



The Effects of Some Nitrogen and Phosphorus Levels on Grain Yield and Some Yield Components of Sweet Sorghum (*Sorghum saccharatum*) Plant[#]

Shiva Sadighfard^{1,a,*}, Hakan Geren^{2,b}

¹Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60100 Tokat, Türkiye

²Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ege University, 35040 İzmir, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This article was produced from part of Shiva Sadighfard's doctoral thesis.</p> <p>Research Article</p> <p>Received : 18/07/2022 Accepted : 03/10/2022</p> <p>Keywords: Sweet sorghum N and P Harvest index Grain yield Thousand grain weight</p>	<p>Sweet sorghum is a multi-purpose crop due to the use of all plant parts. The research was carried out under controlled conditions to evaluate the effect of fertilization management on growth, grain yield and yield characteristics of sweet sorghum grown as a second crop in Mediterranean climate conditions. The experiment was carried out two-factor randomized plot trial with 20 treatments combination of 5 nitrogen levels (0, 50, 100, 150, 200 kg N/ha) and 4 phosphorus levels (0, 50, 100, 150 kg P/ha) with 3 replications. Some properties were investigated in the study such as, plant height, harvest index, thousand grain weight and grain yield per plant and some characteristics related to yield. The results shown that plant height of sweet sorghum increased with increasing N and P levels up to 200 kg N or 150 kg P per hectare, respectively, but increase beyond 100 kg N or P/ha was not found significant in general. Other features related to yield followed almost the same trend. Grain yield per plant of sweet sorghum increased linearly with increasing levels of N and P up to 200 kg N and 150 kg P/ha in both years. The combined application of 150 kg N + 150 kg P/ha produced highest grain yield.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10(11): 2196-2203, 2022

Bazı Azot ve Fosfor Düzeylerinin Tatlı Sorgum (*Sorghum saccharatum*) Bitkisinin Tane Verimi ve Bazı Verim Bileşenlerine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 18/07/2022 Kabul : 03/10/2022</p> <p>Anahtar Kelimeler: Tatlı sorgum N ve P Hasat indeksi Tane verimi Bin tane ağırlığı</p>	<p>Tatlı sorgum tüm bitki aksamının kullanımı nedeniyle çok amaçlı bir üründür. Araştırma akdeniz iklim koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen tatlı sorgumda gübreleme yönetiminin bitkinin büyüme, tane verimi ve verim özellikleri üzerine etkisini değerlendirmek için kontrollü koşullarda yapılmıştır. Araştırma, 5 azot seviyesi (0, 50, 100, 150, 200 kg N ha⁻¹) ve 4 fosfor seviyesi (0, 50, 100, 150 kg P ha⁻¹) olmak üzere 20 işlem kombinasyonu ile iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada bitki boyu, hasat indeksi, bin tane ağırlığı ve bitki başına tane verimi ve verimle ilişkili bazı özellikler araştırılmıştır. Sonuçlar, N ve P seviyelerinin hektar başına sırasıyla 200 kg N veya 150 kg P'ye kadar artmasıyla tatlı sorgum bitki boyunu yükselttiğini, ancak 100 kg N veya P/ha'nın üzerindeki artışın genel olarak önemli bulunmadığını göstermiştir. Verimle ilişkili diğer özellikler de hemen hemen aynı eğilimi izlemişlerdir. Tatlı sorgumda bitki başına tane verimi, her iki yılda da 200 kg N ve 150 kg P/ha'ya kadar artan N ve P seviyeleri ile doğrusal bir şekilde artmıştır. 150 kg N+150 kg P/ha'nın kombine uygulaması en yüksek tane verimini sağlamıştır.</p>

^a shiva.sadighfard@gop.edu.tr

^b <http://orcid.org/0000-0003-0617-4856> | hakan.geren@ege.edu.tr

^c <http://orcid.org/0000-0003-0426-1120>



Giriş

Tatlı sorgum buğdaygiller (*Poaceae*) familyasından, tek yıllık bir bitkidir. Tipik bir C4 bitkisi olarak yüksek fotosentez verimine sahiptir (Acaroğlu, 2003). Küresel iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinin görünmeye başladığı son 15-20 yıldan beri fazla sulama ve gübre ihtiyacı olmadığı için dikkat çekmeyi başaran tatlı sorgum bitkisi, kuraklığa dayanıklı olması nedeniyle neredeyse her iklim koşulunda yetişebilmektedir (Propheter ve ark., 2010). Genel olarak sorgum türleri, dünyada üretimi yapılan beşinci önemli tahıldır (Somegowda ve ark., 2021).

Bitki gelişimi ve tohum üretiminde en önemli kısıtlayıcı besin elementlerden biri azot ve fosfor olarak tanınmaktadır (Cobo ve ark., 2010; Gram ve ark., 2020). Diğer taraftan azot ve fosfor en önemli toprak ve su kirleticisi olarakta bilinmektedir. Bu sebepten dolayı hem bitkilerinin birim alan verimlerini kısa sürede ve hızlı bir şekilde arttırmak ve hem çevreyi korumanın temel yolu, gübre gereksinimlerinin en uygun zamanda ve en uygun seviyede karşılanmasıdır (Kugedera ve ark., 2022). Azot ve fosforun sorgum bitkisinin tane verimi üzerine olan olumlu etkileri birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir. Masebo ve Menamo (2016), yaptıkları çalışmada tatlı sorgumda en yüksek tane verimini N9P30 kg/da dozunda elde ettiklerini belirtmişlerdir. Sujathamma ve ark. (2015), tatlı sorguma uyguladıkları farklı azot, fosfor ve potasyum uygulayıp ve en yüksek tane verimi ve hasat indeksini 80-40-40 kg/ha NPK uygulamasından elde ettiklerini vurgulamışlardır. Kurai ve ark. (2015), tatlı sorguma uyguladıkları farklı azot seviyesinin 90 kg/ha'a kadar yükseldiğinde sap ve tane veriminin arttığı, bu seviyeden sonra ise düştüğü saptamışlardır. Sawargaonkar ve ark. (2013), sorgum bitkisinde yaptıkları çalışmada azot dozunun N0'dan N150'ye artırıldığında, tane veriminin (1,47 t/ha'dan 2,37 t/ha'a) yükseldiğini belirtmişlerdir. Khaled (2013), sorgum bitkisinde yaptıkları çalışmada azot dozunun N0'dan N150'ye artırıldığında, tane veriminin (1210 kg/ha'dan 2680 kg/ha'a) arttığını saptamışlardır. Asgharipour ve Heidari (2011), sorguma uyguladıkları farklı dozlarda azot çalışmalarında, K0 uygulamasında sırasıyla 23,4 gram ve 2561 kg/ha olan yüz tane ağırlığı ve tane veriminin, K150 uygulamasında yine sırasıyla 28,1 gram ve 3783 kg/ha'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Geren ve ark. (2011), sorgum bitkisinin İzmir ekolojik şartlarına oldukça iyi adapte olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmacılar yaptıkları çalışmada tane veriminin 330 kg/da ve bin tane ağırlığının 29 g olduğunu belirtmişlerdir. Hugar ve ark. (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada, tatlı sorgum bitkisine uygulanan farklı azot seviyelerinin (N1: 48,75, N2: 65, N3: 81,25 kg/ha) tane verimi üzerine önemli

etkilerinin bulunduğu ifade edilmiştir. N1 dozunda 1872 kg/ha olarak belirlenen tane veriminin, N3 dozunda 2117 kg/ha'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Acar ve Akgün (2009), tatlı sorgumda yaptıkları çalışmada azot dozlarının etkisini, tane verimi üzerine önemli ve 1000 tane ağırlığına üzerine önemsiz bulunmuşlardır. N18 uygulamasıyla tane veriminin 787 kg/da'dan 877 kg/da çıktığı saptamışlardır. Onasanya ve ark. (2009), mısır bitkisinde yürüttükleri gübreleme çalışmasında, en düşük 1000 tane ağırlığını 221 g (0 kg N/ha, 0 kg P/ha) ve en yüksek 1000 tane ağırlığını 266 g (120 kg N/ha + 40 kg P/ha) uygulamalarından, en düşük tane verimini 3,08 t/ha (0 kg N/ha, 0 kg P/ha), en yüksek tane verimini 7,13 t/ha (120 kg N/ha + 40 kg P/ha) uygulamalarından elde ettiklerini vurgulamışlardır. Pholsen ve Somsungnoen (2004), sorgumda yaptıkları çalışmada sırasıyla N65-K10 kg/da ve N45-K5 kg/da uygulamalarından elde edilen en yüksek ve en düşük ortalama değerler, tane verimi için 4691 kg/ha ve 4311 kg/ha olarak, ortalama 1000 tane ağırlığı ise 32,25 g olarak bulunmuştur. Bu çalışmanın amacı İzmir ekolojik koşullarında farklı azot ve fosfor gübre uygulamalarının tatlı sorgum bitkisinin tane verimine etkisini ve en iyi gübreleme kombinasyonunu belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Kontrollü koşullarda (dış ortam saksı denemesi) yapılan bu çalışma, tipik Akdeniz iklimi etkisi altındaki Bornova, İzmir yöresinde, 2013 ve 2014 yıllarının yazlık ikinci ürün yetiştirme dönemlerinde iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Birinci faktör 5 farklı azot seviyesi (0, 50, 100, 150, 200 kg N ha⁻¹) ve ikinci faktör 4 farklı fosfor seviyesi (0, 50, 100, 150 kg P ha⁻¹) şeklinde uygulanmıştır. İklim verileri İzmir Meteoroloji Bölge İstasyonu'ndan elde edilen iklim verilerinden yararlanılarak Çizelge 1'de sunulmuştur (Anonim, 2013; Anonim, 2014).

Denemede kullanılan toprak özellikleri Çizelge 2'de belirtilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü gibi araştırma yerine ait örnekler toprağın kireççe fakir olduğunu ve suda eriyebilir tuz değerlerin bitki yetiştirmede sorun oluşturmayacağını göstermektedir. Deneme toprağının organik madde ve toplam azotça fakir düzeyde, faydalı P, K ve Ca miktarı bakımından sırasıyla fakir, noksan ve alt sınıra yakın normal olduğunu ortaya koymuştur (Kovancı, 1990). Bir başka ifadeyle, saksı denemesinde kullanılan toprak özellikleri, uygulanan N, P ve K seviyelerine olumlu tepki vereceği belirlenmiştir.

Çizelge 1. Araştırma Yerinin Bazı İklim Verileri.

Table 1. Climate Data of the Research Site.

Aylar	2013		2014		Çok Yıllık Ortalama	
	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)
Haziran	25,7	20,1	23,8	75,2	26,0	7,5
Temmuz	28,4	0	26,8	16,0	28,3	2,1
Ağustos	28,7	20,2	28,3	6,0	27,9	1,7
Eylül	24,0	5,1	23,0	18,6	23,9	19,9
Ekim	17,2	94,1	18,8	49	19,1	43,2
Χ - Σ	24,8	139,5	24,1	164,8	25,0	74,4

Çizelge 2. Araştırma Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Table 2. Some Physical and Chemical Properties of Experimental Soil

Özellikler		Özellikler	
Kum (%)	80,2	Kireç (%)	0,82
Kil (%)	1,8	Organik Madde (%)	1,27
Mil (%)	18,0	Toplam Azot (%)	0,092
Bünye	Tınlı kum	Faydalı Fosfor (ppm)	1,14
pH	5,83	Faydalı Potasyum (ppm)	40
Eriyebilir Toplam Tuz (%)	0,03	Faydalı Kalsiyum (ppm)	1450

Çalışmada; bitkisel materyal olarak kullanılan tatlı sorgumun Keller genotipine 5 azot (N0:0, N5:5, N10:10, N15:15 ve N20:20 kg/da) ile 4 fosfor (P0:0, P5:5, P1:10 ve P15:15 kg/da) seviyesi farklı kombinasyonlarda uygulanmıştır. Çalışmada 5×4×3= 60 adet saksı kullanılmıştır ve her saksıya 2 mm'lik elekten elenmiş milli tarla toprağı 14'er kg olacak şekilde doldurulmuştur. Dolu işleminden sonra tesadüfen seçilen beş saksıda, toprağın tarla kapasitesi saptanmıştır. Bunun amacı saksıların sulama işlemlerinde verilecek fazla suyun besin maddelerinin yıkanmasını engellemektir. Denemenin üzeri yağmurlu günlerde yağıştan korunma amacıyla şeffaf naylonla örtülmüştür. Denemede azot seviyesinin yarısı ekimle birlikte (üre), kalan yarısı ise, bitkiler 40-50 cm kadar boylandığında (amonyum nitrat) uygulanmıştır. P₂O₅ (triple süper fosfat) seviyelerinin hepsi ekimle birlikte, tohumların 4-5 cm altına verilmiştir. Çalışmadaki tüm saksılara [kontrol (N₀P₀) dahil] 10 kg/da K₂O uygulanmıştır. Sorgum tohumları, her iki yıl 27 Haziran tarihinde ekilmiş ve tüm saksılar tarla kapasitesi kadar çeşme suyuyla sulanmıştır. Çıkışı garanti altına almak için her saksıya beş adet tohum ekimi yapılmış olup, bitkiler 8-10 cm boylandığında en kuvvetli olan iki bitki bırakılarak diğerleri yok edilmiştir. Topraktaki su tarla kapasitesinin 50%'nin altına düştüğünde çeşme suyu ile sulama işlemi yapılmıştır. Yabancı bitkiler elle kontrol edilmiştir.

Bitkilerde başaklanma başladığında, salkımlar kuş zararına karşı tülbenkten dikilmiş torbalarla izole edilmiştir. Tane hasatları (salkımdaki tanelerin fizyolojik oluma ulaştığı dönemde) her iki yılda da Eylül ayının ortasında yapılmıştır. Hasat edilen salkımlar (başaklar) gölge bir yerde, 5-6 gün kurutulduktan sonra elle harmanlanarak, taneler temizlenmiş tane verimi, bin tane ağırlığı, hasat indeksi ve hektolitre ağırlığı ölçülmüştür. Bitki boyunu ölçmek için tane hasadından önce toprak seviyesi ile salkımın en uç noktası arasında kalan dikey mesafe ölçülmüştür (Anonim, 2010). Tane verimi, kuruyan bitkilerin salkımlardan elde edilen tanelerin tartılması ile belirlenmiştir (Anonim, 2010). Hasat indeksi, tane veriminin biyolojik (sap+tane) verime oranlanmasıyla hesaplanmıştır. 1000 tane ağırlığını ölçmek için 4 adet 100'lük tohum grubu sayılıp tartılmış, sonucun ortalaması alınıp 10 ile çarpılmıştır (Emeklier ve Geçit, 1986). Hektolitre aleti yardımıyla tanelerin ağırlıkları saptanmıştır (Emeklier ve Geçit, 1986). Elde edilen veriler iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuş, farklılıklar LSD testi (1%) ile gruplandırılarak ve her çizelgenin alt bölümünde sunulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Bornova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen tatlı sorgumda, farklı N ve P seviyelerinin bitki boyuna etkisini gösteren ortalama değerler ve oluşan gruplar, Çizelge 3'te sunulmuştur.

Bitki boyuna ilişkin 2013 yetiştirme dönemi çizelge 3'te görüldüğü gibi N dozu ortalamaları istatistiksel olarak önemli bulunup ve farklı azot seviyesi uygulamalarının etkisiyle 4 farklı istatistiksel grup oluşmuş ve azot seviyeleri ortalaması içinde rakamsal olarak bitki boyu 185,9 ve 185,4 cm ile N20 ve N15 uygulamalarından elde edilirken, en düşük bitki boyu 149,3 cm ile N0 uygulamasından elde edilmiştir. Fosfor seviyeleri arasında fark istatistiksel olarak önemli saptanmamış olup, bitki boyunun genel ortalaması 172,0 cm olarak kaydedilmiştir.

2014 yetiştirme döneminde sorgum bitkisine uygulanan farklı azot seviyelerinin etkisiyle istatistiksel olarak 4 farklı grup oluşmuş ve farklı azot seviyeleri ortalaması içinde rakamsal olarak en yüksek bitki boyu değeri (188,7 cm) ile N20 uygulamasında saptanırken, en düşük bitki boyu değeri N0 (149,8 cm) seviyesinde belirlenmiştir. Farklı P seviyelerinin ortalamaları arasında ise 3 farklı grup oluşmuş ve rakamsal olarak en yüksek bitki boyu değeri P10 (188,3 cm), en düşük bitki boyu değeri ise P0 (155,1 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmamızda her iki yılda tatlı sorgum bitkisine uygulanan azot seviyesi N0'dan N20 seviyesine kadar yükseldiğinde bitki boyunun arttığı ve istatistiksel olarak birinci yılda N10, N15 ve N20 seviyeleri arasında ve ikinci yılda N15 ve N20 seviyeleri arasında önemli bir farkın olmadığı saptanmıştır. Diğer taraftan bitkilere uygulanan fosfor seviyeleri arasında birinci yıl istatistiksel bir farkın bulunmadığı, ikinci yıl ise P0'dan P10 seviyesine yükseldiğinde bitki boyunun arttığı ancak P15 seviyesinde hafifçe düştüğü saptanmıştır.

Daha önce de değinildiği gibi azot, bitkilerde hücre sayısını arttırarak ve hücre boyutunu büyütürken, sap üzerindeki boğum aralarının uzamasına ve sonuçta bitki boyunun artmasına sebep olmaktadır (Wajid ve ark., 2007). Diğer taraftan, gelişme ortamında bulunan fosfor da bitkilerde çiçeklenme, kök gelişimi, meyve ve tohum oluşumunda rol oynamakta, bitkilerde yeni hücre oluşması ve dokuların büyümesinde etkili olmaktadır (Kacar, 1986; Kacar ve Katkat, 1999). Bu nedenle çalışmamızda artan N ve P seviyelerinde bitki boylarının da uzaması beklenen bir durumdur. Masebo ve Menamo (2016), tatlı sorguma N0P0 (kontrol) uygulamasında 140 cm olan ortalama bitki boyunun 9,2 kg N/da+3 kg P/da dozunda 150 cm'ye yükseldiğini, ancak bu artışın istatistiksel bakımdan önemli olmadığını belirtmişlerdir.

Çalışmada her iki yılda tatlı sorguma uygulanan azot dozu, N15 seviyesine kadar yükseldiğinde, diğer taraftan da bitkilere uygulanan fosfor dozu P10 seviyesine kadar yükseldiğinde bitki boyunun arttığı saptanmıştır.

Çalışmamızda incelenen N ve P elementlerinin tatlı sorgumun bitki boyu üzerine olan etkileri, diğer araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olmasına karşılık, verimlere ilişkin sayısal değerlerimiz çok farklıdır. Bu farklılığın temel nedeni denemelerin farklı ortamlarda

(saksı, tarla, vb) ve ekolojilerde yürütülmesiyle birlikte, kullanılan çeşitlerin de farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Bornova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen tatlı sorgumda, farklı N ve P seviyelerinin tane verimine etkisini gösteren ortalama değerler ve oluşan gruplar, Çizelge 4'te sunulmuştur. Çizelge 4'ün, 2013 yetiştirme dönemine ilişkin verileri incelendiğinde farklı N ve P seviyelerinin tane verimine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmadığı fakat rakamsal olarak en yüksek tane verimi 48.6 g/bitki ile N20-P15 kombinasyonundan elde edilirken, rakamsal olarak en düşük tane verimi de 5.6 g/bitki ile N0-P0 uygulamasından elde edilmiştir. 2014 yetiştirme dönemine bakıldığında, yine rakamsal olarak en yüksek tane verimi 46,3 g/bitki ile N20-P15 kombinasyonundan elde edilirken, en düşük tane verimi değeri 7,0 g/bitki ile N0-P0 uygulamasından elde edilmiştir.

Tane verimine ilişkin bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde tatlı sorgum bitkisine uygulanan azot seviyesi, N0'dan N20 seviyesine kadar yükseldiğinde tane veriminin arttığı saptanmıştır. Diğer taraftan bitkilere uygulanan fosfor seviyesi de P0'dan P15 seviyesine yükseldiğinde tane verimi yine arttığı belirlenmiştir.

Hugar ve ark. (2010), tatlı sorgumda dekara ~5 kg uygulanan azot seviyesinde 187 kg/da'lık tane veriminin, yine dekara ~19 kg uygulanan N dozunda 212 kg/da'a yükseldiğini ifade etmişlerdir. Masebo ve Menamo (2016) tatlı sorgumda N0P0 uygulamasında 81 kg/da olan tane veriminin, 9,2 kg N/da+3 kg P/da dozunda 390 kg/da'a yükselerek önemli fark oluşturduğunu belirtmişlerdir. Sujathamma ve ark. (2015), Hindistan koşullarında tatlı sorguma dekara 4-2-2 kg NPK uygulamasından elde edilen en düşük tane veriminin (294 kg/da) dekara 8-4-4 kg NPK uygulamasıyla en yüksek noktaya çıktığını (375 kg/da) vurgulamışlardır.

Çizelge 3. 2013-2014 gelişme döneminde farklı N ve P seviyelerinin tatlı sorgumda, bitki boyuna (cm) etkileri
Table 3. Effects of different N and P levels on plant height (cm) of sweet sorghum during 2013-2014 growth period

Yıl	Uygulamalar	P-0	P-5	P-10	P-15	Ortalamalar
2013	N-0	143,0	150,2	151,5	152,5	149,3 ^c
	N-5	166,7	167,5	168,3	169,8	168,1 ^b
	N-10	170,8	171,0	171,3	176,2	172,3 ^{ab}
	N-15	176,5	178,4	191,8	191,4	184,5 ^a
	N-20	178,5	184,5	190,5	189,9	185,9 ^a
	Ortalamalar	167,1	170,3	174,7	176,0	172,0
	LSD (1%)	N:14,525	P:ÖD	NxP:ÖD		CV(%):7,64
Yıl	Uygulamalar	P-0	P-5	P-10	P-15	Ortalamalar
2014	N-0	130,0	145,0	160,7	163,3	149,8 ^d
	N-5	152,7	163,7	180,0	177,3	168,4 ^c
	N-10	153,7	175,3	195,0	180,0	176,0 ^b
	N-15	166,0	178,3	204,7	202,3	187,8 ^a
	N-20	173,3	179,3	201,0	201,0	188,7 ^a
	Ortalama	155,1 ^c	168,3 ^b	188,3 ^a	184,8 ^a	174,1
	LSD (1%)	N:7,189	P:6,430	NxP:ÖD		CV(%):3,74

Aynı satır veya sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında LSD testine göre $P \leq 0,01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur.

Çizelge 4. 2013-2014 gelişme döneminde farklı N ve P seviyelerinin tatlı sorgumda tane verimine (g/bitki) etkileri
Table 4. Effects of different N and P levels on grain yield (g/plant) of sweet sorghum during 2013-2014 growth period

Yıl	Uygulamalar	P-0	P-5	P-10	P-15	Ortalamalar
2013	N-0	5,6	15,8	30,1	28,8	20,0
	N-5	20,6	25,8	28,4	34,4	27,3
	N-10	24,7	28,8	34,7	45,2	33,4
	N-15	27,3	30,6	40,4	48,0	36,5
	N-20	28,9	37,3	47,1	48,6	40,5
	Ortalamalar	21,4	27,7	36,1	41,0	31,5
	LSD (1%)	N:2,054	P:1,837	NxP:4,108		CV(%):5,90
Yıl	Uygulamalar	P-0	P-5	P-10	P-15	Ortalamalar
2014	N-0	7,0	17,7	24,5	27,6	19,2
	N-5	20,9	27,7	29,2	36,0	28,4
	N-10	26,4	30,6	35,1	44,1	34,0
	N-15	28,2	32,2	42,9	45,0	37,1
	N-20	30,3	37,7	45,1	46,3	39,9
	Ortalama	22,6	29,2	35,3	39,8	31,7
	LSD (1%)	N:1,209	P:1,082	NxP:2,419		CV(%):3,46

Aynı satır veya sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında LSD testine göre $P \leq 0,01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur.

Çizelge 5. 2013-2014 gelişme döneminde farklı N ve P seviyelerinin tatlı sorgumda hasat indeksine (%) etkileri
 Table 5. Effects of different N and P levels on the harvest index (%) of sweet sorghum during 2013-2014 growth period

Yıl	Uygulamalar	P-0	P-5	P-10	P-15	Ortalamalar
2013	N-0	3,7	9,9	18,3	16,6	12,1
	N-5	12,2	14,0	14,3	17,0	14,4
	N-10	13,3	20,0	16,6	21,7	17,9
	N-15	14,3	14,5	21,1	21,4	17,9
	N-20	15,0	15,2	19,1	23,2	18,1
	Ortalamalar	11,7	14,7	17,9	20,0	16,1
	LSD (1%)	N:1,776	P:1,588	NxP:3,551	CV(%):10	
Yıl	Uygulamalar	P-0	P-5	P-10	P-15	Ortalamalar
2014	N-0	5,1	12,2	15,2	16,4	12,2
	N-5	13,8	15,8	14,7	18,4	15,7
	N-10	14,9	16,9	16,7	20,8	17,3
	N-15	15,8	16,9	19,1	20,0	17,9
	N-20	16,6	19,2	19,8	20,4	19,0
	Ortalama	13,2	16,2	17,1	19,2	16,4
	LSD (1%)	N:0,753	K:0,673	NxK:1,505	CV(%):4,15	

Aynı satır veya sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında LSD testine göre $P \leq 0,01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur.

Çizelge 6. 2013-2014 gelişme döneminde farklı N ve P seviyelerinin tatlı sorgumda bin tane ağırlığına (g) etkileri
 Table 6. Effects of different N and P levels on 1000-grain weight (g) of sweet sorghum during 2013-2014 growth period

Yıl	Uygulamalar	P-0	P-5	P-10	P-15	Ortalamalar
2013	N-0	19,7	20,8	23,9	23,5	22,0 ^c
	N-5	20,3	20,9	24,0	25,9	22,8 ^{bc}
	N-10	21,5	22,3	24,0	26,6	23,6 ^{abc}
	N-15	21,7	23,5	25,6	26,8	24,4 ^{ab}
	N-20	21,9	26,0	25,7	27,2	25,2 ^a
	Ortalamalar	21,0 ^c	22,7 ^b	24,6 ^a	26,0 ^a	23,6
	LSD (1%)	N:1,763	P:1,577	NxP:ÖD	CV(%):6,76	
Yıl	Uygulamalar	P-0	P-5	P-10	P-15	Ortalamalar
2014	N-0	20,2	21,3	23,3	23,4	22,0 ^c
	N-5	20,5	21,0	24,0	24,2	22,4 ^{bc}
	N-10	20,8	22,1	24,1	25,2	23,1 ^{abc}
	N-15	21,3	23,2	25,7	25,6	24,0 ^{ab}
	N-20	21,2	24,5	25,8	26,3	24,5 ^a
	Ortalama	20,8 ^c	22,4 ^b	24,6 ^a	24,9 ^a	23,2
	LSD (1%)	N:1,740	P:1,556	NxP:ÖD	CV(%):6,81	

Aynı satır veya sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında LSD testine göre $P \leq 0,01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur.

Çizelge 7. 2013-2014 gelişme döneminde farklı N ve P seviyelerinin tatlı sorgumda hektolitreye ağırlığına (kg) etkileri
 Table 7. Effects of different N and P levels on hectoliter weight (kg) of sweet sorghum during 2013-2014 growth period

Yıl	Uygulamalar	P-0	P-5	P-10	P-15	Ortalamalar
2013	N-0	45,2	45,3	46,1	46,2	45,7 ^c
	N-5	45,9	45,8	46,5	47,3	46,4 ^{bc}
	N-10	45,9	46,1	48,1	49,4	47,4 ^{ab}
	N-15	46,1	46,3	49,9	50,1	48,1 ^a
	N-20	46,2	46,8	49,8	50,0	48,2 ^a
	Ortalamalar	45,9 ^b	46,1 ^b	48,1 ^a	48,6 ^a	47,2
	LSD (1%)	N:1,243	P:1,389	NxP:ÖD	CV(%):2,67	
Yıl	Uygulamalar	P-0	P-5	P-10	P-15	Ortalamalar
2014	N-0	45,9	46,0	45,1	46,8	45,9 ^c
	N-5	46,5	46,1	45,5	47,7	46,4 ^{bc}
	N-10	46,8	46,8	47,2	49,9	47,7 ^{ab}
	N-15	46,9	46,0	49,1	50,3	48,1 ^a
	N-20	47,2	46,6	49,1	49,9	48,2 ^a
	Ortalama	46,6 ^b	46,3 ^b	47,2 ^b	48,9 ^a	47,3
	LSD (1%)	N:1,329	P:1,189	NxP:ÖD	CV(%):2,55	

Aynı satır veya sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında LSD testine göre $P \leq 0,01$ seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur.

Pholsen and Somsungnoen (2004), Kuzeydoğu Tayland ekolojik koşullarında yetiştirilen sorguma; dekara 4,5 kg N ve 5 kg K uygulamasında 431 kg/da olan tane veriminin, dekara 6,5 kg ve 10 kg K uygulamasında 470 kg/da'a yükseldiği ifade edilmiştir. Arslangiray ve ark. (1999) Çukurova koşullarında tane sorguma verilen N dozu arttıkça (0'dan 18kg/da'a) tane veriminin yükseldiğini ve en yüksek verimin 18 kg/da N uygulamasında 890 kg/da olarak alındığını fakat bin tane ağırlığının etkilenmediğini bildirmesi, bulgularımızı desteklemektedir. Ayrıca, Amirnia ve ark. (2009) İran koşullarında farklı dozlarda N uygulamasının tane verimi üzerine önemli etkilerinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Girgin (2012) ise, 0 kg/da'dan 22,5 kg/da N dozuna kadar artan uygulamaların tane verimini yükselttiği (118 kg/dan'dan 220 kg/da'a), ancak bu dozdan itibaren verimi düşürdüğü (173 kg/da) ifade ederek, bu azalma üzerinde birim alandaki tane vermeyen bitkilerin etkisi olduğunu vurgulamıştır.

Dış ortam koşullarında ve saksı denemesi şeklinde yürüttüğümüz bu çalışmada, her iki yıl, tatlı sorguma uygulanan N20 ile P10 seviyelerinde en yüksek tane verimi saptanmıştır.

Bornova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen tatlı sorgumda, farklı N ve P seviyelerinin hasat indeksine etkisini gösteren ortalama değerler ve oluşan gruplar, Çizelge 5'te sunulmuştur.

Çizelge 5'in 2013 yetiştirme dönemine ait bölümü incelendiğinde: rakamsal olarak en yüksek hasat indeksi 23.2% ile N20-P15 kombinasyonundan elde edilirken, en düşük hasat indeksi değeri 3.7% ile N0-P0 uygulamasından elde edilmiştir. 2014 yetiştirme dönemine ait bölüm incelendiğinde ise; rakamsal olarak en yüksek hasat indeksi 20.8% ile N10-P15 kombinasyonundan elde edilirken, en düşük hasat indeksi değeri 5,1% ile N0-P0 uygulamasından elde edilmiştir.

Çalışmamızda hasat indeksine ait bulgular genel olarak değerlendirildiğinde; her iki, yıl tatlı sorgum bitkisine uygulanan azot seviyesi N0'dan N20 seviyesine kadar arttığında hasat indeksinin de yükseldiği (%12'den %18 çıktığı ve belirgin bir artış olduğu ve istatistiksel olarak da önemli olduğu) saptanmıştır. Diğer taraftan bitkilere uygulanan fosfor seviyesi de P0'dan P15 seviyesine çıktığında hasat indeksinin yine yükseldiği belirlenmiştir.

Bilindiği gibi hasat indeksi önemli bir seçim kriteridir. Nitekim Avcioglu ve ark. (2009) ve Girgin (2012), tane veriminin toplam biyolojik verime oranı olarak elde edilmesi nedeniyle hasat indeksinin farklı çevre koşullarından tane verimine göre daha az etkilendiğini, bu nedenle hasat indeksinin önemli bir seçim kriteri olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Çalışmamızın ilk yılı N20-P15, ikinci yılı N10-P15 kombinasyonlarında kaydedilen hasat indeksi değerlerinin diğer N ve P uygulamalarından daha yüksek olması, yöre koşullarında tatlı darı bitkisine tane amaçlı üretimde gerekli olan N ve P gübre dozlarını göstermektedir.

Mahama ve ark. (2014) Manhattan ve Ottawa/ABD koşullarında tane sorgum çeşitlerine farklı azot dozları (0-4,5-9 kg N/da) uygulamışlar ve dekara 0 ile 4,5 kg N seviyelerinde 37% olan hasat indeksinin, 9 kg N/da seviyesinde 41%'e yükseldiğini belirtmişlerdir. Sarmiso (2016), Doğu Etiyopya koşullarında farklı sorgum çeşitlerinde değişik azot dozlarının (0-2,3-4,6-6,9-9,2 kg

N/da) hasat indeksi üzerindeki etkisini incelemiştir. Artan N seviyesinin hasat indeksini de yükselttiğini bildiren araştırmacı, 0 kg N/da seviyesinde 37% olan indeksin 9,2 kg N/da uygulamasında 46,4%'e çıktığını belirtmiştir. İran koşullarında sorgum bitkisinde farklı fosfor dozlarını (5-10-15-20 kg P/da) çalışan Piri (2012), artan P seviyelerinin hasat indeksini de yükselttiğini, P5 uygulamasında 17% olan hasat indeksinin, P20 seviyesinde 28,4%'e çıktığını bildirmiştir. Yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarından da izlenebildiği gibi, sorgum bitkisinde, kontrol uygulamasına göre artan N ve P seviyelerinin hasat indeksini de yükseltmesi sonucu, bulgularımızı doğrulamaktadır.

Dış ortam koşullarında ve saksı denemesi şeklinde yürüttüğümüz bu çalışmada, her iki yıl, tatlı sorguma uygulanan N15 ile P15 seviyelerinde en yüksek hasat indeksi saptanmıştır. Çalışmamızda incelenen N ve P elementlerinin tatlı sorgumun hasat indeksi üzerine olan etkileri, diğer araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olmasına karşılık, verimlere ilişkin sayısal değerlerimiz çok farklıdır. Bu farklılığın temel nedeni denemelerin farklı ortamlarda (saksı, tarla, vb) ve ekolojilerde yürütülmesiyle birlikte, kullanılan çeşitlerin de farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Bornova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen tatlı sorgumda, farklı N ve P seviyelerinin bin tane ağırlığına etkisini gösteren ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 6'da sunulmuştur. Çizelge 6'nın 2013 yetiştirme dönemine ilişkin bin tane ağırlıkları incelendiğinde, farklı azot seviyesi uygulamalarının etkisiyle 5 farklı grup oluşmuş ve farklı azot seviyeleri ortalaması içinde rakamsal olarak en yüksek bin tane ağırlığı değeri (25,2 g) ile N20 uygulamasından elde edilirken, en düşük bin tane ağırlığı 22,0 ile N0 uygulamasından elde edilmiştir. Farklı fosfor ortalamaları arasında ise 3 farklı grup oluşmuş ve rakamsal olarak en yüksek bin tane ağırlığı değeri (26,0 g) ile P15, en düşük bin tane ağırlığı ise (21,0 g) ile P0 uygulamasında sağlanmıştır. 2014 yetiştirme döneminde ise, farklı azot seviyesi uygulamalarının etkisiyle 5 farklı grup oluşmuş ve farklı azot seviyeleri ortalaması içinde rakamsal olarak en yüksek bin tane ağırlığı değeri (24,5 g) ile sırasıyla N20 uygulamasında saptanırken, en düşük bin tane ağırlığı değeri ise N0 (22,0 g) seviyesinde belirlenmiştir. Farklı P seviyelerinin ortalamaları arasında ise 3 farklı grup oluşmuş ve rakamsal olarak en yüksek bin tane ağırlığı değeri P15 (24,9 g), en düşük bin tane ağırlığı değeri ise P0 (20,8 g) uygulamasından elde edilmiştir.

Tane ağırlığına ait bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, her iki yıl tatlı sorgum bitkisine uygulanan azot seviyesi, N0'dan N20 seviyesine kadar yükseldiğinde bin tane ağırlığının arttığı saptanmış olmasına karşılık, N10, N15 ve N20 seviyeleri arasında istatistiki açıdan bir farkı belirlenmemiştir. Diğer taraftan bitkilere uygulanan fosfor seviyesi P0'dan P15 seviyesine yükseldiğinde bin tane ağırlıklarının yine arttığı, fakat P10 ile P15 seviyeleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır.

Bornova ekolojik koşullarında, tatlı sorguma verilen farklı azot dozlarının bin tane ağırlığı üzerine önemli etkisinin bulunmadığını bildiren Girgin (2012), ortalama değerler 24 g olduğunu ifade etmiştir. Hâlbuki Amirnia ve ark. (2009), İran koşullarında farklı dozlarda N uygulamasının bin tane ağırlığı üzerine önemli etkilerinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Asgharipour ve Heidari (2011) Güney İran ekolojik koşullarında tane sorguma

farklı K dozu (0-100-150-200-250 kg/ha) uygulamışlar ve K seviyelerinin bin tane ağırlığı üzerine önemli etkisinin bulunduğunu bildirerek, K0 seviyesine 23,4 g olan bin tane ağırlığının K150 seviyesinde 28,1 g'a yükselip, K250 seviyesinde 23,5 g'a düştüğünü belirtmiştir. Kathalagere/ABD koşullarında tatlı sorgum bitkisiyle yürütülen bir başka çalışmada, farklı azot seviyelerinin (N1: 48,75, N2: 65, N3: 81,25 kg ha⁻¹) bin tane ağırlığı üzerine önemli etkilerinin bulunmadığı saptanmış ve ortalaması 29,5 g olduğu belirtilmiştir (Hugar ve ark., 2010). Pholsen ve Suksri (2007) tarafından Kuzeydoğu Tayland koşullarında yürütülen bir çalışmada, yemlik sorguma farklı dozlarda uygulanan fosfor (0-3,75-7,5-15 kg P/da) ve potasyum (0-5,63-11,25-22,5 kg K/da)'um, bin tane ağırlığı üzerine önemli etki yapmadığı ifade edilmiştir. Aynı ekolojide çalışan Pholsen ve Somsungnoen (2004), sorguma kombine olarak uygulanan (kg/da NK, F1:45-5, F2:55-7 ve F3:65-10) azot ve potasyum dozlarının 1000 tane ağırlığı üzerine önemli etkisinin olmadığını ve ortalama bin tane ağırlığının 32 g olduğunu ifade etmişlerdir. Şeker mısır bitkisine farklı azot (0-20-40 kg/da) ve fosfor dozu (0-10-20-30 kg/da) uygulayan Valadabadi ve ark. (2008), NOP0 dozunda 163 gram olan bin tane ağırlığının, N20P10 dozunda 175 grama yükseldiğini bildirmişlerdir. Mısır bitkisiyle Nijerya koşullarında çalışan Onasanya ve ark. (2009), NOP0 dozunda 221 gram olan bin tane ağırlığının, 12 kg N+4 kg P/da dozunda 266 grama yükseldiğini bildirmişlerdir.

Dış ortam koşullarında ve saksı denemesi şeklinde yürüttüğümüz bu çalışmada, incelenen N ve P elementlerinin tatlı sorgumun 1000 tane ağırlığı üzerine olan etkileri, diğer araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olmasına karşılık, sayısal değerlerimiz çok farklıdır. Bu farklılığın temel nedeni denemelerin farklı ortamlarda (saksı, tarla, vb) ve ekolojilerde yürütülmesiyle birlikte, kullanılan çeşitlerin de farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Bornova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen tatlı sorgumda, farklı N ve P seviyelerinin hektolitre ağırlığına etkisini gösteren ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 7'de sunulmuştur.

Çizelge 7'nin 2013 yetiştirme dönemine ilişkin hektolitre ağırlıkları incelendiğinde, farklı azot seviyesi uygulamalarının etkisiyle 4 farklı grup oluşmuş ve farklı azot seviyeleri ortalaması içinde rakamsal olarak en yüksek hektolitre ağırlığı (48,2 kg) N20 uygulamasından elde edilirken, en düşük hektolitre ağırlığı 45,7 kg ile N0 uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir. Farklı fosfor ortalamaları arasında ise 2 farklı grup oluşmuş ve rakamsal olarak en yüksek hektolitre ağırlığı 48,6 kg ile P15, en düşük hektolitre ağırlığı ise 45,9 kg ile P0 uygulamasında sağlanmıştır. 2014 yetiştirme dönemine bakıldığında, farklı azot seviyesi uygulamalarının etkisiyle 4 farklı grup oluşmuş ve farklı azot seviyeleri ortalaması içinde rakamsal olarak en yüksek hektolitre ağırlığı 48,2 kg ile N20 uygulamasında saptanırken, en düşük hektolitre ağırlığı da N0 (45,9 kg) seviyesinde belirlenmiştir. Farklı P seviyelerinin ortalamaları arasında ise 2 farklı grup oluşmuş ve en yüksek hektolitre ağırlığına değeri P15 (48,9 kg), en düşük hektolitre ağırlığı değeri ise P5 (46,3 kg) uygulamasından elde edilmiştir.

Hektolitre ağırlığına ilişkin bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, her iki yıl tatlı sorgum bitkisine uygulanan azot seviyesi N0 seviyesinden N20 seviyesine kadar yükseltildiğinde hektolitre ağırlığının arttığı, buna

karşılık N10 ve N15 ile N20 seviyelerinin arasında önemli bir farkın olmadığı saptanmıştır. Diğer taraftan bitkilere uygulanan fosfor seviyesi P0'dan P15 seviyesine yükseldiğinde hektolitre ağırlığının arttığı, buna karşılık P10 ile P15 seviyeleri arasında istatistiksel bir farklılığın bulunmadığı saptanmıştır. Bilindiği üzere hektolitre ağırlığı değirmencilik sektörü ve tane depolama işlemlerinde (hacim hesaplamaları) büyük öneme sahiptir (Emekler ve Geçit, 1986).

Bornova ekolojik koşullarında, tatlı sorguma verilen farklı azot dozlarının hektolitre ağırlığı üzerine önemli etkisinin bulunduğunu bildiren Girgin (2012), 0 kg/da'dan 22,5 kg/da N dozuna kadar artan uygulamaların hektolitre ağırlığını yükselttiğini (46,4 kg'dan 48,7 kg'a), ancak bu dozdan itibaren ağırlığı hafifçe düşürdüğünü (47,3 kg) ifade etmiştir. Çalışmamızda saptanan hektolitre ağırlıklarının, Diyarbakır koşullarında sorgumda hektolitre ağırlığının 56,1-76,1 kg arasında değiştiğini bildiren Gül ve Başbağ (1999)'nin sonuçlarından daha düşük konumda bulunduğu göze çarpmıştır. Bunun nedeni, denemelerin yürütüldüğü lokasyonların, kullanılan bitkisel materyalin ve uygulanan tarımsal işlemlerin farklı olmasına dayandırılabilir.

Sonuç

İkinci ürün koşullarında yetiştirilen tatlı sorgum bitkisinde N ve P yönetiminin tane verimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, dekara 15 N ve 15 kg P₂O₅ kombine uygulamasından yüksek tane verimi belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, 2013-ZRF-026 proje numarası ile Ege Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiş olup, teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Acar R, Akgün N. 2009. Şeker darısının (*Sorghum bicolor* (L.) Moench var. saccharatum) yeşil ot verimi ve verim öğelerine farklı azot dozlarının etkisi. Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi. 19-22 Ekim, Hatay. 1: 637-640.
- Acaroğlu M. 2003. Alternatif enerji kaynakları. 209. ISBN:975-6574-25-9.
- Akma M, Rhman H, Asim M, Akbar H. 2010. Response of maize varieties to nitrogen application for leaf area profile, crop growth, yield and yield components, Pakistan Journal Botany. 42 (3): 1941-1947.
- Amirnia R, Saber Rezaie M, Gadimzadeh M, Sadighfard Sh, Ghiyasi M. 2009. Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) yapraklarına uygulanan azotlu gübrenin tane verimi ve tanede protein miktarına olan etkisi. Türkiye 8. Tarla Bitkileri Kongresi. Hatay. 1: 305-308.
- Anonim 2010. Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tohum Tescil ve Sertifikasyon Merkezi, Sorgum (*Sorghum* spp.). 13.
- Anonim 2013. İklim Verileri, İzmir Meteoroloji İstasyonu, İzmir.
- Anonim 2013. İklim Verileri, İzmir Meteoroloji İstasyonu, İzmir.
- Arslangiray C, Kızıl S, Tansı V. 1999. Çukurova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı tane sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) ve sorgum sudanotu (*Sorghum sudanense* L.) melez çeşitlerinde azot gübrelemesinin tane ve hasıl verimine etkisi üzerinde araştırmalar. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. Adana. 3: 160-165.

- Asgharipour MR, Heidari M. 2011. Effect of potassium supply on drought resistance in sorghum: Plant growth and macronutrient content. *Pakistan Journal of Agriculture Sciences*. 48(3): 197-204. ISSN: 0552-9034.
- Cobo JG, Dercon G, Cadisch G. 2010. Nutrient balances in African land use systems across different spatial scales: a review of approaches, challenges and progress. *Agric. Ecosyst. Environ.* 136 (1-2): 1-15. doi:10.1016/j.agee.2009.11.006.
- Emeklier HY, Geçit HH. 1986. Tohumluk kontrol ve sertifikasyonu uygulama klavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 986.
- Geren H, Avcioglu R, Kavut YT, Sakinoğlu Oruç Ç, Öztarhan H. 2011. İkinci ürün olarak yetiştirilen şeker darısının (*Sorghum bicolor* (L.) Moench var. *saccharatum*) verim ve verimle ilgili diğer bazı özellikleri üzerine bir ön araştırma. *Türkiye 4. Tohumculuk Kongresi 14-17 Haziran Samsun*. 2: 525-530.
- Girgin VÇ. 2012. Bornova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* L.)'da farklı azot dozlarının bazı tarımsal ve teknolojik özelliklere etkisi üzerinde araştırma. Ege Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans tezi. 42.
- Gram G, Roobroeck D, Vanlauwe B. 2020. Combining organic and mineral fertilisers as a climate smart integrated soil fertility management practice in sub-Saharan Africa: a meta-analysis. *PLoS One*, 15(9): e0239552. doi.org/10.1371/journal.pone.0239552.
- Gül İ, Başbağ M. 1999. Diyarbakır sulu koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen silaj sorgum, sorgum-sudanotu melezi ve sudanotu çeşitlerinde verim ve verim özelliklerinin incelenmesi, *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Adana*. 3: 306-311.
- Hugar AY, Jayadeva HM, Rangaswamy BR, Shivanna S, Handrappa H. 2010. Assessing the effect of nitrogen and harvesting stages on yield and yield attributes of sweet sorghum genotypes. *Agricultural Science Digest*. 30(2): 139-141.
- Kacar B. 1986. Gübreler ve gübreleme tekniği (III. basım), T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları. 20: 439.
- Kacar B, Katkat V. 1999. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı. 20:531. ISBN 975-564-084-3, 144
- Khaled M. 2013. Effect of different nitrogen levels on growth, productivity and bioethanol production of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes. *Seed and plant production journal*. 29(4): 539-551. 10.22092/SPPJ.2017.110529.
- Kovancı İ. 1990. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği Ders Notları, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Teksir. 107(3): 286.
- Kugedera AT, Nyamadzawo G, Mandumbuc R. 2022. Augmenting *Leucaena leucocephala* biomass with mineral fertiliser on rainwater use efficiency, agronomic efficiency and yields on sorghum (*Sorghum bicolor* [(L.) Moench]) under rainwater harvesting techniques in semi-arid region of Zimbabwe. *Helyon*. 8(7): e09826. doi.org/10.1016/j.helyon.2022.e09826.
- Kurai T, Morey SR, Wani SP, Watanabe T. 2015. Efficient rates of nitrogenous fertiliser for irrigated sweet sorghum cultivation during the post- rainy season in the semi-arid tropics. *Europ. J. Agronomy*. 71: 63-72. doi: 10.1016/j.eja.2015.07.010.
- Mahama GY, Vara Prasad PV, Mengel DB, Tesso TT. 2014. Influence of nitrogen fertilizer on growth and yield of grain sorghum hybrids and inbred lines. *Agronomy Journal*. 106(5): 1623-1630. https://doi.org/10.2134/agronj14.0092.
- Masebo N, Menamo M. 2016. The effect of application of different rate of N-P fertilizers rate on yield and yield components of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) case of derashe woreda. SNNPR, Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research*. 6(5): 88-94. ISSN 2224-3186 (Paper). ISSN 2225-0921 (Online).
- Onasanya RO, Aiyelari OPA, Onasanya S, Oikeh FE, Oyelakin OO. 2009. Growth and yield response of maize (*Zea mays* L.) to different rates of nitrogen and phosphorus fertilizers in southern nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*. 5(4): 400-407. ISSN 1817-3047.
- Pholsen S, Sornsungnoen N. 2004. Effects of Nitrogen and Potassium Rates and Planting Distances on Growth, Yield and Fodder Quality of a Forage Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 7(10): 1793-1800. doi: 10.3923/pjbs.2004.1793.1800.
- Pholsen S, Suksri A. 2007. Effects of phosphorus and potassium on growth, yield and fodder quality of IS 23585 forage sorghum cultivars (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Pakistan J. Biol. Sci.* 10 (10): 1604-1610. doi: 10.3923/pjbs.2007.1604.1610.
- Piri I. 2012. Effect of phosphorus fertilizer and micronutrients foliar application on sorghum yield, *Annals of Biological Research*. 3(8): 3998-4001. ISSN 0976-1233.
- Propheter JL, Staggenborg SA, Wu X, Wang D. 2010. Performance of annual and perennial biofuel crops: yield during the first two years. *Agron. J.* 102: 806-814. doi.org/10.2134/agronj2009.0301
- Sarmiso Z. 2016. Effect of nitrogen fertilizer on striga infestation, yield and yield related traits in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties at Kile, Eastern Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 6(2): 74-89. ISSN 2224-3208 (Paper). ISSN 2225-093X (Online).
- Sawargaonkar GL, Patil MD, Wani SP, Pavani E, Reddy BVSR, Marimuthu S. 2013. Nitrogen response and water use efficiency of sweet sorghum cultivars. *Field Crops Research*. 149(1): 245-251. http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2013.05.009.
- Somegowda VK, Vemula A, Naravula J, Prasad G, Rayaprolu L, Rathore A, Blümmel M, Deshpande S. 2021. Evaluation of fodder yield and fodder quality in sorghum and its interaction with grain yield under different water availability regimes. *Current Plant Biology*. 25: 100191. https://doi.org/10.1016/j.cpb.2020.100191.
- Sujathamma KK, Suneetha V. 2015. Response of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars to different fertilizer levels under rainfed condition IP. *International Journal of Agricultural Sciences*. 5(1): 381-385. ISSN: 2167-0447.
- Valadabadi SAR, Alimohammadi M, Daneshian J. 2008. The evaluation of nitrogen (N) and phosphorous (P) consumption on yield and growth of sweet corn (*Zea Mays* Var *Saccharata*). 3(12): 53-65. https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=363023.
- Wajid A, Ghaffar A, Maqsood, M, Hussain, K, Nasim W. 2007. Yield response of maize hybrids to varying nitrogen rates. *Pakistanian Journal of Agricultural Science*. 44(2): 217- 220.