

## Biopestisit Emamektin Benzoat'ın Toprak Azot Mineralizasyonuna Etkileri

Şahin CENKSEVEN<sup>1\*</sup> Burak KOÇAK<sup>2</sup> Nacide KIZILDAĞ<sup>3</sup> Hüsnüye AKA SAĞLIKER<sup>4</sup> Cengiz DARICI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Sarıçam, 01330, Adana, Türkiye.

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sarıçam, 01330, Adana, Türkiye.

<sup>3</sup>Çukurova Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Sarıçam, 01330, Adana, Türkiye.

<sup>4</sup>Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 80000, Osmaniye, Türkiye.

\*  <https://orcid.org/0000-0003-2330-8668>,  <https://orcid.org/0000-0003-4144-6079>,  <https://orcid.org/0000-0001-6687-223X>,  
 <https://orcid.org/0000-0003-3807-1827>,  <https://orcid.org/0000-0003-0668-4127>

Received date: 19.08.2019

Accepted date: 19.11.2019

Atf yapmak için: Cenkseven, Ş., Koçak, B., Kızıldağ, N., Aka Sağlıkker, H. & Darıcı, C. (2019). Biopestisit emamektin benzoat'ın toprak azot mineralizasyonuna etkileri. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(3), 441-446.

How to cite: Cenkseven, Ş., Koçak, B., Kızıldağ, N., Aka Sağlıkker, H. & Darıcı, C. (2019). Effects of biopesticide emamectin benzoate on nitrogen mineralization in soil. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(3), 441-446.

**Öz:** Pestisitler toprakta biyokimyasal süreçlerde görev alan mikroorganizmaları ve aktivitelerini doğrudan etkileyerek toprak verimliliğini bozmaktadır. Pestisitlerin topraktaki davranışlarını anlamak için toprak mikroflorası ile topraktaki mikrobiyal olaylara etkisini araştırmak gereklidir. Bu çalışmada, farklı sıcaklık ve nem koşullarında bir insektisit olan emamektin benzoat'ın toprak azot mineralizasyonuna etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, emamektin benzoat'ın tavsiye edilen dozu (TD) ile 2 (TD×2) ve 4 (TD×4) katı tarla kapasitesinin %40 (TK<sub>40</sub>), %60 (TK<sub>60</sub>) ve %80'i (TK<sub>80</sub>) oranlarında nemlendirilen topraklara karıştırılarak 28°C ve 32°C'de 30 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyonun 3., 15. ve 30. günlerinde toprakların azot mineralizasyonları ile oranları belirlenmiştir. Araştırmada, toprakların azot mineralizasyonunun emamektin benzoat uygulaması ile azaldığı belirlenmiştir (Kontrol>TD>TD×2>TD×4). Genel olarak kontrol uygulamasına göre mineralizasyondaki azalışlar TD dozunda istatistiksel olarak önemsiz iken TD×2 ve TD×4 dozlarında önemli düzeydedir (P<0.05). İnkübasyon süresi (3.gün<15.gün<30.gün), sıcaklık (28°C<32°C) ve nem (TK<sub>40</sub><TK<sub>60</sub><TK<sub>80</sub>) arttıkça genelde toprak azot mineralizasyon oranları artmıştır. En düşük azot mineralizasyon oranı %1.07 (TD×4, 28°C, TK<sub>40</sub>) iken en yüksek oran %4.70 (Kontrol, TK<sub>80</sub>, 32°C) olarak belirlenmiştir. Emamektin benzoat, her iki sıcaklıkta azot mineralizasyonuna benzer etki gösterirken düşük toprak neminde olumsuz etkisi artmıştır. Sonuç olarak, farklı sıcaklık ve nem koşullarında emamektin benzoat'ın TD×2 ve TD×4 uygulaması ile mineralizasyonda rol oynayan mikroorganizmaların inhibisyonu sonucu azot mineralleşme oranının azaldığı ve emamektinin inhibisyon etkisinin zamana bağlı olarak azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Azot mineralizasyonu, emamektin benzoat, pestisit, toksisite.

## Effects of Biopesticide Emamectin Benzoate on Nitrogen Mineralization in Soil

**Abstract:** Insecticides can damage soil fertility by affecting microorganisms that act in biochemical processes in soil and their activities directly. Investigating the effects of insecticides on soil microflora and soil microbial processes are essential to their behaviors in soil. Effect of emamectin benzoate, an insecticide on soil nitrogen mineralization was researched under different temperature and moisture conditions in this study. Soils moistured with 40% (FC<sub>40</sub>), 60% (FC<sub>60</sub>) and 80% (FC<sub>80</sub>) of their field capacity and mixed with recommended dose (RD), its 2 (RDx2) and 4 (RDx4) folds of emamectin benzoate were incubated for 30 days at 28°C and 32°C for this purpose. Soil nitrogen mineralizations and rates were determined on 3<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> days of incubation. In the study, application of emamectin benzoate has decreased soil nitrogen mineralization (Control>RD>RDx2>RDx4). In general, decreases in mineralization at RD dose were statistically non-significant while differences between control and RDx2 and RDx4 were found significant (P<0.05). Rates of soil nitrogen mineralization were generally increased as incubation period (3<sup>th</sup> day<15<sup>th</sup> day<30<sup>th</sup> day), temperature (28°C<32°C) and moisture (FC<sub>40</sub><FC<sub>60</sub><FC<sub>80</sub>) increased. Effects of emamectin

benzoate were similar in nitrogen mineralization in both temperatures while its negative effects have increased in low soil moisture. In conclusion, it is determined that nitrogen mineralization rate has decreased by inhibition of microorganisms through RD×2 ve RD×4 applications of emamectin benzoate at different soil moisture contents and temperatures and this inhibition effect of emamectin benzoate decreases as time progress.

**Keywords:** Emamectin benzoate, nitrogen mineralization, pesticide, toxicity.

## GİRİŞ

Günümüzde küresel çapta gözlenen iklim değişiminin topraklarda sıcaklık ve nem rejimini ve bunlara bağlı olarak toprak organik madde mineralizasyonunu kapsayan tüm edafik süreçleri etkileyeceği bildirilmiştir (Kirchsbaum, 2000; IPCC, 2007). Organizmalar için en önemli elementlerden biri azottur. Topraklarda azotun biyolojik yarayışlı formu büyük organik polimerlerin ayrışması yoluyla organik madde mineralizasyonu sonucunda üretilmektedir. Azot mineralizasyonu, toprak organik maddesindeki kompleks azotlu bileşiklerin ayrışma ve transformasyonları sonucu basit inorganik azot formlarına dönüşmesi olarak tanımlanmaktadır. Organik maddenin yapısındaki azot, mikroorganizmalar tarafından önce amonifikasyon ile amonyum azotuna, sonra nitrifikasyon ile nitrat azotuna dönüşmektedir (Güneş & Aktaş, 1992). Mineralizasyon süreci toprak organik maddesinin miktarı ve kalitesi, mikrobiyal biyokütle, mikroorganizma aktivitesi, toprak sıcaklığı ve nemi gibi faktörler tarafından kontrol edilirler (Ünver, 2007).

Kompleks ve dinamik bir yapıya sahip olan toprak mikroorganizmaları besin döngüsü, agregatlaşma ve agrokimyasalların ayrışması gibi toprak süreçlerinde hayati öneme sahip olup ekosistemin dengesini sağlamaktadır. Pestisitler, toprak mikrobiyal komünitelerinin kompozisyonunu değiştirerek toprak sisteminin bozulmasına sebep olmaktadır. Pestisitlerin bu etkisi büyük ölçüde pestisit kimyasal yapısı ve dozuna, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullarına bağlıdır. Toprağın ekolojik nişine ulaşan pestisitler, hem biyotik hem de abiyotik yollarla ayrışmakta olup ayrışma ve detoksifikasyondaki en önemli mekanizma mikrobiyal ayrışmadır. Toprak mikroorganizmaları ihtiyaç duydukları karbon, enerji ve diğer besin elementlerini pestisitler dahil olmak üzere çok çeşitli kimyasal maddeleri ayrıştırarak elde etmektedir. Topraklara uygulanan kimyasalların bu yolla biyolojik olarak ayrışması pestisitleri kullanabilen mikroorganizmaların aktivitelerinde gözle görülebilen bir artışa yol açmaktadır (Das vd., 2016). Pestisit ve türevlerinin toprakta mikrobiyal aktiviteyi arttırdığı (Das & Mukherjee, 2000; Eser vd., 2007), azalttığı (Monkiedje & Spittler, 2002; Kizildag vd., 2014) veya aktivitede önemli bir değişime yol açmadıkları belirtilmiştir (Cáceres vd., 2009).

Emamectin benzoat ([4''R)-4-deoxy-4''-(methylamino) avermectin B1 benzoate]), topraktaki *Streptomyces avermitilis* bakterisinde doğal olarak bulunan

avermectin moleküllerinden köken alan biyolojik bir insektisittir ((Roberts & Hutson, 1999; Temiz & Kargın, 2019). Lepidopter böceklerinin kontrolünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşük dozlarda etkileyici sonuçlar verdiği için dolayı son zamanlarda toprağa uygulanmasında artış olmuştur. İlacın toprağa uygulanmasının yaprak uygulamasından daha yararlı olduğu ve böylece hem uygulayan kişilere hem de böceklerin doğal düşmanlarına daha az zararlı olduğu bildirilmiştir (Cheng vd., 2015).

Bu çalışmada, emamectin benzoat'ın tavsiye edilen tarla dozu (TD) ile 2 (TD×2) ve 4 (TD×4) katının farklı sıcaklık (28°C ve 32°C) ve nem koşullarında [toprak tarla kapasitesinin %40, %60 ve %80'i oranlarında sulandırılarak (TK<sub>40</sub>, TK<sub>60</sub> ve TK<sub>80</sub>)] killi bir toprakta azot mineralizasyonuna etkileri araştırılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan topraklar Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Araştırma ve Uygulama Çiftliği susam tarlasında 0–10 cm derinlikten Ekim 2016'da (hasat sonrası) alınmıştır. Vertisol ordosuna ait (Celik, 2019) toprak örnekleri, laboratuvarında aynı gün bitki parçaları ve taşlarından arındırılmış, kesekler kırılacak şekilde ezilmiş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprakların bünye tipi hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1951), tarla kapasiteleri 1/3 atm basınçlı vakum pompası ile (Demiralay, 1993), toprak pH'sı 1:2.5'lük toprak–su karışımında pH metre ile (Jackson, 1958), toprakların total azot içerikleri Kjeldahl metodu (Bremner, 1965) ve karbon içerikleri Anne metodu (Duchaufour, 1970) ile belirlenmiştir.

Emamectin benzoat (C<sub>56</sub>H<sub>81</sub>NO<sub>15</sub>, ticari adı Hypnose 05 SG, %5 etken madde) tavsiye edilen tarla dozu (0.30 g L<sup>-1</sup>, TD) ile 2 (TD×2) ve 4 (TD×4) katları topraklara karıştırılmıştır. 2 farklı sıcaklıkta (28°C ve 32°C) topraklar tarla kapasitesinin %40 (TK<sub>40</sub>), %60 (TK<sub>60</sub>) ve %80'i (TK<sub>80</sub>) oranlarında nemlendirilerek 30 gün boyunca azot mineralizasyonları izlenmiştir.

Azot mineralizasyonu için 80 g hava kuru toprak 750 ml'lik kavanoza konup nemlendirilmiş, hava girişini sağlayacak şekilde kavanozların ağzı bezle kapatılmıştır. Deneysel boyunca toprakların su kaybını telafi etmek için kavanozların üzerlerinde yazılı (kavanoz + toprak + su) ağırlığına kadar 2–3 günde bir damıtık su eklenmiştir. 3., 15.

ve 30. günlerde kavanozlar inkübatörden çıkarılmış, toprak örneğine 200 mL 1 N CaCl<sub>2</sub> çözeltisi ve 2–3 damla toluen (mikrobiyal faaliyeti durdurması için) ilave edilip bir saat çalkalanmış ve süzümüştür. Bu süzükten alınan örneklerde Parnas–Wagner yöntemine göre mineral azot (NH<sub>4</sub>+NO<sub>3</sub>) distilasyonu yapılmıştır (Domergue, 2001). Toprak mineral azot miktarının toplam azota bölünmesiyle azot mineralizasyon oranları belirlenmiştir (Lemee, 1967; Gökçeoğlu, 1979).

**İstatiksel Analiz:** Araştırma verilerinin istatistiksel analizi SPSS v20 paket programında Varyans analizi ile yapılmıştır. Emamektin benzoat dozları, nem ve sıcaklık faktörlerine bağlı olarak mineralizasyon sonuçları arasındaki farklılıklar Tukey HSD testi ile belirlenmiştir. Elde edilen üç tekrarlı veriler tablo ve şekillerde ortalama ±standart hata şeklinde ifade edilmiştir. Karşılaştırmalarda önem düzeyi P<0.05 olarak alınmıştır.

## BULGULAR

Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1’de belirtilmiştir. Toprak killi ve hafif bazik özellikte olup tarla kapasitesi %36.69 olarak belirlenmiştir. Toprak organik karbonu %1.41, toplam azot içerikleri %0.12 ve C/N 12.08 olarak saptanmıştır.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Tekstür Tipi	pH	TK	C <sub>org</sub> (%)	TN	C:N
19.6 (0.06)	30.8 (0.64)	49.6 (0.58)	Killi (C)	8.09 (0.10)	36.69 (1.11)	1.41 (0.01)	0.12 (0.01)	12.08 (0.61)

\*Parantez içinde gösterilen rakamlar standart hata değerleridir. C<sub>org</sub>: organik karbon, TN: toplam azot TK: tarla kapasitesi

**Tablo 2.** Farklı sıcaklık ve nem koşulları altında emamektin benzoat uygulanmış toprakların amonyum (NH<sub>4</sub>-N) ve nitrat (NO<sub>3</sub>-N) azotu (ppm) (ortalama±standart hata, n=3).

Sıcaklık		3.gün			15.gün			30.gün						
		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N					
28 °C	TK <sub>40</sub>	T	7.41 ±0.42	ce	7.33 ±0.33	a	13.23 ±0.37	ac	9.20 ±0.55	a	26.55 ±0.03	fg	11.10 ±0.72	ab
		x1	7.92 ±0.32	be	5.78 ±0.34	ab	12.00 ±0.49	c	8.80 ±0.12	ab	30.71 ±0.33	bd	6.88 ±0.92	b
		x2	9.10 ±0.17	ad	4.48 ±0.18	b	12.67 ±0.83	bc	6.52 ±0.57	cd	23.56 ±0.7	hi	6.81 ±1.39	b
		x4	6.49 ±0.37	e	4.89 ±0.20	b	12.81 ±0.01	ac	5.15 ±0.02	d	22.52 ±0.78	i	9.14 ±1.43	ab
	TK <sub>60</sub>	T	9.29 ±0.42	ac	6.22 ±0.10	ab	12.73 ±0.03	bc	9.88 ±0.09	a	34.35 ±0.26	a	7.23 ±1.03	b
		x1	10.48 ±0.37	a	4.53 ±0.21	b	13.03 ±0.39	ac	8.92 ±0.26	ab	32.81 ±0.42	ab	7.45 ±0.91	b
		x2	9.55 ±0.47	ab	5.03 ±0.53	b	14.63 ±0.13	ab	6.44 ±0.3	cd	25.15 ±0.21	gh	10.22 ±0.17	ab
		x4	7.12 ±0.20	de	6.20 ±0.38	ab	12.50 ±0.37	bc	7.61 ±0.36	bc	23.70 ±0.63	hi	9.47 ±0.56	ab
	TK <sub>80</sub>	T	10.79 ±0.38	a	5.57 ±0.42	ab	14.90 ±0.6	a	8.82 ±0.01	ab	28.62 ±0.21	df	13.38 ±0.84	a
		x1	9.58 ±0.39	ab	5.86 ±0.17	ab	13.71 ±0.46	ac	8.47 ±0.09	ab	31.24 ±0.37	bc	10.51 ±0.64	ab
		x2	10.82 ±0.32	a	4.76 ±0.74	b	14.19 ±0.43	ab	6.82 ±0.31	c	30.22 ±0.4	ce	11.36 ±0.36	ab
		x4	7.41 ±0.71	ce	6.39 ±0.45	ab	12.69 ±0.02	bc	7.59 ±0.31	bc	28.25 ±0.53	ef	10.02 ±2.33	ab
32 °C	TK <sub>40</sub>	T	10.86 ±0.19	ad	6.99 ±0.27	a	13.18 ±0.14	bc	8.74 ±0.51	bc	31.99 ±0.05	c	10.41 ±1.1	ad
		x1	9.21 ±0.11	ce	5.66 ±0.60	ab	13.43 ±0.29	ac	8.46 ±0.48	bd	34.35 ±0.16	b	7.44 ±0.51	ef
		x2	8.13 ±0.10	de	6.40 ±0.40	ab	13.15 ±0.49	c	7.67 ±0.17	be	34.67 ±0.54	b	4.80 ±0.36	f
		x4	6.83 ±0.27	e	4.88 ±0.14	b	13.68 ±0.27	ac	5.95 ±0.5	e	33.63 ±0.05	bc	5.03 ±0.31	f
	TK <sub>60</sub>	T	13.35 ±1.33	a	6.21 ±0.42	ab	13.97 ±0.14	ac	9.64 ±0.08	ab	34.54 ±0.37	b	8.53 ±0.04	ce
		x1	10.39 ±0.08	bd	6.27 ±0.40	ab	14.54 ±0.14	ab	7.98 ±0.39	be	34.63 ±0.21	b	8.29 ±0.12	de
		x2	7.92 ±0.22	de	7.24 ±0.01	a	14.05 ±0.07	ac	7.58 ±0.73	be	34.45 ±0.1	b	7.39 ±0.42	ef
		x4	9.07 ±0.68	ce	4.83 ±0.29	b	13.69 ±0.18	ac	6.76 ±0.51	ce	31.99 ±0.42	c	9.84 ±0.35	be
	TK <sub>80</sub>	T	13.11 ±0.66	ab	6.55 ±0.02	ab	13.75 ±0.52	ac	10.86 ±0.21	a	37.18 ±0.94	a	13.16 ±0.07	a
		x1	11.60 ±0.05	ac	5.72 ±0.60	ab	13.75 ±0.35	ac	9.44 ±0.42	ab	34.35 ±0.26	b	11.23 ±1.33	ac
		x2	11.14 ±0.27	ac	5.66 ±0.06	ab	14.79 ±0.04	a	6.55 ±0.04	de	32.81 ±0.42	bc	11.88 ±0.24	ab
		x4	7.93 ±1.05	de	6.26 ±0.02	ab	13.97 ±0.06	ac	6.47 ±0.32	de	34.35 ±0.37	b	8.36 ±0.38	ce

Aynı sütundaki farklı küçük harfler (a,b,c, d, e, f, g, h, i) dozlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Tüm uygulamalarda amonyum azotu 30 günlük inkübasyon sonunda en yüksek seviyeye ulaşmış iken nitrat azotu önemli düzeyde bir artış göstermemiştir. Artan sıcaklık ve toprak nemi ile toprakların amonyum ve nitrat azotu artmıştır. Genel olarak emamektin benzoat uygulanan toprakların amonyum ve nitrat azotu kontrole göre daha düşük olup önemsiz düzeydedir. İnkübasyonun 3. ve 15. günleri ile kıyaslandığında 30. günde emamektin uygulamasının toprağın amonyum ve nitrat azotu miktarına negatif etkisi azalmaktadır (Tablo 2).

**Azot mineralizasyon oranları:** Sıcaklık, toprak nemi ve inkübasyon süresi toprak azot mineralizasyon oranlarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir. Toprak azot mineralizasyon oranları inkübasyon süresi (3. gün <15. gün <30. gün), sıcaklık (28°C<32°C) ve nem (TK<sub>40</sub><TK<sub>60</sub><TK<sub>80</sub>) arttıkça artmıştır. Ancak emamektin benzoat uygulanmış topraklarda tüm sıcaklık ve nem koşullarında azot mineralizasyonu kontrol uygulamasına göre azalmıştır (TD×4<TD×2<TD<Kontrol). En düşük ve en yüksek azot mineralizasyon oranları TK<sub>40</sub>'ta TD×4 dozunda ve TK<sub>80</sub>'de kontrol uygulamalarında belirlenmiş olup bu oranlar 28°C'de %1.07 ile %3.97 ve 32°C'de %1.10 ile %4.70 arasındadır (Tablo 3).

**Tablo 3.** Farklı sıcaklık ve nem koşullarında emamektin benzoat uygulanmış toprakların 3. 15. ve 30 günlük azot mineralizasyon oranları (%) (ortalama±standart.hata, n=3).

Sıcaklık		TK <sub>40</sub>	TK <sub>60</sub>	TK
3. gün	Kontrol	1.38±0.03 Ba	1.45±0.04 ABa	1.53±0.02 Aa
	TD	1.28±0.02 Ba	1.40±0.01 Aa	1.44±0.04 Aa
	TD×2	1.27±0.02 Ca	1.36±0.02 Ba	1.46±0.03 Aa
	TD×4	1.07±0.07 Bb	1.24±0.01 ABb	1.29±0.04 Ab
28 °C	Kontrol	2.10±0.01 Ba	2.11±0.02 Ba	2.22±0.01 Aa
	TD	1.94±0.02 Bb	2.05±0.02 Aab	2.07±0.02 Aab
	TD×2	1.79±0.02 Bc	1.97±0.02 Abc	1.97±0.04 Abc
	TD×4	1.68±0.02 Bd	1.88±0.05 Ac	1.90±0.05 Ac
30. gün	Kontrol	3.52±0.11 Ba	3.89±0.17 Aa	3.92±0.07 Aa
	TD	3.52±0.04 Ba	3.76±0.04 Aa	3.90±0.04 Aa
	TD×2	2.84±0.04 Cb	3.31±0.05 Bb	3.89±0.06 Aa
	TD×4	2.96±0.04 Bb	3.10±0.04 Bb	3.58±0.05 Ab
3. gün	Kontrol	1.67±0.03 Ba	1.83±0.04 Aa	1.87±0.03 Aa
	TD	1.39±0.03 Bb	1.56±0.01 ABb	1.62±0.07 Ab
	TD×2	1.36±0.01 Bb	1.42±0.02 Bc	1.57±0.02 Ab
	TD×4	1.10±0.03 Bc	1.30±0.02 Ad	1.32±0.04 Ac
32 °C	Kontrol	2.05±0.04 Ba	2.21±0.02 Aa	2.30±0.08 Aa
	TD	2.05±0.04 Ba	2.11±0.09 ABab	2.17±0.03 Ab
	TD×2	1.95±0.03 Aab	2.02±0.03 Abc	2.00±0.09 Ac
	TD×4	1.83±0.02 Ab	1.91±0.05 Ac	1.91±0.05 Ac
30.gün	Kontrol	3.97±0.05 Ba	4.03±0.04 Ba	4.70±0.06 Aa
	TD	3.91±0.05 Ba	4.01±0.08 ABa	4.26±0.03 Ab
	TD×2	3.69±0.03 Cb	3.91±0.05 Ba	4.18±0.04 Abc
	TD×4	3.62±0.04 Bb	3.91±0.05 Aa	3.99±0.06 Ac

Aynı sütunlardaki farklı büyük harfler (A,B,C) neler, aynı satırdaki farklı küçük harfler (a,b,c) dozlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

Toprak nemindeki artışı ile toprakların azot mineralizasyon oranı artmıştır. Toprakların mineralizasyon

oranları TK<sub>40</sub> nem düzeyinde TK<sub>60</sub> ve TK<sub>80</sub>'e göre daha düşüktür. TK<sub>40</sub> ile TK<sub>80</sub> uygulamaları arasındaki mineralizasyon farkı önemli (P<0.05) iken genelde TK<sub>60</sub> ile TK<sub>80</sub> arasında önemsiz düzeydedir (P>0.05). Toprak neminin mineralizasyona olumlu etkisinin yanında sıcaklık artışı ile toprakların mineralizasyon oranı artmış ve aynı zamanda uygulanan emamektinin mineralizasyona olumsuz etkisi azalmış görülmektedir (Tablo 3).

İnkübasyonun 3., 15. ve 30. günlerinde, tüm nem koşullarında emamektin benzoat (TD, TD×2 ve TD×4) uygulanan toprakların azot mineralizasyon oranları kontrole göre daha düşüktür (Tablo 3). Bu azalışlar inkübasyonun 3. gününde 32°C'de tüm dozlarda, 28°C de ise sadece TD×4 dozlarında istatistiksel olarak önemli düzeydedir (P<0.05). İnkübasyonun 15. ve 30. günlerinde, her iki sıcaklıkta TD×2 ve TD×4 dozlarında mineralizasyon oranları önemli düzeyde azalmıştır (P<0.05). Toprağa uygulanan emamektin dozu arttıkça azot mineralizasyonu azalmış ve her koşulda en yüksek azalışlar TD×4 dozunda gerçekleşmiştir. Her iki sıcaklıkta, TD×4 pestisit uygulaması ile toprakların 3, 15 ve 30 günlük ortalama azot mineralizasyon oranlarının kontrole göre azalışları sırasıyla 28°C'de %17.5 %15.2 ve %14.9 iken 32°C'de %30.8, %13.6 ve %8.9 olmuştur. Shultz, (2010) tarafından emamektin benzoat'ın toprak mikroflora aktivitesi üzerindeki etkilerini tespit etmek amacıyla yapılan 28 günlük inkübasyon çalışmasında, önerilen dozda uygulanan emamektin benzoat'ın toprakların azot mineralizasyonuna önemli düzeyde bir etki göstermediğini ifade edilmiştir. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından gerçekleştirilen pestisit risk değerlendirmesinde, tarla kapasitesinin %40-60 arasında nemlendirilen topraklara emamektin benzoat uygulanmış toprakların azot mineralizasyonunun 7. günde kontrol uygulamasına göre %13.2 azaldığını, 28. günden sonra bu etkinin %25 den küçük olduğunu belirlemişlerdir (EFSA, 2012).

Hem kontrol hemde emamektin benzoat uygulanmış toprakların azot mineralizasyon oranları 30 günlük inkübasyon süresince artarak ilerlemiştir. Ancak zamanla kontrol ile emamektin benzoat uygulanan toprakların mineralizasyon oranları arasındaki fark azalmıştır. Burada, emamektin benzoat'ı kullanabilecek mikroorganizmaların baskılandığı ancak zamanla bu duruma adapte oldukları söylenebilir. Ayrıca yüksek sıcaklık ile emamektin benzoat'ın biyolojik ve kimyasal olarak daha hızlı ayrıştığı ifade edilebilir. Chukwudebe vd., (1997) emamektin benzoat'ın toprakta biyoayrışabilir olduğunu ve mineralize olabileceğini ifade etmişlerdir. Hussein vd., (2012) bazı pestisitlerin toprak mikroorganizmalarına toksisitesini belirlemek için yaptıkları çalışmada, önerilen dozda emamektin benzoat uygulaması ile bakteri popülasyonunun inkübasyonun başlangıcında olumsuz etkilendiği ancak zamanla etkinin azalarak bakterilerin hızla iyileştiğini belirlemişlerdir.

## SONUÇ

Genel olarak, farklı sıcaklık ve nem koşullarında emamektin benzoat'ın TD×2 ve TD×4 uygulamaları mineralizasyonda rol oynayan mikroorganizmalara olumsuz etkiye neden olmuş ve toprakta azot mineralizasyon oranları kontrol uygulamasına göre azalmıştır (Kontrol > TD > TD × 2 > TD × 4). Sıcaklık, nem düzeyi ve inkübasyon süresi arttıkça azot mineralizasyonu artmıştır. Bununla birlikte, her iki sıcaklıkta, emamektin benzoat'ın azot mineralizasyonuna etkisinin benzer olduğu ve düşük toprak neminde mineralizasyonda rol oynayan mikroorganizmalara olan inhibisyon etkisinin arttığı, ayrıca emamektinin inhibisyon etkisinin inkübasyon süresince azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2016-7627 proje numarası ile desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Bouyoucos, G.S. (1951).** A recalibration of the hydrometer for mohing mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, **43**, 434-438.
- Bremner, J.M. (1965).** Total nitrogen. In: Black C.A. (Ed). *Methods of soil analysis*. Part 2, Agronomy 9, American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA. 1149-1178p.
- Cáceres, T.P., He, W., Megharaj, M. & Naidu, R. (2009).** Effect of insecticide fenamiphos on soil microbial activities in Australian and Ecuadorean soils. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, **44**(1), 13-17.
- Cheng, X.K., Liu, X.M., Wang, H.Y., Ji, X., Wang, K., Wei, M. & Qiao, K. (2015).** Effect of emamectin benzoate on root-knot nematodes and tomato yield. *Plos One*, **10**(10), e0141235. Doi: /10.1371/journal.pone.0141235.
- Chukwudebe, A.C., Atkins, R.H. & Wislocki, P.G. (1997).** Metabolic fate of emamectin benzoate in soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **45**, 4137-4146.
- Celik, I. Gunal, H., Acar, M., Acir, N., Bereket Barut, Z. & Budak, M. (2019).** Strategic tillage may sustain the benefits of long-term no-till in a vertisol under Mediterranean climate. *Soil and Tillage Research*, **185**, 17-28.
- Das, A.C. & Mukherjee, D. (2000).** Influence of insecticides on microbial transformation of nitrogen and phosphorus in typic orchraqualf soil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **48**, 3728-3732.
- Das, R., Das, S.J. & Das, A.C. (2016).** Effect of synthetic pyrethroid insecticides on N<sub>2</sub>-fixation and its mineralization in tea soil. *European Journal of Soil Biology*, **74**, 9-15.
- Demiralay, I. (1993).** *Toprak fiziksel analizleri*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 143, Erzurum, 78-89s.
- Domergue, M. (2001).** *Impact du réchauffement climatique sur le parcours phénologique d'espèces/variétés dans la vallée du Rhône*. Mémoire ESITPA, travail effectué à l'unité CSE de l'INRA d'Avignon. Avignon-France, 72p.
- Duchaufour, P. (1970).** *Precis de Pedologie*. Masson et Cie, Editeurs, Paris. 435-437p.
- Eser, F., Aka Sağlık, H. & Darıcı, C. (2007).** The effects of glyphosate isopropylamine and trifluralin on the carbon mineralization of olive tree soils. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **31**, 297-302.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2012).** Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance [emamectin]. *EFSA Journal*, **10**(11), 2955. Doi: 10.2903/j.efsa.2012.2955.
- Gökçeoğlu, M. (1979).** Bazı bitki organlarındaki azot, fosfor ve potasyumun bir vejetasyon periyodundaki değişimi. *Doğa Tarım ve Ormancılık*, **3**, 192-199.
- Güneş, A. & Aktaş, M. (1992).** Kireçli bir toprakta N-servin nitrifikasyon oranı ve azot kaybı üzerine etkisi. *Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, **16**, 501-506.
- Hussien, N.M., Shaheen, F.A.H., Shaker, M.H., Kady, M.M.I. & Negm, S.E. (2012).** Field and laboratory studies for evaluating the toxicity of some pesticides on soil microorganisms. *Mansoura Journal of Plant Protection and Pathology*, **3**(7), 701-715.
- IPCC WG1, Climate Change (2007).** *The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge-England.
- Jackson, M.L. (1958).** *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1498p.
- Kizildag, N., Sağlıker, H., Cenkseven, S., Darıcı, C. & Kocak, B. (2014).** Effects of imazamoxon soil carbon and nitrogen mineralization under Mediterranean climate. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, **39**, 334-339.
- Kirchsbbaum, M.U.F. (2000).** Will changes in soil organic carbon act as a positive or negative feedback on global warming? *Biogeochemistry*, **48**, 21-51.
- Lemee, G. (1967).** Investigations sur la mineralisation de l'azote et son evolution annuelle dans des humus forestiers in situ. *Oecologia Plantarum*, **2**, 285-324.

**Monkiedje, A. & Spiteller, M. (2002).** Effects of the phenylamide fungicides, mefenoxam and metalaxyl, on the biological properties of sandy loam and sandy clay soils. *Biology and Fertility of Soils*, 35, 393-398.

**Roberts, T.R. & Hutson, D.H. (1999).** *Metabolic Pathways of Agrochemicals*. The Royal Society of Chemistry, UK, 871p.

**Schulz, L. (2010).** Emamectin benzoate WG (A16955H) - Effects on the Activity of Soil Microflora (Nitrogen and Carbon Transformation Tests). BioChem Agrar, Gerichshain, Germany. Report no. 10 10 48 006 C/N. OECD 216, OECD 217.

**Temiz, Ö. & Kargın, F. (2019).** Biyopestisit emamektin benzoat'ın *Oreochromis niloticus*'un dokularında toksik etkilerinin asetilkolinesteraz enzim aktivitesiyle belirlenmesi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 4(1), 34-38. Doi: <https://doi.org/10.35229/jaes.529216>

**Ünver, M.C. (2007).** *Murat dağı (Uşak, Kütahya) alpin ve subalpin bölgesinin bazı bitki topluluklarında azot dönüşümleri üzerinde araştırmalar*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bursa, Türkiye.

**\*Corresponding author's:**

Şahin CENKSEVEN

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Sarıçam, 01330, Adana, Türkiye

✉E-mail: [scenkseven@cu.edu.tr](mailto:scenkseven@cu.edu.tr)

ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-2330-8668>

Telefon : +90 (322) 338 60 84