4 April-31 July 2019)

## Bulgular ve Tartışma

Oda sıcaklığında Einkorn çeşidinin kardeşlenme sonunda gelişimi durmuş ve yetiştirme sürecini tamamlayamamıştır. Oda sıcaklığı ortalama 20°C olurken, en düşük 15°C, en yüksek 25°C olmuştur. Belirtilen sıcaklık aralığında Einkorn çeşidi vernalizasyon ihtiyacını karşılayamamıştır. Diğer çeşitler bu sıcaklık aralığında vernalizasyon ihtiyacını karşılayarak gelişimlerini tamamlamışlar ve verime ulaşmışlardır. Feekes 6 (ilk boğum görülür) ve Feekes 10,1 (başak ucu görülür) arası süre vernalizasyon ihtiyacı olan bitkiler için kritik bir aşamadır. Bu süre vernalizasyon ihtiyacı çok düşük olan/olmayan Apogee çeşidinde 12 gün, Tosunbey çeşidinde 31 gün, Emmer çeşidinde ise 63 gün olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Hasat olgunluğuna ulaşmaları Apogee çeşidinde 87, Emmer çeşidinde 140, Tosunbey çeşidinde 116 gün olarak gerçekleşmiştir.

Baharlık geç ekim tarla denemelerinde tüm çeşitler gelişimlerini tamamlayarak verime ulaşmışlardır. Oda sıcaklığında görülen Feekes 6 ve Feekes 10,1 arası orantısız süre tarla denemelerinde ortadan kalkmıştır. Bu süre Apogee çeşidinde 10, Einkorn çeşidinde 8, Emmer çeşidinde 17, Tosunbey çeşidinde ise 11 gün olarak gerçekleşmiştir. Hasat olgunluğuna erişme süresinde çeşitler arasındaki belirgin fark azalmıştır. Yine en erken olgunluğa erişen çeşit Apogee olmuş ancak tarla denemelerinde süre uzayarak 93 güne çıkmıştır (Çizelge 2). Emmer çeşidinin oda sıcaklığında 140 gün olan hasat süresi tarla denemelerinde 108 güne düşmüştür. Tosunbey çeşidinde her iki ortamda hasat süresi yaklaşık olarak aynı olmuştur. Einkorn çeşidi ise 118 günde hasat olgunluğuna ulaşmıştır.

Bitki boyu bakımından oda sıcaklığında çeşitler arasında farklılıklar görülse de bu fark istatistiki olarak önemli çıkmamıştır. Tarla denemelerinde ise çeşitler arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Her iki ortamda en kısa bitki boyu Apogee çeşidinde bulunurken, en yüksek bitki boyu Einkorn ve Emmer çeşitlerinde bulunmuştur (Çizelge 3). Tarla denemelerinde

ise ortalama bitki boyu (76 cm) oda sıcaklığına (47,0 cm) göre belirgin olarak yüksek bulunmuştur. Oda sıcaklığında başak boyu Apogee çeşidinde (6,0 cm) diğer çeşitlere göre daha düşük bulunmuştur. Tarla denemelerinde ise en yüksek başak boyu Apogee çeşidinde (10,0 cm), daha sonra sırasıyla Tosunbey (9,3 cm), Emmer (7,1 cm), ve Einkorn (6,3 cm) çeşitlerinde bulunmuştur. Ortamlar arasında başak boyu ortalamaları arasında fark bulunmamıştır. Başakta tane sayısı bakımından ortam ve çeşitler arasında fark önemli bulunmuştur. Oda sıcaklığında en yüksek başakta tane sayısı Tosunbey çeşidinde (18,0 adet) en düşük ise Apogee çeşidinde (11,7 adet) bulunmuştur. Tarla denemelerinde en yüksek başakta tane sayısı yine Tosunbey çeşidinde (23,0 adet) en düşük ise Einkorn çeşidinde (13,3 adet) bulunmuştur. Tarla denemelerinde ortalama başakta tane sayısı (19,0 adet) daha yüksek bulunmuştur. Bin tane ağırlığı bakımından ortamlar arasında fark bulunmazken, çeşitler arasında en yüksek değerler Tosunbey çeşidinde elde edilmiştir. Oda sıcaklığında 26,7 g, arazide 26 g olarak bulunmuştur. Apogee çeşidi oda sıcaklığında daha yüksek bin tane ağırlığına (24,3 g) ulaşırken tarla denemelerinde (11,3 g) daha düşük kalmıştır. Emmer çeşidinde ise tam tersi bir durum gözlenmiştir (Çizelge 3).

USU-Apogee çeşidi her iki yetiştirme ortamında diğer çeşitlere göre tüm gelişim dönemlerini daha kısa sürede tamamlamıştır (Çizelge 2). Apogee çeşidi sürekli ışık ve 25°C sıcaklıkta 60 günde hasat olgunluğuna erişmektedir. Ancak sıcaklık 17°C dereceye düştüğünde hasat süresi 95 güne çıkmaktadır (Bugbee ve ark.,1997). Çalışmamızda hasat olgunluğuna erişim oda sıcaklığında (15-25°C arası) 87 gün, tarla koşullarında 93 gün olmuştur. Apogee çeşidinin vernalizasyon ve fotoperiyot hassasiyeti son derece düşük ya da olmadığı belirtilmiştir. Alternatif gelişme tabiatlı bir çeşit olan Tosunbey çeşidinde agronomik özellikler bakımından her iki ortamda istikrarlı bir şekilde birbirine yakın değerler vermiştir. Tosunbey çeşidinin vernalizasyon isteğinin ve fotoperiyot hassasiyetinin son derece düşük olduğunu söylemek mümkündür.

Çizelge 2. Buğday çeşitlerinin farklı ortamlarda gelişim aşaması (Feekes) tarihleri ve ekimden itibaren geçen süre (gün)  
Table 2. The growth stages (Feekes) of wheat varieties in different environments and the period since sowing (day)

Ortam	Ekim tar.	Çeşit	Feekes 2	Feekes 6	Feekes 10.1	Feekes 10.51	Feekes 11
Oda sıcaklığı	3.12.2018	Apogee	1.01.2019 29	21.01.2019 49	2.02.2019 61	6.02.2019 65	28.02.2019 87
		Einkorn	4.01.2019 32	xx xx	xx xx	xx xx	xx xx
		Emmer	5.01.2019 33	15.01.2019 43	19.03.2019 106	25.03.2019 112	22.04.2019 140
		Tosunbey	12.01.2019 40	22.01.2019 50	22.02.2019 81	27.02.2019 86	29.03.2019 116
		Apogee	16.05.2019 42	23.05.2019 49	2.06.2019 59	12.06.2019 69	6.07.2019 93
Arazi	4.04.2019	Einkorn	24.05.2019 50	12.06.2019 69	20.06.2019 77	25.06.2019 82	31.07.2019 118
		Emmer	19.05.2019 45	31.05.2019 57	17.06.2019 74	23.06.2019 80	21.07.2019 108
		Tosunbey	22.05.2019 48	3.06.2019 60	14.06.2019 71	21.06.2019 78	28.07.2019 115
		Apogee	16.05.2019 42	23.05.2019 49	2.06.2019 59	12.06.2019 69	6.07.2019 93
		Einkorn	24.05.2019 50	12.06.2019 69	20.06.2019 77	25.06.2019 82	31.07.2019 118

Çizelge 3. Farklı ortamlarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin verim özellikleri  
Table 3. Yield characteristics of wheat varieties grown in different environments

Çeşit	Bitki boyu (cm)		Başak boyu (cm)		Başakta tane say. (ad)		Bin tane ağı. (g)	
	Oda sıc.	Arazi	Oda sıc.	Arazi	Oda sıc.	Arazi	Oda sıc.	Arazi
Apogee	31,0	41,7 <sup>c</sup>	6,0 <sup>b</sup>	10,0 <sup>a</sup>	11,7 <sup>b</sup>	20,0 <sup>a</sup>	24,3 <sup>a</sup>	11,3 <sup>c</sup>
Einkorn	xx	94,7 <sup>a</sup>	xx	6,3 <sup>c</sup>	xx	13,3 <sup>b</sup>	xx	20,3 <sup>b</sup>
Emmer	58,3	96,7 <sup>a</sup>	7,0 <sup>ab</sup>	7,1 <sup>bc</sup>	14,3 <sup>ab</sup>	19,7 <sup>a</sup>	17,3 <sup>b</sup>	24,7 <sup>ab</sup>
Tosunbey	51,7	71,0 <sup>b</sup>	9,3 <sup>a</sup>	9,3 <sup>ab</sup>	18,0 <sup>a</sup>	23,0 <sup>a</sup>	26,7 <sup>a</sup>	26,0 <sup>a</sup>
Ortalama	47,0 <sup>B</sup>	76,0 <sup>A</sup>	7,4	8,2	14,7 <sup>B</sup>	19,0 <sup>A</sup>	22,8	20,6
Kareler ort.	609,3	1979,3	8,8	9,3	30,3	49,6	70,8	131,6
F Çeşit	3,3 <sup>öd</sup>	141,4 <sup>**</sup>	3,6 <sup>*</sup>	4,2 <sup>*</sup>	3,5 <sup>*</sup>	5,4 <sup>*</sup>	21,2 <sup>**</sup>	18,8 <sup>**</sup>
F Ortam	26,8 <sup>**</sup>		3,6 <sup>öd</sup>		19,6 <sup>**</sup>		3,7 <sup>öd</sup>	

\*\*:%1, \*:%5 seviyesinde istatistikî olarak önemlidir, öd: önemli değil

Bitki boyu oda sıcaklığında çeşitler bazında belirgin farklılık göstermesine rağmen fark istatistikî olarak önemli çıkmamıştır. Bu durumun oda sıcaklığında ana bitki ve kardeşlerin düzensiz gelişmesinden ve farklı boylarda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bitki boyunun tarla denemelerinde daha homojen olması ve çeşitler arasında fark çıkması vernalizasyon ihtiyacı olan bitkilerde yüksek sıcaklıkların olumsuz etkisi olarak değerlendirilmiştir.

Apogee çeşidinde bin tane ağırlığı arazide daha düşük olmuştur. Çeşit verimi ve hızlı gelişimi için 23 °C sıcaklık en uygun çevre koşulu olarak belirtilmektedir (Bugbee ve ark., 1997). Bu durum arazi şartlarında bin tane ağırlığının düşmesini açıklamaktadır. Eski buğday çeşitlerinde incelenen özellikler bakımından varyasyon oldukça fazla gözlenmiştir. Bu durum yabancılik özelliklerini nispeten koruduklarını göstermektedir.

Buğday 3°C ile 17°C arasında vernalize olabilmekte, ancak 3-10°C arasında daha kısa sürede olmaktadır (Flood ve Halloran, 1986). Çalışma sonuçlarından anlaşılacağı üzere Emmer, Tosunbey ve Apogee çeşitleri 15 derecenin üstündeki sıcaklıklarda vernalizasyon ihtiyacını karşılayabilmekte ve 12 saatin altındaki gün uzunluğunda çiçeklenebilmektedir. Baskın Vrn genine sahip Emmer çeşidinin (Goncharov, 1999) Feekes 6 büyüme aşamasından Feekes 10.1 aşamasına geçişi yaklaşık 63 gün sürmüştür. Bu durum çeşidin bu sıcaklık aralığında vernalizasyon ihtiyacını karşılamakta zorlandığını göstermektedir. Gün uzunluğunun nispeten artması yada uzun vejetasyon süresinde vernalizasyon ihtiyacını karşılamada yardımcı olduğu düşünülmektedir (Moshvov, 1987). Aynı zamanda uzun gün ihtiyacı olan bitkilerde de vejetasyon süresi uzamaktadır (Beales ve ark., 2007).

Gotoh (1980), vernalizasyon süresinin çeşidin genetik yapısına bağlı olarak 20 ile 60 gün arasında değişebileceğini belirtmiştir. Oda sıcaklığında çiçeklenemeyen Einkorn çeşidinin vernalizasyon ihtiyacının 15°C altında karşılandığı söylenebilir. Ancak arazi denemelerinde sorunsuz gelişen bu çeşidin vernalizasyon ihtiyacının çok az olduğu veya 5°C'nin

üstünde de karşılandığı söylenebilir. Çünkü Şekil 1'de görüleceği 4 Nisan ekiminden hasat kadar olan sürede sıcaklığın 5°C'nin altına düştüğü gün sayısı 16'dır. Ayrıca 1 Mayıs'tan sonra 5°C'nin altına sadece 2 gün düşmüştür. Einkorn 1 Mayısta ekilmesi durumunda da sorunsuz gelişebilmektedir.

### Kaynaklar

- Beales J, Turner A, Griffiths S, Snape JW, Laurie DA. 2007. A Pseudo-Response Regulator is misexpressed in the photoperiod insensitive Ppd-D1a mutant of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 115(5): 721-733. doi:10.1007/s00122-007-0603-4.
- Bugbee B, Koerner G, Albrechtsen R, Dewey W, Clawson, S. 1997. Registration of 'USU-Apogee' wheat. *Crop science*, 37(2): 626-626.
- Dolgushin DA, Lysenko TD. 1929. To question of the nature of winter growth habit. *Proc Symp. Genet., Breed., Seed Production and Animal Breed*, 3: 189-199.
- Flood RG, Halloran GM. 1986. Genetics and physiology of vernalisation response in wheat. *Advances in Agronomy*, 39: 87-123.
- Goncharov NP. 1999. Genetics of growth habit (spring vs. winter) in tetraploid wheats: production and analysis of near-isogenic lines. *Hereditas* 130: 125-130.
- Gotoh T. 1980. Gene analysis of the degree of vernalization requirement in winter wheat. *Japan. J. Breed.* 30: 1-10.
- Hindlian A, Lawson S, Banerjee S, Duggan D, Hinds M. 2019. Taking the heat making cities resilient to climate change. The Goldman Sachs Group, Inc. <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/gs-research/taking-the-heat/report.pdf>. Erişim: 20.10.2019.
- Li H, Rasheed A, Hickey LT, He Z. 2018. Fast-forwarding genetic gain. *Trends in plant science*, 23(3): 184-186.
- Lysenko TD. 1932. Fundamental results of research on the vernalisation of agricultural plants. *Bull. Jarov*, 4: 1-57.
- MGM. 2019. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. [www.mgm.gov.tr](http://www.mgm.gov.tr)
- Moshkov BS. 1987. Aktinoritmizm u rastenij (Plant actinorhythmicity). *Kolos, Moscow*.
- Ray DK, Ramankutty N, Mueller ND, West PC, Foley JA. 2012. Recent patterns of crop yield growth and stagnation. *Nature Communications*, 3: 1293.