



Silaj Sorgum'da Bazı Fizyolojik Özelliklerin Verim Üzerine Etkileri

Mahmut KAPLAN^{1*}

Rukiye KARA²

¹Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 38090 Kayseri

²Doğu Akdeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, 46100 Kahramanmaraş

*email: mahmutk@erciyes.edu.tr

Alındığı tarih (Received): 24.04.2014

Kabul tarihi (Accepted): 29.04.2014

Online Baskı tarihi (Printed Online): 17.07.2014

Yazılı baskı tarihi (Printed): 00.00.2014

Özet: Çalışmada, farklı özelliklere sahip silaj sorgum genotiplerinin fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bu özelliklerin verimle ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır. Deneme 2007-2008 yıllarında yetiştirme sezonunda, 2 yıl süre ile tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak 3 tekrarlamalı kurulmuştur. Araştırmada net fotosentez hızı (Pn), stoma iletkenliği (gs), klorofil içeriği (Kİ), yaprak alan indeksi (YAI), bitki örtüsü sıcaklığı (BÖS), bitki boyu, bitki çapı ve yeşil ot verimi gibi özellikler incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; vejetatif dönem yaprak alan indeksi ile vejetatif dönem net fotosentez hızı ve stoma iletkenliği arasında, çiçeklenme dönemi yaprak alan indeksi ile çiçeklenme dönemi klorofil içeriği ve bitki boyu arasında, vejetatif dönem klorofil içeriği ile vejetatif ve çiçeklenme dönemi stoma iletkenliği arasında, yeşil ot verimi ile çiçeklenme dönemi klorofil içeriği ve bitki çapı arasında, vejetatif dönem net fotosentez hızı ile çiçeklenme dönemi net fotosentez hızı ve stoma iletkenliği arasında, vejetatif dönem stoma iletkenliği ile çiçeklenme dönemi net fotosentez hızı ve stoma iletkenliği arasında olumlu ve önemli ilişkiler bulunmuştur. Araştırmada kullanılan genotipler içerisinde, yeşil ot verimi yönünden ön plana çıkmış B 24, ICSB 472 ve ICSB 502 genotipleri bölge tarımı için önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çokyıllık Silaj sorgum, genotip, fizyolojik özellikler, yeşil ot verimi

Effects of Physiological Characteristics on Yield of Silage Sorghum

Abstract: The present study was conducted to determine the physiological characteristics of silage sorghum and their effects on yields. Experiments were conducted in randomized block design with 3 replications during the growing seasons of 2007-2008. Net photosynthesis rate (Pn), stomal conductance (gs), chlorophyll content (KI), leaf area index (YAI), canopy temperature (BÖS), plant height, plant diameter, green herbage yield parameters were investigated. Results revealed significant positive relationships between vegetative period leaf area index and vegetative period net photosynthesis rate – stomal conductance; between flowering period leaf area index and flowering period chlorophyll content – plant height; between vegetative period chlorophyll content and vegetative – flowering periods stomal conductance; between green herbage yield and flowering period chlorophyll content – plant diameter; between vegetative period net photosynthesis rate and stomal flowering period net photosynthesis rate – stomal conductance; vegetative period stomal conductance and flowering period net photosynthesis rate – stomal conductance. Among the experimented genotypes, the genotypes B 24, ICSB 472 and ICSB 502 with their prominent green herbage yields might be recommended for the region.

Key Words: Sorghum, genotypes, physiological characteristics, green herbage yield

1. Giriş

Sorgum tropik, subtropik hatta sıcak bölgeler için önemli bir yem bitkisidir (Bahrani ve Deghani ghenateghestani, 2004). Sorgum kurağa dayanıklı ve düşük girdilerin hakim olduğu bölgelere adapte olmuştur (Li ve ark., 2010). Sorgum mısıra göre iki kat daha fazla kök üretmekte (House, 1985), mısır ve diğer bitkilere

göre suyu (Sanderson ve ark., 1992; Bean ve ark., 2002; Sanchez ve ark., 2002; Howell ve ark., 2008) ve bitki besin elementlerini (N, P, K) daha etkili kullanarak daha fazla verim vermektedir (Bean ve ark., 2002; Kimbrough, 2002). Bu özelliklerin yanı sıra sorgum, farklı pH aralıklarına (5.0-8.5), tuzlu ve organik bileşiklerce fakir topraklara ve yüksek sıcaklıklara uyumlu bir

bitkidir (Duke, 1983; Kimber, 2000). İçerdiği fitokimyasallar sayesinde, sorgumun hastalıklara ve zararlılara dayanımı yüksektir (Awika ve Rooney, 2004). Bu özelliklere ilaveten aşırı sulu arazilerdeki fotosentetik aktivitesi ve mineral madde alımı da yüksektir (Gosse, 1995; Woods ve ark., 1995).

Islahı ile verim potansiyelinde önemli artımlar sağlanmış olmasına karşın gelecekteki başarı bitki ıslahçıları ile bitki fizyologlarının işbirliği ve fizyolojik kriterlerin desteği ile belirlenecektir (Jackson ve ark., 1996). Son yıllarda yürütülen çalışmalar, stoma iletkenliği, fotosentez hızı, membran termostabilitesi, bitki örtüsü sıcaklığı ve klorofil içeriği gibi fizyolojik özelliklerin bir seleksiyon kriteri olarak kullanılmasının verimde ilerleme sağladığını göstermektedir (Fisher ve ark., 1998; Amthor, 2001; Bavec ve Bavec, 2001; Reynolds ve ark., 2001; Soltani ve Galeshi, 2002; Koç ve ark., 2003; Kaplan, 2009; Yıldırım ve ark. 2009).

Birçok araştırmacı sorgum çeşitlerinde büyüme karakterleri ve verim ve bileşenleri arasında anlamlı farklılık olduğunu bildirmektedir (El-Hattab ve ark., 2000; Ahmed ve ark., 2007). Erken gelişme döneminde yaprak alan indeksinin değiştirilmesiyle, bitki tarafından kullanılan günlük ışık miktarı artırılarak yaprak fotosentezi artırılabilir. Bu durum verimle olumlu ilişki göstermektedir (Lopez-Castaneda ve Richards, 1994; Hafid ve ark., 1998). Yaprak alan indeksi, ışık enerjisinin tutulmasında ve bitkiler tarafından kullanılarak biyokimyasal enerjiye çevrilmesinde birincil derecede rol oynamaktadır. Bitki fotosentezi ve buna bağlı olarak biomas üretimi, yeşil aksamının ışık tutma kabiliyeti ile yakından ilişkilidir (Muchow ve ark., 1990). Üretimin ve transpirasyonun yapıldığı yaprak alanının belirlenmesi verim açısından oldukça önemlidir (Saeed ve El-Nadi, 1998). Fotosentez, stoma iletkenliği, suyun taşınması vb. bitkideki birçok fizyolojik süreç sonucunda ortaya çıkan bitki

örtüsü sıcaklığının sıcak ve kurak (Rashid ve ark., 1999) koşullarda verimle yüksek ilişkili olması, yapılacak seleksiyonlar için büyük öneme sahiptir. Klorofil içeriği ve bitki örtüsü sıcaklığı ilişkilerinin serinleme yeteneği yüksek ve yüksek klorofil içerikli bitki elde edilmesindeki genetik ilerlemeyi artıracığı belirtilmiştir (Babar ve ark., 2006).

Bu çalışmanın amacı, farklı özelliklere sahip silaj sorgum genotiplerinde fizyolojik özellikler ile verim arasındaki ilişkinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma 2007 ve 2008 yılları yetiştirme sezonunda tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede materyal olarak ICRISAT'tan temin edilen ICSB 472, ICSB 502 ve ICSB 564 genotipleri, Texas A&M Üniversitesinden temin edilen Deer Broom Corn, B24, Gd 65195 çeşitleri ile Batı Akdeniz Araştırma Enstitüsünden temin edilen Rox, Nes ve Gözde 80 çeşitleri kullanılmıştır. Bitkiler 70x14 cm genişliğinde ekilmiştir. Ekimle birlikte 8 kg N ve 8 kg P₂O₅ ve üst gübre olarak 10 kg/da N verilmiştir. Bitkiler süt-hamur olum döneminde biçilerek hasat edilmiştir.

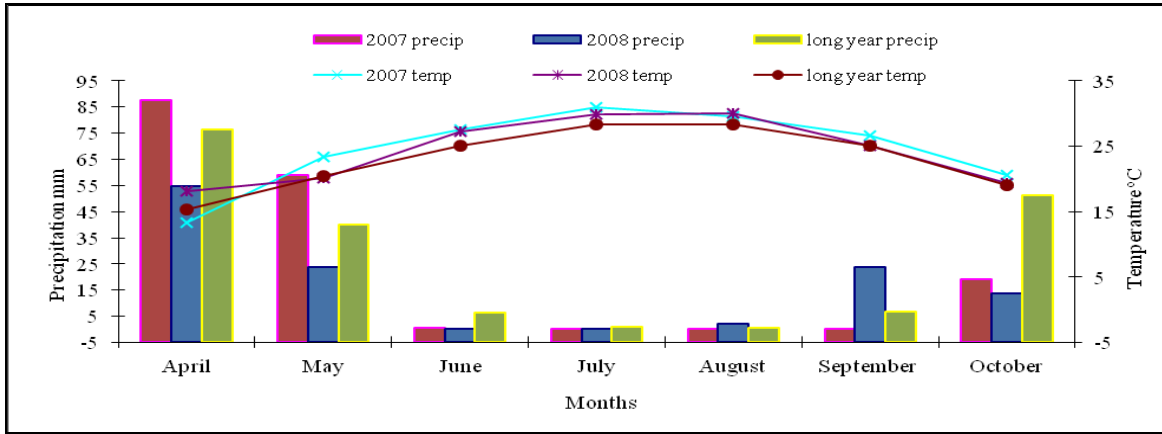
Çizelge 1 incelendiğinde her iki ürün yılında da deneme yeri topraklarının bünye sınıfının kumlu-killi tekstüre sahip olduğu belirlenmiştir. Deneme yeri topraklarının pH'sı sırasıyla ilk yılda 7.94 ve ikinci yılda ise 7.93 seviyesinde hafif alkali bulunmuştur. Kireç oranı birinci yılda %16 ve ikinci yılda ise %14 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Birinci yıldaki kireç oranı fazla kireçli grubuna girerken, ancak ikinci yıldaki oran ise orta kireçli grubuna girmektedir. Verilere göre deneme toprakları organik maddece fakirdir (Anonim, 1980; FAO, 1990; TOVEP, 1991; Kaçar, 2009; Güneş ve ark., 2010).

Çizelge 1. Deneme Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri**Table 1.** Physical and chemical soil characteristics of experimental site

Yıllar	Derinlik (cm)	Tekstür Sınıfı	pH	CaCO ₃ (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	Organik Madde %
2007	0-30	Tınlı	7.94	16	0.85	3.6	1.49
2008	0-30	Tınlı	7.93	14	1.02	3.6	1.49

Araştırmanın yürütüldüğü 2007 ve 2008 ürün yıllarındaki yetiştirme sezonunda toplam yağışlar sırasıyla 166.6 ve 118.1 mm olmuştur. Uzun yıllar ortalamasına göre, birinci yılda 15.0, ikinci yılda ise 63.5 mm daha az yağış olmuştur. Yağışlar yetersiz olduğu için bitkilerin ihtiyaç duydukları su 7-10 gün aralıklarla salma sulama ile verilmiştir. Uzun yıllar ortalamasına göre,

Kahramanmaraş'ta deneme aylarındaki ortalama sıcaklık 23.1 °C'dir (Şekil 1). Araştırmanın yürütüldüğü 2007 ve 2008 yıllarındaki deneme aylarına ait ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla 24.6 ve 24.3 °C olmuştur. Her iki ürün yılı da uzun yıllar ortalamasına göre, daha yüksek ortalama sıcaklık değerlerine sahip olmuştur (Anonim, 2008).

**Şekil 1:** Deneme Yılları ve Uzun Yıllar Ortalamasına Ait Ombro-Termik İklim Diyagramı**Figure 1.** Ombro-thermic climate diagram for long term and experimental years

Fotosentez hızı ve stoma iletkenliği vejetatif dönemde (ekimden 45 gün sonra) ve çiçeklenme döneminde her parselden rastgele seçilen 5 bitkinin en üst yaprağında tam güneşli havada, 10⁰⁰ ile 16⁰⁰ saatleri arasında LCA+pro tipi portatif gaz analizatörü cihazı kullanılarak, klorofil içeriği taşınabilir klorofil photometer ile rastgele seçilen 5 bitkide en üst yapraklar üzerinde vejetatif ve çiçeklenme döneminde tarlada ölçülerek belirlenmiştir. Fotosentez hızı ve stoma iletkenliği LCA+pro cihazının bozulmasından dolayı sadece 2008 yılında ölçümü yapılmıştır. Yaprak alan indeksi yine her iki dönemde LAI-2000 Plant Canopy Analyser aleti kullanılarak orta iki sıradan ölçülmüştür. Bitki örtüsü sıcaklığı hem vejetatif hem de çiçeklenme dönemlerinde taşınabilir bir infrared termometre ile santigrat derece (°C) cinsinden ölçülmüştür. Tam güneşli

havada 11⁰⁰-15⁰⁰ saatleri arasında, tüm tekerrürlerde kuzeyden ve güneyden olmak üzere iki ölçüm yapılmış ve ortalaması alınmak suretiyle saptanmıştır. Bitki boyu olgunlaşma döneminde toprak seviyesinden salkım ucuna kadar olan uzunluk ölçülerek, bitki çapı ise toprak seviyesinin üstündeki ilk boğumun üzerinden ölçülerek bulunmuştur. Biomas verimi toprak üstü kısmı biçilerek tartılmış ve dekara çevrilerek hesaplanmıştır.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular, SAS (SAS Inst. 1999) programından yararlanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen ortalamalar arasındaki farkın önemli olup olmadığı Duncan testi ile belirlenmiştir. Korelasyon analizi SAS paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Vejetatif dönem yaprak alan indeksi değerleri bakımından denemenin her iki yılında da genotipler arasındaki farklar önemli çıkarken ($P \leq 0.01$), yıllar arasındaki fark ve yıl \times genotip interaksiyonu önemsiz çıkmıştır (Çizelge 2).

Vejetatif dönem yaprak alan indeksi bakımından ilk yılda en düşük yaprak alan indeksi değeri Nes çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek değer GÖZDE 80 çeşidinden elde edilmiş, B 24, ICSB 502, ICSB 564 ve Gd 65195 genotipleri de GÖZDE 80 çeşidi ile birlikte yüksek yaprak alan indeksine sahip genotipler olmuşlar ve aynı grupta yer almışlardır. Denemenin ikinci yılında en düşük değer 0.23 ile Deer Broom Corn çeşidinden elde edilirken Nes, ROX ve ICSB 472 genotipleri de en düşük yaprak alan indeksine sahip olmuşlardır. İkinci yıla ait yaprak alan indeksi 0.53 değeri ile B 24 çeşidinde en yüksek olmuş, ancak GÖZDE 80 çeşidi ile aynı grupta yer almıştır. Yıllar ortalamasında ise en düşük değer 0.26 ile Nes ve Deer Broom Corn çeşitlerinden elde edilmiş ROX ve ICSB 472 genotipleri ise aynı grupta yer almışlardır. En yüksek değer 0.50 ile GÖZDE 80 çeşidinden elde edilmiş, B 24 ve

ICSB 502 genotipleri de istatistiki olarak en yüksek gruba dâhil olmuşlardır.

Çiçeklenme dönemi yaprak alan indeksi değerleri ilk yılda 4.05-5.54 arasında, ikinci yılda 3.33-4.75 arasında, yıllar ortalamasında ise 3.96-5.12 arasında değişmiştir. Araştırmanın ilk yılı ve yıllar ortalaması ele alındığında, en yüksek değer Nes çeşidinden elde edilmiş, en düşük değer ise B 24 çeşidinden elde edilmiştir. 2008 yılında ise en yüksek değer GÖZDE 80 çeşidinden elde edilmiş, en düşük değer ise ICSB 502 hattından elde edilmiştir. Ramazanzadeh ve Asgharipour (2011), gelişmenin ilerlemesiyle YAİ'nin arttığını daha sonra besin maddesi ve düşük ışık etkisiyle azaldığını, en yüksek YAİ değerinin çiçeklenme döneminde elde edildiğini bildirmişlerdir. Çiçeklenme dönemi YAİ sonuçlarımız Saeed ve El-Nadi (1998), Ottman ve ark. (2001), Lafarge ve Hammer (2002), Bahrani ve Deghani ghenateghestani (2004), Kaplan (2009) ve Ramazanzadeh ve Asgharipour (2011) ile benzerlik göstermiş, Hassanein ve ark. (2010)'nın elde etmiş oldukları sonuçlardan düşük olmuştur.

Çizelge 2. Silaj Sorgum Genotiplerine Ait Yaprak Alan İndeksi Değerleri

Table 2. Leaf area index values of silage sorghum genotypes

Genotipler	Vejetatif dönem yaprak alan indeksi			Çiçeklenme dönemi yaprak alan indeksi		
	2007	2008	Ort.	2007	2008	Ort.
Nes	0.28 b	0.25 e	0.26 c	5.54 a	4.70 a	5.12 a
Deer Broom Corn	0.30 b	0.23 e	0.26 c	5.1 ab	3.95 abcd	4.52 bc
ROX	0.29 b	0.25 e	0.27 c	4.66 abc	3.51 cd	4.09 c
ICSB 472	0.28 b	0.28 e	0.28 c	4.65 abc	4.24 abc	4.45 bc
B 24	0.48 a	0.53 a	0.46 a	4.05 c	3.87 bcd	3.96 c
ICSB 502	0.47 a	0.45 bc	0.46 a	5.13 ab	3.33 d	4.23 c
ICSB 564	0.39 ab	0.36 d	0.38 b	4.36 bc	3.89 bcd	4.13 c
Gd 65195	0.39 ab	0.40 cd	0.40 b	4.53 bc	4.39 ab	4.46 bc
GÖZDE 80	0.49 a	0.50 ab	0.50 a	5.07 ab	4.75 a	4.91 ab
Ort.	0.37	0.37		4.79 ^a	4.07 ^b	
Genotip	**	**	**	*	**	**
Yıl			ÖD			**
Yıl\timesgenotip			ÖD			ÖD

ÖD: Önemli değil; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$;

Vejetatif dönem klorofil içeriği açısından genotipler, yıl ve yıl \times genotip interaksiyonu

arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Çiçeklenme dönemi klorofil içeriği yönünden

sorgum genotipleri arasındaki farklar %1 seviyesinde önemli olurken, yıl ve yıl \times genotip interaksiyonu önemsiz olmuştur. İlk yıl, ikinci yıl ve yılların ortalaması incelendiğinde en yüksek vejetatif dönem klorofil içerikleri GÖZDE 80 çeşidinden elde edilmiştir. Gd 65195 hattı birinci yıl ve yılların ortalamasında en düşük klorofil içeriğine sahip olurken, ikinci yılda ICSB 472 hattı en düşük değere sahip genotip olmuştur. Birinci, ikinci ve yıllar ortalamasına göre Nes çeşidi en yüksek çiçeklenme dönemi klorofil

içeriğine sahip olmuştur. Gd 65195 hattı ikinci yıl ve yılların ortalamasında en düşük çiçeklenme dönemi klorofil içeriğine sahip olurken, Deer Broom Corn çeşidi birinci yılda ve yılların ortalamasına göre Gd 65195 hattı ile birlikte en düşük klorofil içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 3). Klorofil içeriği değerlerimiz Yamamoto ve ark. (2002) ve Zhao ve ark. (2005) ile yakın olmuştur.

Çizelge 3. Silaj Sorgum Genotiplerine Ait Klorofil İçeriği Değerleri
Table 3. *Chlorophyll contents of silage sorghum genotypes*

<i>Genotipler</i>	<i>Vejetatif dönem klorofil içeriği (mg/m²)</i>			<i>Çiçeklenme dönemi klorofil içeriği (mg/m²)</i>		
	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>Ort.</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>Ort.</i>
Nes	38.03 bc	37.07 bc	37.55 b	49.34 a	49.20 a	49.27 a
Deer Broom Corn	39.24 b	33.87 d	36.55 b	40.01 c	41.07 cd	40.54 d
ROX	39.77 ab	37.67 b	38.72 b	45.29 ab	47.40 ab	46.34 ab
ICSB 472	37.79 bc	30.47 e	34.13 c	48.44 a	48.73 a	48.59 a
B 24	34.51 c	33.40 d	33.96 c	48.97 a	46.37 ab	47.67 ab
ICSB 502	38.96 b	37.87 b	38.42 b	46.19 ab	48.23 a	47.21 ab
ICSB 564	40.34 ab	34.57 cd	37.45 b	41.73 bc	44.00 bc	42.87 cd
Gd 65195	34.21 c	32.57 de	33.39 c	41.35 bc	38.97 d	40.16 d
GÖZDE 80	43.15 a	41.87 a	42.51 a	45.23 ab	43.70 bc	44.47 bc
<i>Ort.</i>	38.45 ^a	35.48 ^b		45.17	45.3	
<i>Genotip</i>	**	**	**	**	**	**
<i>Yıl</i>			**			ÖD
<i>Yıl\timesgenotip</i>			**			ÖD

ÖD: Önemli değil; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$;

Çizelge 4'e göre, vejetatif ve çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı bakımından genotipler arasındaki farklar ilk yılda ve yılların ortalamasına göre önemsiz çıkarken, denemenin ikinci yılında %5 seviyesinde önemli çıkmış ve yıllar arasındaki fark ise %1 seviyesinde önemli olmuştur. 2008 yılında vejetatif dönem bitki örtüsü sıcaklığı değerleri 24.70-27.47 °C arasında değişmiş en düşük değer B 24 ve ICSB 502 çeşitlerinden, en yüksek değer ise Deer Broom Corn çeşidinden elde edilmiştir. Çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığına bakıldığında; ikinci yılda ve yılların ortalamasına göre Nes çeşidi en yüksek sıcaklık değerini gösterirken, B 24 çeşidi en düşük sıcaklık değerini göstermiştir.

Daha önce yapılan bir çalışmada; ölçümün yapıldığı andaki sıcaklık artışına bağlı olarak bitki örtüsü sıcaklıklarının da arttığı, stresli koşullardaki bitki örtüsü sıcaklığı değerlerinin, stressiz koşullara göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Araghi ve Assad, 1998). Bölgesel sıcaklık farklılıkları veya ölçüm tarihleri bitki örtüsü sıcaklığı değerleri arasında farklılığa neden olabilmektedir. Royo ve ark., (2002) yürüttükleri çalışmada çiçeklenme dönemindeki bitki örtüsü sıcaklığı yönünden genotipler arasında farklılık oluşmamış, süt olum döneminde ölçülen bitki örtü sıcaklığında (BÖS) farklılık oluşmuştur. Yıldırım ve ark.(2009) sıcak stresine karşı genotip tepkilerinin farklı sıcaklıklarda da benzer sonuçlar

verdiğini bildirmiştir. Vejetatif dönem bitki örtüsü (2004) ile benzer olmuştur. sıcaklığı değerleri Kaplan (2009) ve Grant ve ark.

Çizelge 4. Sorgum Genotiplerine Ait Bitki Örtüsü Sıcaklığı Değerleri
Table 4. Canopy temperatures of silage sorghum genotypes

Genotipler	Vejetatif dönem bitki örtüsü sıcaklığı (°C)			Çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı(°C)		
	2007	2008	Ort.	2007	2008	Ort.
Nes	30.60	25.47 bc	28.03	25.80	30.07 a	27.93 a
Deer Broom Corn	30.04	27.47 a	28.76	25.20	25.40 c	25.30 b
ROX	31.43	25.13 bc	28.28	25.93	27.90 abc	26.92 ab
ICSB 472	31.10	26.61 ab	28.86	25.23	28.96 ab	27.09 ab
B 24	30.83	24.70 c	27.77	25.37	25.20 c	25.28 b
ICSB 502	30.57	24.70 c	27.63	25.30	27.60 abc	26.45 ab
ICSB 564	30.90	26.53 ab	28.72	26.20	26.15 bc	26.18 ab
Gd 65195	29.67	25.93 abc	27.80	25.47	27.73 abc	26.60 ab
GÖZDE 80	30.27 a	25.53 bc	27.90	27.0	28.18 abc	27.59 a
Ort.	30.60^a	25.79^b		25.72^b	27.47^a	
Genotip	ÖD	*	ÖD	ÖD	*	ÖD
Yıl			**			**
Yılıxgenotip			ÖD			ÖD

ÖD: Önemli değil; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$;

Bitki boyu bakımından genotipler arasındaki farklar, yıl ve yılıxgenotip interaksiyonu yönünden %1 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge 5). Denemenin ilk yılında, ikinci yılında ve yıllar ortalamasında en yüksek değerler sırasıyla 282.93 cm, 238.47 cm ve 260.47 cm ile GÖZDE 80 çeşidinden elde edilmiştir. Denemenin ilk yılında ve ikinci yılında ise en düşük değerler sırasıyla 146.93 cm, 137.40 cm ile ICSB 502 hattından elde edilmiştir. Yıllar ortalamasında ise en düşük değer 133.03 cm ile B 24 çeşidinden elde edilmiş, ICSB 502 hattı da istatistiki olarak en düşük grup içerisinde yer almıştır. Sorgum çeşitlerinin bitki boylarının GÖZDE 80 çeşidinde en uzun boya sahip olduğu başka araştırmacılar tarafından da bildirilmekte ve bu sonuçlar çalışmamızdan elde edilen bulgularla paralellik göstermektedir (Yılmaz, 2000; Balabanlı ve Türk, 2005). Bitki boyu değerlerimiz Saeed ve El-Nadi, (1998); Gül ve Başbağ (2005); Howell ve ark. (2008); Keskin

ve ark. (2009); Hassanein ve ark. (2010) ile benzerlik göstermiştir.

Bitki çapı yönünden genotip ve yıllar arasındaki farklar %1 seviyesinde önemli çıkarken, yılıxgenotip interaksiyonu önemsiz çıkmıştır. Denemenin ilk yılında en yüksek bitki çapı değeri 27.40 mm ile B 24 çeşidinden elde edilirken, en düşük değer 16.40 mm ile GÖZDE 80 çeşidinden elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında en yüksek değer yine B 24 çeşidinden (31.86 mm) elde edilmiş, en düşük değer ise 18.40 mm ile ICSB 472 hattından elde edilmiştir. Yıllar ortalaması incelendiğinde en yüksek değer B 24 çeşidinden (29.62 mm) elde edilmiştir. En düşük değer 18.12 mm ile GÖZDE 80 çeşidinden elde edilmiştir.

Çizelge 5. Sorgum Genotiplerine Ait Bitki Boyu ve Bitki Çapı Değerleri
Table 5. Plant height and dimaters of silage sorghum genotypes

Genotipler	Bitki boyu (cm)			Bitki çapı (mm)		
	2007	2008	Ort.	2007	2008	Ort.
NES	222.13 c	196.27 b	209.20 d	23.27 b	23.72 bc	23.50 bc
Deer Broom Corn	242.13 b	229.97 a	236.06 b	21.73 b	24.40 bc	23.07 bc
ROX	203.27 d	161.73 c	182.50 e	20.70 bc	21.49 cd	21.09 cd
ICSB 472	243.13 b	195.30 b	219.21 c	19.87 bcd	18.40 d	19.12 e
B 24	118.20 f	147.87 cd	133.03 g	27.40 a	31.86 a	29.62 a
ICSB 502	146.93 e	137.40 d	142.17 g	21.47 b	27.47 b	24.47 b
ICSB 564	158.73 e	146.60 d	152.67 f	21.93 b	23.81 bc	22.88 bc
Gd 65195	229.07 bc	18363 b	206.35 d	17.47 cd	20.90 cd	19.13 de
GÖZDE 80	282.93 a	238.47 a	260.70 a	16.40 d	19.86 d	18.12 e
Ort.	205.17 ^a	181.91 ^b		21.14 ^b	23.55 ^a	
Genotip	**	**	**	**	**	**
Yıl			**			**
Yılxgenotip			**			ÖD

ÖD: Önemli değil; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$;

Yeşil ot verimi, silaj sorgum genotipleri ve yıl x genotip interaksyonunu bakımından %1 seviyesinde önemli çıkarken, yıllar arasındaki fark önemsiz çıkmıştır (Çizelge 6). Denemenin ilk yılında en yüksek yeşil ot verimi 7609.9 kg/da ile ICSB 472 hattından elde edilirken, B 24 ve ICSB 502 genotipleri ICSB 472 hattı ile istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve en yüksek gruba dâhil olmuşlardır. En düşük verim ise 3353.6 kg/da ile Gd 65195 hattından elde edilmiş, GÖZDE 80 çeşidi de en düşük verimi veren çeşit olmuştur. 2008 yılında en yüksek yeşil ot verimi 7479.3 kg/da ile B 24 çeşidinden, en düşük değer ise GÖZDE 80 (3784.6 kg/da) çeşidinden elde edilmiştir. Yıllar ortalaması incelendiğinde en yüksek verim 7432.1 kg/da ile B 24 çeşidinden elde edilmiş, ICSB 472 ve ICSB 502 hatları da istatistiki olarak aynı grup içinde yer almışlardır. En düşük değer ise 3816.1 kg/da ile GÖZDE 80 çeşidinden elde edilmiştir. Yeşil ot verimi değerlerimiz Bahrani ve Deghani ghenateghestani (2004); Gül ve Başbağ (2005); Güneş ve Acar (2005), Keskin ve ark. (2009)'nın sonuçlarıyla benzerlik gösterirken, Çiğdem ve Uzun (2006)'un sonucundan yüksek, Baytekin ve ark. (1995)'nin elde ettiği sonuçtan düşük bulunmuştur. Sağlamtimur ve ark. (1988) tarafından Çukurova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen 10 silaj

sorgum çeşidinin yeşil ot verimi 3255.9-6381.0 kg/da ile bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Yeşil ot verimleri arasındaki bu farklılıkların, değişik bölgesel ekolojiler ile çeşitlerin genetik yapılarından kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 6'ya göre vejetatif ve çiçeklenme dönemi net fotosentez hızı yönünden silaj sorgum genotipleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır ($P \leq 0.01$). Vejetatif dönem net fotosentez hızı en yüksek 30.46 $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ile ICSB 502 hattından elde edilmiştir. Gd 65195 hattı ise en düşük net fotosentez hızına sahip olmuştur. Çiçeklenme dönemi net fotosentez hızı Deer Broom Corn çeşidinde en yüksek olmuş, ancak GÖZDE 80 çeşidi de istatistiki olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük değer ise Nes, B 24 ve Gd 65195 genotiplerinden elde edilmiştir (Çizelge 6). Fotosentez hızı Johnson ve Day (2002), Cousins ve ark. (2003), Tsuji ve ark. (2003), Zhao ve ark. (2005) ile benzerlik göstermiştir.

Vejetatif ve çiçeklenme dönemi stoma iletkenliği yönünden sorgum genotipleri arasındaki farklar önemli çıkmıştır ($P \leq 0.01$). Vejetatif dönem stoma iletkenliği değerleri 0.17-0.30 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ arasında değişmiş, en yüksek değer ise GÖZDE 80 çeşidinden, en düşük

değer Gd 65195 çeşidinden elde edilmiştir. Çiçeklenme dönemi stoma iletkenliği bakımından, en yüksek değer Deer Broom Corn çeşidinden 0.32 mol H₂O m-2s-1 ile elde edilmiştir. En düşük stoma iletkenliği değeri ise 0.20 mol H₂O

m-2s-1 ile Nes, B 24 ve Gd 65195 çeşitlerinden elde edilmiştir. Stoma iletkenliği değerlerimiz Mastrorilli ve ark. (1999), Netondo ve ark. (2004), Zhao ve ark. (2005) ile uyum içindedir.

Çizelge 6. Sorgum Genotiplerine Ait Fotosentez Hızı ve Stoma İletkenliği Değerleri
Table 6. *Photosynthesis rates and stomal conductance of silage sorghum genotypes*

Genotipler	Yeşil ot verimi (kg/da)			VDPn	ÇDPn	VDgs	ÇDgs
	2007	2008	Ort.				
Nes	6585.1 b	5522.0 d	6053.5 b	23.51 c	23.53 d	0.18 cd	0.20 c
Deer Broom Corn	4683.5 c	4142.1 ef	4412.8 d	26.67 abc	35.88 a	0.23 bc	0.32 a
ROX	5205.9 c	6159.2 c	5682.6 bc	24.86 c	27.937 c	0.20 cd	0.23 bc
ICSB 472	7609.9 a	6950.2 b	7280.0 a	24.17 c	25.157 d	0.18 cd	0.21 c
B 24	7385.0 a	7479.3 a	7432.1 a	24.08 c	24.890 d	0.19 cd	0.20 c
ICSB 502	6971.9 ab	7159.6 ab	7065.8 a	30.46a	30.433 bc	0.27 ab	0.25 bc
ICSB 564	5134.6 c	5640.4 d	5387.5 c	26.40 bc	31.050 b	0.19 cd	0.30 a
Gd 65195	3353.6 d	4356.8 e	3855.2 e	23.15 c	24.833 d	0.17 d	0.20 c
GÖZDE 80	3847.5 d	3784.6 f	3816.1 e	28.94 ab	34.107 a	0.30 a	0.28 ab
Ort.	5641.89	5688.25					
Genotip	**	**	**	**	**	**	**
Yıl			ÖD				
yılxgenetip			**				

VDPn: vejetatif dönem net fotosentez hızı; **ÇDPn:** çiçeklenme dönemi net fotosentez hızı; **VDGS:** vejetatif dönem stoma iletkenliği; **ÇDGS:** çiçeklenme dönemi stoma iletkenliği; **ÖD:** Önemli değil; * $p<0.05$; ** $p<0.01$;

Silaj sorgum genotiplerinde incelenen özelliklere ait korelasyon katsayısına göre, vejetatif dönem yaprak alan indeksi ile vejetatif dönem stoma iletkenliği ve net fotosentez hızı arasında olumlu ve önemli; çiçeklenme dönemi klorofil içeriği ve vejetatif dönem bitki örtüsü sıcaklığı arasında olumsuz ve önemli ilişki bulunmuştur. Çiçeklenme dönemi yaprak alan indeksi ile çiçeklenme dönemi bitki örtüsü sıcaklığı ve bitki boyu arasında olumlu ve önemli, vejetatif dönem klorofil içeriği ile vejetatif ve çiçeklenme dönemi stoma iletkenliği arasında olumlu ve önemli bir ilişki bulunmuştur. Koyu renkli ve geniş yapraklar yüksek klorofil içeriğine sahip olmasına rağmen fotosentez hızı için seçici bir kriter değildir (Reynolds ve ark. 2000). Çiçeklenme dönemi stoma iletkenliği ile fotosentez hızı arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır (Jiang ve ark. 2000). Zhao ve ark. (2008)

ve Hışır ve ark. (2012) fotosentez hızı ile klorofil içeriği arasında bir ilişki bulunmazken stoma iletkenliği ile fotosentez hızı arasında olumlu bir ilişki bulunmuştur.

Çiçeklenme dönemi klorofil içeriği ile yeşil ot verimi arasında olumlu ve önemli bir ilişki varken, çiçeklenme dönemi net fotosentez hızı ve stoma iletkenliği arasında olumsuz ve önemli bir ilişki bulunmuştur. Kaplan (2009) yaptığı çalışmada klorofil içeriği ile fotosentez hızı ve stoma iletkenliği arasında, biomass ile bitki boyu arasında ve fotosentez hızı ile stoma iletkenliği arasında önemli ilişkiler tespit etmiştir. Çiçeklenme dönemi bitki örtü sıcaklığı ile bitki çapı, bitki boyu ile bitki çapı ve yeşil ot verimi arasında olumsuz ve önemli bir ilişki bulunmuştur. Bizim bulgularımızın aksine, uzun boylu sorgum genotiplerinin daha yüksek biyomas üretimine (George-Jaeggli ve ark., 2011) ve daha fazla ışık kullanım etkinliğine (Hammer

ve ark., 2010) sahip olduğunu belirtmişlerdir (Narayanan ve ark., 2013). Bitki çapı ile yeşil ot verimi, vejetatif dönem net fotosentez hızı ile çiçeklenme dönemi net fotosentez hızı ve stoma iletkenliği arasında, çiçeklenme dönemi net

fotosentez hızı ile vejetatif ve çiçeklenme dönemi stoma iletkenliği arasında olumlu ve önemli ilişkiler bulunmuştur.

Çizelge 7. İncelenen Özellikler Arası İlişkilere Ait Korelasyon Katsayıları.

Table 7. Correlation coefficients for investigated traits

	VDYAI	ÇDYAI	VDKİ	ÇDKİ	VDBÖS	ÇDBÖS	BB	BÇ	YOY	VDPn	ÇDPn	VDgs
VDYAI	1											
ÇDYAI	-0.179	1										
VDKİ	0.240	0.366	1									
ÇDKİ	-0.822	0.067	0.064	1								
VDBÖS	-0.664	-0.052	-0.144	-0.166	1							
ÇDBÖS	-0.123	0.692	0.450	0.409	-0.134	1						
BB	-0.262	0.758	0.309	-0.277	0.274	0.452	1					
BÇ	0.150	-0.452	-0.284	0.304	-0.262	-0.607	-0.737	1				
YOY	-0.058	-0.409	-0.335	0.806	-0.023	-0.126	-0.641	0.588	1			
VDPn	0.504	-0.012	0.690	-0.075	-0.182	-0.046	-0.015	-0.037	-0.080	1		
ÇDPn	0.171	0.036	0.600	-0.522	0.253	-0.277	0.320	-0.172	-0.487	0.751	1	
VDgs	0.534	0.211	0.787	-0.061	-0.297	0.094	0.264	-0.150	-0.243	0.910	0.738	1
ÇDgs	0.039	-0.006	0.502	-0.548	0.438	-0.319	0.228	-0.119	-0.450	0.636	0.950	0.541

Koyu renkli yazılmış olan değerler $p \leq 0.050$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

4. Sonuç

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; yeşil ot verimi ile bitki çapı ve çiçeklenme dönemi klorofil içeriği arasında önemli bir etki çıkarken bitki boyu arasında olumsuz bir ilişki bulunmuş, çiçeklenme dönemi yaprak alan indeksinin bitki boyu ile olumlu ilişkisi belirlenmiştir. Denemede kullanılan genotipler içerisinde yeşil ot verimi yönünden B 24, ICSB 472 ve ICSB 502 genotiplerinin ön plana çıktığı görülmekte ve bölge tarımı için önerilmektedir. Fizyolojik özelliklerin verim ve morfolojik özellikler ilişkisini daha net ortaya koymak amacıyla farklı bitki türü ve çeşitleriyle değişik iklim, toprak ve stres koşullarında araştırmalara devam edilmelidir.

Kaynaklar

Ahmed AG, Zaki NM, and Hassanein MS (2007). Response of Grain Sorghum To Different Nitrogen Sources. Rese. J. of Agric. and Biolo. Sci., 3(6): 1002-1008.

Amthor JS (2001). Effects of Atmospheric CO₂ concentration on Wheat Yield: Review Of Results From Experiments Using Various Approaches To Control CO₂ Concentration. Field Crops Research, 73: 1-34.

Anonim (1980). Toprak Su İstatistikleri Bülteni. Program ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayını, Ankara.

Anonim (2008). Kahramanmaraş Tarım İl Müdürlüğü Toprak Analiz Laboratuvarı Analiz Sonuçları.

Araghi SG, Assad MT (1998). Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. Euphytica, 103, 293-299.

Awika JM, Rooney LW (2004). Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. Phytochemistry, 65, 1199-1221.

Babar MA, Reynolds MP, Van Ginkel M, Klatt AR, Raun WR, Stone ML (2006). Spectral reflectance to estimate genetic variation for in-season biomass, leaf chlorophyll, and canopy temperature in wheat. Crop Sci., 46(3): 1046-1057.

Bahrani MJ, Deghani ghenatghehstani A (2004). Summer forage sorghum yield, protein and prussic acid contents as affected by plant density and nitrogen topdressing. J. Agric. Sci. Technol. Vol. 6: 73-83.

- Balabanlı C, Türk M (2005). Sorgum, sudanotu melez ve çeşitlerinin isparta koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 9(3): 32-36.
- Bavec F, Bavec M (2001). Chlorophyll meter readings of winter wheat cultivars and grain yield prediction. *commun. Soil Sci. Plant Anal. Res.*, 32: 2709–2719.
- Baytekin H, Gül İ, Bengisu G (1995). Harran Ovası sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj sorgumunda farklı azot dozlarının verim ve bazı tarımsal karakterlere etkisi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1(3):212-226.
- Bean B, Mccollum T, Pietsch D, Rowland M, Porter B, Vanmeter R (2002). Texas Panhandle Forage Sorghum Silage Trial. The Agriculture Program of Texas A&M University System. <http://soilcrop.tamu.edu/publications/pubs/910465silage.pdf>
- Cary NC, Soltani A, Galeshi S (2002). Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: experimentation and simulation. *Field Crops Research* 77:17-30.
- Cousins AB, Adam NR, Wall GW, Kimball BA, Pinter Jr PJ, Ottman MJ, Leavitt SW, Webber AN (2003). Development of C4 photosynthesis in sorghum leaves grown under free-air CO₂ enrichment (FACE). *Journal of Experimental Botany*, Vol. 54, No. 389, pp. 1969±1975.
- Çiğdem İ, Uzun F (2006). Samsun ili taban alanlarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek bazı silajlık sorgum ve mısır çeşitleri üzerine bir araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1): 14-19.
- Duke JA (1983). Handbook of Energy Crops. www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Sorghum_bicolor.html
- El-Hattab AH, Shaaban SA, El-Harriri DM, El-Gazzar MM, Ahmed AG (2000). Growth characteristics, grain yield and quality of two sorghum cultivars as affected by skipping irrigation. *Egypt. J. Appl. Sci.*, 15(11): 168-171.
- FAO (1990). Micronutrient assessment at the country level: an international study. FAO Soils Bulletin 63. Rome.
- Fischer RA, Rees D, Sayre KD, Lu ZM, Condon AG, Larque-Saavedra A (1998). Wheat yield progress is associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Sci.*, 38:1467-1475.
- Grant RF, Kimball BA, Wall GW, Triggs JM, Brooks TJ, Pinter RJ, Conley Jr MM, Ottman MJ, Lamorte RL, Leavitt SW, Thompson TL, Matthiass AD (2004). Modeling elevated carbon dioxide effects on water relations, water use, and growth of irrigated sorghum. *Agronomy Journal*. 96: 1693–1705.
- George-Jaeggli B, Jordan DR, Oosterom van EJ, and Hammer GL (2011). Decrease in sorghum grain yield due to the *dw3* dwarfing gene is caused by reduction in shoot biomass. *Field Crops Res.* 124:231–239.
- Gosse G (1995). “Rendement Energetique Et Bilan De CO₂ D'une Culture”. *C.R. Acad. Agric. Fr.* 81 (5), pp. 93-107.
- Gül İ, Başbağ M (2005). Diyarbakır koşullarında silaj sorgum çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal karakterlerin belirlenmesi. *HR.Ü.Z.F. Dergisi*, 9 (1):15-21.
- Güneş A, Acar R (2005). karaman ekolojik koşullarında silajlık sorgum-sudan otu melezinin II. ürün olarak yetiştirme imkanlarının belirlenmesi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (35): 8-15.
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A (2010). Bitki besleme ve gübreleme (V. Baskı). Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1581, Ders Kitabı No: 533, Ankara.
- Hafid RE, Smith DH, Karrou, M, Samir K (1998). Morphological attributes associated with early-season drought tolerance in spring durum wheat in a mediterranean environmental. *Euphytica*, 101:273-282.
- Hammer GL, Oosterom E, Van McLean G, Chapman SC, Broad I, Harland P, Muchow RC (2010). Adapting APSIM to model the physiology and genetics of complex adaptive traits in field crops. *J. Exp. Bot.* 61:2185–2202.
- Hassanein MS, Amal GA, Nabila MZ (2010). Growth and productivity of some sorghum cultivars under saline soil condition. *Journal of Applied Sciences Research*, 6(11): 1603-1611.
- Hışır Y, Kara R, Dokuyucu T (2012). Evaluation of oat (*Avena sativa* L.) genotypes for grain yield and physiological traits. *Zemdirbyste=Agriculture* 99(1): 55-60.
- House RL (1985). A guide to sorghum breeding. ICRISAT.
- Howell TA, Evett SR, Tolk JA, Copeland KS, Colaizzi PD, Gowda PH (2008). Evapotranspiration of corn and forage sorghum for silage. *World Environmental and Water Resources Congress 2008 Ahupua'a*, 1-14.
- Jackson PA, Robertson M, Cooper M Hammer G (1996). The role of physiological understanding in plant breeding: from a breeding perspective. *Field Crops Res.* 37:11-23.
- Jiang GM, Hao NB, Bai KZ, Zhang QD, Sun JZ, Guo RJ, Ge QY, Kuang TY (2000). Chain correlation between variables of gas exchange and yield potential in different winter wheat cultivars. *Photosynthetica* 38(2): 227-232.
- Kacar B (2009). Toprak Analizleri (İkinci Baskı). Nobel Yayın No: 1387, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kaplan M (2009). Farklı kökenli tane sorgum (*Sorghum Bicolor* L.) genotiplerinde verim, verim unsurları ile bazı fizyolojik özelliklerin belirlenmesi ve DNA düzeyindeki farklılıklarla ilişkilendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Keskin B, Yılmaz IH, Bozkurt MA, Akdeniz H (2009) Sewage sludge as nitrogen source for irrigated

- silage sorghum. *Journal of animal and Veterinary Advances* 8(3): 573-578.
- Kimber CT (2000). Origins of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China, pp. 3-96. *In* C. W. Smith, R. A. Frederiksen (Eds.) *Sorghum: Origin, History, Technology, And Production*. Wiley Series in Crop Science, New York.
- Kimbrough L (2002). *Corn and Sorghum for Silage*. Extension Service of Mississippi State University. URL: <http://msucare.com/pubs/infosheets/is485.htm>
- Koc M, Barutcular C, Genc D (2003). Photosynthesis and productivity of old and modern durum wheats in a Mediterranean Environment. *Crop Science*, 43(6):2089-2097.
- Lafarge TA, Hammer GL (2002). Predicting plant leaf area production: shoot assimilate accumulation and partitioning and leaf area ratio are stable for a wide range of sorghum population densities. *Field Crops Research* 77: 137-151.
- Li R, Zhang H, Zhou X, Guan Y, Yao F, Song G, Wang J, Zhang C (2010). Genetic diversity in Chinese sorghum landraces revealed by chloroplast simple sequence repeats. *Genet Resour Crop Evol.* 57:1-15.
- Lopez-Castaneda C, Richards RA (1994). Variation in temperate cereals in rainfed environments II. phasic development and growth. *Field Crops Res.* 39:85-98.
- Lopez- Castaneda C, Richards RA, Farquhar GD (1995). Variation in early vigor between wheat and barley. *Crop Science*, 35:472-479.
- Mastrolilli M, Katerji N, Rana G (1999). Productivity and water use efficiency of sweet sorghum as affected by soil water deficit occurring at different vegetative growth stages. *European Journal of Agronomy* 11: 207-215.
- Muchow RC, Sinclair TR, Bennett JM (1990). Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. *Agon. J.* 82:338-343.
- Narayanan S, Aiken RM, Vara Prasad PV, Xin Z, Yu J (2013). Water and radiation use efficiencies in sorghum. *Agronomy Journal* 105(3): 649-656.
- Netondo GW, Onyango JC, Beck E (2004). Sorghum and Salinity: II. gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop Science* 44: 806-811.
- Ottman MJ, Kimball BA, Pinter PJ, Wall GW, Vanderlip RL, Leavitt SW, Lamorte RL, Matthias AD, Brooks TJ (2001). Elevated CO₂ increases sorghum biomass under drought conditions. *New phytologist* 150: 261-273.
- Ramazanadeh S, Asgharipour MR (2011). Physiological growth responses of sorghum genotypes to impairment of plant photosynthesis using potassium iodide. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 5(11): 1884-1890.
- Rashid A, Stark JC, Tanveer A, Mustafa T (1999). Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. *J. Agronomy & Crop Science* 182: 231-237.
- Reynolds MP, Delgado MI, Gutierrez-Rodriguez M, Larque-Saavedra B (2000). Photosynthesis of Wheat in a Warm, Irrigated Environment - I: Genetic Diversity and Crop Productivity. *Field Crops Research* 66 (1): 37-50, (2000).
- Reynolds MP, Nagarajan S, Razzaque MA, Ageeb OAA (2001). Heat tolerance. application of physiology in wheat breeding. (Editorler: M.P. Reynolds, I. Ortiz-Monasterio., A. McNab). Mexico, DF, CIMMYT.
- Saeed IAM, and El-Nadi AH (1998). Forage sorghum yield and water use efficiency under variable irrigation. *Irrig Sci*, 18: 67-71.
- Sağlamtimur T, Tansı V, Baytekin H (1988). Çukurova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek silaj sorghum çeşitlerinin bazı tarımsal karakterlerinin saptanması üzerine bir araştırma. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi* 3(3): 40.
- Sanchez, A.C., Subudhi, P.K., Rosenow, D.T., and Nguyen H.T., 2002. Mapping QTLs Associated with Drought Resistance in Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Journal of Plant Molekuler Biology*, 48: 713-726.
- Sanderson MA, Jones RM, Ward J, Wolfe R (1992). Silage sorghum performance trial at stevensville: Forage Research in Texas. Rep. PR-5018. Texas Agric. Exp. Stn., Stephenville.
- SAS (1999). SAS User's Guide: Statistic. Statistical Analysis Systems Institute Inc.,
- TOVEP (1991). Türkiye toprakları verimlilik envanteri. T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Tsuji W, Ali MEK, Inanaga S, Sugimoto Y (2003) Growth and gas exchange of three sorghum cultivars under drought stress. *Biologia Plantarum* 46 (4); 583-587.
- Woods J, Hall DO, Muzondo MI, Gosse G, Soontornchainackseng P (1995). Bioethanol production from sweet sorghum: interchange of research and experience between EU and developing countries (Zimbabwe and Thailand), Brussels, EU, pp. 1-74.
- Yamamoto A, Nakamura T, Adu-Gyamfi JJ, Saigusa M (2002). Relationship between chlorophyll content in leaves of sorghum and piogenpea determined by extraction method and by chlorophyll meter (Spad-502). *Journal of Plant Nutrition* 25(10): 2295-2301.
- Yıldırım M, Akıncı C, Koç M, Barutçular C (2009). Bitki örtüsü serinliği ve klorofil miktarının makarnalık buğday ıslahında kullanım olanakları. *Anadolu Tarım Bilim. Dergisi* 24(3):158-166.
- Yılmaz İ (2000). Van koşullarında uygun silajlık sorghum, sudanotu ve sorghum-sudanotu melezi çeşitlerinin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. *International Animal Nutrition Congress* 4-6 September, 413-419.

- Zhao D, Reddy KR, Kakani VG, Reddy VR (2005). Nitrogen deficiency effects on plant growth, leaf photosynthesis, and hyperspectral reflectance properties of sorghum. *Europ. J. Agronomy* 22: 391–403.
- Zhao M, Lafitte HR, Sacks E, Dimayuga G, Botwright-Acuna TL (2008). Perennial *O. sativa* × *O. rufipogon* interspecific hybrids. I. photosynthetic characteristics and their inheritance. *Field Crop Research* vol. 106: 203–213.