



## The effects of day length changes upon several germination parameters in several culture plants

Gökhan ORHANOĞLU<sup>1</sup>, Güler ÇOLAK<sup>\*1</sup>, Ercan ÇATAK<sup>1</sup>, Murat ARDIÇ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Eskişehir Osmangazi University, Arts and Sciences Faculty, Eskişehir, Turkey

### Abstract

The effects of day length changes upon in certain culture plants, which are known as responsive to photoperiodic stimulus changes in their reproductive growth periods, on various germination parameters in their vegetative growth periods were studied. Decreases in the germination ratios of *Hordeum vulgare* cv. Özdemir, *Triticum aestivum* cv. Alpu, *Triticum aestivum* cv. Sönmez plants which are long day monocotyles with black-out implementations were determined in our study and when photoperiodic stimulus changes were determined between each other, no statistical difference was observed. The lowest germination ratios were provided in dark conditions for *Spinacia oleracea* cv. AG-8117, *Spinacia oleracea* cv. AG-8121, *Raphanus sativus* cv. 8TR-18 among long day dicotyles and the difference in 8TR-18 that was created by photoperiodic stimulus changes was not found significant. Day length changes could not be effective upon the germination ratios of *Hordeum vulgare* cv. İnce-04 from long day monocotyles and *Oryza sativa* cv. Gönen from short day monocotyles and the same germination ratios were reached in all lines. *Oryza sativa* cv. Kızıltan, *Sorghum bicolor* cv. Nes, *Sorghum bicolor* cv. Gözde-80 from short day monocotyles, *Glycine max* cv. Nova from short day dicotyles and *Lycopersicon esculentum* cv. Wisconsin, *Lycopersicon esculentum* cv. D-9 from neutral day dicotyles acted responsive to photoperiodic stimulus changes. Long day induction caused that germination significantly became slower in *Sorghum bicolor* cv. Gözde-80, which is a short day plant. The fastest germination was provided with the seeds to which black-out was applied and delays occurred in germination velocity in parallel with the increases in day length. In *Hordeum vulgare* from long day plants and *Lycopersicon esculentum* from neutral day plants, the fastest germination was provided with the seeds to which black-out was applied. The increase in day length caused germination in *Raphanus sativus* from long day plants to become significantly slower; however, the fastest germination in *Triticum aestivum* and *Spinacia oleracea* was provided with the seeds to which long day was applied. Significant changes that can differ at genotype level were met in the parameters of germination index and velocity coefficient as well.

**Key words:** Photoperiod, Photoperiodism, Plants, Seed, Germination

----- \* -----

### Bazı kültür bitkilerinde gün uzunluğu değişimlerinin bazı çimlenme parametreleri üzerine etkileri

#### Özet

Gün uzunluğu değişimlerinin, reproduktif büyüme dönemlerinde fotoperiyodik uyartı değişimlerine duyarlı olduğu bilinen bazı kültür bitkilerinin vegetatif büyüme dönemlerinde bazı çimlenme parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmamızda karanlık uygulamalarıyla uzun gün monokotillerinden *Hordeum vulgare* cv. Özdemir, *Triticum aestivum* cv. Alpu, *Triticum aestivum* cv. Sönmez bitkilerinin çimlenme oranlarında düşüşler belirlenmiş, fotoperiyodik uyartı değişimleri kendi aralarında değerlendirildiğinde ise istatistiki fark gözlenmemiştir. Uzun gün dikotillerinden *Spinacia oleracea* cv. AG-8117, *Spinacia oleracea* cv. AG-8121, *Raphanus sativus* cv. 8TR-18'de de en düşük çimlenme oranları karanlık şartlarda sağlanmış, fotoperiyodik uyartı değişimlerinin 8TR-18'de oluşturduğu farklılık ta anlamlı bulunmamıştır. Gün uzunluğu değişimleri, uzun gün monokotillerinden *Hordeum vulgare* cv. İnce-04, kısa gün monokotillerinden *Oryza sativa* cv. Gönen tohumlarının çimlenme oranları üzerinde etkili olamamış, tüm serilerde aynı çimlenme oranlarına ulaşılmıştır. Kısa gün monokotillerinden *Oryza sativa* cv. Kızıltan, *Sorghum bicolor*

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902222291718; Fax.: +902222291718; E-mail: gulercolak@ttmail.com

cv. Nes, *Sorghum bicolor* cv. Gözde-80, kısa gün dikotillerinden *Glycine max* cv. Nova, nötr gün dikotillerinden *Lycopersicon esculentum* cv. Wisconsin, *Lycopersicon esculentum* cv. D-9 fotoperiyodik uyartı değişimlerine duyarlı davranmışlardır. Kısa gün bitkisi *Sorghum bicolor* cv. Gözde-80'de uzun gün indüksiyonu çimlenmenin belirgin olarak yavaşlamasına neden olmuştur. Diğer kısa gün bitkilerinde en hızlı çimlenme karanlık uygulanan tohumlarla sağlanmış, gün uzunluğundaki artışlara koşut olarak çimlenme hızlarında gecikmeler olmuştur. Uzun gün bitkilerinden *Hordeum vulgare* ve nötr gün bitkilerinden *Lycopersicon esculentum*'da da en hızlı çimlenme karanlık uygulanan tohumlarla sağlanmıştır. Gün uzunluğundaki artış, uzun gün bitkilerinden *Raphanus sativus*'da çimlenmenin belirgin olarak yavaşlamasına neden olmuş, buna karşın *Triticum aestivum* ve *Spinacia oleracea*'da en hızlı çimlenme uzun gün uygulanan tohumlarla sağlanmıştır. Çimlenme indeksi ve hız katsayısı parametrelerinde de genotipler seviyesinde farklılaşabilen önemli değişimlerle karşılaşmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Fotoperiyot, Fotoperiyodizm, Bitkiler, Tohum, Çimlenme

## 1. Giriş

Çimlenme bitkilerde gelişim evrelerinin ilkidir. Çimlenmenin olabilmesi için tohumda canlılığın bulunması ve çimlenme için uygun ortam koşullarının sağlanması gerekir (Elçi vd., 1987; Yürür, 1994).

Biyosferin esas ekolojik faktörlerinden olan ışık (Geldiay ve Kocataş, 1983), kimi bitki tohumlarının çimlenmelerinde değişiklikleri başlatan etkin bir faktördür (Şehirli, 2002). Kimi bitki tohumlarında ise başka dış etkenler ışığın yerini almaktadır (Kacar, 1989). Işık hem çimlenmenin başlatılması üzerine etkisi hem de fide büyümesini kontrol edici etkisi yüzünden tohum çoğaltılmasında önemli rol oynar (Kaşka ve Yılmaz, 1990). Kadioğlu'na göre (2007), bitki yaşamında ışığın etkisi, bitki gelişiminin en başında yani tohum çimlenmesi esnasında görülmekte, birçok bitki tohumunda çimlenme ışıktan etkilenmektedir. Bu etkilenme uyarılma şeklinde olabileceği gibi, engellenme şeklinde de olabilir. Özel ışık koşulları bazı tohumlarda olgunlaşma ya da imbibisyon sırasında dormansiye neden olabilir; fakat bazı tohumlarda tam tersine ışık dormansiye kırabilir. Bütün bu etkileri düzenleyen reseptör ise fitokromdur (Kadioğlu, 2007).

Genç ve Tükel (1996), keza Eser (1997), çimlenme mekanizmalarında ışığa duyulan gereksinim açısından bitki türlerini: çimlenebilmek için ışığa gereksinim bitkiler, çimlenmede ışığın mutlak gerekli olmadığı; fakat ışığın çimlenmeyi teşvik ettiği bitkiler, mutlak karanlık isteyen bitkiler ve hem karanlık hem de ışıktaki çimlenebilen; fakat karanlıkta daha iyi çimlenen bitkiler olarak dört gruba ayırırlar. Öztürk ve Seçmen (1999) ise çimlenmede ışığa duyarlı tohumları pozitif fotoblastik, duyarlı olmayanları ise negatif fotoblastik olarak adlandırır. Bazı bitki tohumları ise ışığa karşı kayıtsızdırlar (Akman ve Darıcı, 1998; Akman vd., 2001).

Işığın çimlenme üzerindeki rolü ile ilgili olarak geçmişte birçok gözlemler yapılmıştır (Kaşka ve Yılmaz, 1990). *Clematis vitalba*'da yapılan bir çalışmada, ışık çimlenmeyi sadece diğer faktörlerin bir veya ikisiyle beraber uygulandığı zaman arttırabilmiş, tek başına uygulandığında çimlenme üzerinde etkili olmamıştır (Bungard vd., 1997). Milberg ve arkadaşlarının çalışmalarında (1996), inceleme kapsamına alınan 11 bitki familyasından 8'i kısa süreli ışık maruziyetine (PAR: 210 molm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) cevap veren türler içermiş, 44 türden 24'ünde çimlenme kısa süreli ışık maruziyeti ile teşvik edilmiş, diğer 20 tür ya hiç tepki göstermemiş ya da çelişkili sonuçlar vermiştir (Milberg vd., 1996). Farklı tohum kütleli (0.032-22 mg) bitki türlerinin soğukta stratifiye olmuş tohumlarında çimlenme için ışık gereksinimlerini araştıran bir başka çalışmada, ışığa tepki diğer bir ifade ile nispi ışık çimlenmesi, tohum kütlesi ile açık bir biçimde azalma göstermiş, altı tür ışıktaki (12 saat fotoperiyodik indüksiyon; PAR: 10.5 ± 1.5 µmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) ve karanlıkta aşağı yukarı eşit düzeylerde çimlenirken, iki tür en iyi çimlenmeyi karanlıkta gerçekleştirmiştir (Milberg vd., 2000). Farklı bitki türlerinin tohumlarının çimlenme yüzdeleri ve çimlenme oranları üzerinde ışığın etkilerini inceleyen bir çalışmada, tohumlar devamlı karanlıkta ya da 14 saat günlük fotoperiyodik indüksiyon altında çimlenmeye terk edildiklerinde, tohum çimlenmesinin ışıkla anlamlı olarak etkilendiği sonucuna varılmış, 10 tür karanlıkta hiç çimlenemezken, 1 tür sadece % 7 düzeylerinde çimlenme göstermiş; ancak bunlarda bir başlangıç ışık maruziyeti dormansiye tamamen ortadan kaldırdığı gibi % 70'den fazla tohum çimlenmesi de sağlamış, karanlıkta imbibisyon olan ve çimlenemeyen 11 türden 8'i daha sonra ışığa transfer edildiklerinde, karanlığın sekonder dormansiye tetiklediğini akla getirerek, anlamlı şekilde daha yüksek bir çimlenme yüzdesi vermemişlerdir (Flores vd., 2006). *Iberis pectinata* ve *Ziziphora aragonensis* durumunda da tohum çimlenmesi analiz edilen tüm sıcaklık değerlerinde karanlıkta fotoperiyotla (12 saat; PAR: 25 µmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) elde edilenlerden oldukça düşük olmuştur (Copete vd., 2009).

*Acacia aroma*, *Acacia caven* ve *Acacia furcatispina* tohumlarının çimlenme karakteristiklerini belirlemeye yönelik bir çalışmada, tohumlar farklı sıcaklık ve farklı ışık (12/12 saat günlük fotoperiyot ya da tam karanlık) sistemlerinde incelemeye alındıklarında, üç türün skarifiye edilmiş tohumlarının ve *A. furcatispina*'nın skarifiye olmamış tohumlarının çimlenmesi sıcaklıkla etkilenmiş; fakat ışık uygulamaları ile değişmemiş, tohumlar tüm sıcaklık sistemlerinde ışıktaki ve karanlıkta eşit olarak iyi çimlenmiştir (Funes ve Venier, 2006). *Artemisia arenaria*, *Artemisia ordosica* ve *Artemisia sphaerocephala* ile yapılan bir çalışmada, 10 °C ve diğer birkaç sıcaklık rejiminde final çimlenme yüzdeleri, fotoperiyot uygulamalarında (12 saat; PAR: 80-90 µmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) kesikli karanlık (çimlenmeyi görüntülemek için günde 1-2 dakika PAR: 2 µmolm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup> düzeyinde loş ışığa maruziyet) uygulamalarından daha düşük olmuş, bazı sıcaklık rejimlerinde ise tam karanlıkta, kesikli karanlıkta elde edilen ortalamalardan oldukça düşük final çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir (Tobe vd., 2006). Çimlenme mekanizmaları açısından, *Vaccinium arctostaphylos*

(Shahram, 2007) ve *Melastoma malabathricum* (Faravani ve Bakar, 2007) tohumları pozitif fotoblastik, *Genipa americana* tohumları fotoblastik nötral (De Souza vd., 1999) olarak tanımlanmıştır. *Lavandula stoechas* tohumlarının çimlenmesi üzerinde sıcaklık ve ışığın (12 saat fotoperiyodik indüksiyon) etkilerini belirlemeye yönelik bir çalışmada ise, ışıkta inkübasyona alınan tohumlarda (25 °C'nin istisnası ile) karanlıktakilerden daha hızlı çimlenme saptanmıştır (Maher vd., 2000).

Bitkilerin farklı ışık periyotlarına karşı gösterdikleri periyodik büyüme değişiklikleri (Önder ve Yentür, 1999) ya da bir bitkinin günlük ışık ve karanlık periyotlarına karşı davranışları (Kadioğlu, 2007) olarak tanımlanabilen fotoperiyodizm, bitkilerin dünya üzerindeki dağılımlarını ve doğal yayılışlarını belirleyen önemli bir faktördür (Kırtok, 2002; Şehirli, 2002). Fotoperiyodizmin keşfinin tarımsal uygulamalar üzerindeki etkileri de büyük olmuştur. Gün uzunluğuna ya da fotoperiyoda tepkiler, bitkilere iklimsel şartlarda mevsimsel değişikliklerden önce davranıp, fizyolojilerini adapte etme imkanı sunmaktadır (Carre, 2004). Bitki kısımlarının ekonomik değerlerine dayanarak kültür yapma mevsimi ve türlerdeki seçim mekanizmaları yönünden, fotoperiyodizm bilgileri tarımsal pratikler açısından çok önemlidir (Öztürk ve Seçmen, 1999). Sadece çiçeklenme ve buna ilişkin özellikler değil, tohum çimlenmesi, tomurcuk dormansisi, gövde ve yaprak büyümesi, bulb ve tuber oluşumu dahil bitki gelişiminin diğer birçok görünümü de fotoperiyotla düzenlenmektedir (Carre, 2004).

Bizim çalışmamızda da günlük aydınlanma sürelerine gösterdikleri çiçeklenme cevaplarına göre uzun gün, kısa gün ve nötral gün bitkileri olarak tanımlanan (Kadioğlu, 2007) bazı kültür bitkilerinin, tohum çimlenme evrelerinde fotoperiyodik uyarı değişimlerine olan tepkileri değerlendirilmiştir.

Çalıştığımız kültür bitkilerinin Ülkemiz için tarımsal önemini değerlendirilmesinde FAO Türkiye verileri esas alınmıştır. FAO, Türkiye verilerine göre, 2008 yılında Ülkemizde buğday hasat edilen alan: 7582531 hektar, arpa hasat edilen alan: 2732188 hektar, çeltik hasat edilen alan: 99493 hektar, sorgum hasat edilen alan: 37 hektar, soya fasulyesi hasat edilen alan: 9444 hektar, ıspanak hasat edilen alan: 24000 hektar, domates hasat edilen alan: 300000 hektardır. Araştırma materyallerimizi oluşturan kültür bitkilerinin 2008 yılı üretim miktarları: buğday için: 17782000 ton, arpa için: 5923000 ton, çeltik için: 753325 ton, sorgum için: 114 ton, soya fasulyesi için: 34461 ton, ıspanak için: 225746 ton, domates için: 10985400 ton'dur. Aynı kaynağa göre, aynı yıl hektar başına verim: buğday için: 23451 Hg/Ha, arpa için: 21678 Hg/Ha, çeltik için: 75716 Hg/Ha, sorgum için: 30810 Hg/Ha, soya fasulyesi için: 36489 Hg/Ha, ıspanak için: 94060 Hg/Ha, domates için: 366180 Hg/Ha düzeylerinde olmuştur (www.fao.org).

FAO, Türkiye verilerine göre, 2007 yılında Ülkemiz 17234000 ton buğday üretimi ile dünya sıralamasında dokuzuncu, 7306800 ton arpa üretimi ile dünya sıralamasında altıncı, 235731 ton ıspanak ve 9945043 ton domates üretimleri ile dünya sıralamasında dördüncüdür. Buna karşın soya fasulyesinde 30666 ton, çeltikte 648000 ton ve sorgum'da 116 ton üretim ile ilk 20'de yer almaz (www.fao.org).

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmamızın bitkisel materyalini *Poaceae* (*Gramineae*) (buğdaygiller) familyasından *Hordeum vulgare* L. (arpa), *Triticum aestivum* L. (buğday), *Oryza sativa* L. (pirinç) ve *Sorghum bicolor* (L.) Moench. (koca darı), *Chenopodiaceae* (kazayağıgiller) familyasından *Spinacia oleracea* L. (ıspanak), *Brassicaceae* (*Cruciferae*) (hardalgiller) familyasından *Raphanus sativus* L. (turp), *Fabaceae* (*Leguminosae*) (baklagiller) familyasından *Glycine max* (L.) Merr. (soya fasulyesi) ve *Solanaceae* (patlıcangiller) familyasından *Lycopersicon esculentum* Mill. (domates) oluşturmaktadır. Tümü *Spermatophyta* bölümünden *Angiospermae* grubuna ait olan bitkisel materyalimizin ilk dört örneği (*H. vulgare*, *T. aestivum*, *O. sativa* ve *S. bicolor*) *Liliopsida* (*Monocotyledoneae*) sınıfına dahil bitki türlerinden seçilmiştir. Geri kalan dört örnek ise (*S. oleracea*, *R. sativus*, *G. max* ve *L. esculentum*) *Magnoliopsida* (*Dicotyledoneae*) sınıfına ait bitki türlerinden oluşmaktadır (Seçmen vd., 2000). Araştırma materyalini oluşturan bitki türleri, gün uzunluğu farklılıklarına olan duyarlılıklarına göre (geçmişte çiçeklenme olgusu için literatürde bildirilen sınıflandırmalar esas alınarak) uzun gün, kısa gün ve nötral gün bitkileri olarak sınıflandırılarak, aynı kategoriye giren bitki türlerinin tohum çimlenme parametreleri değerlendirilmiştir.

Ele aldığımız parametrelerde genotipler düzeyinde ortaya çıkabilecek farklılıkları test etmek amacıyla, her bitki türü için iki farklı kültür varyetesi incelenmiştir. Bu amaçla kullandığımız *Hordeum vulgare* cv. İnce-04 ve Özdemir, *Triticum aestivum* cv. Alpu ve Sönmez, *Lycopersicon esculentum* cv. Wisconsin ve D-9, *Raphanus sativus* cv. 8TR-17 ve 8TR-18 tohumları Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden, *Glycine max* cv. Nova ve Ataem Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden, *Sorghum bicolor* cv. Nes ve Gözde-80 Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden, *Oryza sativa* cv. Gönen ve Kızıltan Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden, *Spinacia oleracea* cv. AG-8121 ve AG-8117 tohumları da Agromar Firmasından temin edilmişlerdir.

### 2.2. Yöntem

Çalışmamızın araştırma materyalini oluşturan bitki tohumları, in vitro kültürler için istenen ve önerilen tekniklere uygun olarak (Başaran, 1990; Babaoğlu vd., 2000), öncelikle bir seri yüzeysel sterilizasyon işlemlerinden geçirilmişlerdir. Sterilizasyon işlemleri tamamlandıktan sonra, içlerinde steril filtre kağıtları bulunan steril petri

kaplarına, steril bir ortamda 25'er adet olmak üzere ekilmişlerdir. Her genotip ve her uygulama için 16 ayrı petri kabına 25'erli gruplar halinde 400'er adet tohumun ekimi sağlanmıştır. Bitki tohumları için tercih edilen inkübasyon çözeltisi KNOP besi ortamıdır (Başaran, 1990). İlk ekim esnasında petri kaplarına üçer mililitre KNOP çözeltisi uygulanmış, daha sonra her 24 saatte bir yapılan gözlemlerde gerektikçe petri kaplarına eşit düzeylerde besin çözeltileri eklenmiştir.

Sterilizasyon ve ekim işlemleri tamamlanan bitki tohumları için, inkübasyon ortamlarının fiziksel koşullarını oluşturmak üzere üç ayrı ışık düzeneği hazırlanmıştır. Bunlar sırasıyla 16 saat ışık/8 saat karanlık (uzun gün), 8 saat ışık/16 saat karanlık (kısa gün) ve 24 saat karanlık şeklindedir. Fotoperiyodik indüksiyon uygulanan tohumlarda petri kapları düzeyindeki ışık şiddetinin  $3500 \pm 100$  lüks civarında olmasına özen gösterilmiştir. Kültür ortamlarının sıcaklığı ise  $25 \pm 1$  °C olarak ayarlanmıştır. Çimlenme inkübasyon periyodu süresince her 24 saatte bir kaydedilmiştir. Bu aşamada tohumun testasından radikulanın kendini göstermesi çimlenmenin başlangıcı için yeterli kriter olarak değerlendirilmiştir (Başaran, 1990; Önder ve Yentür, 1999).

Tohum çimlenme fizyolojilerinin gözlenmesine yönelik bütün bu çalışmalarda tüm işlemler, her genotip ve ışık düzeneği için ayrı ayrı iki kez tekrar edilmiş, çalışma çift tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Bütün genotipler için on ikişer gün olarak belirlenen inkübasyon süreleri sona erdiğinde, çimlenme oranları, ortalama çimlenme süreleri, hız katsayıları ve çimlenme oran indeksi parametreleri açısından gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Çimlenme oranlarını, ortalama çimlenme sürelerini, çimlenme oran indekslerini ve hız katsayılarını belirlemeye yönelik çalışmalarda Ghadiri ve Torzhiz (2000), Busso ve arkadaşları (2005), Akıncı ve Çalışkan (2010) tarafından kullanılan eşitliklerden yararlanılmıştır.

Verilerin analizi bilgisayarda SPSS 10.0 paket programında yapılmıştır. Ortalamalar, standart hatalar ve yüzdelik değerler hesaplanmıştır. Grupların karşılaştırılmasında istatistiki testlerden ANOVA tek yönlü varyans analizi veya Student's t testi uygulanmıştır. Çoklu karşılaştırmalarda ortalamalar arasındaki farklılıkları belirlemede en küçük kareler yöntemi (LSD) kullanılmıştır. Çimlenme oranlarının % değerlerine ait verilere analiz yapılmadan önce açı transformasyonu (arcsin) uygulanmış, çimlenme yüzdeleriyle yapılan analizlerde arcsin açısız dönüşümlü değerler kullanılmıştır (Tobe vd., 2006). İstatistiki değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edilmiştir.

### 3. Bulgular ve tartışma

#### 3.1. Çimlenme deneyleri

Gün uzunluğu değişimlerinin inceleme kapsamına alınan kültür bitkilerinin çimlenme oranları, ortalama çimlenme süreleri, çimlenme indeksleri ve hız katsayıları üzerindeki etkilerine ilişkin araştırma bulguları ve istatistiki analiz sonuçları Tablo 1-16'da sunulmuştur.

Çalışmamızın uzun gün monokotilleri olarak sınıflandırabileceğimiz bitki türlerinde, çimlenme oranları ve gün uzunluğu değişimleri arasındaki etkileşimler incelendiğinde, ışığın *H. vulgare* cv. İnce-04 tohumlarının çimlenme oranları üzerinde etkili olmadığı görülmüş, tüm serilerde aynı çimlenme oranlarına ulaşılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Gün uzunluğu farklılıklarının *Hordeum vulgare* cv. İnce-04 tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Hordeum vulgare</i> cv. İnce-04			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	100,00±0,0000	2,0313±0,04844	49,4775±0,8089	49,2531±1,1318
Kısa Gün	100,00±0,0000	2,0400±0,05080	49,3316±0,8479	49,0441±1,1947
Tam Karanlık	100,00±0,0000	1,8075±0,08998	60,9872±4,0169	55,4544±2,7903
İstatistiki Analiz	F= 0,000; p =1,000	F= 128,004; p = 0,000	F = 245,221; p = 0,000	F= 121,351; p= 0,000

Günlük aydınlama sürelerinin değişimi, *H. vulgare* cv. Özdemir ve *T. aestivum* cv. Alpu tohumlarının çimlenme oranları üzerinde etkili olmamış, hem uzun hem de kısa gün uygulamalarında aynı çimlenme oranlarına ulaşılmış; ancak bu kez karanlığın çimlenme oranları üzerindeki etkileri önemli bulunmuş, karanlık uygulamalarıyla düşüş eğilimleri saptanmıştır (genotip Özdemir ve genotip Alpu için sırasıyla:  $p = 0,001$  ve  $p = 0,000$ ) (Tablo 2 ve Tablo 3).

Tablo 2. Gün uzunluğu farklılıklarının *Hordeum vulgare* cv. Özdemir tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Hordeum vulgare</i> cv. Özdemir			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	100,00±0,0000	2,0675±0,05418	48,8722±0,9038	48,3934±1,2630
Kısa Gün	100,00±0,0000	3,1088±0,05493	32,4319±0,4541	32,1728±0,5696
Tam Karanlık	99,25±1,5862	1,8397±0,1024	59,3622±5,1495	54,7437±2,9743
İstatistiki Analiz	F= 7,154; p = 0,001	F= 2674,123; p= 0,000	F= 642,298; p= 0,000	F= 1208,062; p = 0,000

Tablo 3. Gün uzunluğu farklılıklarının *Triticum aestivum* cv. Alpu tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Triticum aestivum</i> cv. Alpu			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	100,00±0,0000	1,2075±0,1467	92,2266±4,9296	83,9642±9,8675
Kısa Gün	100,00±0,0000	2,2075±0,1096	47,0347±1,5843	45,4566±2,2556
Tam Karanlık	95,63±3,2701	2,0334±0,08556	48,9806±2,4152	49,3728±2,1102
İstatistiki Analiz	F= 53,808; p=0,000	F= 670,644; p= 0,000	F= 1919,487; p=0,000	F= 403,298; p= 0,000

Günlük aydınlanma sürelerinin *T. aestivum* cv. Sönmez tohumlarının çimlenme oranları üzerinde de etkisi olmamış ( $p = 0,598$ ); ancak karanlık uygulamalarının uzun gün uygulamalarından ( $p = 0,037$ ) düzeyinde, kısa gün uygulamalarından ( $p = 0,010$ ) düzeyinde farklı olduğu saptanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4. Gün uzunluğu farklılıklarının *Triticum aestivum* cv. Sönmez tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Triticum aestivum</i> cv. Sönmez			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	99,88±0,7071	1,0837±0,06534	96,1447±2,9758	92,5816±5,4467
Kısa Gün	100,00±0,0000	1,1913±0,1035	90,5609±4,8071	83,5322±6,8626
Tam Karanlık	99,38±1,4756	1,9725±0,09055	53,7519±3,4155	50,8834±2,4429
İstatistiki Analiz	F= 3,922; p= 0,023	F= 974,593; p= 0,000	F= 1167,377; p= 0,000	F= 558,264; p= 0,000

zGün uzunluğu değişimleri, çalışmamızın kısa gün monokotillerinden olan *O. sativa* cv. Gönen tohumlarının çimlenme oranları üzerinde etkili olmamış, tüm serilerde aynı çimlenme oranlarına ulaşılmıştır. *O. sativa* cv. Kızıltan'da ise en yüksek çimlenme oranları uzun gün uygulamalarıyla sağlanmış, uzun gün uygulamalarıyla karanlık uygulamaları arasındaki fark ( $p = 0,000$ ) düzeyinde, uzun gün ve kısa gün uygulamaları arasındaki fark ( $p = 0,002$ ) düzeyinde önemli olmuş; karanlıkta inkübasyona alınan tohumların çimlenme oranları kısa gün uygulananlarla karşılaştırıldığında, hafif bir düşüş eğilimi gözlenirse de, bunun istatistiki açıdan önemli olmadığı saptanmıştır ( $p = 0,442$ ). Bu durumda *O. sativa* cv. Kızıltan'ın tohum çimlenme oranları için, uygun fotoperiyodik uyarının alınması kavramından bahsetmek kanımızca yanlış olmayacaktır (Tablo 5 ve Tablo 6).

Tablo 5. Gün uzunluğu farklılıklarının *Oryza sativa* cv. Gönen tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Oryza sativa</i> cv. Gönen			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	100,00±0,0000	3,0825±0,07462	32,6909±0,5571	32,4556±0,7754
Kısa Gün	100,00±0,0000	3,1188±0,06852	32,3575±0,5610	32,0744±0,7013
Tam Karanlık	100,00±0,0000	2,5050±0,1079	42,0859±1,7008	39,9884±1,7316
İstatistiki Analiz	F= 0,000; p= 1,000	F= 519,786; p= 0,000	F= 832,438; p= 0,000	F= 467,368; p= 0,000

Tablo 6. Gün uzunluğu farklılıklarının *Oryza sativa* cv. Kızıltan tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Oryza sativa</i> cv. Kızıltan			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	99,88±0,7071	4,0563±0,06168	24,6787±0,4393	24,6250±0,4200
Kısa Gün	98,00±3,0480	3,1275±0,08886	31,6381±1,1959	31,9941±0,8832
Tam Karanlık	97,50±2,6396	2,3984±0,1353	43,2525±2,1383	41,8463±2,3058
İstatistiki Analiz	F= 8,698; p= 0,000	F= 2209,374; p=0,000	F= 1364,336; p= 0,000	F= 1142,487; p=0,000

*S. bicolor* cv. Nes tohumlarında en yüksek çimlenme oranları karanlıkta inkübasyona alınan tohumlarda belirlenmiş (uzun ve kısa gün uygulamalarından farklılıkları sırasıyla:  $p = 0,002$  ve  $p = 0,000$ ), uzun ve kısa gün uygulamaları arasındaki farklılık ise ( $p = 0,000$ ) düzeyinde önemli olmuştur. *S. bicolor* cv. Gözde-80 tohumlarında en yüksek çimlenme oranları uzun gün uygulanan tohumlarla sağlanmış, en düşük çimlenme oranlarının elde edildiği kısa gün uygulamaları ile karanlık uygulamaları arasındaki fark ise ( $p = 0,025$ ) düzeyinde önemli olmuştur (Tablo 7 ve Tablo 8).

Tablo 7. Gün uzunluğu farklılıklarının *Sorghum bicolor* cv. Nes tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Sorghum bicolor</i> cv. Nes			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	96,13±3,5899	2,6794±0,3542	41,4238±3,7502	37,7847±4,7105
Kısa Gün	90,38±6,1683	2,6047±0,2374	38,0081±3,2929	38,5672±3,5693
Tam Karanlık	99,63±1,1846	2,3616±0,1571	44,1006±2,5342	42,5241±2,8312
İstatistiki Analiz	F= 38,885; p=0,000	F= 12,840; p= 0,000	F= 28,574; p= 0,000	F= 14,430; p= 0,000

Tablo 8. Gün uzunluğu farklılıklarının *Sorghum bicolor* cv. Gözde-80 tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Sorghum bicolor</i> cv. Gözde-80			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	98,75±1,8837	3,6213±0,3544	31,2861±3,2776	27,8635±2,6652
Kısa Gün	96,00±4,3105	3,1644±0,2616	33,9272±2,1354	31,9447±2,6733
Tam Karanlık	97,75±2,8624	3,2681±0,2312	32,6537±2,5534	30,7328±2,0213
İstatistiki Analiz	F= 6,381; p= 0,003	F= 21,936; p= 0,000	F= 7,590; p= 0,001	F= 22,597; p= 0,000

Nötr gün dikotillerinden *L. esculentum* cv. Wisconsin'de en yüksek çimlenme oranları kısa gün uygulamalarıyla sağlanmış (uzun gün ve karanlık uygulanan tohumlardan farklılıkları sırasıyla:  $p = 0,027$  ve  $p = 0,010$ ), uzun gün ve karanlık uygulanan tohumların çimlenme oranlarında istatistiki fark olmamıştır ( $p = 0,709$ ). *L. esculentum* cv. D-9'da ise kısa gün ve karanlık uygulamalarında istatistiki fark olmamış, kısa gün ve karanlık uygulamalarıyla en yüksek çimlenme oranlarına ulaşılmış, uzun gün uygulamalarında ise çimlenme istatistiki önemde daha düşük olarak sağlanmıştır ( $p = 0,019$ ). Bu parametrede *L. esculentum* cv. Wisconsin için uygun fotoperiyodik uyarının algılanması daha önemli gözükmemekte, *L. esculentum* cv. D-9'da ise uzun fotoperiyodik indüksiyon çimlenme oranlarını düşürmektedir (Tablo 9 ve Tablo 10).

Tablo 9. Gün uzunluğu farklılıklarının *Lycopersicon esculentum* cv. Wisconsin tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Lycopersicon esculentum</i> cv. Wisconsin			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	99,25±1,5862	3,2759±0,2291	31,0206±1,9170	30,6666±2,1009
Kısa Gün	100,00±0,0000	3,4788±0,1156	29,4906±0,9760	28,7925±0,9845
Tam Karanlık	99,13±1,6801	3,1562±0,2220	32,8303±2,0475	31,8328±2,2206
İstatistiki Analiz	F= 4,027; p= 0,021	F= 22,162; p= 0,000	F= 30,422; p= 0,000	F= 21,897; p= 0,000

Tablo 10. Gün uzunluğu farklılıklarının *Lycopersicon esculentum* cv. D-9 tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Lycopersicon esculentum</i> cv. D-9			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	99,38±1,7916	3,7719±0,1392	27,0569±1,1515	26,5419±0,9632
Kısa Gün	100,00±0,0000	3,1375±0,1136	32,3509±0,7868	32,0509±0,9893
Tam Karanlık	100,00±0,0000	3,0925±0,0654	32,5903±0,4680	32,3188±0,6548
İstatistiki Analiz	F= 3,815; p= 0,026	F= 379,155; p= 0,000	F= 433,997; p= 0,000	F= 437,092; p= 0,000

Çalışmamızın uzun gün dikotillerinden *S. oleracea* cv. AG-8117 ve *S. oleracea* cv. AG-8121'in tohum çimlenme oranlarında, günlük aydınlanma sürelerindeki artışlarla birlikte düzenli artışlar saptanmış, en yüksek çimlenme oranları uzun gün uygulanan tohumlarla sağlanırken, daha düşük çimlenme oranlarına kısa gün ve karanlık uygulanan tohumlarda rastlanmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 11 ve Tablo 12).

Tablo 11. Gün uzunluğu farklılıklarının *Spinacia oleracea* cv. AG-8117 tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Spinacia oleracea</i> cv. AG-8117			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	87,00±4,8726	3,6850±0,3857	31,9566±3,1819	27,4266±2,8877
Kısa Gün	83,13±5,3506	4,3603±0,4554	26,0419±3,9296	22,9750±2,2946
Tam Karanlık	78,63±5,0402	5,2025±0,2975	16,9778±1,5314	19,2963±1,1335
İstatistiki Analiz	F= 21,857; p=0,000	F= 124,797; p= 0,000	F= 195,766; p= 0,000	F= 106,875; p= 0,000

Tablo 12. Gün uzunluğu farklılıklarının *Spinacia oleracea* cv. AG-8121 tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Spinacia oleracea</i> cv. AG-8121			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	87,63±4,5843	3,8209±0,3950	32,4356±4,3616	26,4619±2,9720
Kısa Gün	82,88±4,3385	4,8778±0,1936	17,6706±0,8863	20,5275±0,8336
Tam Karanlık	77,13±4,2179	5,0672±0,2448	15,8678±0,8030	19,7328±0,9200
İstatistiki Analiz	F= 46,611; p=0,000	F= 170,815; p= 0,000	F= 387,802; p= 0,000	F= 125,123; p= 0,000

Uzun gün dikotillerinden *R. sativus* cv. 8TR-17'e kısa gün indüksiyonu uygulandığında, uzun gün ( $p = 0,000$ ) ve karanlık uygulamalarından ( $p = 0,001$ ) daha yüksek çimlenme oranlarına ulaşılmış, *R. sativus* cv. 8TR-18'de de en yüksek çimlenme oranları kısa gün uygulanan tohumlarla sağlanmış; ancak uzun gün uygulamalarıyla aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli olmamış ( $p = 0,675$ ), ışığın hiç olmadığı inkübasyon ortamlarında elde edilen çimlenme oranları ise her iki seriden de istatistiki fark oluşturacak kadar düşük olmuştur ( $p = 0,000$ ). Bu durumda *R. sativus* cv. 8TR-17'de uygun fotoperiyodik indüksiyonun algılanması (burada kısa gün), *R. sativus* cv. 8TR-18'de ise ışığın varlığı çimlenme oranları açısından daha belirleyici olmaktadır (Tablo 13 ve Tablo 14).

Tablo 13. Gün uzunluğu farklılıklarının *Raphanus sativus* cv. 8TR-17 tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Raphanus sativus</i> cv. 8TR-17			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	90,38±4,2937	2,7091±0,2185	36,6931±2,9778	37,1469±2,9582
Kısa Gün	99,25±2,1402	1,7853±0,0938	62,8719±5,4297	56,1641±2,9745
Tam Karanlık	96,38±2,7562	2,2597±0,1904	49,8928±5,6639	44,5637±3,8384
İstatistiki Analiz	F= 61,668; p=0,000	F= 220,726; p= 0,000	F= 233,546; p= 0,000	F= 272,782; p= 0,000

Tablo 14. Gün uzunluğu farklılıklarının *Raphanus sativus* cv. 8TR-18 tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Raphanus sativus</i> cv. 8TR-18			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	99,88±0,7071	2,0200±0,03663	49,5137±0,6731	49,2528±1,1204
Kısa Gün	100,00±0,0000	1,0713±0,09571	96,7284±4,6939	93,9241±6,7754
Tam Karanlık	98,63±1,9302	1,9378±0,07979	54,4144±3,0472	51,9131±2,2961
İstatistiki Analiz	F= 13,134; p=0,000	F= 1572,537; p=0,000	F= 2036,404; p= 0,000	F=1149,659; p=0,000

Kısa gün dikotillerinden *G. max* cv. Ataem'de en yüksek çimlenme oranları, aralarında istatistiki fark olmaksızın ( $p = 0,382$ ) kısa ve uzun gün uygulamalarıyla sağlanmış, karanlık uygulamaları çimlenme oranlarını her iki gruptan da istatistiki fark oluşturabilecek düzeyde azaltmıştır ( $p = 0,000$ ). Karanlık ve kısa gün uygulamaları *G. max* cv. Nova'nın çimlenme oranları üzerinde önemli farklılıklar oluşturamamış ( $p = 0,113$ ), oysa uzun gün uygulamalarında düşümlere rastlanmıştır. En düşük çimlenme oranlarının elde edildiği uzun gün uygulamalarıyla, kısa gün uygulamalarından ( $p = 0,035$ ) düzeyinde, karanlık uygulamalarından ( $p = 0,000$ ) düzeyinde farklı ortalamalarla karşılaşılmıştır (Tablo 15 ve Tablo 16).

Tablo 15. Gün uzunluğu farklılıklarının *Glycine max* cv. Ataem tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Glycine max</i> cv. Ataem			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	97,63±1,9960	2,3300±0,1926	44,9728±1,9919	43,1953±3,3595
Kısa Gün	98,25±2,0161	2,2822±0,1425	45,6775±1,6339	43,9809±2,6952
Tam Karanlık	93,88±3,6610	2,0847±0,1669	49,1675±4,0737	48,2469±3,6410
İstatistiki Analiz	F= 25,695; p=0,000	F= 19,044; p= 0,000	F= 20,848; p= 0,000	F= 22,301; p= 0,000

Tablo 16. Gün uzunluğu farklılıklarının *Glycine max* cv. Nova tohumlarının çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri

Gün Uzunluğu	<i>Glycine max</i> cv. Nova			
	Çimlenme Oranı	Çimlenme Süresi	Çimlenme İndeksi	Hız Katsayısı
Uzun Gün	97,38±1,9302	2,1319±0,1380	46,9238±1,8455	46,9884±2,8123
Kısa Gün	98,38±1,9960	2,1838±0,1264	46,8659±1,7176	45,7637±2,3971
Tam Karanlık	99,13±1,6801	1,9394±0,0713	54,9009±3,2560	51,5612±1,8771
İstatistiki Analiz	F= 7,026; p= 0,001	F= 39,690; p= 0,000	F= 120,960; p= 0,000	F= 52,178; p= 0,000

Bu durumda *G. max* cv. Ataem'de ışık gün uzunluğu değişimlerinden bağımsız olarak çimlenme oranları üzerinde etkilidir. *G. max* cv. Nova'da ise çimlenme oranlarındaki düşüş eğilimleri dikkate alındığında, gün uzunluğu artışları kısmen sınırlayıcı faktör olarak algılanabilir.

Çalışmamızda, gün uzunluğu farklılıklarının inceleme kapsamına alınan kültür bitkilerinin ortalama çimlenme süreleri üzerine olan etkileri incelendiğinde, uzun gün monokotillerinden *H. vulgare* cv. İnce-04 ve *H. vulgare* cv. Özdemir'de en hızlı çimlenme karanlık uygulanan tohumlarda saptanmıştır. Karanlık uygulanan tohumların çimlenme hızı ışık uygulanan tohumlardan anlamlı olarak farklıdır. Fotoperiyodik indüksiyon tohumlarda çimlenme hızlarının azalmasına neden olmuştur ( $p = 0,000$ ) (Tablo 1 ve Tablo 2).

Buna karşın yine uzun gün monokotillerinden olan *T. aestivum* cv. Alpu'da en hızlı tohum çimlenmesi uzun gün uygulamaları ile en yavaş tohum çimlenmesi kısa gün uygulamaları ile elde edilmiştir ( $p = 0,000$ ). *T. aestivum* cv. Sönmez tohumları da en yüksek çimlenme hızlarına uzun gün uyarısını algıladıklarında ulaşmışlardır ( $p = 0,000$ ). Gün uzunluğundaki azalışlarla çimlenme hızları da düzenli olarak azalmış, en yavaş çimlenme karanlıkta inkübasyona alınan tohumlarda saptanmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 3 ve Tablo 4).

Uzun gün monokotilleri kapsamında değerlendirdiğimiz bu 4 genotip içinde *H. vulgare* cv. Özdemir, *T. aestivum* cv. Alpu ve *T. aestivum* cv. Sönmez gün uzunluğu değişimlerine farklı reaksiyonlar göstermiş, *H. vulgare* cv. İnce-04'de ise diğerlerinden farklı olarak uzun-kısa gün uygulamaları arasında anlamlı farklılıklar olmamıştır ( $p = 0,597$ ). Görüldüğü gibi her iki tür de uzun gün monokotilleri olmalarına rağmen, çimlenme süreleri açısından gün uzunluğu değişimlerine duyarlılıkları farklı olmuştur.

Kısa gün monokotillerinden *O. sativa* cv. Gönen, *O. sativa* cv. Kızıltan ve *S. bicolor* cv. Nes'de en hızlı tohum çimlenmesi karanlık şartlarda elde edilmiş ( $p = 0,000$ ), *S. bicolor* cv. Gözde-80'de ise uzun gün uygulaması çimlenmenin belirgin olarak yavaşlamasına neden olmuştur ( $p = 0,000$ ). Karanlık ve kısa gün uygulamaları arasındaki farklılıkların ise istatistiki değeri yoktur ( $p = 0,151$ ) (Tablo 5, 6, 7).

*O. sativa* cv. Kızıltan'da fotoperiyodik uyarı değişimlerinin tohum çimlenme hızlarında anlamlı farklılıklar oluşturabildiği görülmüş ( $p = 0,000$ ), daha uzun fotoperiyodik indüksiyon tohum çimlenmesinin yavaşlamasına neden olmuştur. Buna karşın *S. bicolor* cv. Nes ve *O. sativa* cv. Gönen'de gün uzunluklarındaki farklılıklar çimlenme hızlarında anlamlı değişimler oluşturamamıştır (genotip Nes ve genotip Gönen için sırasıyla:  $p = 0,258$  ve  $p = 0,093$ ).

Buna göre kısa gün monokotillerinden *O. sativa* cv. Gönen ve *S. bicolor* cv. Nes tohumlarında ışık çimlenmenin yavaşlamasına neden olmuştur. Bu genotiplerde ışığın varlığı çimlenme hızları üzerinde belirleyici faktör olmuş, gün uzunluklarındaki farklılıklar çimlenme hızlarında anlamlı değişimler oluşturamamıştır. Oysa kısa gün monokotillerinden *O. sativa* cv. Kızıltan ve *S. bicolor* cv. Gözde-80'de sadece uzun fotoperiyodik indüksiyon tohum çimlenmesinin yavaşlamasına neden olmuştur.

Nötr gün dikotillerinden *L. esculentum* cv. D-9 tohumlarında uzun gün şartları çimlenmenin belirgin olarak gecikmesine neden olmuş ( $p = 0,000$ ), en hızlı çimlenme aralarında istatistiki fark olmaksızın ( $p = 0,106$ ) karanlık ve kısa fotoperiyodik indüksiyon uygulanan bitkilerle sağlanmıştır. *L. esculentum* cv. Wisconsin tohumlarında da en hızlı çimlenmeye karanlık şartlarda ulaşılmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 9 ve Tablo 10).

Çalışmamızın uzun gün dikotilleri kapsamında olan *S. oleracea* cv. AG-8117 ve *S. oleracea* cv. AG-8121'de en hızlı çimlenme uzun gün şartlarında elde edilmiştir. Daha yavaş çimlenme hızları kısa gün ve karanlık uygulanan tohumlarla sağlanmış, ışığın yokluğu, bu genotiplerde çimlenmenin çok belirgin olarak yavaşlamasına neden olmuştur ( $p = 0,000$ ) (Tablo 11 ve Tablo 12).

Buna karşın yine uzun gün dikotillerinden olan *R. sativus* cv. 8TR-17 ve *R. sativus* cv. 8TR-18'de en yüksek çimlenme hızları, 8 saat gün uzunluğu uygulanan tohumlarda saptanmış, gün uzunluklarındaki artış çimlenmenin belirgin olarak gecikmesine neden olmuştur ( $p = 0,000$ ) (Tablo 13 ve Tablo 14).

Bu durumda uzun gün dikotilleri kapsamında değerlendirdiğimiz bu iki bitki türünün tohumlarında, ışığın varlığından ziyade uygun fotoperiyodik uyarının algılanmış olması, tohum çimlenme hızları açısından çok daha önemli olmaktadır.

Çalışmamızın kısa gün dikotillerinden olan *G. max* cv. Ataem ve *G. max* cv. Nova'da en yüksek çimlenme hızları karanlık uygulanan tohumlarda saptanmış ( $p = 0,000$ ), ışık çimlenmenin gecikmesini sağlamış; ancak aynı parametrede gün uzunluklarından kaynaklanan farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ( $p = 0,259$  ve  $p = 0,076$ ). Dolayısıyla *Glycine max* türüne dahil bu iki soya genotipinin tohum çimlenme hızları için belirleyici faktörün günlük aydınlanma süresi olmadığını söylersek, kanımızca bu yanlış olmayacaktır. Çünkü burada çimlenmeyi geciktiren ışığın süresi değil, varlığıdır (Tablo 15 ve Tablo 16).

Çalışmamızın uzun gün monokotillerinden *H. vulgare* cv. İnce-04 ve *H. vulgare* cv. Özdemir'in karanlıkta inkübasyona alınan tohumlarında çimlenme oran indeksi değerlerinin belirgin olarak daha yüksek olduğu saptanmış ( $p = 0,000$ ), fotoperiyot uygulamalarıyla çimlenme oran indeksi değerleri önemli düzeylerde azalmış; ancak gün uzunluğu farklılıkları *H. vulgare* cv. İnce-04'de istatistiki anlamı olan değişimler oluşturamamıştır ( $p = 0,810$ ) (Tablo 1, Tablo 2).

Buna karşın uzun gün monokotillerinden *T. aestivum* cv. Sönmez tohumlarında karanlık uygulaması, çimlenme oran indeksi değerlerini önemli düzeylerde azaltmış, en yüksek ortalamalar uzun gün şartlarıyla sağlanmıştır ( $p = 0,000$ ). *T. aestivum* cv. Alpu'da da en yüksek çimlenme oran indeksi değerlerine 16 saat gün uzunluğu etkisine maruz bırakılan bitkilerde rastlanmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 3 ve Tablo 4).



Karanlık şartlarda *O. sativa* cv. Gönen tohumlarında daha yüksek çimlenme oran indeksi değerlerine ulaşılmış ( $p = 0,000$ ), *O. sativa* cv. Kızıltan'da da en yüksek çimlenme oran indeksi değerleri karanlık uygulanan tohumlarla sağlanmıştır ( $p = 0,000$ ). Ancak fotoperiyodik uyarı değişimleri *O. sativa* cv. Gönen'in çimlenme oran indeksi değerlerinde anlamlı farklılıklar oluşturamamıştır ( $p = 0,221$ ). *O. sativa* cv. Kızıltan'da ise gün uzunluklarındaki artışlara koşut olarak düzenli düşüşler saptanmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 5 ve Tablo 6).

*S. bicolor* cv. Gözde-80'de en yüksek çimlenme oran indeksi değerleri kısa gün ve karanlık uygulanan tohumlarla sağlanmış; ancak iki uygulama arasında istatistiksel fark olmamış ( $p = 0,061$ ), uzun gün uygulamalarında ise daha düşük ortalamalar saptanmıştır. *S. bicolor* cv. Nes'de en yüksek ortalamalara karanlık şartlarda inkübasyona alınan tohumlarda rastlanmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 7 ve Tablo 8).

Nötr gün dikotillerinden *L. esculentum* cv. D-9'da en yüksek çimlenme oran indeksi değerleri, aralarında istatistiksel fark olmaksızın ( $p = 0,263$ ), karanlık ve kısa gün uygulamalarıyla sağlanmıştır. Buna karşın 16 saat gün uzunluğu çimlenme oran indeksi değerlerini anlamlı olarak azaltmıştır ( $p = 0,000$ ). *L. esculentum* cv. Wisconsin'de de en yüksek çimlenme oran indeksi değerlerine karanlık şartlarda ulaşılmış ( $p = 0,000$ ); ancak aynı genotipin fotoperiyodik uyarı değişimlerine tepkileri farklı olmuştur (Tablo 9 ve Tablo 10). Bu durumda *L. esculentum* cv. Wisconsin için ışık, çimlenme oran indeksi üzerinde sınırlayıcı faktör olmakta, *L. esculentum* cv. D-9'da ise yalnızca uzun gün uygulamaları çimlenme oran indeksi değerlerini azaltmaktadır diyebiliriz.

Uzun gün dikotillerinden *S. oleracea* cv. AG-8117 ve *S. oleracea* cv. AG-8121'de günlük ışıklenme süresi azaldıkça, çimlenme oran indeksi değerleri de önemli ölçüde azalmış, her iki genotipte de en yüksek çimlenme oran indeksi değerlerine uzun gün uygulanan tohumlarda, en düşük çimlenme oran indeksi değerlerine karanlık uygulanan tohumlarda rastlanmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 11 ve Tablo 12).

Uzun gün dikotillerinden *R. sativus* cv. 8TR-17 ve *R. sativus* cv. 8TR-18'de de gün uzunluğu değişimlerinin çimlenme oran indeksi üzerindeki etkileri önemli olmuş, her iki genotipte de en yüksek çimlenme oran indeksi değerleri kısa gün uygulanan tohumlarda, en düşük çimlenme oran indeksi değerleri uzun gün uygulanan tohumlarda saptanmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 13 ve Tablo 14).

Kısa gün dikotillerinden *G. max* cv. Ataem ve *G. max* cv. Nova'nın çimlenme oran indeksi değerlerinin değişiminde, günlük aydınlanma süreleri değil, ışığın varlığı belirleyici faktör olmuş ( $p = 0,000$ ), ışık çimlenme oran indeksi değerlerinde önemli düşüşler oluşturmuş; ancak düşüşlerin derecesi gün uzunluğu değişimlerinden bağımsız olmuştur ( $p = 0,314$  ve  $p = 0,923$ ) (Tablo 15 ve Tablo 16).

Çalışmamızın uzun gün monokotillerinden *H. vulgare* cv. İnce-04'de en yüksek hız katsayısı değerlerine karanlık uygulanan tohumlarla ulaşılmış, ışık hız katsayısı değerlerini belirgin olarak azaltmış ( $p = 0,000$ ); ancak gün uzunluklarından kaynaklanan farklar istatistiksel açıdan önemli olmamıştır ( $p = 0,656$ ). *H. vulgare* cv. Özdemir'de de en yüksek hız katsayısı değerlerine karanlıkta inkübasyona alınan tohumlarda rastlanmıştır; ancak bu kez aynı parametre gün uzunluğu değişimlerine duyarlı davranmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 1 ve Tablo 2).

Uzun gün monokotillerinden *T. aestivum* cv. Alpu tohumlarında, uzun gün uygulamalarının hız katsayısı değerlerini önemli ölçüde arttırdığı saptanmış, *T. aestivum* cv. Sönmez tohumlarında da en yüksek hız katsayısı değerlerine uzun gün uygulanan tohumlarla ulaşılmıştır. Bu parametrede her iki genotip te fotoperiyodik uyarı değişimlerine duyarlı davranmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 3 ve Tablo 4).

*O. sativa* cv. Gönen tohumlarında en yüksek hız katsayısı değerleri karanlık şartlarda inkübasyona alınan tohumlarla sağlanmıştır ( $p = 0,000$ ). Işığın varlığı hız katsayısı değerlerinin düşmesine yol açmış; ancak gün uzunluklarından kaynaklanan farklar istatistiksel anlamda önemli olmamıştır ( $p = 0,195$ ). *O. sativa* cv. Kızıltan tohumlarında da en yüksek hız katsayısı değerleri karanlık uygulanan tohumlarla sağlanmıştır. Ancak, bu kez kısa gün uygulamaları uzun gün uygulamalarından daha yüksek hız katsayıları sunmuştur ( $p = 0,000$ ) (Tablo 5 ve Tablo 6).

*S. bicolor* cv. Nes tohumlarında en yüksek hız katsayısı değerleri karanlıkta inkübasyona alınan tohumlarla sağlanmış ( $p = 0,000$ ), ışık hız katsayılarının azalmasına neden olsa da, gün uzunluklarından kaynaklanan farklar istatistiksel anlamda önemli olmamıştır ( $p = 0,410$ ). *S. bicolor* cv. Gözde-80'de en yüksek hız katsayısı değerleri, aralarında istatistiksel fark olmaksızın ( $p = 0,053$ ) karanlık ve kısa gün şartlarında sağlanmış, uzun fotoperiyodik indüksiyon hız katsayısı ortalamalarını belirgin olarak azaltmıştır ( $p = 0,000$ ) (Tablo 7 ve Tablo 8).

Her ne kadar aralarında istatistiksel fark olmasa da ( $p = 0,228$ ), *L. esculentum* cv. D-9 tohumlarında en yüksek hız katsayısı değerlerine karanlık ve kısa gün uygulanan tohumlarla ulaşılmış, uzun gün uygulamaları aynı parametrede önemli düşüşler oluşturmuştur ( $p = 0,000$ ). *L. esculentum* cv. Wisconsin tohumlarında en yüksek hız katsayısı değerlerine karanlık şartlarda ulaşılmış, daha düşük ortalamalar uzun gün ( $p = 0,014$ ) ve kısa gün ( $p = 0,000$ ) uygulanan tohumlarla sağlanmıştır (Tablo 9 ve Tablo 10).

Uzun gün dikotillerinden *S. oleracea* cv. AG-8117'de en düşük hız katsayısı değerleri karanlıkta inkübasyona alınan tohumlarda saptanmış, gün uzunluğundaki artışlarla hız katsayısı değerlerinde önemli artışlar sağlanmıştır ( $p = 0,000$ ). *S. oleracea* cv. AG-8121'de de en yüksek hız katsayısı değerleri uzun fotoperiyodik indüksiyon uygulanan tohumlarla sağlanırken ( $p = 0,000$ ), bu kez karanlık ve kısa gün uygulamaları arasında istatistiksel fark olmamıştır ( $p = 0,091$ ) (Tablo 11 ve Tablo 12).

Uzun gün dikotillerinden *R. sativus* cv. 8TR-17 ve *R. sativus* cv. 8TR-18'de ise en yüksek hız katsayısı değerleri 8 saat gün uzunluğu şartlarında sağlanmış, gün uzunluğundaki artışlar hız katsayısı değerlerinde önemli düşüşler oluşturmuştur ( $p = 0,000$ ) (Tablo 13 ve Tablo 14).

Karanlık uygulamalarıyla kısa gün dikotillerinden *G. max* cv. Ataem ve *G. max* cv. Nova tohumlarında en yüksek hız katsayısı değerlerine ulaşılmış ( $p = 0,000$ ), ışık hız katsayısı değerlerinde önemli düşüşler oluşturmuş; ancak gün uzunluğu farklılıklarının neden olduğu değişim *G. max* cv. Ataem’de istatistiki anlam oluşturmamış ( $p = 0,337$ ), *G. max* cv. Nova’da ise  $p = 0,043$  düzeyinde önemli olmuştur (Tablo 15 ve Tablo 16).

Tohum testi kurallarında ışık birçok kültür bitkisi, sebze ve özellikle çayır bitkilerinin tohumlarında çimlenme için bir ihtiyaç olarak belirtilmiş; *Fraxinus*, *Juniperus*, *Morus*, *Picea*, *Pinus* ve *Tsuga* gibi ağaç cinslerinin çimlenme testleri için de tavsiye edilmiştir (Kaşka ve Yılmaz, 1990). Bir görüşe göre, ılıman iklimde fotoduyarlılık çok sık olmadan çimlenmeyi belirleyici bir faktördür (Akman ve Darıcı, 1998).

Bazı bitki türlerinde çimlenme ışıkta daha iyi olmaktadır (Ağaoğlu vd., 2001). Yücel’in bir çalışmasında (1996), *Cistus laurifolius*, *Teucrium chamaedrys* ssp. *chamaedrys*, *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* ve *Thymus langicaulis* ssp. *chaubardii* var. *chaubardii* tohumlarında ışığın çimlenmeyi teşvik ettiği görülmüş, karanlığın tohum çimlenmesini geciktirici ve engelleyici etkileri gözlenmiş, en düşük çimlenme hızı ve çimlenme gücü karanlıkta inkübasyona alınan tohumlarda belirlenmiştir (Yücel, 1996). Yücel’in bir başka çalışmasında (1996), *Sideritis germanicopolitana* ssp. *viridis* tohumları ile yapılan çimlendirme deneyleri sonunda, ışıklı ortamda çimlenme hızı ve gücünün karanlık ortama göre az da olsa daha yüksek olduğu görülmüş, *Sideritis germanicopolitana* ssp. *germanicopolitana* tohumlarının ise ışığa duyarlı olmadığı bildirilmiştir (Yücel, 1996). *Mentha*’da karanlık çimlenme oranlarını büyük ölçüde düşürmektedir (Günay, 2005). Penny ve Neal’in çalışmasında (2003), ışık *Fatoua villosa* tohum çimlenmesini teşvik etmiş, karanlıkta tohum çimlenme oranları % 5’in altına düşmüştür. *Ocimum americanum* (Amritphale vd., 1984), *Lolium temulentum* (Erciş vd., 1993), *Iberis pectinata*, *Ziziphora aragonensis* (Copete vd., 2009) ve *Ulmus minor*’de (Çiçek ve Tilki, 2007) çimlenmenin ışıkta çok daha iyi olduğu belirlenmiş, *Melastoma malabathricum*’da karanlıkta hiç tohum çimlenmesi gerçekleşmemiştir (Faravani ve Bakar, 2007). Flores ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2006), inceleme kapsamına alınan 28 farklı bitki türünün tümünün pozitif fotoblastik türler olduğu belirlenmiş, bunlarda tohum çimlenmesi ışıkla anlamlı olarak etkilenmiştir.

Işık hem tohum çimlenmesini hem de fideciklerin büyümesini kontrol ettiği için tohumla üretimde önemli bir faktör olarak düşünülse de, birçok bitki türünde çimlenme üzerinde doğrudan bir etkiye sahip değildir. Bu türlerde tohumun çimlenip toprak yüzeyine çıkmasıyla ışığın önemi artmaktadır (Ağaoğlu vd., 2001). Türkiye florası bitkilerinden 20 familyaya ait 5’i endemik olmak üzere toplam 29 taksonun çimlenme özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, karanlık ortamın *Myrtus communis* ssp. *communis*, *Hyocyamus niger*, *Reseda lutea* ve *Gypsophila bicolor*’da tohum çimlenmesini teşvik ettiği görülmüş, ışığın çimlenme üzerinde engelleyici ve geciktirici etkileri belirlenmiş, en yüksek çimlenme hızı ve gücü karanlıkla sağlanırken, *Rubia tinctorum*, *Satureja hortensis* ve *Acantholimon acerosum* var. *acerosum* tohumlarında da en yüksek çimlenme karanlıkta gerçekleşmiştir (Yücel, 1996). Ebe Karaçami’nin (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *şeneriana* (Saatçioğlu) Yaltırık) tohum çimlenme ekolojisini belirlemeye yönelik bir çalışmada, koyu renkli tohumların karanlık ortamlarda % 95.1 düzeylerinde çimlenebildiği görülmüş, çimlenemeyen tohumların ise (% 4.9) sağlam olduğu belirlenmiştir (Yücel, 1997). Türkiye’de doğal olarak yayılış gösteren 14 *Hesperis* türünün tohumlarının çimlenme davranışları üzerinde ışığın etkilerini inceleyen bir çalışmada, ışık *Hesperis bicuspidata*’nın çimlenme yüzdesini teşvik ederken, *H. campicarpa*, *H. laciniata*, *H. matronalis*, *H. pendula*, *H. podocarpa* ve *H. theophrasti*’nin çimlenmesini inhibe etmiş; *H. aspera*, *H. cappadocica*, *H. hedgei*, *H. persica*, *H. schischkinii*, *H. stellata* ve *H. transcaucasica*’nın çimlenme oranları ve ışık arasındaki ilişkinin istatistiksel açıdan anlamsız olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada ışık *H. campicarpa*, *H. cappadocica*, *H. matronalis*, *H. pendula*, *H. podocarpa*, *H. theophrasti* subsp. *sintenisii* ve *H. transcaucasica*’nın çimlenme hızlarını inhibe ederken, *H. aspera*, *H. bicuspidata*, *H. hedgei*, *H. laciniata*, *H. persica*, *H. schischkinii* ve *H. stellata* için çimlenme hızları üzerinde ışığın etkisi istatistiksel açıdan anlamlı olmamıştır (Yücel vd., 2008). Üç ayrı seviyede nem ve iki ayrı seviyede ışık ( $16.0 \pm 1.8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ve  $492 \pm 80 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) uygulanan koşullarda *Annona glabra* ve *Pachira aquatica* tohumlarının çimlenme karakteristiklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada da ışık anlamlı bir faktör olarak düşünülmemiştir (Mata ve Casasola, 2005). *Cynara scolymus*, *Capsicum annuum* ve *Asparagus officinalis* var. *altilis* tohumlarının karanlıkta daha iyi çimlendikleri bildirilmiştir (Vural vd., 2000). *Galeopsis speciosa* ve *Vicia hirsuta* en iyi tohum çimlenmesini karanlıkta gerçekleştirmişlerdir (Milberg vd., 2000). *Ulmus laevis*’te çimlenme oranları karanlıkta en yüksek ortalamaları vermiştir (Çiçek ve Tilki, 2007). Bazı *Cucurbita pepo* genotiplerinde de ışığın varlığı çimlenmeyi kısıtlamaktadır (Günay, 2005).

*Avena fatua*, *Camelina microcarpa*, *Consolida regalis*, *Erodium cicutarium*, *Fumaria officinalis*, *Sinapis arvensis* (Milberg vd., 2000); *Acacia aroma*, *Acacia caven*, *Acacia furcatispina* (Funes ve Venier, 2006) ışıkta ve karanlıkta aşağı yukarı eşit düzeylerde çimlenmişlerdir. *Hypericum perforatum* ve *Nerium oleander* tohumları ışığa duyarlı davranmamıştır (Yücel, 1996). Mutlak karanlık ya da 8 saat ışık/16 saat karanlık uygulaması *Genipa americana* tohumlarının çimlenme davranışları üzerinde hiçbir anlamlı farklılık oluşturamamıştır (De Souza vd., 1999). *Ulmus glabra*’da çimlenme ışıkla etkilenmemiş, en yüksek çimlenme yüzdesi ve çimlenme oranları, ışık altında ya da karanlıkta 25/15 °C ve 30/20 °C sıcaklıklarda elde edilmiştir (Çiçek ve Tilki, 2007).

Bir görüşe göre, günlük aydınlanma sürelerinin çimlenme üzerinde etkili olduğu türlerde, ışığın etkisi çiçeklenmede fotoperiyodun etkisinin benzeri olmakta (Şehirli, 2002), gün uzunluğu bu türlerin tohum çimlenmesi için bir itici güç oluşturmaktadır (Öztürk ve Seçmen, 1999). Shahram (2007), *Vaccinum arctostaphylos*’da tohumların sadece ışık ve karanlık münavebesinde çimlenebildiğini göstermiş, mutlak karanlıkta çimlenme gerçekleşmemiştir.

Kandari ve arkadaşlarının yaptığı çalışma (2008), 12 saat fotoperiyodik indüksiyona maruz bırakılan *Arnebia benthami* tohumlarının, karanlıkta inkübasyona alınanlardan daha yüksek çimlenme oranlarına sahip olduğunu göstermiş; ancak tohumların ortalama çimlenme zamanları açısından yapılan değerlendirmelerde, fotoperiyodik indüksiyonun belirgin bir etkisinden söz edilmemiştir. *Lupinus varius* tohumlarının çimlenme oranları, ortalama çimlenme süreleri ve çimlenme indeksleri üzerinde de gün uzunluğu uygulamalarının etkisinin istatistiki anlamda önemli olmadığı bildirilmiştir (Karagüzel vd., 2003). Altare ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada (2006), *Opuntia ficus-indica* tohumlarının 14 saat fotoperiyodik indüksiyona maruz bırakılması, en hızlı tohum çimlenmesini sağlamış, en yüksek çimlenme yüzdelere de aynı ışık koşullarında ulaşılmıştır. Yücel ve Altınöz'ün yaptığı çalışmada (2001), 8 saat ışık 16 saat karanlık uygulanan iklim dolaplarında inkübasyona alınan *Salvia wiedemanni* tohumlarında, normal gün ışığından faydalanılan oda şartlarına göre daha yüksek çimlenme oranları elde edilmiştir (Yücel ve Altınöz, 2001). Nwoke (1982) *Talinum triangulare*'de, Öztürk ve Pirdal (1986) *Asphodelus aestivus*'ta, Amritphale ve arkadaşları (1984) *Ocimum americanum*'da, Lombardi ve arkadaşları (1997) *Typha latifolia*'da, Jull ve arkadaşları (1999) *Chamaecyparis thyoides*'de, Dasti ve arkadaşları (2001) *Arabidopsis thaliana*'da, Lanta ve arkadaşları (2003) *Amaranthus* türlerinde, en yüksek çimlenmeyi teşvik edebilmek için bir fotoperiyodik indüksiyonun gerekliliğinden bahsetmişlerdir.

### 3.2. Farklı gün uzunluklarının çimlenme parametreleri üzerindeki etkilerinin genotipler düzeyindeki analizleri

Farklı bitki cins ve türlerine ait tohumların çimlenebilmek için ışığa karşı gösterdikleri duyarlılık farklı olmaktadır (Eser, 1997). Çoğu kültür bitkilerinde aynı türe ait genotiplerin de fotoperiyoda karşı reaksiyonları aynı değildir (Kırtok, 2002). Işığın tohum üzerindeki etkisi genotipe bağlıdır ve bu faktör tohumların olgunlaşması süresince diğer çevresel faktörleri de kontrol eder (Akman vd., 2001). Bu yüzden ışığa gösterilen tepki yönünden bitki cins ve türlerinin mutlak bir gruplandırması yapılamaz (Kırtok, 2002).

Bizim çalışmamızda, uzun gün uygulanan *H. vulgare* genotiplerinin çimlenme oranlarında farklılık olmamış, her iki genotipte de aynı çimlenme oranlarına ulaşılmış; ancak uzun gün şartlarında *H. vulgare* cv. İnce-04'ün *H. vulgare* cv. Özdemir'den daha hızlı çimlendiği görülmüş ( $p = 0,006$ ), uzun gün şartlarında çimlenme indeksi ve hız katsayısı değerleri de İnce-04'de daha yüksek ortalamalarla ifade edilmiştir ( $p = 0,006$ ). Kısa gün uygulanan *H. vulgare* genotiplerinin çimlenme oranlarında farklılık görülmemiş, her iki genotipte de aynı çimlenme oranlarına ulaşılmış; ancak kısa gün şartlarında *H. vulgare* cv. İnce-04'ün *H. vulgare* cv. Özdemir'den çok daha hızlı çimlendiği saptanmış ( $p = 0,000$ ), kısa gün şartlarında çimlenme indeksi ve hız katsayısı değerleri de İnce-04'de çok daha yüksek olmuştur ( $p = 0,000$ ). Karanlık uygulanan *H. vulgare* cv. İnce-04'de *H. vulgare* cv. Özdemir'den daha yüksek çimlenme oranları elde edilmiş ( $p = 0,012$ ), ancak genotiplerin çimlenme hızları arasındaki fark önemli bulunmamış ( $p = 0,186$ ), genotiplerin çimlenme indeksi ve hız katsayısı değerlerinde de istatistiki önemi olan farklılıklar saptanmamıştır ( $p = 0,164$  ve  $p = 0,328$ ).

Çalışmamızda, uzun gün uygulanan *T. aestivum* genotiplerinin çimlenme oranları arasında istatistiki fark olmamış ( $p = 0,325$ ); buna karşın *T. aestivum* cv. Sönmez, *T. aestivum* cv. Alpu'dan daha hızlı maksimum çimlenmeye ulaşırken, çimlenme indeksi ve hız katsayısı parametrelerinde de daha yüksek ortalamalar sunmuştur ( $p = 0,000$ ). Kısa gün uygulanan *T. aestivum* türüne dahil buğday genotiplerinin çimlenme oranları arasında istatistiki fark gözlenmemiş, her iki genotipte de en yüksek çimlenme oranlarına ulaşılmıştır. Genotipler düzeyindeki farklılıklar özellikle çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı parametrelerinde belirginleşmiş ( $p = 0,000$ ), her üç parametrede de daha üstün nitelikler *T. aestivum* cv. Sönmez'de saptanmıştır. Karanlık uygulanan *T. aestivum* türüne dahil buğday genotipleri arasında *T. aestivum* cv. Sönmez, daha yüksek çimlenme oranı ( $p = 0,000$ ), çimlenme indeksi ( $p = 0,000$ ), hız katsayısı ( $p = 0,010$ ) ortalamaları ve daha kısa çimlenme süreleriyle ( $p = 0,007$ ) ele alınan tüm çimlenme parametrelerinde daha üstün nitelikler sunmuştur.

16 saat gün uzunluğu etkisinde inkübasyona alınan *O. sativa* türüne dahil genotipler arasında çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı parametreleri bakımından önemli farklılıklar belirlenmiş, *O. sativa* cv. Gönen uzun gün şartlarında daha hızlı çimlenmeye ulaşırken ( $p = 0,000$ ), çimlenme indeksi ve hız katsayısı parametreleri de aynı genotipte daha yüksek ortalamalar vermiştir ( $p = 0,000$ ). Buna karşın genotiplerin çimlenme oranlarında istatistiki fark gözlenmemiştir ( $p = 0,325$ ). 8 saat gün uzunluğu etkisinde inkübasyona alınan genotipler arasında çimlenme oranı ( $p = 0,001$ ) ve çimlenme indeksi ( $p = 0,004$ ) bakımından önemli farklılıklar bulunmuş, her iki parametrede de *O. sativa* cv. Gönen daha yüksek ortalamalar sunmuştur. 8 saat gün uzunluğunun, genotiplerin çimlenme süresi ( $p = 0,661$ ) ve hız katsayısı ( $p = 0,688$ ) parametreleri üzerindeki etkileri ise önemsiz olmuştur. Karanlıkta şartlarda ele alınan tüm çimlenme parametrelerine genotiplerin verdiği tepkiler arasında önemli farklılıklar bulunmuş, *O. sativa* cv. Gönen ile daha yüksek çimlenme oranları elde edilirken ( $p = 0,000$ ), *O. sativa* cv. Kızıltan ile daha hızlı çimlenmeye ulaşılmış ( $p = 0,001$ ), çimlenme indeksi ( $p = 0,019$ ) ve hız katsayısı ( $p = 0,001$ ) parametreleri de Kızıltan genotipinde daha yüksek ortalamalar sunmuştur.

16 saat gün uzunluğu uygulanan *S. bicolor* genotiplerinin ele alınan tüm çimlenme parametrelerine tepkileri birbirinden farklı olmuş, genotiplerden Gözde-80 daha yüksek çimlenme oranlarına sahip olurken ( $p = 0,001$ ), genotip Nes daha kısa sürede maksimum çimlenmeye ulaşmış ( $p = 0,000$ ), daha yüksek çimlenme indeksi ( $p = 0,000$ ) ve hız katsayısı ( $p = 0,000$ ) değerleri de genotip Nes ile sağlanmıştır. 16 saat gün uzunluğu etkisinde bırakılan genotipler arasında saptanan farklılıklar, 8 saat gün uzunluğu etkisinde de belirlenmiş; buna göre, kısa gün fotoperiyodik uyartısını

algılayan genotiplerden Gözde-80 daha yüksek çimlenme oranlarına sahip olurken ( $p = 0,000$ ), genotip Nes daha kısa sürede maksimum çimlenmeye ulaşmış ( $p = 0,000$ ), daha yüksek çimlenme indeksi ( $p = 0,000$ ) ve hız katsayısı ( $p = 0,000$ ) ortalamaları da genotip Nes ile sağlanmıştır. Karanlık şartlarda inkübasyona alınan *S. bicolor* genotiplerinin ele alınan çimlenme parametrelerine tepkileri birbirinden farklı olmuş, çimlenme oranı ( $p = 0,001$ ), çimlenme indeksi ( $p = 0,000$ ) ve hız katsayısı ( $p = 0,000$ ) parametreleri için en yüksek ortalamalar genotip Nes ile sağlanırken, en hızlı çimlenmeye de genotip Nes ile ulaşılmıştır.

16 saat gün uzunluğu etkisinde inkübasyona alınan *L. esculentum* genotiplerinin çimlenme oranları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuş ( $p = 0,796$ ); buna karşın maksimum çimlenmeye ulaşılabilmesi için gerekli gün sayısı genotip Wisconsin'de daha kısa olurken ( $p = 0,000$ ), daha yüksek çimlenme indeksi ( $p = 0,000$ ) ve hız katsayısı ortalamalarına da ( $p = 0,000$ ) genotip Wisconsin ile ulaşılmıştır. 8 saat gün uzunluğu etkisinde de genotiplerin çimlenme oranları arasında istatistiki fark olmamış, her iki genotipte de aynı çimlenme oranlarına ulaşılmış; ancak uzun gün uygulamalarından farklı olarak, bu kez *L. esculentum* cv. D-9'un daha hızlı maksimum çimlenmeye ulaştığı saptanmış, çimlenme indeksi ( $p = 0,000$ ) ve hız katsayısı ( $p = 0,000$ ) parametreleri de genotip D-9'da daha yüksek ortalamalar sunmuştur. Karanlık etkisinde genotiplerin çimlenme oranlarında ortaya çıkan fark önemli bulunmuş ( $p = 0,006$ ); ancak ele alınan diğer parametrelerde istatistiki değeri olan farklılıklarla karşılaşılmaştır (çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı parametreleri için sırasıyla:  $p = 0,128$ ,  $p = 0,522$  ve  $p = 0,243$ ).

Uzun gün uygulanan *S. oleracea* genotiplerinin çimlenme oranı ( $p = 0,588$ ), çimlenme süresi ( $p = 0,169$ ), çimlenme indeksi ( $p = 0,617$ ) ve hız katsayısı ( $p = 0,193$ ) ortalamaları arasında istatistiki fark gözlenmemiştir. Kısa gün uygulanan genotiplerin çimlenme oranları arasında da istatistiki fark gözlenmemiş ( $p = 0,809$ ); ancak genotiplerden AG8117, 4,3603 gün ortalaması ile AG8121'den daha hızlı maksimum çimlenmeye ulaşmış, çimlenme indeksi ve hız katsayısı değerleri de genotip AG8117'de daha yüksek ortalamalar sunmuştur ( $p = 0,000$ ). Karanlık uygulanan *S. oleracea* genotiplerinin çimlenme oranı ( $p = 0,163$ ), çimlenme süresi ( $p = 0,051$ ), hız katsayısı ( $p = 0,096$ ) üzerine etkileri önemsiz bulunmuş, karanlık şartlarda genotiplerin sadece çimlenme indeksine etkileri önemli olmuş, AG8117 AG8121'den daha yüksek indeks ortalamaları sunmuştur ( $p = 0,001$ ).

Uzun gün şartlarında inkübasyona alınan *R. sativus*'ta, genotiplerin çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı üzerine etkileri ( $p = 0,000$ ) düzeyinde önemli olmuş, ele alınan tüm parametrelerde *R. sativus* cv. 8TR-18 daha üstün nitelikler sunmuştur. Kısa gün şartlarında inkübasyona alınan *R. sativus* genotiplerinin çimlenme oranları arasında istatistiki fark gözlenmemiş ( $p = 0,058$ ), çimlenme süresi, çimlenme indeksi, hız katsayısı parametreleri üzerinde ise *R. sativus* cv. 8TR-18'in nitelikleri daha dikkat çekici olmuştur ( $p = 0,000$ ). Karanlıkta inkübasyona alınan *R. sativus*'ta, genotipler çimlenme oranı, çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı parametrelerinde ( $p = 0,000$ ) düzeyinde etkili olmuş, ele alınan tüm parametrelerde *R. sativus* cv. 8TR-18 daha üstün nitelikler sunmuştur. Buna göre daha yüksek çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve hız katsayısı ortalamalarına *R. sativus* cv. 8TR-18 ile ulaşılrken, toplam çimlenme periyodu da genotip 8TR-18'de çok daha kısa sürede tamamlanmıştır.

Uzun gün şartlarında inkübasyona alınan *G. max* genotiplerinin çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı ortalamaları arasında istatistiki fark gözlenmiş ( $p = 0,000$ ), tohumlarda en hızlı maksimum çimlenmeye Nova genotipi ile ulaşılrken, diğer iki parametrede de en yüksek ortalamalar Nova genotipi ile sağlanmıştır. Buna karşın, çimlenme oranları üzerinde genotip etkisinin istatistiki anlamda önemli olmadığı saptanmıştır ( $p = 0,612$ ). Kısa gün şartlarında inkübasyona alınan genotiplerin çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı ortalamaları arasında da istatistiki fark gözlenmiş (sırasıyla:  $p = 0,005$ ,  $p = 0,006$  ve  $p = 0,007$ ), tohumlarda en hızlı maksimum çimlenmeye Nova genotipi ile ulaşılrken, diğer iki parametrede de en yüksek ortalamalar Nova genotipi ile sağlanmıştır. Kısa gün şartlarında da, çimlenme oranları üzerinde genotip etkisinin istatistiki anlamda önemli olmadığı saptanmıştır ( $p = 0,804$ ). Ele alınan çimlenme parametreleri bakımından *G. max* genotipleri arasında gözlenen farklılıklar, özellikle karanlıkta inkübasyona alınan tohumlarda belirginleşmiş, *G. max* cv. Nova ile daha yüksek çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve hız katsayısı ortalamaları elde edilirken ( $p = 0,000$ ), ortalama çimlenme süreleri de *G. max* cv. Nova'da daha kısa olmuştur ( $p = 0,000$ ).

Görüldüğü gibi uzun gün, kısa gün ve karanlık uygulanan *S. bicolor* genotiplerinin, karanlık uygulanan *T. aestivum* ve *G. max* genotiplerinin ele alınan tüm çimlenme parametrelerine tepkileri birbirinden farklı olmuştur. Çimlenme süresi, çimlenme indeksi ve hız katsayısı parametreleri açısından, *H. vulgare*, *T. aestivum*, *L. esculentum* ve *G. max* genotiplerinin uzun gün ve kısa gün uygulamalarına, *O. sativa* genotiplerinin uzun gün, *S. oleracea* genotiplerinin kısa gün uygulamalarına verdiği tepkiler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Karanlık uygulanan *L. esculentum* ve *H. vulgare* genotiplerinin çimlenme oranlarına, *S. oleracea* genotiplerinin çimlenme indeksine etkileri de önemli olmuştur. 8 saat gün uzunluğu etkisinde bırakılan *O. sativa* türüne dahil genotipler çimlenme oranları ve çimlenme indeksleri bakımından önemli farklılıklar sunmuştur. Sonuçlarımız, tohumların ışığa karşı gösterdikleri duyarlılıkta bir genotipsel farklılaşmanın önemi üzerinde duran Eser (1997), Akman ve arkadaşları (2001), Kırtok (2002) ve Şehirli (2002)'nin görüşleriyle uyumludur.

Çalışmamızın kısa gün monokotilleri *O. sativa* cv. Gönen, *O. sativa* cv. Kızıltan ve *S. bicolor* cv. Nes ile kısa gün dikotillerinden *G. max* cv. Ataem ve *G. max* cv. Nova'nın tohumlarında, en yüksek çimlenme oran indeksi ve hız katsayısı değerlerine karanlık şartlarda ulaşılmıştır. *S. bicolor* cv. Gözde-80'de de en yüksek hız katsayısı ve çimlenme oran indeksi değerleri, aralarında istatistiki fark olmaksızın kısa gün ve karanlık uygulanan tohumlarla sağlanmıştır. Bir

başka ifadeyle, ışık çalışmamızın tüm kısa gün monokotilleri ve kısa gün dikotillerinde çimlenme oran indeksi ve hız katsayısı ortalamalarını belirgin olarak düşürmektedir.

Çalışmamızın uzun gün monokotillerinden *T. aestivum* cv. Alpu ve *T. aestivum* cv. Sönmez ile uzun gün dikotillerinden *S. oleracea* cv. AG-8117 ve *S. oleracea* cv. AG-8121’de, en yüksek çimlenme oran indeksi ve hız katsayısı ortalamaları uzun gün şartlarıyla sağlanmıştır. Ancak benzer modelleme uzun gün monokotillerinden *H. vulgare*, uzun gün dikotillerinden *R. sativus* genotipleri için yapılamamıştır. Çünkü bu iki parametrede, *R. sativus* cv. 8TR-17 ve *R. sativus* cv. 8TR-18’de etkin olan kısa gün koşulları, *H. vulgare* cv. İnce-04 ve *H. vulgare* cv. Özdemir’de ise karanlıktır.

Çalışmamızda, ışık *Hordeum vulgare* cv. İnce-04 ve *Oryza sativa* cv. Gönen’in tohum çimlenme oranlarında hiçbir anlamlı farklılık oluşturamamıştır. Tohumlar ışıkta ve karanlıkta benzer çimlenme oranlarına ulaşmış, bu parametrede ışığa kayıtsız kalmışlardır. Ancak ışık, diğer tüm uzun gün ve kısa gün monokotillerinin ele alınan çimlenme parametrelerinde, her ne kadar bazıları çok küçük veya kimi durumlarda olumsuz da olsa, istatistikî anlamı olan farklılıklar oluşturmuştur. Bu nedenle tahıllar için ışığı bir çimlenme faktörü olarak algılamayan Elçi ve arkadaşları (1987), Emeklier (1993), Yürür (1994) ve Ceylan (1994) ile aynı kanıyı paylaşmıyoruz. Ancak bunun salt bizim çalışığımız genotiplerden kaynaklanan özel bir davranış modeli olabilme ihtimalini de göz ardı etmiyoruz.

### Teşekkürler

Çalışmamızın istatistikî analiz ve yorumlarının yapılmasındaki çok değerli katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Selma METİNTAŞ’a ve çalışmamızın araştırma materyallerini oluşturan bitki tohumlarını temin ettiğimiz Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü’ne, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’ne, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’ne, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü’ne ve Agromar Firmasına şükranlarımızı sunarız.

### Kaynaklar

- Ağaoğlu, Y. S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, A. İ., Yanmaz, R. 2001. Genel bahçe bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Ankara.
- Akman, Y., Darıcı, C. 1998. Bitki fizyolojisi. Ankara.
- Akman, Y., Küçüködük, M., Düzenli, S., Tuğ, G. N. 2001. Bitki fizyolojisi. Ankara.
- Akıncı, İ. E., Çalışkan, Ü. 2010. Kurşunun bazı yazlık sebzelerde tohum çimlenmesi ve tolerans düzeyleri üzerine etkisi. Ekoloji. 19/74. 164-172.
- Altare, M., Trione, S., Guevara, J. C., Cony, M. 2006. Stimulation and promotion of germination in *Opuntia ficus-indica* seeds. J. PACD. 91-100.
- Amritphale, D., Mukhiya, Y. K., Gupta, J. C., Iyengar, S. 1984. Effect of storage, photoperiod and mechanical scarification on seed germination in *Ocimum americanum*. Physiologia Plantarum. 61/4. 649-652.
- Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, S. 2001. Bitki biyoteknolojisi: Doku kültürü ve uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Yayınları, Konya.
- Başaran, D. 1990. Bitki doku kültürleri. Dicle Üniversitesi Yayınları, Diyarbakır.
- Başaran, D. 1990. Modern genel botanik. Dicle Üniversitesi Yayınları, Diyarbakır.
- Bungard, R. A., Daly, G. T., Mc Neil, D. L., Jones, A. V., Morton, J. D. 1997. *Clematis vitalba* in a New Zealand native forest remnant does seed germination explain distribution. New Zealand Journal of Botany. 35. 525-534.
- Busso, C. A., Mazzola, M., Perryman, B. L. 2005. Seed germination and viability of Wyoming sagebrush in northern Nevada. Interciencia. 30/10. 631-637.
- Carre, I. A. 2004. Photoperiodism and the regulation of flowering. In (Ed.) Goodman, R. M. Encyclopedia of plant and crop sciences. Marcel Dekker, New York, USA..
- Ceylan, A. 1994. Tarla tarımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Copete, M. A., Herranz, J. M., Ferrandis, P. 2009. Seed germination ecology of the endemic Iberian winter annuals *Iberis pectinata* and *Ziziphora aragonensis*. Seed Science Research. 19. 155-169.
- Çiçek, E., Tilki, F. 2007. Seed germination of three *Ulmus* species from Turkey as influenced by temperature and light. Journal of Environmental Biology. 28/2. 423-425.
- Dastı, A. A., Fatima, K., Malik, S. A. 2001. Storage time on seed dormancy and germination in eti mutants of *Arabidopsis thaliana* (L) Heynh. Journal of Research Science. 12/1. 34-42.
- De Souza, A. F., Andrade, A. C., Ramos, F. N., Loureiro, M. B. 1999. Ecophysiology and morphology of seed germination of the neotropical lowland tree *Genipa americana* (Rubiaceae). Journal of Tropical Ecology. 15. 667-680.
- Elçi, Ş., Kolsarıcı, Ö., Geçit, H. H. 1987. Tarla bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Emeklier, H. Y. 1993. Sıcak iklim tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Erciş, A., Taştan, B., Yıldırım, A. 1992. Delice (*Lolium temulentum* L.)’nin çimlenme biyolojisi ve çıkışı üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni. 32/1,4. 1-9.
- Eser, D. 1997. Tarımsal ekoloji. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Faravani, M., Bakar, B. 2007. Effects of light on seed germination, growth pattern of straits rhododendron (*Melastoma malabathricum* L.). Journal of Agricultural and Biological Science. 2/3. 1-5.
- Flores, J., Jurado, E., Arredondo, A. 2006. Effect of light on germination of seeds of *Cactaceae* from the Chihuahuan Desert, Mexico. Seed Science Research. 16. 149-155.
- Funes, G., Venier, P. 2006. Dormancy and germination in three *Acacia* (*Fabaceae*) species from central Argentina. Seed Science Research. 16. 77-82.

- Ghadiri, H., Torshiz, N. B. 2000. Effects of scarification and temperature on germination of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) seeds. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2. 257-262.
- Geldiay, R., Kocataş, A. 1983. Genel ekoloji. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Genç, İ., Tükel, T. 1996. Tarımsal ekoloji. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.
- Günay, A. 2005. Sebze Yetiştiriciliği. İzmir.
- Jull, L. G., Blazich, F. A., Hinesley, L. E. 1999. Seed germination of two provenances of Atlantic white-cedar as influenced by stratification, temperature and light. *Journal of Environmental Horticulture*. 17/4. 158-163.
- Kacar, B., 1989. Bitki fizyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Kadioğlu, A. 2007. Bitki fizyolojisi. Trabzon.
- Kandari, L. S., Rao, K. S., Maikhuri, R. K., Chauhan, K. 2008. Effect of pre-sowing, temperature and light on the seed germination of *Arnebia benthamii* (Wall. ex G. Don): An endangered medicinal plant of Central Himalaya, India. *African Journal of Plant Science*. 2/1. 5-11.
- Karagüzel, O., Çakmakçı, S., Aydınoglu, B. 2003. Doğal *Lupinus varius* populasyonunda gün uzunluğunun tohum bağlama tohum ve bazı çimlenme özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 16/1. 69-77.
- Kaşka, N., Yılmaz, M. 1990. Bahçe bitkileri yetiştirme tekniği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.
- Kurtok, Y. 2002. Genel tarla bitkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana.
- Lanta, V., Havranek, P., Ondrej, V. 2003. Morphometry analysis and seed germination of *Amaranthus cruentus*, *A. retroflexus* and their hybrid (*A. x turicensis*). *Plant Soil Environment*. 49/8. 364-369.
- Lombardi, T., Fochetti, T., Bertacchi, A., Onnis, A. 1997. Germination requirements in a population of *Typha latifolia*. *Aquatic Botany*. 56/1. 1-10.
- Maher, J., Gerasopoulos, D., Maloupa, E. 2000. Temperature and light effects on germination of *Lavandula stoechas* seeds. *Acta Horticulturae*. 541. 261-264.
- Mata, D. I., Casasola, M. P. 2005. Effect of in situ storage, light, and moisture on the germination of two wetland tropical trees. *Aquatic Botany*. 83/3. 206-218.
- Milberg, P., Andersson, L., Noronha, A. 1996. Seed germination after short duration light exposure implications for the photo control of weeds. *Journal of Applied Ecology*. 33. 1469-1478.
- Milberg, P., Andersson, L., Thompson, K. 2000. Large-seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. *Seed Science Research*. 10. 99-104.
- Nwoke, F. I. O. 1982. Effects of photoperiod on germination of seeds of *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd. *Annals of Botany*. 49. 23-29.
- Önder, N., Yentür, S. 1999. Bitkilerin büyüme gelişme farklılaşma ve hareket fizyolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Öztürk, M., Pirdal, M. 1986. Studies on the germination of *Asphodelus aestivus* Brot. *Biotronics*. 15. 55-60.
- Öztürk, M., Seçmen, Ö. 1999. Bitki ekolojisi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Penny, G. M., Neal, J. C. 2003. Light, temperature, seed burial, and mulch effects on mulberry weed (*Fatoua villosa*) seed germination. *Weed Technology*. 17/2. 213-218.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., Leblebici, E. 2000. Tohumlu bitkiler sistematiği. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Shahram, S. 2007. Seed dormancy and germination of *Vaccinium arctostaphylos* L. *International Journal of Botany*. 3/3. 307-311.
- Şehiralı, S. 2002. Tohumluk ve teknolojis. Fakülteler Matbaası, İstanbul.
- Tobe, K., Zhang, L., Omasa, K. 2006. Seed germination and seedling emergence of three *Artemisia* species (*Asteraceae*) inhabiting desert sand dunes in China. *Seed Science Research*. 16. 61-69.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. 2000. Kültür sebzeleri, sebze yetiştirme. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Yücel, E. 1996. Türkiyenin ekonomik değere sahip bazı bitkilerinin tohum çimlenme özellikleri üzerine bir araştırma. *Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*. 2. 39-54.
- Yücel, E. 1996. *Sideritis germanicopolitana* Bornm. subsp. *germanicopolitana* ve *Sideritis germanicopolitana* Bornm. subsp. *viridis* Hausskn. ex Bornm.'in tohum çimlenme özellikleri üzerine bir araştırma. *Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*. 2. 71-85.
- Yücel, E. 1997. Ebe karaçamı (*Pinus nigra* spp. *pallasiana* var. *şeneriana* (Saatç.) Yaltrınc'nın tohum çimlenme ekolojisi üzerine araştırmalar. *Ekoloji*. 23. 21-26.
- Yücel, E., Altınöz, N. 2001. *Salvia wiedemanni*'nin ekolojik özellikleri. *Ekoloji (Çevre Dergisi)*. 10 /38. 9-17.
- Yücel, E., Duran, A., Türe, C., Böcük, H., Özeydin, B. 2008. Effects of different salt (NaCl), nitrate (KNO<sub>3</sub>) and acid (HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrations on the germination of some *Hesperis* species seeds. *Biological Diversity and Conservation*. 1/2. 91-104.
- Yürür, N. 1994. Serin iklim tahılları. Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa.
- www.fao.org. Erişim tarihi: 2010.

(Received for publication 7 December 2010; The date of publication 15 August 2011)