

FARKLI SICAKLIK DERECELERİNİN BAZI TEK YILLIK BAKLAGİL YEM
BİTKİLERİNİN ÇİMLENMELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Sadık ÇAKMAKÇI, Semiha ÇEÇEN

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri
Bölümü-ANTALYA

Özet: Bu çalışma, laboratuvar koşullarında adi fig (*Vicia sativa* L.), yem bezelyesi (*Pisum sativum ssp.arvence* L. Poir), mürdümük (*Lathyrus sativus* L.), burçak (*Vicia ervilia* L.) ve iran üçgülü (*Trifolium resupinatum* L.) türlerinin farklı sıcaklık kademelerinde (5,10,15,20,25 °C) çimlenme ve gelişme düzeylerini saptamak amacı ile yapılmıştır.

Araştırma 3 tekrarlamalı olarak Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre kurulmuş ve çimlenme oranı (%), kök uzunluğu (cm), sürgün uzunluğu (cm), kök ağırlığı (mg), sürgün ağırlığı (mg), kök/sürgün oranları her tür ve sıcaklık kademesinde irdelenmiştir.

Sonuç olarak, adi fig her sıcaklık kademesinde de yüksek çimlenme oranı gösterirken, mürdümük 20 °C'de, yem bezelyesi 25 °C'de, burçak ve iran üçgülü ise 15 °C'de en yüksek çimlenme oranına sahip olmuşlardır. Her tür için farklı sıcaklık kademelerinde farklı fizyolojik gelişmeler görülmüştür.

The Effects of Different Temperatures on Germination of
Certain Annual Legume Species

Abstract: This study was conducted to determine the germination and development level of common vetch, field pea, chickling vetch, bitter vetch and persian clover plant species in different temperatures (5,10,15,20,25 °C) in laboratory conditions.

This research was planned in Randomized Plot Design with three replications. Germination percentage (%), root length (cm), shoot length (cm), root weight (mg), shoot weight (mg) root/shoot ratio were determined in each level of temperatures for each plant species studied.

As a result, while common vetch had the highest germination percentage in each temperature level, chickling vetch at 20 °C, field pea at 25 °C, bitter vetch and persian clover at 15 °C showed the highest germination percentages. There were different physiological developments for each plant species at different temperature levels.

Giris

Çimlenme, biyolojik anlamda tohum embriyosundan uygun koşullarda tohumun normal bir bitki oluşturabilme yeteneğini

belirten gerekli yapıların yani organların çıkmasıdır. Bir tohumun gömleğinden radicle (kökçük) çıkması çimlenmenin en önemli belirtisi kabul edilir (1). Bir başka deyişle, çimlenme tohumun su alıp şişmesi ve tohum kabuğunun çatlaması ile başlar. Bunu sapçığın alt ucundan embriyonun çevre ile ilişkisini sağlayacak birincil kökün oluşumu izler. Bu kök aşağıya doğru büyürken yan köklerde kök tüyleri oluşur. Sapçık kısa sürede uzar ve daha sonra tomurcuk hızla büyümeyi başlatarak gövde ve yaprakların oluşmasına yol açar (2).

Aslında tüm bu çimlenme mekanizmalarının oluşması ve sonuçta tohumun çimlenerek yeni bir bitki oluşturması bazı çevresel faktörlerin etkisi altındadır. Bunlar; su, besin maddesi ve uygun sıcaklık kapsamıdır (3). Çevresel faktörler bitki gelişimini olumlu yönde etkileyebileceği gibi, olumsuz etkiler de yapabilirler. Canlıların büyüme ve gelişmeleri üzerinde en etkili faktörlerden biri olan sıcaklık tüm canlılardaki fizyolojik olaylarda önemli rol oynar. Diğer koşullar çok uygun olsa bile sıcaklığın çok düşük veya yüksek olması karşısında çimlenme olmaz ya da çok az gerçekleşir (4,5). Bununla birlikte çeşitli bitkilerde tohumun çimlenmesi için gerekli olan en düşük ve en yüksek sıcaklıklar kesin olarak belirlenmiş değildir (2). Genel olarak optimum çimlenme sıcaklığı ilik mevsim bitkilerinde 20-25 °C, sıcak mevsim bitkilerinde ise 25-35 °C arasında değişmektedir. Bilindiği gibi, tohumların çimlenmeleri için gerekli minimum sıcaklık istekleri bitkilerin ekim zamanını etkileyen en önemli olgudur (6,7). Bunun yanında Eraç ve Ekiz serin mevsim yem bitkilerinin büyümeleri için günlük ortalama sıcaklığın +4 °C olması gerektiğini belirtmektedir (8).

Her bitkinin yaşamında çimlenme en kritik aşamayı oluşturur. Tohumun kendi içinde bulunan doğal mekanizmalar çimlenmeyi kontrol etmektedir. Bu nedenle tohumların kimyasal ve fiziksel kompozisyonları da çevre koşullarından etkilenme oranlarını belirler (9).

Bu laboratuvar çalışması ile; 5 farklı tek yıllık baklagil yem bitkisi türünün değişik sıcaklık kademelerindeki çimlenme durumlarını ve morfolojik etkileşimlerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada adi fig, yem bezelyesi, mürdümük, burçak ve iran üçgülü türlerinin tohumları materyal olarak kullanılmıştır;

- Adi fig : Karaelçi çeşidi
Yem bezelyesi: Yerli (Mutant Tip)
Mürdümük : Hat (Batı Geçit Kuşığı Araştırma Enstitüsü
Eskişehir)
Burçak : Hat (Batı Geçit Kuşığı Araştırma Enstitüsü
Eskişehir)
Iran üçgülü : Hat (Batı Geçit Kuşığı Araştırma Enstitüsü
Eskişehir)

Her tür grubundan alınan 50'şer tohum 1 parseli oluşturacak şekilde altlarına kurutma kağıdı konmuş petri kaplarına tohumlar yerleştirilmiş ve üzerlerine tohum ağırlıklarınının (her tür için) % 150'si oranında su ilave edilerek üzerleri kapatılmıştır. Bilindiği gibi çimlenme anında absorbe edilen su miktarları türlere göre değişir ve ortalama olarak baklagiller tohum ağırlığının % 150'si, buğdaygiller ise %70'i oranında su absorbe ederek çimlenirler (2). Bu şekilde her sıcaklık kademesi için 2 faktörlü (tür x sıcaklık) 3 tekrarlamalı tesadüf parselleri deneme deseninde çimlendirme dolabına petri kutuları yerleştirilmiştir. Denemede 5 farklı sıcaklık kademesi (5,10,15,20 ve 25 °C) uygulanmıştır. Her sıcaklık kademesinde 15 günlük çimlenme süresi sonunda türlere ait çimlenme oranı (ÇO;%), kök (KU) ve sürgün uzunluğu (SU;cm), kök (KA) ve sürgün ağırlığı (SA;mg) ve kök/sürgün (K/S) oranı değerleri alınmıştır. Elde edilen veriler Yurtsever (10)'in belirttiği istatistiki yöntemler kullanılarak değerlendirilmiş ve ortalamalar Duncan testi ile gruplandırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Denemede ölçülen özelliklere ait varyans analizi sonuçları Tablo 1'de, ortalamalar ve Duncan grupları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Denemede Ele Alınan Özelliklere Ait Varyans Analizi Sonuçları.

VK	SD	KO	F		KO	F	
			ÇO (%)	KU (cm)		KU	SU (cm)
Türler (A)	4	730.25	9.45 ^{xx}	20.51	28.89 ^{xx}	22.67	41.98 ^{xx}
Sıcaklık (B)	4	201.65	2.61 ^x	36.44	51.32 ^{xx}	33.14	61.37 ^{xx}
AxB	16	199.65	2.58 ^{xx}	5.85	8.24 ^{xx}	3.08	5.70 ^{xx}
Hata	50	77.29	-	0.71	-	0.54	-

VK	SD	KO	F		KO	F	
			KA (mg)	SA (mg)		K/S	K/S
Türler (A)	4	7921.9	122.80 ^{xx}	1546.5	41.99 ^{xx}	24.52	11.62 ^{xx}
Sıcaklık (B)	4	1453.5	22.53 ^{xx}	2572.6	69.85 ^{xx}	7.94	3.76 ^{xx}
AxB	16	1418.7	21.99 ^{xx}	517.9	14.06 ^{xx}	12.15	5.76 ^{xx}
Hata	50	64.5	-	36.8	-	2.11	-

x : 0.05 düzeyinde önemli
VK: Varyasyon kaynağı
KO: Kareler Ortalaması

xx : 0.01 düzeyinde önemli
SD : Serbestlik derecesi
F : F değerleri

Tablo 1'de görüldüğü gibi tüm özelliklerde türler ve sıcaklıklar arası farklılıklar ile türsıcaklık interaksiyonları 0,01 düzeyinde önemli iken yalnız çimlenme oranı özelliğinde sıcaklıklar arası farklılıklar 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu nedenle her özellik için farklı sıcaklık kademelerine ait ortalamalar Duncan testi ile gruplandırılmıştır.

Tablo 2. Denemede Ele Alınan Özelliklerin Farklı Sıcaklık Kademelerine Ait Ortalamaları ve Duncan Grupları:

Türler	Çimlenme Oranı (%)					Kök/Sürgün Sıcaklık(°C)				
	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25
A ¹	98.7a ²	100.0a	98.7a	100.0a	100.0a	1.66ab	1.39b	0.32b	0.21b	0.24b
B	79.3b	85.3b	83.3b	94.7ab	90.7ab	2.15ab	8.28a	1.63b	0.30b	0.33b
C	79.0b	64.7c	96.7ab	95.3ab	96.0a	1.27ab	1.34b	7.70a	3.23a	2.29a
D	78.0b	91.3ab	90.0ab	78.7b	76.0bc	2.78a	8.35a	1.13b	1.21ab	1.22ab
E	74.7b	90.0ab	83.3b	83.3b	76.7b	0.18b	0.13b	0.80b	6.23b	0.29b

	Kök Uzunluğu (cm)					Sürgün Uzunluğu (cm)				
	Sıcaklık (°C)					Sıcaklık (°C)				
A	1.38ab	2.36a	4.33b	4.33bc	2.86cd	1.52a	1.42ab	4.39a	7.92a	5.72a
B	2.26a	2.88a	3.78bc	4.15bc	3.67bc	0.41a	0.62ab	1.62c	4.20b	3.36b
C	1.29ab	1.23b	6.08a	8.51a	8.55a	0.39a	0.40b	0.32d	1.33d	1.70c
D	2.00a	2.90a	6.82a	4.57b	4.26b	0.80a	0.73ab	3.03b	4.97b	4.16b
E	0.69	1.66ab	2.52c	3.20c	2.04d	1.12a	1.63a	2.25bc	2.43c	1.73c

	Kök Ağırlığı (mg)					Sürgün Ağırlığı (mg)				
	Sıcaklık (°C)					Sıcaklık (°C)				
A	9.3ab	14.7a	8.0c	10.7bc	8.3bc	5.67a	10.67ab	25.00a	50.0a	35.33b
B	21.3a	23.0a	21.3b	21.3b	19.0b	10.00a	4.00b	14.67b	71.0a	59.00a
C	12.3ab	15.0a	55.3a	119.3a	99.7a	9.67a	15.00a	7.33b	39.67c	35.00b
D	8.3ab	10.0ab	16.0bc	15.7b	10.7bc	3.00a	4.33b	13.67b	14.33d	9.93c
E	1.0b	1.3b	3.7c	2.3c	0.47c	5.67a	10.33ab	13.67b	10.33d	4.10c

P ³	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
----------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

1. A=Adi fig, B=Mürdümük, C=Yem bezelyesi, D=Burçak, E=Iran üçgülü
2. Aynı harfle temsil edilen gruplar arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli değildir.
3. P = önemlilik; xx : 0.01 düzeyinde önemli

Çimlenme Oranı

Tablo 2'de görüldüğü gibi adi fig hemen tüm sıcaklık kademelerinde, mürdümük 20 °C'de, yem bezelyesi 15 °C'de, burçak ve iran üçgülü ise 10 °C'de en yüksek çimlenme oranına sahip olmuşlardır. 5 °C'de en yüksek çimlenme adi

fig'de (%98,7) iken en düşük oran iran üçgülünde (%74,7) elde edilmiştir. Bu nedenle adi figin 5 °C'lik bir toprak sıcaklığında yeterli çimlenme oranına sahip olabileceğini söyleyebiliriz. Bu sonuç aynı zamanda adi figin ekim nöbeti içerisinde ekim zamanını ayarlama yönünden büyük rahatlık sağlayabileceğini de göstermektedir. Çünkü ekim sıcaklığı minimum çimlenme sıcaklığı sayesinde belirlenebilir (6).

10 °C'de adi fig en yüksek (% 100) yem bezelyesi ise en düşük (% 64.7) çimlenme oranına sahip olmuşlardır. 15 °C'de adi fig ilk grupta (% 98.7) iken mürdümük ve iran üçgülü (% 83.3) son grupta yer almışlardır. 20 ve 25 °C'de diğer sıcaklık kademelerinde olduğu gibi adi fig ilk grupta (% 100) burçak ise (% 78.7 ve 76.0) son grupta bulunmaktadır.

Burçak ve iran üçgülünde 25 °C'de çimlenme oranlarında belirgin düşmeler görülmektedir. Bilindiği gibi tohumların çimlenme yeteneğini dış koşulların yanında genetik özellikleri de belirlemektedir. Örneğin tohum içindeki besin maddeleri içeriği, enzim faaliyetleri, tohum kabuğunun sert olup olmaması gibi faktörler çimlenmede önemli rol oynarlar (11). Sıcaklığın belirli oranda artışı ile çimlenme oranındaki artışları tohum içindeki enzim faaliyetlerinin artışına da bağlayabiliriz (2). Bazı türlerde yüksek sıcaklıkla beraber çimlenme oranındaki düşüşler ise, enzim faaliyetlerinin bozulması ve bazı toksit maddelerin yoğunlaşması nedeni ile olmaktadır. Tabii ki tohum kabuklarının kalınlıkları, içlerindeki engelleyici maddeler ve embriyonun gelişmiş olup olmamasında önemli rol oynamaktadır (1).

Kök Uzunluğu

Tüm bitkilerde sıcaklık arttıkça kök uzunluğunda belli derecelere kadar artış daha sonra tekrar azalma görülmektedir (Tablo 2). Örneğin, adi fig ve mürdümük 20 °C, burçak ve iran üçgülünde 15 °C'ye kadar artış daha sonra azalma kaydedilirken yem bezelyesinde 25 °C'ye kadar artma olmuştur. Kök uzunluğundaki artış ve düşüşler ortamda bulunan su miktarına göre değişmektedir (12). Bitkilerde genelde suya yönelim vardır. Sıcaklığın artması su kaybını arttırmakta bu da kök uzunluğunun artmasına yol açmaktadır. Ancak fazla sıcaklık, gelişimin durmasına da sebep olmaktadır. Bu nedenle sıcaklığın kök gelişimine etkisi belli derecelere kadar olumlu, belli bir derecenin üzerinde ise olumsuz yönde olmaktadır (12). Tablo 2'de görüldüğü gibi iri tohumlu bitkilerin kök uzunlukları daha fazladır. Bu tohumların içerdikleri besin maddesi kapsamı ile yakından ilişkili bir sonuçtur. En yüksek değerler; 5 °C'de mürdümükte, 10 °C ve 15 °C'de burçakta, 20 ve 25 °C'de ise yem bezelyesinde elde edilmiştir. Bunun yanında 5, 15 ve 25 °C'de iran üçgülü, 10 °C'de ise yem bezelyesi en düşük değerlere sahip olmuşlardır.

Sürgün Uzunluğu

Sürgün uzunluğu ile ilgili bulgulara baktığımızda (Tablo 2) tüm türler de 20 °C en uzun sürgün uzunlukları elde edilmiştir. Sıcaklık 25 °C'ye çıktığında ise bütün türlerde azalma göze çarpmaktadır. Oldukça iri tohumlara sahip yem bezelyesi ve mürdümük türleri belirgin düzeyde sürgünleri ancak 20 °C'de verebilmişlerdir. Düşük sıcaklık kademelerinde kökçükler daha cılız yapıdadır. Tohumlar çimlenirken başlangıçta kökçük gelişimini tamamlayıp daha sonra sürgün vermektedirler. Düşük sıcaklıklarda cılız olan kökçükler sürgün uzamasının yavaş olmasına yol açarlar. Zira besin maddesi akış yönü kökçük bölgesindedir (2). Bitkiler genel olarak gövde gelişmesinde kök gelişmesine oranla daha fazla ısı isterler (13). Ancak fazla sıcaklık solunumun artmasına yol açar. Bu durum sürgün uzunluğunun yüksek sıcaklıklarda azalmasının diğer bir nedenidir. Sürgün uzunluğu yönünden, 5 °C'de adi fig yüksek değeri göstermesine karşılık tüm türler aynı grupta; 10 °C'de iran üçgülü ilk, yem bezelyesi ise son grupta; 15, 20 ve 25 °C'de ise adi fig ilk grupta, yem bezelyesi son grupta yer almışlardır.

Kök Ağırlığı

Tablo 2'de görüldüğü gibi adi fig ve mürdümük 10 °C'de, yem bezelyesi 20 °C'de, burçak ve iran üçgülü ise 15 °C'de kök ağırlıklarını artırmışlardır. Kök ağırlıkları açısından genel bir değerlendirme yaptığımızda sırası ile yem bezelyesi, mürdümük, burçak, adi fig ve iran üçgülü şeklindedir. Dolayısıyla iri tohumlu bitkilerin kök sistemi daha iyi gelişmiştir.

Kök uzunluğu ile ilgili değerlere baktığımızda kök uzunluğunun en yüksek olduğu sıcaklık kademelerinde en fazla kök ağırlığının elde edilmediğini görüyoruz. Bunun nedeni daha düşük sıcaklık kademelerinde kök daha kısa ama daha kalın, sıcaklığın artması ile köklerin uzaması daha ince karakterlerde gelişmeleridir. Aynı zamanda sıcaklığın artması ile tüm türlerde sürgünlerin uzunluğu da artmıştır. Kök bölgesinden sürgün yönünde besin maddesi aktarılması yüksek sıcaklıklarda tüm türlerde kök ağırlıklarında azalmalara yol açmıştır (14). Kök ağırlığı özelliğinde 5 ve 10 °C'de mürdümükte en fazla iran üçgölünde en düşük; 15, 20 ve 25 °C'lerde ise yem bezelyesinde en fazla iran üçgölünde en düşük değerler elde edilmiştir.

Sürgün Ağırlığı

Tablo 2 irdelendiğinde iran üçgölünün 15 °C'de, diğer türlerin ise 20 °C'de en fazla sürgün ağırlığına sahip oldukları görülmektedir. Sürgün uzunluğu ile sürgün ağırlığı arasında olumlu bir ilişki olduğu (Tablo 2) anlaşılmaktadır. Zira tüm türler 20 °C'de en fazla sürgün uzaması göstermişlerdir. Beklenildiği gibi iri tohumlu bitkilerin

sürgün ağırlıkları da fazla olmuştur. Sürgün ağırlığının 20 °C'de artmasını, bu sıcaklık derecesine kadar türlerin kök gelişimini iyileştirip sürgünlerin uzaması ve fotosentez işleminin başlamasına aynı zamanda karbonhidratların sürgün yönünde taşınmasına bağlayabiliriz (14).

Sürgün ağırlığı yönünden 5 °C'de tüm türler aynı grupta yer alırken; 10 °C'de yem bezelyesi ilk grupta iran üçgülü son grupta; 15 °C'de adi fig ilk grupta, yem bezelyesi son grupta ; 20 25 °C 'de ise mürdümük türü ilk grupta iran üçgülü son grupta yer almıştır.

Kök/Sürgün Oranı

Kök/sürgün oranı kök ağırlığının sürgün ağırlığına oranlanması sonucu elde edilmiştir. Tablo 2'ye bakacak olursak 5 °C'de en fazla oran burçaktan (2.78), en düşük oran ise iran üçgülden (0.18) elde edilmiştir. 25 °C'de ise en iyi kök gelişimi sağlayan yem bezelyesinde oran yüksek olurken (2.29) adi fig, mürdümük ve iran üçgülden (0.24-0.33) daha düşük oranlar elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile kökün sürgüne göre daha iyi geliştiği sıcaklık dereceleri türlere göre adi figde 5 °C, mürdümük ve burçakta 10 °C, yem bezelyesi ve iran üçgülden ise 15 °C'de olmuştur. Bu sonuç türlerin yukarıda belirtilen derecelerden sonra sürgün gelişmelerini hızlandırdığını da göstermektedir.

Sonuç olarak türlerin farklı sıcaklık kademelerinde farklı morfolojik ve fizyolojik gelişmeler gösterdiğini, belli sıcaklık derecelerine kadar sıcaklığın kök gelişimini hızlandırdığını daha sonra ise daha yavaş bir kök gelişimi olduğunu söyleyebiliriz. Bunun yanında kök gelişiminin yavaşladığı sıcaklık derecelerinden sonra ise, tüm türlerde sürgün gelişimi hızlanmaktadır. Türler içinde en düşük sıcaklık derecesinde adi figin en yüksek çimlenme oranına sahip olduğu ve bu türün ekim zamanını ayarlama konusunda yetiştiriciye değişik olanaklar sağlayabileceğini de belirtebiliriz. Bilindiği gibi çimlenmenin yanında kök gelişmesi ve sürgün gelişmesinin de en iyi olduğu sıcaklık dereceleri yetiştiricilik açısından önemlidir. Çünkü çimlenen tohumlar kök yapılarını en iyi şekilde geliştirecekler ve ortandan en iyi biçimde yararlanabilir duruma gelecekler daha sonra da toprak yüzüne çıkabilmek içinde en iyi sürgün uzamasını sağlayacaklardır. O halde genelde çalışmada ele alınan tüm türlerin 10-15-20 °C'de yukarıda belirtilen özellikleri yakalayabileceklerini söyleyebiliriz. Dolayısıyla yetiştiriciler bu bitkilerin ekim zamanını ayarlarken toprak sıcaklığının 10-20 °C arasında olmasına dikkat etmelidirler. Benzer düşünceler bazı araştırmacılar tarafından da açıklanmıştır (15,16).

Kaynaklar

1. Eriş, A., Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları No:11. Bursa. 1990.
2. Kaçar, B., Bitki Fizyolojisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 1153. Ankara. 1989.
3. Libbert, E., Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. 1975.
4. Oehmichen, J., Pflanzenproduktion. Band 1: Grundlagen. 1983.
5. Levitt, J., Responses of Plants to Environmental Stress. Volume 1. Chilling Freezing and High Temperature Stress. New York-London. P:3-19. 1979.
6. Açıköz, E., Tarımsal Ekoloji. Uludağ.Ü.Zir. Fak. Ders Notları No:8. Bursa. 1985.
7. Klapp, E., Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. Berlin. 1967.
8. Eraç, A., Ekiz, H., Yem Bitkileri Yetiştirme. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları :964. Ders Notu: 16. Ankara. 1985.
9. Şehiralli, S., Tohumluk ve Teknolojisi. Ankara Üniv. Basımevi. Ankara. 1989.
10. Yurtsever, N., Deneysel İstatistiksel Metodlar. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları. No: 121. Ankara. 1984.
11. Hess, D., Pflanzenphysiologie. Uni-Taschenbücher:15. 1979.
12. Weaver, J.E., Albertson, F.W., Ecol. Monogr. 13-1. 1943.
13. Ergin, İ.Z., Avcıoğlu, R., Yem Kültürünün İlkeleri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları Ders Teksiri No: 103-1. İzmir. 1984.
14. Katkat, V., Bitki Fizyolojisi Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Ders Notları. No:22. Bursa. 1996.
15. Kaçar, B., Genel Bitki Fizyolojisi. Ankara. Üniv. Ziraat. Fak. Yayınları. 881. Ders Kitabı: 246. Ankara. 1983.
16. Açıköz, E., Yem bitkileri. Uludağ Üniv. Basımevi. Bursa. 1991.