

## Mısır Bitkisinde Yapraktan Uygulanan Eksogen Uygulamalarının Bitkideki Azota ve Verime Etkisi

Bülent ÇAKIR<sup>1\*</sup>, Celaeddin BARUTÇULAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 01370, Adana

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 01250, Adana

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4672-7582>

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3583-9191>

\*Sorumlu yazar: bulentcakir31@gmail.com

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 23.12.2022

Kabul tarihi: 14.03.2023

Online Yayınlanma: 04.12.2023

#### Anahtar Kelimeler:

Mısır

Eksogen

Azot kullanım etkinliği

Verim

### ÖZ

Mısır; önemli bir tahıl bitkisi olup aynı zamanda önde gelen bir yem bitkisi olarak da işlem görmektedir. Gıda işlemeden etanol üretimine kadar çok çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Bu çalışma Çukurova koşullarında, yapraktan 5 farklı eksogen (Glisin-betain, prolin, salisilik asit, silikon ve sitokin) uygulamasının iki atışı mısır çeşidinde bitkideki azota ve dane verimine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme, 2017 ve 2018 yıllarında mısır yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Çalışmada, eksogenlerin azota ve dane verimine etkileri yıllara göre farklılık göstermiştir. Glisin-betain uygulaması ile kontrol uygulaması arasında P.2088 çeşidinde %9,2'lik, Sancia çeşidinde ise %16,2'lik dane veriminde artış sağlanmıştır. Elde edilen verilere göre, Çukurova koşullarında ana ürün mısır yetiştiriciliğinde azot kullanım etkinliğini artırmak ve verim artışı için glisin-betain uygulaması önerilmektedir.

## The Effect of Foliar Exogenous Applications on Nitrogen and Yield in Corn Plant

### Research Article

#### Article History:

Received: 23.12.2022

Accepted: 14.03.2023

Published online: 04.12.2023

#### Keywords:

Corn

Exogen

Nitrogen use efficiency

Yield

### ABSTRACT

Corn is an important cereal crop and is also traded as a leading forage crop. It is used in a wide variety of industrial fields, from food processing to ethanol production. In this study, it was carried out to determine the effects of foliar application of 5 different exogenous (glycinebetaine, proline, salicylic acid, silicon, and cytokinin) on the nitrogen and grain yield of two maize cultivars in Çukurova conditions. The experiment was conducted in the corn growing season in 2017 and 2018. In the study, the effects of exogenes on nitrogen and grain yield differed according to years. Between the application of glycinebetaine and the control application, an increase in grain yield of 9.2% was achieved in P.2088 variety and 16.2% in Sancia variety. According to the finding, glycibetaine application is recommended to increase nitrogen use efficiency and increase yield in main crop corn cultivation in Çukurova conditions.

**To Cite:** Çakır B., Barutçular C. Mısır Bitkisinde Yapraktan Uygulanan Eksogen Uygulamalarının Bitkideki Azota ve Verime Etkisi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2023; 6(3): 1851-1863.

### 1. Giriş

Mısır (*Zea mays L.*) çok yönlü bitkilerden olup çeşitli çevre koşullarında yetiştirilebilir ve insan beslenmesinde, hayvan yemlerinde ve çok sayıda endüstriyel ürün için hammaddelerde birçok

kullanıma sahip olup Türkiye’de olduğu gibi dünyada da buğday ve pirinçten sonra en önemli üçüncü tahıldır (Ayyar ve ark., 2019).

Mısır üretim alanları yaklaşık 202 milyon ha, üretim miktarları yaklaşık 1,16 milyar ton ve ortalama tane verimi yaklaşık 5755 kg ha<sup>-1</sup>'dir. Türkiye’de yıllık ortalama mısır üretim alanları 690.553 ha ve üretimler yaklaşık 6,5 milyon ton olup, ortalama dane verimi 9413 kg ha<sup>-1</sup>'dir (FAO, 2020).

Tarımda kullanılan azotlu gübrelerin etkinliği ve bu gübrelerin uygulama düzeyleri giderek önem kazanmaktadır. Aşırı azotlu gübre kullanımı insan ve çevre sağlığı açısından büyük tehditler oluşturmaktadır (Singh, 2018). Bu nedenle son yıllarda tarımda azotlu gübrelerin etkinliğini artırmak için eksogen maddelerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Yüksek verim hedefi olan üreticiler aşırı azotlu gübre kullanımına yönelmiş olsa da azotun kullanım etkinliği düşmektedir. Bu nedenle eksogen maddelerin azotlu gübrelerle kullanımı ile etkinliğinin artırılması sağlanmaktadır. Bu durum; yavaş veya kontrollü salınımlı gübreler veya eksogen maddelerin kullanımı gibi gübre endüstrisinde yeni bir trendin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Folina ve ark., 2021).

Silisyum (Si) uygulaması; yaprak klorofil indeksini, gövde çapını artırmış ve toprak özellikleri üzerinde benzer etkilere sahip olduğunu bunun yanı sıra mısır büyümesi ve üretkenliği üzerinde olumlu etkiler göstermiştir (Galindo ve ark., 2020). Eksogen maddelerin bitki büyümesini iyileştirme potansiyellerinin olduğu bu nedenle son on yılda büyük ilgi gördükleri ve bildirilmiştir (Mrid ve ark., 2021). Abiyotik stresin olumsuz etkisini azaltmak için uygulanan yeni bir girişim olan eksogen bileşikler (Tian ve ark., 2015) bitkilerin kuraklık, düşük-yüksek sıcaklık ve tuzluluk gibi çevresel koşullardan etkilenmektedir. Bu faktörler; tarımsal üretimde verim ve kaliteyi sınırlamaktadır (Martinez-Beltran ve Manzur, 2005). Bu sınırlamaların giderilmesinde kullanılan eksogen maddeler büyük önem taşımaktadır. Glisin-betain ve prolin gibi osmoprotektanlar çevresel stres koşulları altındaki pek çok bitkide hücrel osmotik düzenlemeyi olumlu yönde etkilemektedir (Rhodes ve Hanson, 1993). Bu nedenle eksogenler ve kuraklığın olumsuz etkilerini iyileştirerek bitki besin maddelerinin kullanımını artırmaktadır (Yavaş ve ark., 2016).

Kurak koşullarda yapılan tarımsal üretimde tane gelişimi için gerekli bitki besin elementlerinin alınımı azaldığı için gübreleme yapılması ve toprakta bulunan bitki besin maddelerinin hareketliliği oldukça önemlidir. Bu çalışma, çiftçi koşullarında I. ürün mısır yetiştiriciliğinde farklı eksogen uygulamalarının mısır verimine ve azot etkinliği üzerine olan etkilerini belirlemek için yapılmıştır.

## **2. Materyal ve Metot**

### **2.1. Materyal**

Çalışmada; iki atdışı melez mısır çeşidi (P.2088 ve Sancia) ve 5 eksogen (glisin-betain, prolin, salisilik asit, silikon ve sitokinin) kullanılmıştır.

## 2.2. Araştırma Yerinin Toprak Özellikleri

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma İstasyonundan deneme alanının toprak özelliklerini belirlemek (2017 ve 2018 yılında) için ekim öncesi (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) alınan toprak örneklerin analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (2017-2018)

İncelenen Özellikler	Toprak derinliği (cm)					
	2017			2018		
	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90
Bünye (Bouyoucos, 1951)	Killi	Killi	Killi	Killi-tınlı	Killi-tınlı	Killi-tınlı
pH (Richards, 1954)	7,61	7,56	7,68	7,80	7,85	7,92
Toplam tuz (%) (Richards, 1954)	0,045	0,035	0,030	0,0190	0,0185	0,0225
Toplam kireç (%) (Richards, 1954)	23,11	24,65	23,35	25,74	26,60	23,64
Organik madde (%) (Nelson ve Sommers, 1996)	3,55	1,96	2,62	1,54	1,13	1,05
Alınabilir potasyum (kg da <sup>-1</sup> ) (Sumner ve Miller, 1996)	700,7	566,7	527,5	1199	1021	947
Alınabilir fosfor (kg da <sup>-1</sup> ) (Olsen ve Sommers, 1983)	23,79	5,87	10,08	10,01	6,56	3,69

## 2.3. Araştırma Yerinin İklim Özellikleri

2017 yılında mısır bitkisi 6 yaprak dönemine kadar maksimum sıcaklık ortalaması 29,01°C, minimum sıcaklık ortalaması 15,46 °C, toplam yağış 57,60 mm olmuştur. V6 dönemi ile tepe püskülü dönemi arasında maksimum sıcaklık ortalaması 31,71°C, min. sıcaklık ortalaması 19,62 °C, yağış toplamı 22,00 mm olmuştur. Tepe püskülü ile dane büyüme dönemi arasında maksimum sıcaklık ortalaması 36,51°C, minimum sıcaklık ortalaması 21,96 °C, yağış düşmemiştir. Dane büyüme ile fizyolojik olgunlaşma dönemi arasında maksimum sıcaklık ortalaması 36,20 °C, minimum sıcaklık ortalaması 23,90 °C, yağış düşmemiştir.

2018 yılında ekim dönemi ile V6 yaprak arasında maksimum sıcaklık ortalaması 28,48 °C, minimum sıcaklık ortalaması 14,12 °C, yağış toplamı 64,20 mm olarak bulunmuştur. V6 dönemi ile tepe püskülü dönemi maksimum sıcaklık ortalaması 32,47 °C, minimum sıcaklık ortalaması 18,80 °C, yağış toplamı 20,40 mm olmuştur. Tepe püskülü ile dane büyüme dönemi arasında maksimum sıcaklık ortalaması 31,71°C, minimum sıcaklık ortalaması 20,45 °C ve yağış 27,20 mm olmuştur. Dane büyüme ile

fizyolojik olgunlaşma dönemi arasında maksimum sıcaklık ortalaması 33,67 °C, min. sıcaklık ortalaması 23,32 °C ve yağış ise gerçekleşmemiştir.

## 2.4. Metot

### 2.4.1. Tarla Denemelerinin Yürütülmesi

Mısır çeşitleri; ana ürün olarak birinci deneme yılında 26.04.2017 ve ikinci deneme yılında ise 06.04.2018 tarihinde ekilmiştir. Parsel alanı 0.7mx4 sıra $\times$ 5m = 14 m<sup>2</sup> olup her parselde 100 bitki olması sağlanmıştır. 8 kg N da<sup>-1</sup>, 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup>, ve 8 kg K<sub>2</sub>O da<sup>-1</sup> gübre 15-15-15 kompoze gübresinden ekim öncesi toprağa uygulanmıştır. Bitkiler 50-60 cm boyuna geldiğinde, kalan N üst gübre olarak (35 kg N da<sup>-1</sup> göre) üre gübresinden verilmiştir. Düzenli olarak toprak tarla kapasitesine ulaşana kadar yağmurlama sulama yapılmıştır. Ayrıca boğaz doldurma ve çapa işlemleri yapılmıştır. Eksogen uygulamaları, bitkiler altı yaprak (V6) ve tepe püskülü çıkış dönemine ulaştığında Tablo 2’de verilen dozlarda bitkilere püskürtülerek uygulanmıştır.

**Tablo 2.** Yapraklara püskürtülerek uygulanan eksogenler ve konsantrasyonları

Eksogenler	Konsantrasyonlar
Glisin-betain (Miri ve Armin, 2013)	150 ppm
Prolin (Hassan ve ark., 2015)	100 mM
Salisilik Asit (Ahmad ve ark., 2014)	40 mg L <sup>-1</sup>
Silikon (Salim, 2014)	500 ppm
Sitokinin (Aker ve ark.,2014)	150 mg L <sup>-1</sup>

mM: milimol

## 2.5. Araştırmada incelenen morfolojik ve agronomik özellikler

### 2.5.1. Klorofil yoğunluğu

Yaprakların klorofil ölçümü çiçeklenme döneminde SPAD-502 Plus modeli (Konica Minolta, Osaka, Japan) ile her parseli temsil edecek 10 bitkinin koçan yapraklarında sabah saat 9:00-11:00 aralığında ve çiçeklenme döneminden sonra 10., 15., 20., 25. ve 30. günlerde yapılan ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

### 2.5.2. Kavuz verimi, sömek verimi ve sap+yaprak verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Her parselin orta iki sırasında 0,5 m kenar tesiri bırakılarak 4 metrede bulunan bitkiler elle hasat edilip kavuz, sömek, sap+yaprak kısımları ayrı ayrı kurutularak (60 °C’de), kuru ağırlık esaslı üzerinden dekara kuru madde miktarı hesaplanmıştır.

### **2.5.3. Dane Verimi (kg da<sup>-1</sup>)**

Uygulama parsellerinin orta iki sırasında 0,5 m kenar tesiri bırakılarak geriye kalan bitkilerdeki koçanlar toplandıktan sonra anelenmiş ve parsellerin dane ağırlıkları belirlenmiştir. Dane nemi %15 olacak şekilde verim (kg da<sup>-1</sup>) hesaplanmıştır (Ülger, 1986).

### **2.5.4. Örneklemelerdeki N hesaplaması (%)**

Her parselin orta iki sırasında 0,5 m kenar tesiri bırakılarak 4 metrede bulunan bitkiler elle hasat edilip kavuz, sömek, sap+yaprak kısımları ayrı ayrı kurutulan örneklerde azot değerleri NIRFlex N-500 (Büchi Labortechnik AG, Flawil, Switzerland) cihazında yapılan okumalarla elde edilmiştir.

### **2.5.5. Kaldırılan azot miktarı (kg N da<sup>-1</sup>)**

Alınan örnekler kurutulduktan sonra öğütme işlemleri yapılarak total N içeriği belirlenmiştir. Daha sonra kuru ağırlık miktarı ile total azotun çarpılmasıyla dekara kaldırılan azot miktarı hesaplanmıştır.

### **2.5.6. Azot Hasat İndeksi (AHI, %)**

Tane ile kaldırılan N (kg da<sup>-1</sup>)/Tane dahil toprak üstü aksamınca kaldırılan toplam azot (kg N da<sup>-1</sup>) formülüne göre hesaplanmıştır (Moll ve ark., 1982; Mengel, 1991).

### **2.5.7. Azot Kullanım Etkinliği (Tane verimi/Uygulanan N dozu)**

Hasattan sonra elde edilen tane veriminin, uygulanan azot dozlarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Moll ve ark., 1982; Mengel, 1991).

### **2.5.8. Azottan Yararlanma Etkinliği (Tane verimi (kg da<sup>-1</sup>)/Toprak üstü aksamınca kaldırılan azot (kg N da<sup>-1</sup>))**

Tane veriminin, toprak üstü aksamınca kaldırılan azota oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Moll ve ark., 1982; Mengel, 1991).

### **2.5.9. Azot Alım Etkinliği (Toprak üstü aksamca kaldırılan N (kg da<sup>-1</sup>)/Uygulanan azot dozu (kg da<sup>-1</sup>))**

Örneklerin alındığı dönemlerde toprak üstü aksamınca kaldırılan azotun, uygulanan azot dozlarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Moll ve ark., 1982; Mengel, 1991).

## **2.6. Verilerin İstatistiksel Analizi**

Denemede elde edilen verilerin istatistiksel analizleri yıllar içinde birleştirilmiş iki faktörlü tesadüf blokları deneme desenine göre MSTAT-C paket programında yapılmıştır. İstatistiksel analizlerin ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan çoklu testi kullanılmıştır.

### **3. Bulgular ve Tartışma**

#### **3.1. Araştırma alanına ait toprak özellikleri**

Tablo 1 incelendiğinde; toprak killi ve killi tınlı bünyeli, hafif alkali (Ülgen ve Yurtsever, 1995), tuzsuz (Richards, 1954), fazla kireçli (Hızalan ve Ünal, 1966), ilk yıl deneme yürütülen alanın organik madde miktarı genel olarak yeterli ama ikinci yıl yürütülen deneme alanının organik madde düzeyi yetersiz bulunmuştur (Nelson ve Sommers, 1996). Toprakların yararlı potasyum içeriği yüksek (Sumner ve Miller, 1996), fosforca zengin olduğu belirlenmiştir (Olsen ve Sommers, 1983).

#### **3.2. Eksogen uygulamalarının SPAD okuma değerleri**

Vejetasyon dönemi süresince farklı dönemlerde ölçülen SPAD okuma değerleri Tablo 3'te verilmiştir. SPAD okuma değerleri sırasıyla; 49,068-55,772; 45,300-55,527; 39,382-49,515; 33,738-45,987 ve 26,797-38,103 arasında değişmiştir. SPAD-5 okuma değerleri olgunlaşma döneminde okuma yapıldığı için diğer dönemlere göre tüm uygulamalarda en düşük ölçülmüştür. Bunun nedeni olarak bitki fizyolojik olgunluğa eriştiği için klorofil miktarının düşmesinden kaynaklanmaktadır (Sripathy ve Groot, 2023; Subedi ve Ma, 2005). İstatistiksel olarak çeşit ortalamaları dört dönem SPAD okuma değerlerinde çeşit ortalamaları birinci dönemde 0,05 diğer üç dönemde 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tüm okuma dönemlerinde en yüksek SPAD okuma değerleri Sancia çeşidinde elde edildiğinden klorofil düzeyinin yüksek olduğu ve topraktan azotu diğer çeşide göre daha iyi kullandığı söylenebilmektedir.

Eksogen uygulamalarının ve eksogen çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Benzer bir çalışmada kişnişte glisin uygulamasının yaprakta SPAD değerini artırdığını (Mohammadipour ve Sourı, 2019a) diğer bir çalışmada ise farklı amino asit uygulamalarının bitki boyu, yaprak SPAD değeri, kök kuru ağırlığı ve N, K, Ca, Mg ve Zn yaprak konsantrasyonları üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir Mohammadipour ve Sourı, 2019b). Mısır bitkisinde eksogen uygulamasının net fotosentezi, gaz değişim özelliklerini, yani stoma iletkenliği (Gs), hücreler arası CO<sub>2</sub> konsantrasyonu (Ci) ve terleme hızı (Tr) ve SPAD değerleri gibi değişkenleri olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir (Li ve ark., 2016).

#### **3.3. Eksogen uygulamalarının kaldırılan N miktarına etkisi**

Farklı eksogen uygulamalarının mısır bitkisinin farklı aksamaları tarafından topraktan kaldırılan N miktarı ve hasat indeksi değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Her ne kadar SPAD okuma değeri Sancia çeşidinde daha yüksek olmasına rağmen kuru madde üretimi P.2088 çeşidinde daha yüksek olduğundan tane ile kaldırılan N (23,606 kg da<sup>-1</sup>) ve toplam kaldırılan N miktarı (26,324 kg da<sup>-1</sup>) daha yüksek elde edilmiştir. İstatistiksel olarak 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Mısır çeşitlerine eksogen uygulamalarının etkisi önemli bulunmamıştır. Tane ile ve kaldırılan N miktarı en yüksek düzeyde Glisin-betain ve Silikon uygulamalarından (sırasıyla 24,733 ve 23,645 kg da<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Toplam kaldırılan N olarak 27,122 kg da<sup>-1</sup> ile Glisin-betain uygulamasında elde edilmiştir. Eksogen uygulamalarının topraktan kaldırılan N miktarını etkilediğinden hasat indeksi de istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde etkilenmiş olup, Glisin-betain ve Silikon uygulamalarında en yüksek hasat indeksi (sırasıyla 0,902 ve 0,905) değerleri elde edilmiştir. Benzer bir çalışmada mısır bitkisi tarafından kaldırılan azot ile sap ve dane verimi arasında önemli ilişkilerin olduğunu bildirmişlerdir (Koca ve İbrikçi, 2019). ÇeşitxEksogen interaksyonunu incelendiğinde hasat indeksi (0,05) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

**Tablo 3.** Mısır bitkisinde farklı eksogen uygulamalarının SPAD okuma değerlerine etkisi

Çeşitler	Uygulamalar	SPAD-1	SPAD-2	SPAD-3	SPAD-4	SPAD-5
P.2088	Kontrol	51,095	49,098	43,393	40,045	34,327
P.2088	Glisin-betain	51,672	50,273	42,845	35,598	32,188
P.2088	Prolin	49,370	45,300	42,187	36,298	30,732
P.2088	Salisilik asit	52,865	50,408	42,293	33,738	30,800
P.2088	Silikon	50,432	49,960	390862	37,963	33,628
P.2088	Sitokinin	50,338	48,962	42,382	37,048	29,837
Sancia	Kontrol	49,068	49,815	410683	40,467	27,470
Sancia	Glisin-betain	55,682	54,405	460372	44,347	32,930
Sancia	Prolin	49,967	51,015	44,125	45,198	38,103
Sancia	Salisilik asit	52,218	55,327	49,515	43,793	33,363
Sancia	Silikon	55,772	53,880	48,875	45,987	26,797
Sancia	Sitokinin	55,362	55,527	48,412	42,318	33,532
Çeşit ort.	P.2088	50,962 B	49,000 B	42,160 B	36,782 B	31,919
	Sancia	53,011 A	53,328 A	46,497 A	43,685 A	32,032
Eksogen ort.	Kontrol	50,082	49,457	42,538	40,256	30,898
	Glisin-betain	53,677	52,339	44,608	39,973	32,559
	Prolin	49,668	48,157	43,156	40,748	34,418
	Salisilik Asit	52,542	52,868	45,904	38,766	32,082
	Silikon	53,102	51,920	44,368	41,975	30,213
	Sitokinin	52,850	52,244	45,397	39,683	31,684
F Test <sup>+</sup>						
A		*	**	**	**	ÖD
B		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
AxB		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
CV (%)		7,78	8,58	15,31	17,63	23,09

\*: 0,05 düzeyinde önemli, \*\*: 0,01 düzeyinde önemli, ÖD: önemli değil

+: A (çeşit), B (eksogen) ve AXB (çeşitxEksogen) interaksyonu göstermektedir.

### 3.4. Azot Kullanım, Azot Alım ve Azottan Yararlanma Etkinliği

Çeşitler azot kullanım etkinliği (NKE) yönünden istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ama azot alım etkinliği (NAE) yönünden istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde önemli iken, azottan yararlanma etkinliği (NYE) istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Eksogen uygulamaları NKE üzerinde istatistiksel olarak 0,05 düzeyinde etkilenmiştir. NAE ve NYE üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Tablo 5).

Çeşitli Eksogen interaksyonu incelendiğinde NKE, NAE ve NYE istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Topraktaki azotun düşük çıkmasının nedeni olarak azotun hızlı bir şekilde ve sürekli değişime uğraması, bitkinin gelişiminde önemli rol oynaması, kalite ve verimi sınırlayıcı özellikte olması, bitki tarafından en çok kullanılan ve etkili bir element olması gibi birkaç önemli nedeni (Özbek ve ark., 1993) olduğundan eksogen uygulamalarının mısır bitkisinin azot elementini kullanma, alım etkinliğini, N asimilasyonunu ve antioksidan metabolizmasını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Khan ve ark., 2013).

**Tablo 4.** Farklı eksogen uygulamalarının mısır bitkisinin farklı aksamaları tarafından topraktan kaldırılan azot ve hasat indeksine etkisi

Çeşitler	Uygulamalar	Tane ile Kaldırılan N	Vegetatif aksam ile kaldırılan N	Generatif aksam ile kaldırılan N	Toplam Kaldırılan N	Azot hasat indeksi
				kg da <sup>-1</sup>		
P.2088	Kontrol	23,594	0,962	1,309	25,865	0,903 a
P.2088	Glisin-betain	25,876	1,040	1,505	28,423	0,901 a
P.2088	Prolin	22,943	0,995	1,568	25,505	0,900 a
P.2088	Salisilik Asit	21,620	1,124	1,356	24,100	0,874 d
P.2088	Silikon	24,935	0,902	1,479	28,983	0,902 a
P.2088	Sitokinin	22,667	0,815	1,586	25,069	0,894 abc
Sancia	Kontrol	20,775	1,074	1,371	23,220	0,895 ab
Sancia	Glisin-betain	23,590	0,874	1,356	25,821	0,902 a
Sancia	Prolin	20,028	1,098	1,456	22,582	0,878 cd
Sancia	Salisilik Asit	21,147	0,895	1,337	23,380	0,881 bcd
Sancia	Silikon	22,356	0,856	1,337	24,549	0,908 a
Sancia	Sitokinin	23,219	1,037	1,401	25,157	0,902 a
Çeşit ortalama	P.2088	23,606A	0,973	1,467	26,324A	0,896
	Sancia	21,853B	0,972	1,377	24,118B	0,894
Eksogen ortalama	Kontrol	22,185	1,018	1,340	24,543	0,899 AB
	Glisin-betain	24,733	0,958	1,431	27,122	0,902 A
	Prolin	21,486	1,046	1,512	24,043	0,889 B
	Salisilik Asit	21,384	1,010	1,347	23,740	0,878 C
	Silikon	23,645	0,879	1,408	26,766	0,905 A
	Sitokinin	22,943	0,926	1,493	25,113	0,898 AB
F Test <sup>+</sup>						
A		*	ÖD	ÖD	**	ÖD
B		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	**
AxB		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	*
CV (%)		13,34	21,66	13,82	12,82	1,37

\*: 0,05 düzeyinde önemli, \*\*: 0,01 düzeyinde önemli, ÖD: önemli değil

+: A (çeşit), B (eksogen) ve AXB (çeşitxeksogen) interaksyonu göstermektedir.

**Tablo 5.** Mısır çeşitlerine uygulanan farklı eksogenlerin azot kullanım, azot yararlanma ve azot alım etkinliklerine etkisi

Çeşitler	Uygulamalar	NKE	NAE	NYE
P.2088	Kontrol	46,455	0,740	62,135
P.2088	Glisin-betain	50,692	0,812	62,360
P.2088	Prolin	45,525	0,728	62,808
P.2088	Salisilik Asit	42,362	0,688	60,245
P.2088	Silikon	49,043	0,780	62,255
P.2088	Sitokinin	45,657	0,717	62,955
Sancia	Kontrol	42,347	0,665	63,977
Sancia	Glisin-betain	49,222	0,740	66,248



Sancia	Prolin	41,063	0,645	63,140
Sancia	Salisilik Asit	43,167	0,668	63,178
Sancia	Silikon	46,450	0,703	66,233
Sancia	Sitokinin	46,697	0,733	63,798
Çeşit Ort.	P.2088	46,622	0,744 A	62,126 B
	Sancia	44,824	0,692 B	64,429 A
Eksogen Ortalama	Kontrol	44,401 B	0,703	63,056
	Glisin-betain	49,957 A	0,776	64,304
	Prolin	43,294 B	0,687	62,974
	Salisilik Asit	42,764 B	0,678	61,712
	Silikon	47,747 AB	0,742	64,244
	Sitokinin	46,177 AB	0,725	63,377
F Test <sup>+</sup>				
A		ÖD	*	**
B		*	ÖD	ÖD
AxB		ÖD	ÖD	ÖD
CV (%)		12,20	12,17	4,30

\*: 0,05 düzeyinde önemli, \*\*: 0,01 düzeyinde önemli, ÖD: önemli değil

+: A (çeşit), B (eksogen) ve AXB (çeşitxeksogen) interaksiyonu göstermektedir.

### 3.5. Eksogen uygulamalarının total azot ve kuru ağırlık üzerine etkisi

Sap+yaprak ve kavuz örneklerinde yapılan total N ve kuru ağırlıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sömek örneklerinde ölçülen total N çeşitler için 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek azot içeriği 0,74 ile P.2088 çeşidinde elde edilmiştir. Kuru ağırlık ölçümleri yine aynı çeşitte 65,7 kg da<sup>-1</sup> ile elde edilirken istatistiki olarak 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tane örneklerinde total N çeşitler için istatistiksel olarak 0,01 düzeyinde önemli olmuştur. Tane örneklerinde total N analizi 1,47 ile P.2088 çeşidinden elde edilmiştir.

Eksogen uygulamalarının ortalaması incelendiğinde, Glisin-betain uygulaması ile 1749,4 kg da<sup>-1</sup> ile en yüksek verim elde edilmiş, istatistiksel olarak eksogen uygulamaları verimi 0,05 düzeyinde etkilemiştir (Tablo 6).

Glisin-betain uygulaması ile kontrol uygulaması arasında %12,5'lik dane veriminde artış sağlanmıştır (Tablo 6). Eksogen uygulamasının mısır bitkisinde kuru madde üretimini ve mineral iyon dağılımını arttırabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, ozmotik düzenleme, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin ön işleme tabi tutulmasıyla mısır yapraklarının bakır toksisitesinin hafifletilmesinde rol oynadığını (Guzel ve Terzi, 2013), mısır bitkisinde yapılan diğer bir çalışmada eksogen uygulamalarının 14 günlük mısır yapraklarının kök ve yaprak biyokütlesinde artışlar meydana geldiğini belirtmişlerdir (Mocquot ve ark., 1996).

**Tablo 6.** Mısır çeşitlerine uygulanan farklı eksogenlerin total azot ve kuru ağırlık üzerine etkisi

		Sap+yaprak		Kavuz		Sömek		Tane	
		Total N	Kuru ağırlık	Total N	Kuru ağırlık	Total N	Kuru ağırlık	Total N	Verim
		%	kg da <sup>-1</sup>	%	kg da <sup>-1</sup>	%	kg da <sup>-1</sup>	%	kg da <sup>-1</sup>
P.2088	Kontrol	1,03	92,4	0,97	86,9	0,70	62,8	1,48	1625,9
P.2088	Glisin-betain	1,07	95,6	1,04	92,8	0,77	68,4	1,48	1776,0
P.2088	Prolin	1,03	92,2	1,06	95,0	0,76	67,8	1,46	1593,4

P.2088	Salisilik Asit	1,11	99,1	0,99	88,2	0,72	64,6	1,49	1482,6
P.2088	Silikon	1,00	89,1	1,06	94,3	0,72	64,4	1,46	1716,5
P.2088	Sitokinin	0,95	85,1	1,09	97,2	0,74	66,2	1,44	1598,0
Sancia	Kontrol	1,09	97,6	1,02	91,2	0,69	61,9	1,40	1482,0
Sancia	Glisin-betain	0,99	88,1	1,01	90,2	0,70	62,2	1,38	1722,8
Sancia	Prolin	1,10	98,4	1,05	93,6	0,71	63,4	1,41	1437,2
Sancia	Salisilik Asit	1,00	89,1	0,98	87,5	0,72	64,3	1,42	1510,8
Sancia	Silikon	0,98	87,2	1,00	89,0	0,70	62,2	1,38	1625,7
Sancia	Sitokinin	1,07	95,3	1,02	91,2	0,71	63,5	1,42	1634,3
Çeşit Ort.	P.2088	1,03	92,3	1,04	92,4	0,74A	65,7A	1,47 A	1632,9
	Sancia	1,04	92,6	1,01	90,4	0,70B	62,9 B	1,40 B	1568,8
Eksogen Ort.	Kontrol	1,06	95,0	1,00	89,1	0,70	62,3	1,44	1554,0 B
	Glisin-betain	1,03	91,9	1,02	91,5	0,73	65,3	1,43	1749,4 A
	Prolin	1,07	95,3	1,06	94,3	0,73	65,6	1,43	1515,3 B
	Salisilik Asit	1,05	94,1	0,98	87,9	0,72	64,4	1,46	1496,7 B
	Silikon	0,99	88,8	1,03	91,7	0,71	63,3	1,42	1671,2 AB
	Sitokinin	1,01	90,2	1,06	94,2	0,73	64,9	1,43	1616,2 AB
F Test <sup>+</sup>									
A		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	*	*	**	ÖD
B		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	*
AxB		ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD	ÖD
CV (%)		10,26	10,29	9,47	9,44	7,53	7,51	4,60	12,20

\*: 0,05 düzeyinde önemli, \*\*: 0,01 düzeyinde önemli, ÖD: önemli değil

+: A (çeşit), B (eksogen) ve AXB (çeşitxeksogen) interaksyonu göstermektedir.

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Çiftçi koşullarında farklı eksogen uygulamalarının, mısır çeşitlerinin farklı aksamaları tarafından azot kullanım etkinliği, azot alım etkinliği, azottan yararlanma etkinliği, verim, total azot, kuru ağırlık, topraktan kaldırılan azot, SPAD okuma ve hasat indeksi üzerine etkileri incelenmiştir. Mısır çeşitlerinin SPAD okuma değerleri, NAE ve NYE bakımından eksogen uygulamalarından etkilendiği belirlenmiştir. Eksogen uygulamasının NKE ve verim üzerine olumlu etkisi olduğu ama eksogen uygulamasının çeşitlerin sömekte incelenen total N ve kuru ağırlık üzerine olan etkisinin önemli olduğu ve tanedeki N miktarını etkilediği belirlenmiştir. Bu bulgulara göre, Çukurova koşullarında ana ürün mısır yetiştiriciliğinde eksogen uygulamalarının çeşitlere göre farklılık göstermekle birlikte bitkiler azotu NKE, NAE, NYE yönünden gelişmeyi teşvik ettiği görülmüştür. Bu nedenle azotlu gübrelerin bitkiler tarafından kullanımını artırmak için eksogen uygulamasının mısır üretiminde ek olarak yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır. Kontrol uygulamasına göre her iki çeşitte Glisin-betain uygulamasının verim ve azot kullanım etkinliği olarak en yüksek değerleri elde edilmesini sağlamıştır.

#### 5. Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

#### 6. Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## 7. Kaynaklar

- Ahmad I., Basra SMA., Wahid A. Exogenous application of ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide improves the productivity of hybrid maize at low temperature stress. *International Journal of Agriculture & Biology* 2014; 16(4): 825-830.
- Akter N., Islam MR., Karim MA., Hossain T. Alleviation of drought stress in maize by exogenous application of gibberellic acid and cytokinin. *Journal of Crop Science and Biotechnology* 2014; 17(1): 41-48.
- Ayyar S., Appavoo S., Basker M., Pandiyarajan P., Kavimani R. Effect of zinc and microbial inoculation on soil enzyme activities for maize (*Zea mays L.*) in black soil. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 2019; 8(8): 1804-1814.
- Bouyoucos GJ. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal* 1951; 43(9): 434-438.
- FAO. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. 2020. Erişim tarihi:22/06/2022
- Folina A., Tataridas A., Mavroeidis A., Kousta A., Katsenios N., Efthimiadou A., Travlos IS., Roussis I., Darawsheh MK., Papastylianou P., Kakabouki I. Evaluation of various nitrogen indices in N-Fertilizers with inhibitors in field crops: A review. *Agronomy* 2021; 11(3): 418
- Galindo FS., Pagliari PH., Rodrigues WL., de Azambuja Pereira MR., Buzetti S., Teixeira Filho MCM. Investigation of *Azospirillum brasilense* inoculation and silicon application on corn yield responses. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 2020; 20(4): 2406-2418.
- Guzel S., Terzi R. Exogenous hydrogen peroxide increases dry matter production, mineral content and level of osmotic solutes in young maize leaves and alleviates deleterious effects of copper stress. *Botanical Studies* 2013; 54(1): 1-10.
- Hassan NM., Ebeed HT., Al-Jarany CM. Effectiveness of seed priming with polyamines in decreasing drought stress adversities in two wheat cultivars. *Scientific Journal for Damietta Faculty of Science* 2015; 5(1): 124-134.
- Hızalan E., Ünal H. Topraklarda önemli kimyasal analizler. A. Ü. Ziraat Fak, Yayınları 1966; 278.
- Khan MIR., Iqbal N., Masood A., Per TS., Khan NA. Salicylic acid alleviates adverse effects of heat stress on photosynthesis through changes in proline production and ethylene formation. *Plant Signaling & Behavior* 2013; 8(11): e26374.
- Koca G., İbrikçi H. Çukurova koşullarında mısır bitkisinde bitkide azot ve verim ilişkileri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 2019; 34(2): 119-125.
- Li W., Liu J., Ashraf U., Li G., Li Y., Lu W., Gao L., Han F., Hu, J. Exogenous  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) application improved early growth, net photosynthesis, and associated physio-biochemical events in maize. *Frontiers in Plant Science* 2016; 7: 919.
- Martinez-Beltran J., Manzur CL. Overview of salinity problems in the world and FAO strategies to address the problem. In: *Proceedings of the International Salinity Forum, Riverside, California* 2005; 311-313.

- Mengel K. Available nitrogen in soils and its determination by the 'Nmin-method' and by electroultrafiltration (EUF). *Fertilizer Research* 1991; 28: 251-262.
- Miri HR., Armin M. The interaction effect of drought and exogenous application of glycine betaine on corn (*Zea mays L.*). *European Journal of Experimental Biology* 2013; 3(5): 197-206.
- Mocquot B, Vangronsveld J, Clijsters H, Mench M. Copper toxicity in young maize (*Zea mays L.*) plants: effects on growth, mineral and chlorophyll contents, and enzyme activities. *Plant and Soil* 1996; 182: 287-300.
- Mohammadipour N., Souri MK. Effects of different levels of glycine in the nutrient solution on the growth, nutrient composition, and antioxidant activity of coriander (*Coriandrum sativum L.*). *Acta Agrobotanica* 2019a; 72(1): 1759.
- Mohammadipour N., Souri MK. Beneficial effects of glycine on growth and leaf nutrient concentrations of coriander (*Coriandrum sativum*) plants. *Journal of Plant Nutrition* 2019b; 42(14): 1637-1644.
- Moll RH., Kamprath EJ., Jackson WA. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. *Agronomy Journal* 1982; 74(3): 562-564.
- Mrid RB., Benmrid B., Hafsa J., Boukcim H., Sobeh M., Yasri A. Secondary metabolites as biostimulant and bioprotectant agents: A review. *Science of the Total Environment* 2021; 777: 146204.
- Nelson DW., Sommers LE. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Sparks DL., Page AL., Helmke PA., Loeppert RH., Soltanpour PN., Tabatabai MA., Johnson CT., Sumner ME. (eds) *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 5.3, SSSA Book Series 1996; 961-1010.
- Olsen SR., Sommers LE. Phosphorus. In: Page AL., Miller RH., Keeney DR. (eds) *Methods of Soil Analyses: Part 2 Chemical and Microbiological Properties* 1983; 403-430.
- Özbek H., Kaya Z., Gök M., Kaptan H. *Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:73 Adana* 1993, 816s.
- Rhodes D., Hanson AD. Quarternary ammonium and tertiary sulfonium compounds in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology & Plant Molecular Biology* 1993; 44: 357-384.
- Richards LA. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *Soil Science* 1954; 78(2): 154p.
- Salim BBM. Effect of boron and silicon on alleviating salt stress in maize. *Middle East Journal of Agriculture Research* 2014; 3(4): 1196-1204.
- Singh B. Are nitrogen fertilizers deleterious to soil health? *Agronomy* 2018; 8(4): 48.
- Sripathy KV., Groot SPC. Seed development and maturation. In: Dadlani M., Yadava DK. (eds) *Seed Science and Technology* Springer, Singapore 2023.
- Subedi KD., Ma BL. Nitrogen uptake and partitioning in stay-green and leafy maize hybrids. *Crop Science* 2005; 45(2): 740-747.

- Sumner ME., Miller WP. Cation exchange capacity and exchange coefficients. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 5.3, SSSA Book Series 1996; 1201-1230.
- Tian X., He M., Wang, Z., Zhang J., Song Y., He Z., Dong Y. Application of nitric oxide and calcium nitrate enhances tolerance of wheat seedlings to salt stress. *Plant Growth Regulation* 2015; 77, 343-356.
- Ülgen N., Yurtsever N. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi (4. Baskı). TC Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın, 1995; 209: 230.
- Ülger AC. Reaktion verschiedener mais-inzuchtlinien und-hybriden auf steigendes stickstoffangebot. Dissertation, University of Hohenheim Stuttgart, Germany 1986.
- Yavaş İ., Akgül HN., Ünay A. Bitkilerin kuraklığa dayanıklılığını artırmaya yönelik uygulamalar. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2016; 4(1): 48-57.