

## GAP Bölgesi Koşullarında Hibrit Atdışi Mısıra (*Zea mays indentata* Sturt.) Uygulanan Farklı Azot Gübresi Seviyelerinin Tane Verimi ile Kalitesi ve Yaprığın Klorofil İçeriklerine Etkisi

Timuçin TAŞ\*

GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tarla Bitkileri Bölümü, Tahıllar Birimi, Şanlıurfa

\*Sorumlu Yazar: ttas\_4@hotmail.com

Geliş Tarihi: 04.04.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 16.06.2021 Kabul Tarihi: 29.06.2021

### Öz

En önemli makro elementlerden olan azot (N), yüksek biyokütleyle sahip mısır bitkisinin verim ve kalitesinde önemli bir yere sahiptir. Bu çalışma, Türkiye'nin GAP Bölgesi'nde 2019 ve 2020 yılları arasında hibrit atdışi mısırın tane verimi ile kalitesi ve yaprağın klorofil içeriği üzerine farklı azot gübresi seviyelerinin etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Çalışmada, orta erkenci (FAO 600-650) olum grubunda olan hibrit atdışi mısır çeşidine farklı azot (N) dozları (0, 100, 200, 300 ve 400 kg ha<sup>-1</sup>) uygulanmıştır. Yapılan istatistiki analizler sonucunda iki yıl ortalamalarına göre, incelenen özelliklerde yıllar ve azot seviyeleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar elde edilmiştir. Yılların ortalama sonuçlarına göre, bitki boyu (BB, cm), klorofil içeriği (Kİ, SPAD), tane verimi (TV, kg ha<sup>-1</sup>) ve tane protein oranı (TPO, %) sırasıyla 219.43 (N0) – 291.91 (N300), 32.90 (N0) – 56.75 (N400), 7791.22 (N0) – 15461.18 (N300) ve 7.93 (N0) – 10.76 (N400) arasında değişmiştir. Araştırmanın birinci yılına nazaran ikinci yılında yaşanan çevresel stres koşullarından (yüksek sıcaklık ve düşük nisbi nem) dolayı, bitkilerin gelişimi olumsuz etkilenirken, TPO değerleri olumlu etkilenmiştir. Azot seviyeleri ile TV ve Kİ arasında yapılan regresyon analizinde, yüksek önemli ve quadratic ilişkiler tespit edilmiştir. Optimum tane verimi N300 uygulamasında elde edilmiştir. Koçan tane doldurma dönemi (KTDD)'de klorofil içerikleri 50 SPAD değerlerini geçmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Mısır, azot seviyeleri, SPAD, regresyon analizi

## The Effect of Different Levels of Nitrogen Fertilizer Applied on The Grain Yield and Quality, and Chlorophyll Contents of Leaf in Hybrid Dent Corn (*Zea mays indentata* Sturt.) under The GAP Region Conditions

### Abstract

The Nitrogen (N), one of the most important macro elements, has an important place in the yield and quality of the corn plant having high biomass. This study was conducted to determine the effects different levels of nitrogen fertilizer on grain yield and quality, and chlorophyll content of leaf of hybrid dent corn between 2019 and 2020 in GAP Region of Turkey. Field trial was designed in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. In the study, different nitrogen (N) doses such as 0, 100, 200, 300, and 400 kg ha<sup>-1</sup> were applied to the hybrid dent corn which is in the moderate early in the FAO (600-650) maturity classes. According to the two-year averages statistically significant differences were found between years and nitrogen levels in terms of investigated traits. According to combined years results, plant height (PH, cm), chlorophyll content (CC, SPAD), grain yield (GY, kg ha<sup>-1</sup>), and grain protein ratio (GPR,%) were ranged from 219.43 (N0) – 291.91 (N300), 32.90 (N0) – 56.75 (N400), 7791.22 (N0) – 15461.18 (N300), and 7.93 (N0) – 10.76 (N400) respectively. Due to the environmental stress conditions such as high heat and low relative humidity experienced in the second year compared to the first year of the study, while the growth of the plants was affected negatively, the GPR values were affected positively. Highly significant and quadratic relationships were determined in the regression analysis performed between nitrogen levels and GY and CC. Optimum grain yield

was obtained in N300 application. Chlorophyll content exceeded 50 SPAD values in the cob grain filling period (CGFP).

**Keywords:** Corn, nitrogen levels, SPAD, regression analysis

## Giriş

Mısır (*Zea mays* L.) küresel olarak tahıllar içerisinde en çok üretimi ve tüketimi yapılan tahıllardan en önemlilerindendir. Mısır bitkisi % 72 nişasta, % 10 protein, % 4.8 yağ, % 8.5 lif, % 3 şeker ve % 17 kül ile önemli besin değerine sahip olduğu için çok yönlü kullanıma sahip bir sıcak iklim tahılıdır (Ahmad ve ark., 2018). Gıda, ilaç, inşaat ve hayvancılık gibi geniş bir yelpazenin en önemli ham maddesini oluşturmaktadır. Dünyada kuzey kutbu dışında dünyanın her ikliminde ve her toprak yapısında kolay bir şekilde yetiştiriciliği yapılan kanaatkâr bitkilerden birisidir. Mısır dünyada yaklaşık 1.2 milyar ton (Anonim, 2021), Türkiye’de 6.5 milyon ton denemenin yürütüldüğü GAP bölgesinde ise Türkiye’de üretilen tane mısırın 1/5 kadarı üretilmektedir (Anonim, 2020). Artan dünya nüfusunun aksine tarım yapılan alanların azaldığı, artan nüfusun mısır ihtiyacını karşılamak için birim alandan daha yüksek verimlerin alınması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Birim alandan yüksek verimler almak için genetik potansiyeli yüksek mısır çeşitlerinin ıslah edilmesi ve modern yetiştirme tekniklerinin uygulanması önem arz etmektedir. Günümüzde verim potansiyeli yüksek olan mısır çeşitlerinin paralelinde önemli yetiştirme tekniklerinden olan azot gübresi gereksinimleri de artmaktadır. Mısırdaki tane verimi ve protein miktarının artışında en önemli girdilerden birisinin azot gübresi olduğu rapor edilmiştir (El-Hosary ve ark., 2019). Azotun (N), mısır bitkisinin protoplazma, proteinler, nükleik asitler, klorofil içeriği ile vejetatif ve generatif gelişim aşamalarında hayati öneme sahip olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Ahmad ve ark., 2018; Zeleke ve ark., 2018). Mısır bitkisinin, azot (N) elementini diğer tüm besin elementlerinden daha fazla kullandığı, bu kullandığı azotun, tane verimini ve bitki gelişimini diğer besin elementlerinden daha çok etkilediği belirtilmiştir (Marković ve ark., 2017; Sapkota ve ark., 2017). Birkaç araştırmacı, mısır çeşitlerinin gelişim, verim komponentleri, verim ve bazı tane özellikleri açısından farklılık göstermesinin çeşit özelliğinin yanında azot gübrelemesinden kaynaklandığını

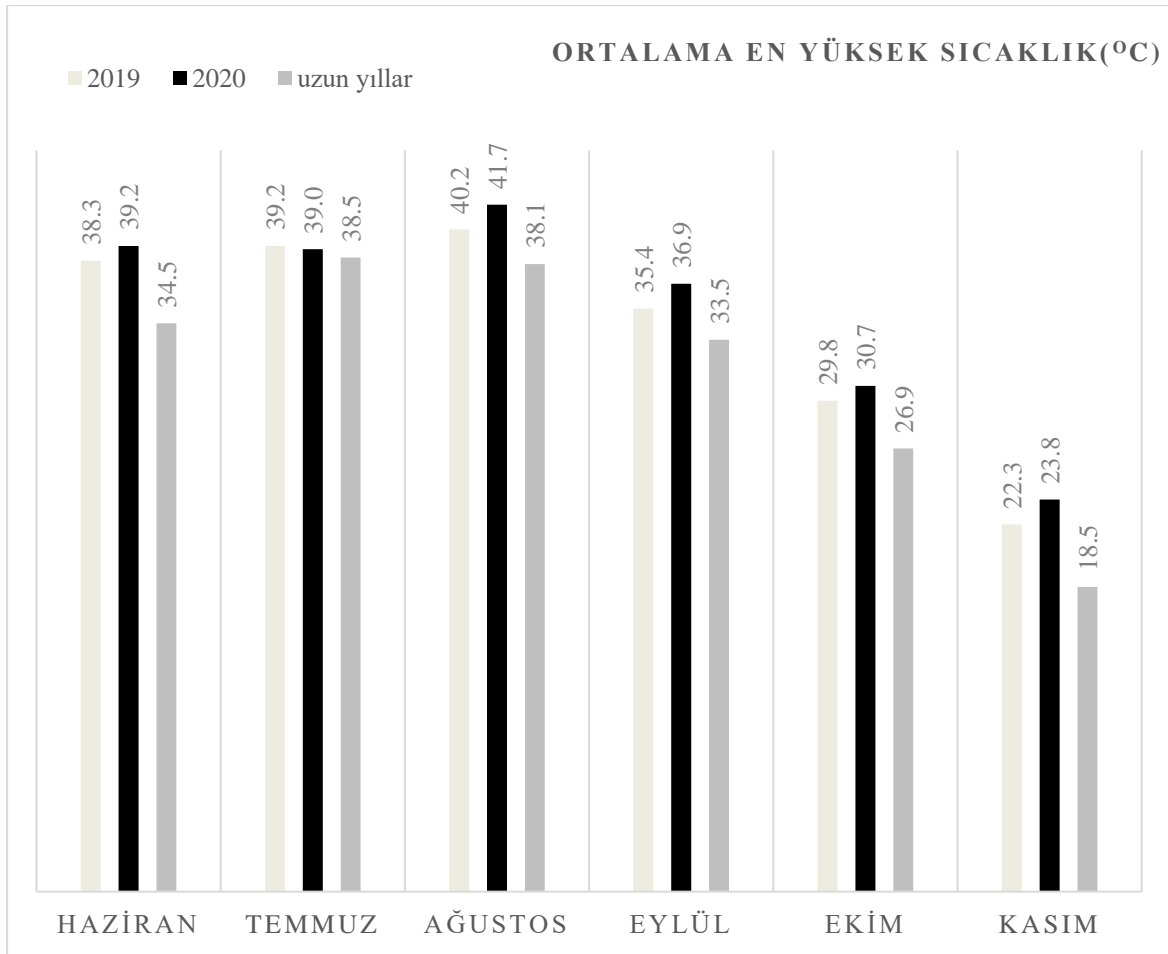
belirtmişlerdir (Eyasu ve ark., 2018; Sidi ve ark., 2019). Azot, mısırın vejetatif ve generatif gelişmesi için önemli makro besin elementlerinden birisi olmakla beraber, aynı zamanda eksikliğinde mısırın tane verimini sınırlayıcı bir faktördür (Liu ve ark., 2015). Artan azot uygulamaları, mısır verimini artırmanın en doğrudan ve etkili yoludur. Bununla birlikte, aşırı azot dozları, yalnızca tahıl veriminde ve kalitesinde önemli bir düşüşe neden olmakla kalmaz, aynı zamanda parasal kayba neden olur. Ayrıca bu durumun artan üretim maliyetine ve çevre kirliliğine sebep olduğunu bildirmişlerdir (Scott ve ark., 2015). Azotun, klorofil senteziyle ilişkili enzimlerin bir parçası (Chapman ve Barreto 1995) ve klorofil konsantrasyonunun, bitkideki hem azot kullanımını hem de verim seviyesini yansıtan önemli bir özellik olduğu ifade edilmiştir (Blackmer ve Schepers 1995). Klorofil içeriği ile yaprak azot (N) konsantrasyonları arasında pozitif bir korelasyon olduğu rapor edilmiştir (Ten Berge ve ark., 2019). Yapılan diğer bir araştırmada, Azot (N) eksikliği yaşayan mısır bitkilerinin erken gelişim dönemlerinde (V5 ve V7) yapraklarının kloroz gösterdiği ve sarardığı rapor edilmiştir (Gupta ve ark., 2016). Diğer bir çalışmada, mısır bitkisine bir sezon boyunca verilecek azot gübresinin, bir veya ikiye bölünerek verilmesinin daha çok bölünerek verilmesine kıyasla, daha düşük tane verimlerine sebep olduğu bildirilmiştir (Sindelar ve ark., 2015). Mısırdaki artan azot gübrelemesi, genellikle artan tane, protein verimi ve tane protein konsantrasyonu ile sonuçlandığı belirtilmiştir (Tsai ve ark., 1992; Jaynes, 2013). Tsai ve ark. (1992), tarafından bildirilen araştırma sonucuna göre, mısır tanesinin protein konsantrasyonunun, organellerdeki diğer proteinlere göre *zeinin* tercihli birikimi nedeniyle azot artışı ile arttığını öne sürmüştür. Bu araştırma, mısır bitkisine farklı miktarlarda uygulanacak azotlu (N) gübrenin, tane verimi, bayrak yaprağın altında ki gelişimini tamamlamış en genç yapraktaki klorofil içeriği ve tanedeki protein oranına etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## Materyal ve Metot

### Araştırma alanı, iklim ve toprak özellikleri

Araştırma, 2019 ve 2020 yılları ikinci ürün yetiştirme koşullarında (Haziran-Kasım) GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne bağlı Talat Demirören Araştırma İstasyonunda yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü alanın koordinatları, 36° 54' 10" N ve 38° 55' 23" E ve denizden yüksekliği 378 m'dir. Denemenin yürütüldüğü Şanlıurfa ili, yarı kurak iklim kuşağında yazları sıcak ve kurak kışları ise soğuk geçmektedir. Denemenin yürütüldüğü ikinci yıldaki ortalama en

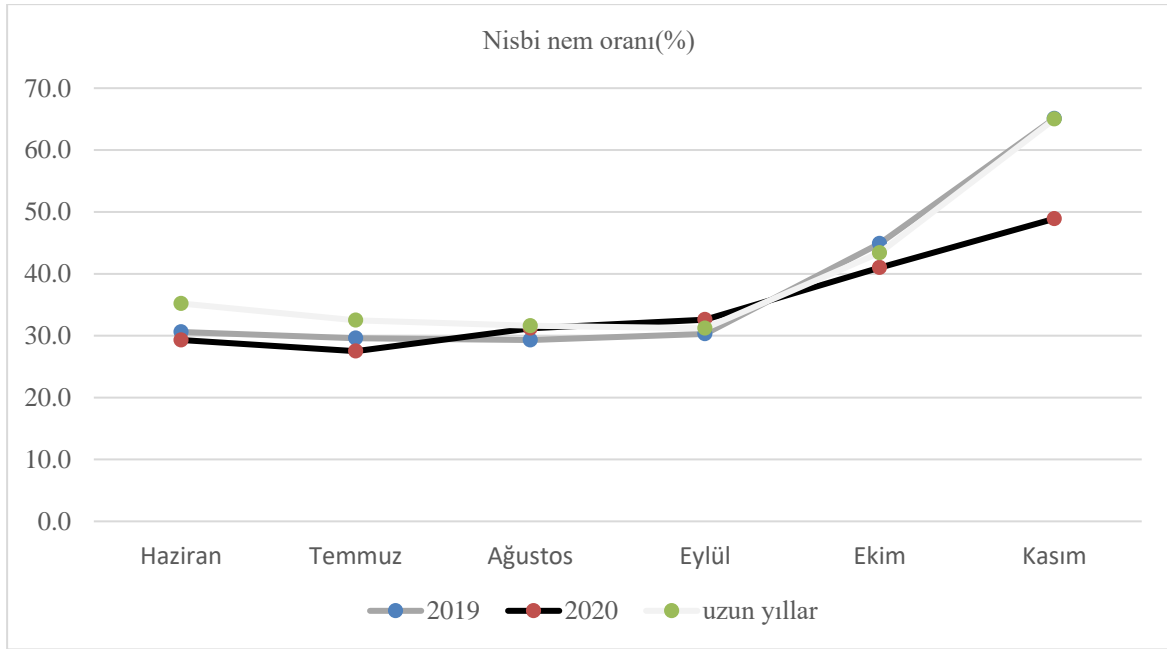
yüksek sıcaklık değerlerinin hem denemenin ilk yılından hem de uzun yıllar ortalama değerlerden daha yüksek seyrettiği tespit edilmiştir. Özellikle mısırın vejetatif ve generatif (çiçeklenme ve dölleme) dönemlerini kapsayan Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklıkların 40 °C'lerde seyrettiği görülmüştür. Denemenin her iki yılı ve uzun yıllara ait ortalama en yüksek sıcaklık değerleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Deneme alanına ait 2019, 2020 ve uzun yıllar ortalama en yüksek sıcaklık (°C) değerleri

Denemenin yürütüldüğü 2020 yılına ait nisbi nem oranları hem uzun yıllar hem de 2019 yılına göre daha düşük değerler aldığı ve kuru hava koşullarının hakim olduğu belirlenmiştir. Genel anlamda deneme yılları ve uzun yıllar nisbi nem

oranlarının Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında, % 30 civarında seyrettiği görülmüştür. Deneme yılları ve uzun yıllar ortalamalarına ait nisbi nem verileri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Deneme alanına ait 2019, 2020 ve uzun yıllar ortalama nisbi nem oranları (%)

Deneme alanından alınan topraklarda yapılan analizlerde; kum (%), kil (%), silt (%), Ec(dS m), pH, kireç (%), organik madde oranı (%), mevcut azot ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), mevcut fosfor ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), mevcut Potasyum ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ ), Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ve Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) değerleri sırasıyla, 18.67-23.33, 59.45-67.00, 13.45-19.00, 0.61-0.76, 6.90-7.60, 23.44-31.22, 0.77-1.07, 9.12-13.44, 39.70-49.00, 2205.6-

2433.0, 1.03-1.25, 3.11-4.32, 3.56-5.78 arasında değişmiştir. Deneme alanı killi ağır bünyeli toprak yapısında olup, pH ve EC değerleri bitki gelişimi açısından kabul edilir sınırlarda iken organik madde kapsamı düşük seviyededir. Deneme alanındaki toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilgili değerler Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme yıllarına ait (2019-2020) toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Yıl	2019		2020	
	0-30	30-60	0-30	30-60
Toprak derinliği (cm).				
Kum (%)	21.55	18.67	22.88	23.33
Kil (%)	59.45	67.00	61.91	63.22
Silt (%)	19.00	14.33	15.21	13.45
Ec (dS m)	0.61	0.65	0.71	0.76
pH	6.90	7.10	7.30	7.60
Kireç ( $\text{CaCO}_3$ ) oranı (%)	23.44	25.22	29.00	31.22
Organik madde oranı (%)	0.77	0.92	0.96	1.07
Mevcut azot, $\text{kg N ha}^{-1}$	9.12	12.32	12.11	13.44
Mevcut fosfor, $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$	44.30	49.00	39.70	47.33
Mevcut Potasyum, $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$	2433.0	2311.0	2205.6	2344.5
Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	1.03	1.18	1.19	1.25
Mn ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	3.11	3.56	4.32	4.12
Fe ( $\text{mg kg}^{-1}$ )	3.56	4.11	5.44	5.78

\*Toprak analizi, GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü merkez laboratuvarında yapılmıştır.

### Deneme deseni ve uygulamalar

Araştırma, her iki yılda da (2019 ve 2020) Haziran ayının son haftasında ikinci ürün koşullarında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede Pioneer firmasına ait orta erkenci (FAO 600-650) ve GAP bölgesinde ikinci ürün koşullarında yaygın ekimi yapılan PR32T83 hibrit atdışi mısır çeşidi kullanılmıştır. Mısır çeşidine 5 farklı azot (N) dozu (0 [kontrol], 100, 200, 300, 400 kg N ha<sup>-1</sup>) topraktaki mevcut azot dozu dikkate alınarak uygulanmıştır. Parsellere azot dozları 5 eşit parçaya bölünerek 5 farklı dönemde verilmiştir. Bu dönemler; tohum ekimiyle tabana, bitkilerin V3, V6, V9 ve V12 devrelerinde banda verilmiştir (Argenta ve ark., 2004; Davies ve ark., 2020). Bütün uygulamalara eşit miktarda olmak kaydıyla, tohum ekimiyle beraber 80 kg fosfor (P kg ha<sup>-1</sup>) verilmiştir. Ekim ile tabana verilen azot (N) fosfor (P) için DAP (18.46.0) kompoze gübresi kullanılırken, bitkinin gelişim dönemlerinde verilen azot (N) kaynağı için ise Üre (%46) üst gübresi kullanılmıştır. Tohum yatağı hazırlanan parseller, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 18 cm olacak şekilde 5 m uzunluğunda 4 sıra olacak şekilde düzenlenmiştir. Parsellerdeki bitki sıklığı, 80.000 bitki ha<sup>-1</sup> bitki yoğunluğuna göre ayarlanmıştır. Homojen bir bitki çimlenmesi sağlamak için deneme alanı yağmurlama sulama yöntemiyle sulanmıştır. Daha sonraki sulamalarda karık usulü sulama yöntemi uygulanmıştır. Çalışmanın her iki yılında da azot uygulamalarından sonra ve iklim koşulları dikkate alınarak bitkilerin su isteklerine bağlı olarak, 8 defa sulanarak yaklaşık 750 mm su verilmiştir. El ve traktör çapası gibi fiziksel mücadelenin yanında fide döneminde yabancı otlara karşı "Foransulforan" etkin maddeli herbisit kullanılmıştır. Her iki araştırma yılında Sapa kalkma döneminde % 5 eşiğini geçen sap ve koçan kurdu epidemisi görüldüğü için, 15 gün aralıklarla iki defa sap kurdu (*Ostronia nubilalis*) ve mısır koçan kurduna (*Sesemia spp.*) karşı *Alphacypermelhin* etkili (100 cc/da) insektisit kullanılmıştır.

### Çalışmada yapılan gözlem ve analizler

Yapraklardaki klorofil içeriği (Kİ, SPAD), mısırın azot gübrelenmesinin yapıldığı vejetatif dönemlerde (V3, V6, V9, V12) ve tepe püskülü çiçeklenme ile koçan tane doldurma dönemi (KTDD) gibi generatif dönemlerde taşınabilir klorofil metre (Minolta SPAD 502) aleti ile bayrak yaprağın altında ki gelişimini tamamlamış en genç yaprakta klorofil içerikleri okunmuş ve ortalamaları alınarak azot (N) uygulamasını temsil eden Kİ belirlenmiştir (Rashid ve ark., 2005). Klorofil okumaları, azot gübrelenmeleri ve sulamalardan

sonra yapılmıştır. Hasat döneminde her parselde 10 bitkide bitki boyları cm cinsinden ölçülüp ortalamaları alınarak parseli temsil eden bitki boyu (BB, cm) elde edilmiştir. Mısır hasadından sonra her parselde rastgele seçilen 3 tekrarlı 100 gr'lık sağlıklı mısır tane örnekleri (% 12-13 tane neminde) FOSS marka Infratec™ 1241 Grain Analyzer (NIT) cihazında 570 nm ve 1100 nm dalga boylarında taranmış ve tane protein oranları (TPO, %) elde edilmiştir (Josipovic ve ark., 2014). Parsellerin orta iki sırasındaki mısır koçanları toplanmış ve tartıldıktan sonra % 15 tane nemine göre düzenlenerek parseli temsil eden kg cinsinden parsel verimi elde edilmiştir. Daha sonra parseldeki koçanların tane oranı ve tane nem oranı hesaplanarak tane verimi (TV, kg ha<sup>-1</sup>) bulunmuştur (El-Hosary ve ark., 2019).

### İstatistik analiz

İncelenen özelliklere ait verilerin istatistik analizleri, JUMP 13.2.0 paket programı kullanılarak yapılmış, ortalamaların karşılaştırılmasında LSD ( $P \leq 0.05$ ) çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Ayrıca JUMP paket programı kullanılarak, azot dozları ile TV ve Kİ arasında, ek olarak bitki gelişim aşamaları ile Kİ arasında regresyon analizi yapılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Bitki boyuna (BB, cm) uygulanan farklı azot dozları arasında her iki deneme yılında istatistiksel olarak önemli farklar elde edilirken ( $P \leq 0.01$ ), yıllar arasında ise  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli farklar elde edilmiştir. Klorofil içeriği (Kİ, SPAD) okumalarının yapıldığı her iki araştırma yılında azot uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklar elde edilirken ( $P \leq 0.01$ ), yıllar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark elde edilmemiştir. Bitki boylarında yıl ortalamaları açısından en uzun BB değerleri N300 uygulamasında (291.91 cm) elde edilirken, en kısa bitki boyları azot gübresinin uygulanmadığı N0 uygulamasında (219.43 cm) elde edilmiştir. N400 uygulamasında kök bölgesinde yoğun azot birikmesinden dolayı bitkilerin nitrat stresi yaşadığı ve sonuçta bitki boyu değerlerinde azalmalar olduğu tahmin edilmektedir. BB açısından yıllar arasında farklar oluşmuş, 2019 yılına göre, daha sıcak ve nisbi nem oranlarının daha düşük değerler aldığı 2020 yılında bitkiler baskılanmış ve daha kısa kalmıştır. İki deneme yılının ortalama Kİ değerlerini incelediğimizde, en yüksek Kİ değerleri N400 uygulamasında elde edilirken, en düşük Kİ değerleri N0 uygulamasında elde edilmiştir. Artan azot dozlarına paralel Kİ değerlerinde de artışlar görülmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Mısır çeşidinin farklı azot (N) uygulamalarında ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) bitki boyu ve klorofil içeriğine ait F değerleri, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ile ortalamalar ve oluşan gruplar

Azot Uygulamaları ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Bitki boyu (cm)			Klorofil içeriği (spad)		
	2019	2020	Ortalama	2019	2020	Ortalama
N 0	222.97 d	215.89 d	219.43 d	34.20 d	31.59 d	32.90 e
N 100	253.74 c	243.74 c	248.74 c	47.12 c	41.29 c	44.21 d
N 200	286.22 b	256.77 b	271.49 b	53.03 b	47.67 b	50.35 c
N 300	310.34 a	273.48 a	291.91 a	56.28 ab	51.23 ab	53.75 b
N 400	287.74 b	256.96 b	272.35 b	59.86 a	53.65 a	56.75 a
Ortalama	272.20 a	249.37 ab	260.79	50.10	45.08	47.59
CV	4.13	2.43	3.68	5.96	4.23	5.01
LSD (0.05)	21.15**	11.39**	11.64**	5.63**	3.59**	2.89**
LSD (yıl)		24.76*			Ö.D	
F değeri (uygulama)	27.674**	37.818**	50.052**	33.924**	64.742**	94.268**

\*) \*\*, \*: Sırasıyla  $P \leq 0.05$  ve  $P \leq 0.01$  olasılık düzeylerinde önemli

Belirli bir doza kadar azot dozlarının artmasıyla beraber, bitkinin meristematik (büyüme dokuları) aktivitesi, hücre bölünmesi ve internodların artması neticesinde bitkilerin boy ve biyokütlesinin arttığı düşünülmektedir. Çalışmamızla uyumlu olarak, yapılan bir araştırmada, artan azot dozlarına paralel SPAD değerlerinin arttığı, SPAD değerleri yüksek olan bitkilerin, çok miktarda ve hızda fotosentez yaptığı bunun neticesinde biyokütle ve tane verimlerinin yüksek çıktığı rapor edilmiştir (Gholizadeh ve ark., 2017).

Çalışmadan elde ettiğimiz BB değerleri, El-Hosary ve ark., 2019 (290-301 cm)'nin bulgularının altında, Worku ve ark., 2020 (242.6-259.02 cm)'nin üstünde değerler almıştır. Azot (N) uygulamalarının miktarları arttıkça, hücre bölünmesi, hücre uzaması ve yeşil yaprak oluşumunun teşvik edildiği, bu durumun, fotosentez oranını ve gövdenin uzamasını kolaylaştırdığı neticede klorofil içeriği artan bitkilerin boylarının uzadığı sonucuna varılmıştır (Dawadi ve Sah, 2012).

Mısırın tane verimi (TV,  $\text{kg ha}^{-1}$ ) açısından uygulanan azot dozları arasında her iki araştırma yılında istatistiksel olarak önemli farklar ( $P \leq 0.01$ )

elde edilirken, yıllar arasında ise  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli farklar elde edilmiştir. Tane protein oranı (TPO, %) açısından yıllar arasında istatistiksel olarak  $P \leq 0.05$  düzeyinde farklar elde edilirken, hem 2019 hem de 2020 araştırma yıllarında uygulamalar arasında  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli farklar elde edilmiştir. İki yılın ortalama değerleri incelendiğinde, TV değerleri, N300 uygulamasına kadar artmış ve en yüksek değeri almış, en düşük TV değerleri ise N0 uygulamasından elde edilmiştir. Bitki boylarında olduğu gibi belirli bir azot dozuna kadar verimlerde artışlar gözlemlenmiş ama N400 uygulamasında bitkilerin nitrat stresi yaşadığı ve bu sebeple verimlerde düşüşler olduğu düşünülmektedir. TV açısından, yıllar arasındaki iklimsel nedenlerden dolayı, TV de farklar oluşmuştur. Denemenin ilk yılına nazaran çevresel stres koşullarının daha hakim olduğu, denemenin ikinci yılında verimlerde azalmalar yaşanmıştır. İki yıllık ortalama TPO değerlerini incelediğimizde, en yüksek TPO değeri N400 uygulamasında % 10.76 olarak elde edilirken, en düşük TPO değeri N0 uygulamasında % 7.93 olarak elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Mısır çeşidinin farklı azot (N) uygulamalarında ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) tane verimi ve tane protein oranına ait F değerleri, çoklu karşılaştırma testi sonuçları ile ortalamalar ve oluşan gruplar

Azot Uygulamaları ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Tane verimi ( $\text{kg ha}^{-1}$ )			Tane protein oranı (%)		
	2019	2020	Ortalama	2019	2020	Ortalama
N 0	9675.93 e	5906.50 e	7791.22 e	7.07 d	8.78 d	7.93 c
N 100	12739.57 d	8715.03 d	10727.30 d	8.00 c	9.59 c	8.79 b
N 200	14850.33 c	10829.77 c	12840.05 c	8.77 b	9.92 c	9.35 b
N 300	17993.27 a	12929.10 a	15461.18 a	9.48 a	10.89 b	10.18 a
N 400	15795.53 b	11626.43 b	13710.99 b	9.96 a	11.55 a	10.76 a
Ortalama	14210.92 a	10001.37 b	12106.15	8.66 b	10.15 a	9.41
CV	1.37	4.22	3.11	4.30	2.91	6.39
LSD(0.05)	365.84**	795.37**	456.22**	0.70**	0.56**	0.73**
LSD (yıl)		4324.21*			1.20*	
F değeri (uygulama)	793.780**	127.439**	369.944**	28.840**	40.851**	20.766**

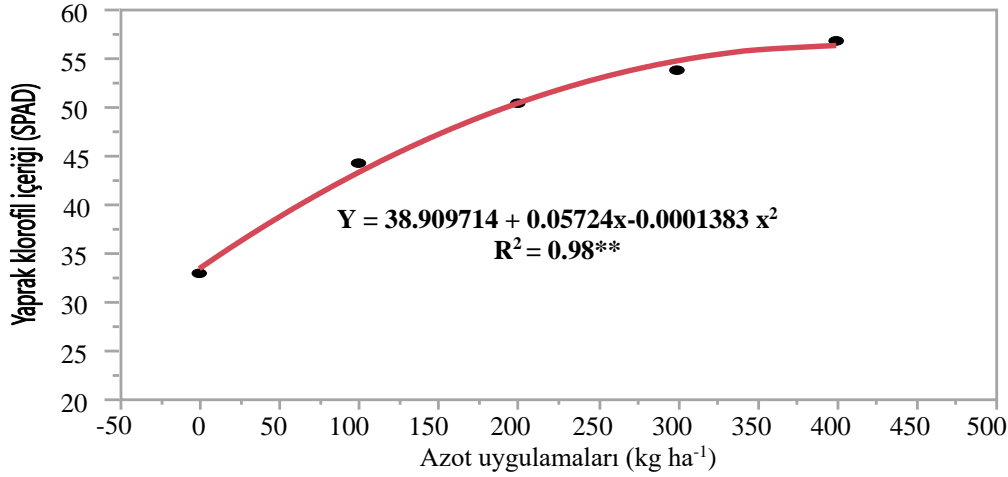
\*) \*\*,\*\*\*: Sırasıyla  $P \leq 0.05$  ve  $P \leq 0.01$  olasılık düzeylerinde önemli

Azot seviyelerinin artmasıyla TPO değerlerinin arttığı bunun sebebinin azotun hem bitki hücre protoplazmalarının hem de protein amino asitlerinin temel yapı taşı olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Diğer parametrelerden elde edilen sonuçların aksine, çevresel stresin (yüksek sıcaklık ve düşük nisbi nem) daha çok yaşandığı 2020 deneme yılında TPO değerlerinde artışlar tespit edilmiştir. Çevresel stresin yaşandığı yılda, bitkiler strese girmiş buna bağlı nişasta birikimi düşerken, protein birikimi ise artmıştır. Bitkilerin tanelerindeki nişasta birikiminin düşmesi TV değerlerini de olumsuz etkilemiştir. Çalışmadan elde edilen TPO değerleri, Kandil ve ark., 2016; Sharanabasappa ve ark., 2017; El-Hosary ve ark., 2019 (% 9.02-10.25)'nın bulguları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızla

uyumlu olarak, mısırdan elde edilen tane verimlerinin, uygulanan azot dozları, çeşidin genetik özellikleri ve çevresel koşullardan etkilendiği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Adeniyan 2014; Ahmadu 2014).

#### Regresyon analizleri

Azot uygulamaları ile Kİ arasında belirgin ve önemli bir ilişki belirlenmiştir ( $P \leq 0.01$ ). Regresyon katsayısı ( $R^2$ ) = 0.98\*\* olarak bulunmuştur. Yapılan regresyon analizi sonucunda Azot uygulamaları (0, 100, 200, 300, 400  $\text{kg ha}^{-1}$ ) ile Kİ arasında yüksek önemli kuadratik bir ilişki tespit edilmiştir. Verilen azot dozlarına paralel mısır bitkilerinin yapraklarındaki değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir (Şekil 3).

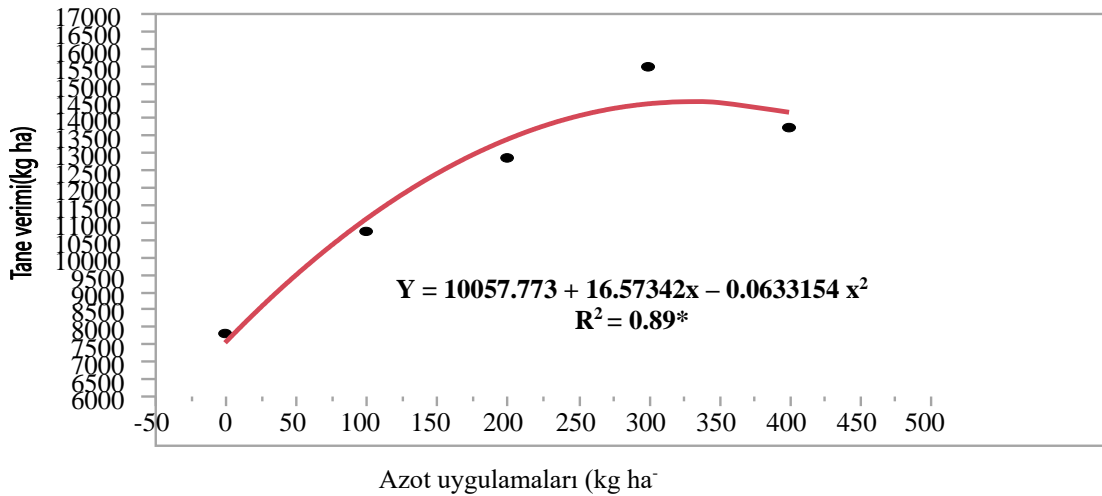


Şekil 3. Azot uygulamaları ile iki yıllık ortalama yaprak klorofil içeriği (SPAD) değerleri arasındaki regresyon ilişkileri

Çalışmamıza paralel olarak, azot dozları arttıkça yaprakta klorofil içeriklerinin arttığı, aralarında yüksek önemli quadratik bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Argenta ve ark., 2004)

Ki parametresinde olduğu gibi azot uygulamaları ile TV değerleri arasında da yüksek önemli ve quadratik bir ilişki tespit edilmiştir ( $P \leq 0.01$ ). Regresyon katsayısı ( $R^2$ ) = 0.89\*\* olarak elde

edilmiştir. Azot uygulamalarındaki artış, tane verimlerine olumlu yönde etkileri olmuştur. Regresyon eğrisinin tepesinde N300 uygulamasında en yüksek tane verimi elde edilmiş daha sonra eğri bir miktar paralel gitmiş ve ara bir azot dozundan (N350 kg ha<sup>-1</sup>) sonra düşüş eğilimine girmiştir. N350 ara dozunun kabul edilir sınır olduğu bu noktadan sonra bitkilerin nitrat stresi yaşadığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4).



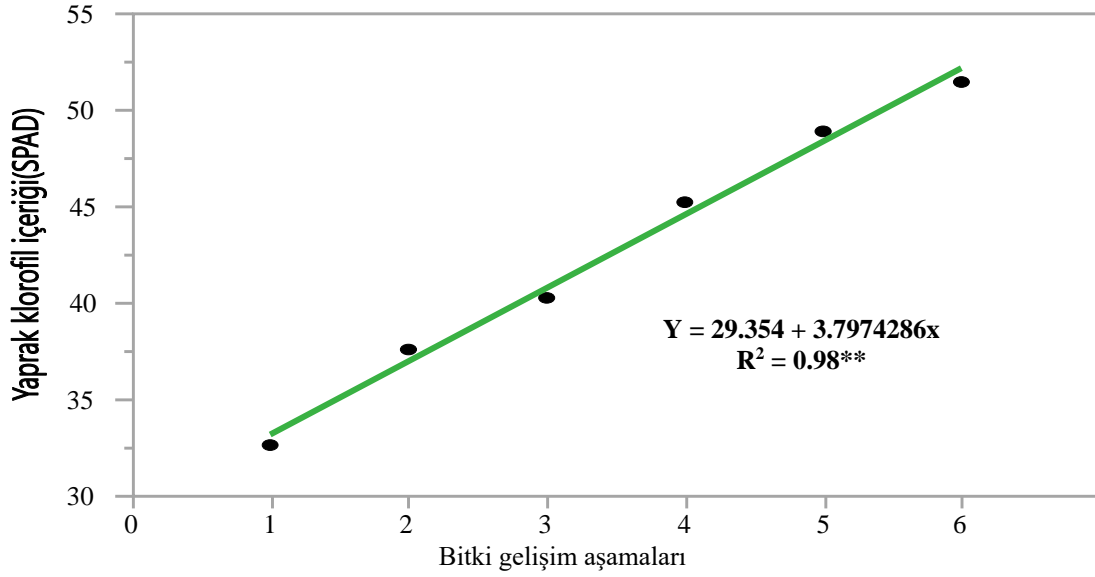
Şekil 4. Azot uygulamaları ile iki yıllık ortalama tane verimi (kg ha<sup>-1</sup>) değerleri arasındaki regresyon ilişkileri

Yürüttüğümüz çalışmayla uyumlu olarak, mısır bitkilerine uygulanan azot dozları ile tane verimi arasında yapılan regresyon analizinde, belirli bir doza kadar tane verimlerinin arttığı, daha sonra tane verimlerinde azalmalar olduğu, bunun sebebinin kök bölgesindeki nitrat stresi ve mısır çeşitlerinin absorpsiyon kapasitesi olduğu rapor edilmiştir (Chen ve ark., 2017).

Bitki gelişim aşamaları ile yaprakta ölçülen klorofil içerikleri arasında yüksek önemli ve linear (doğrusal) bir ilişki belirlenmiştir ( $P \leq 0.01$ ). Regresyon katsayısı ( $R^2$ ) = 0.98\*\* olarak tespit

edilmiştir. Mısır bitkisi V3 (bitki 3 yapraklı) dönemden KTDD (koçan tane doldurma dönemi)'ye kadar yapraklarda SPAD okumaları yapılmıştır. Bitkilerin vejetatif ve generatif dönemlerinde sürekli artan klorofil içerikleri ölçülmüştür. En düşük klorofil içerikleri mısır bitkilerinin V3 döneminde ölçülürken, en yüksek klorofil içerikleri KTDD'de elde edilmiştir. KTDD'de yüksek klorofil içeriklerinden yola çıkarak, bu dönemde fotosentez hızı ve miktarının arttığı en yüksek seviyeye ulaştığı düşünülmektedir (Şekil 5).





\*1: V3 (bitki 3 yapraklı), 2: V6 (bitki 6 yapraklı), 3: V9 (bitki 9 yapraklı), 4: V12 (bitki 12 yapraklı), 5: TPÇD (tepe püskülü çiçeklenme dönemi), 6: KTDD (koçan tane doldurma dönemi)

Şekil 5. Farklı bitki gelişim dönemleri ile iki yıllık ortalama yaprak klorofil içeriği (SPAD) değerleri arasında ki regresyon ilişkileri

Çalışmamızla paralel olarak, vejetatif dönemden generatif döneme doğru gidildikçe, azot kullanım randımanının ve arzının arttığı buna bağlı klorofil içeriklerinin ve kuru madde birikimlerinin de arttığı ve en yüksek SPAD değerlerinin tane doldurma döneminde elde edildiği bildirilmiştir (Argenta ve ark., 2004).

### Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, mısır çeşidine farklı dozlarda azot gübresi farkı bitki gelişim dönemlerinde uygulanmış ve mısır çeşidinin bu uygulamalara gösterdiği tepkiler irdelenmiştir. N300 azot uygulamasının tane verimi ve bitki boyu açısından kritik eşik noktası olduğu, bu noktadan sonra bu iki parametrede düşüşler olduğu tespit edilmiştir. Azot gübrelemesi artışlarına paralel hem Kİ hem de TPO'da artışlar olduğu belirlenmiştir. Üretim alanlarında mobil Spadmetre ile yapılacak okumalarda 50 ve üstündeki SPAD değerlerinde bitkinin sağlıklı bir fotosentez yaptığı ve verilen azot miktarının yeterli düzeyde olduğu yargısına ulaşılabilir. İklim koşullarının bitki gelişimi açısından daha elverişli olduğu 2019 yılında mısır çeşidinin en yüksek tane verimi, 300 kg N ha<sup>-1</sup> azot gübresi uygulamasında 18 ton ha<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Bu azot gübre dozunun (300 kg ha<sup>-1</sup>) bir yetiştirme sezonu boyunca beşe bölünerek bitkilere verilmesi,

geniş üretim alanlarında tane verimini artıracak kanaatine varılmıştır.

**Teşekkür:** Bu çalışma, ülkesel mısır entegre ürün yönetimi GAP bölgesi mısır hat ve çeşit adaptasyon araştırmaları isimli ve TAGEM/TA/09/07/03/005 numaralı, Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü koordinatörlüğünde 5 yıllık dilimler halinde devam eden ülkesel projeden üretilmiştir. Verilen desteklerden dolayı, TAGEM, MAEM ve GAPTAEM'e şükranlarımı sunarım.

### Kaynaklar

- Adeniyani, O.N. 2014. Effect of different population densities and fertilizer rates on the performance of different maize varieties in two rain forest agro ecosystems of South. *West Nigeria. Afr. J. Plant Science*, 8 (8): 410-415.
- Ahmadu, I.A. 2014. Performance of extra-early maize (*Zea mays* L.) varieties as influenced by rate of nitrogen and intra-row spacing. *M. Sc. Thesis*, pp.23-45
- Ahmad, S., Khan, A. A., Kamran, M., Ahmad, I., Ali, S., Fahad, S. 2018. Response of maize cultivars to various nitrogen levels. *European Journal of Experimental Biology*, 8 (1-2): 1-4.

- Anonim. 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2020-33737&dil=1> Erişim tarihi: 10.11.2020.
- Anonim. 2021. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, Erişim tarihi: 01.03.2021.
- Argenta, G., Silva, P.R.F., Sangoi, L. 2004. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. *Journal of Santa Maria*, 34 (5): 1379-1387.
- Blackmer, T.M., Schepers, J.S. 1995. Use of a chlorophyll meter to monitor N status and schedule fertigation of corn. *Journal of Production Agriculture*, 8(3): 56–60.
- Chapman, S.C., Barreto, H.J. 1995. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agronomy Journal*, 89: 557–562
- Chen, K., Camberato, J.J., Vyn, T.J. 2017. Maize grain yield and kernel component relationships to morphophysiological traits in commercial hybrids separated by four decades. *Journal of Crop Science*, 57:1–17.
- Dawadi, D.R., Sah, S.K. 2012. Growth and yield of hybrid maize (*Zea mays* L.) in relation to planting density and nitrogen levels during winter season in Nepal. *Tropical Agricultural Research*, 23(3): 218–227 <https://doi.org/10.4038/tar.v23i3.4659>
- Davies, B., Coulter, J.A., Paulo, H.P. 2020. Timing and rate of nitrogen fertilization influence maize yield and nitrogen use efficiency. *PlosOne*, 2:1-19, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233674>
- El-Hosary, A.A., Hammam, G.Y., El-Gedwy, E.S.M., El-Hosary, A.A.A., Sidi, M.E. 2019. Response of white maize hybrids to various nitrogen fertilizer rates in Qalyubia, Egypt. *Bioscience Research*, 16(3): 2475-2485.
- Eyasu, E., Shanka, D., Dalga, D., Elias, E. 2018. Yield response of maize (*Zea mays* L.) varieties to row spacing under irrigation at Geleko, Ofa Woreda, Wolaita Zone, and Southern Ethiopia. *Journal of Experimental Agriculture International*, 20 (1): 1 -10.
- Gholizadeh, A., Saberioon, M., Boruvka, L., Wayayok, A., Wayayok, A., Soom M.A.M. 2017. Leaf chlorophyll and nitrogen dynamics and their relationship to lowland rice yield for site-specific paddy management. *Information Processing in Agriculture*, 4(3): 259–268.
- Gupta, N., Ram, H., Kumar B. 2016. Mechanism of zinc absorption in plant: uptake, transport, translocation and accumulation. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 15:89-109. <https://doi.org/10.1007/s1157-016-9390-1>
- Jaynes, D.B. 2013. Nitrate loss in subsurface drainage and corn yield as affected by timing of sidedress nitrogen. *Agriculture Water Manage*, 130: 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.010>
- Josipovic, M., Plavsic, H., Kovacevic, V., Markovic, M., Iljkic, D. 2014. Impacts of irrigation and genotype on yield, protein, starch and oil contents in grain of maize inbred lines. *Genetika Journal*, 46(1): 243-253.
- Kandil, A.A., Attia, A.N., EL-Moursy, S.A., AbdElnaby, M.M. 2016. Yielding and growth parameters of maize (*Zea mays* L.) as affected by different foliar and nitrogen soil fertilization. *Advanced Journal of Agricultural Sciences*, 4 (3):13-34.
- Liu, C., Yao, Z., Wang, K., Zheng, X. 2015. Effects of increasing fertilization rates on nitric oxide emission and nitrogen use efficiency in low carbon calcareous soil. *Agriculture Ecosystem Environment*, 203: 83–92.
- Marković, M., Josipović, M., Šoštarić, J., Jambrović, A., Brkić, A. 2017. Response of maize (*Zea mays* L.) grain yield and yield components to irrigation and nitrogen fertilization. *Journal of Central European Agriculture*, 18 (1): 55-72.
- Rashid, M.T., Voroney, P., Parkin, G. 2005. Predicting nitrogen fertilizer requirements for corn by chlorophyll meter under different N availability conditions. *Canadian Journal of Soil Science*, 85(1): 147-159. <https://doi.org/10.4141/S04-005>
- Sapkota, A., Shrestha, R.K., Chalise, D. 2017. Response of maize to the soil application of nitrogen and phosphorous fertilizers. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 5(4): 537-541.
- Scott, J.T., Lambie, S.M., Stevenson, B.A., Schipperc, L.A., Parfitt, R.L., McGillb, A.C. 2015. Carbon and nitrogen leaching under high and low phosphate fertility pasture with increasing nitrogen inputs. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 202(1): 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.12.021>
- Sharanabasappa, H.C., Basavanneppa, M.A., Koppalkar, B.G. 2017. Productivity of quality protein maize (*Zea mays* L.) and soil fertility as influenced by plant population and

- fertilizer levels under irrigated ecosystem. *Int. J. Adv. Biol. Res.*, 7 (3): 504-508.
- Sidi, M.E., El Hosary, A.A., Hammam, G.Y., El-Gedwy El Saeed, M., El-Hosary, A.A.A. 2019. Maize hybrids yield potential as affected by plant population density in Qalyubia, Egypt. *Bioscience Research*, 16(2):1565-1576.
- Sindelar, A.J., Coulter, J.A., Lamb, J.A., Vetsch, J.A. 2015. Nitrogen, stover and tillage management affect nitrogen use efficiency in continuous corn. *Agronomy Soil Environment Qual.*, 107: 843–850. <https://doi.org/10.2134/agronj14.0535>
- Ten Berge, H.F., Hijbeek, R., Marloes, P., Van Loon, J.R., Tesfaye, K., Zingore, S., Craufurd, P., Van Heerwaarden, J., Brentrup, F., Schroder, J.J., Boogaard, H.L. 2019. Maize crop nutrient input requirements for food security in sub-Saharan Africa. *Global Food Security*, 23:9–21.
- Tsai, C.Y., Dweikat, I., Huber, D.M., Warren, H.L. 1992. Interrelationship of nitrogen nutrition with maize (*Zea mays* L.) grain yield, nitrogen use efficiency and grain quality. *Journal Science Food Agriculture*, 58: 1–8.
- Worku, A., Derebe, B., Bitew, Y., Chakelie, G., Andualem, M. 2020. Response of maize (*Zea mays* L.) to nitrogen and planting density in Jabitahinan district, Western Amhara region. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1): 1770405.
- Zelege, A., Alemayehu, G., Yihenew, G.S. 2018. Effects of planting density and nitrogen fertilizer rate on yield and yield related traits of maize (*Zea mays* L.) in Northwestern, Ethiopia. *Advances in Crop Science and Technology*, 6 (2): 1 -5.