

ARTAN AZOTLU GÜBRELEMENİN SANAYİ DOMATESİ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) MEYVELERİNDE AZOT BİRİKİMİNE ETKİSİ

Hakan ÇAKICI¹, N. Tuba BARLAS¹

¹Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Bornova/İZMİR
Geliş Tarihi / Received: 02.07.2018 Kabul Tarihi / Accepted: 03.12.2018

ÖZET

Bu çalışma tarla koşullarında artan düzeyde uygulanan azotlu gübrelemenin sanayi domatesi bitkisinin meyvelerindeki azot birikimine etkisini araştırmak üzere yürütülmüştür. Denemede azot dozları 0–12–24–36 ve 48 kg da⁻¹ olarak uygulanmıştır. Denemede parsellerden elde edilen verim değerleri yanında domates bitkilerinden 3 ayrı dönemde alınan meyve örneklerinde toplam-N, NO₃-N ve NO₂-N içerikleri belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre azot seviyeleri ile verim arasında 36 kg da⁻¹ seviyesine kadar pozitif ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca artan azot seviyelerine paralel olarak meyvelerdeki toplam-N, NO₃-N ve NO₂-N içeriklerinin de arttığı belirlenmiştir. Yüksek azot seviyelerinde insan sağlığı açısından tehlikeli sınır değerlere ulaşıldığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sanayi domatesi, azotlu gübre, azot, nitrat

THE EFFECTS OF INCREASED NITROGENOUS FERTILIZER DOSES ON NITROGEN ACCUMULATION OF PROCESSING TOMATOES (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

ABSTRACT

This study was conducted to research the effects of increasing doses of nitrogenous fertilizers on nitrogen accumulation of processing tomatoes. Nitrogen doses were applied as 0–1,2–2,4–3,6 and 4,8 kg ha⁻¹. Yield and Total-N, NO₃-N and NO₂-N contents of fruits those were collected at 3 different periods were also investigated. As a result of this study, it is seen that there is a positive correlation between nitrogen doses and yield up to 3,6 kg N ha⁻¹. Results also show that total-N, NO₃-N and NO₂-N contents of fruits increase as a parallel to increasing nitrogen doses. It can also be concluded that hazardous limit values are found with higher nitrogen doses regarding to human health.

Keywords: Processing tomato, nitrogenous fertilizer, nitrogen, nitrate

GİRİŞ

Bütün bitkilerin büyüme ve gelişmesi için mutlak gerekli besin elementlerinden biri olan azot topraklarda genelde minimum besin maddesi durumundadır. Bitkiler azotu çoğunlukla amonyum ve nitrat formunda alırlar. Kimi bitkiler ise sınırlı da olsa organik formda azotu da bünyelerine alabilmektedir. Doğal olarak toprakta bulunan nitrat veya gübreden gelen nitrat bitkiler tarafından proteinlerin ve diğer biyolojik bileşiklerin sentezinde kullanılmaktadır. Buna “Nitrat Asimilasyonu” denmektedir.

Uygun koşullarda yetiştirilen ve dengeli beslenen bitkilerde nitrat birikimi yoktur veya çok düşüktür. Birikim, olumsuz yetiştirme koşulları sonucu sentezin yavaşlaması veya fazla azotlu gübre kullanımından kaynaklanabilmektedir. Ayrıca bitkinin gelişim

dönemi sonuna doğru metabolizmasının yavaşlamasına karşın yüksek azot alınımı bitkide nitrat birikimine sebep olabilmektedir. Çevre faktörlerinin olumsuz olması veya nitrat alınımının ihtiyaçtan fazla olması durumunda pek çok bitki köklerinde veya toprak üstü kısımlarında nitrat biriktirmektedirler. Meyvelerinde daha düşük düzeylerde bulunmakla birlikte mobil bir element olan azotun meyvelere de taşındığı ve biriktiği bilinmektedir. Özellikle nitratlı gübre uygulaması hasattan kısa bir süre önce yapılınca nitrat düzeyi daha da artmaktadır (10, 19).

Azot, bitkinin vegetatif organlarının gelişimini dikkate değer düzeyde artırdığı için üreticinin yoğun ve bilinçsizce kullandığı gübre çeşidi olmuştur. Türkiye’de 2016 yılında tüketilen 5.507.779 ton gübrenin ortalama %60’ını azotlu gübreler oluşturmaktadır. Bu

gübreler içerisinde Nitrattlı gübreler olarak bilinenler %26'lık CAN, %33'lük Amonyum nitrat, Potasyum nitrat ve Kalsiyum nitrat gübreleri tüketimin 1/3 lük kısmını oluşturmaktadır (5). Ülkemizde sebze yetiştiriciliğinde hasata yakın dönemlerde meyve kalitesini iyileştirmek amacı ile yapılan azotlu gübre ve özellikle K–Nitratt ve Ca–Nitratt uygulaması yaygındır. Bu durum nitrat birikimini teşvik edebilmektedir.

Son yıllarda yüksek miktarda azotlu gübre kullanımına paralel olarak yüksek miktarda nitrat ve nitrit içeren gıda maddelerinin insan sağlığına olumsuz etkilerinin belirlenmesi bunların birer kalite unsuru olarak değerlendirilmesine neden olmuştur. Sebzeler içerisinde gerek taze gerek kurutulmuş ve gerekse salça olarak tüketimiyle insan beslenmesinde önemli bir yeri olan domates bitkisinin nitrat ve nitrit miktarları meyve kalitesi açısından önem taşımaktadır. Bu durum özellikle salça ve kurutmalık domates üreten sanayicilerinin bir sorunu olarak dile getirilmektedir. Verim ve kalite unsurlarının dikkate alındığı toprak analizlerine dayalı uygun gübreleme programlarının hazırlanması, bu sorunu engelleyebilecektir. Bu çalışma yüksek verim hedefleyen çiftçi koşullarında, artan seviyelerde uygulanan azotlu gübrelemenin sanayi domatesi meyvelerinde nitrat ve nitrit formunda azot birikimine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırma İzmir ili Torbalı ilçesi Eğerci mahallesinde çiftçi koşullarında kurulan bir tarla denemesi ile yürütülmüştür. Denemede salça ve kurutmalık değerlendirilmeye uygun bir çeşit olan “Seminis 5822” sanayi tipi domates çeşidi kullanılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre kurulan deneme, 5 farklı azot seviyesi 5 tekrarlamalı olmak üzere 25 parselden oluşmuştur. Çalışmanın materyalini deneme tarlasının toprağını temsil edecek şekilde alınmış bir adet toprak örneği ile denemeyi oluşturan 25 adet parselden meyve tutum, 1. hasat ve 2. hasat olmak üzere üç dönemde alınmış 75 adet meyve örneği oluşturmaktadır. Ayrıca hasatlarda parsellerden elde edilen meyve miktarı ayrı ayrı tartılarak kaydedilmiştir. Deneme tarlasına ait toprak örneğinin analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Deneme alanından dikim öncesi Kacar (17)’a göre alınıp analiz edilen toprak örneği; hafif alkali reaksiyonlu (pH: 7.65), tuzsuz (%0.035), kireçli (%4,2), organik maddesi düşük (%1.18), tın bünyeli, K, Ca, Mg bakımından yeterli, N, P, Fe, Zn, Cu ve Mn bakımından orta düzeydedir.

Çizelge 1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0–30 cm)

Table 1. Some physical and chemical properties of experiment soil (0–30 cm)

pH	%				mg kg ⁻¹								Bünye Structure
	Kireç <i>Lime</i>	Eriyebilir toplam tuz <i>Total soluble salt</i>	Organik madde <i>Organic matter</i>	Toplam N Total N	Alınabilir / Available								
					P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	
7.65	4.2	0.035	1.18	0.059	8.6	280	3950	199	7.5	0.80	6.2	14.6	Tm

Metot

Denemede domates fideleri 1.40 cm × 30 cm dikim aralığı ile 49 m² (7×7 m)’lik parsellerde ortalama 115 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Tesadüf blokları deneme desenine göre kurulan deneme, 5 farklı azot seviyesi 5 tekrarlamalı olmak üzere 25 parselden oluşmuştur. Parseller 5 sıradan oluşmuştur. Gübre karışımlarından kaynaklanacak hatayı engellemek için parsellerin son sıraları örnekleme dışı bırakılmış ve ‘hasat parselleri’ 39 m² üzerinden (70 bitki) hesaplanmıştır.

Denemede fosforlu gübre sabit dozda 12 kg da⁻¹ P₂O₅ olacak şekilde ve bir seferde fide dikim öncesi Triple süperfosfat (%46 P₂O₅) gübresiyle uygulanmıştır. Potasyumlu gübreler sabit dozda 46 kg da⁻¹ K₂O olacak şekilde 3/5 i fide dikim öncesi, Potasyum sülfat (%50 K₂O) formunda, 1/5’i ara çapada, 1/5’i sulamayla Potasyum nitrat (13–0–46) formunda uygulanmıştır.

Azotlu gübre dozları 0–12–24–36 ve 48 kg da⁻¹ seviyelerinde 1/2 si fide dikim öncesi Amonyum sülfat (%21 N) formunda temel gübre olarak uygulanmıştır. Azotlu gübrenin kalan 1/4 ü ara çapada CAN (%26 N), 1/4’ü sulama ile

yine CAN formunda bant halinde uygulanmıştır. Azot seviyelerinin hesaplanmasında Potasyum nitrat (18–0–46) uygulamalarından gelen saf azot miktarı dikkate alınmıştır.

Ortalama 120 gün gelişim dönemi ile “geççi” çeşit olarak bilinen “Seminis 5822” fideleri 21 Nisan tarihinde tarlaya dikilmiş ve 14 Ağustos itibari ile hasat işlemleri tamamlanmıştır. Denemede parsellerden meyve tutum, 1. el hasat ve 2. el hasat dönemlerinde meyve örnekleri alınmıştır. Meyve örneklerinde toplam-N, $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{NO}_2\text{-N}$ içerikleri belirlenmiştir. Ayrıca hasatlarda elde edilen parsel verimleri kaydedilmiş ve kg da^{-1} olarak hesaplanmıştır.

Meyve örneklerinde toplam azot modifiye edilmiş Kjeldahl yöntemi ile (18); kuru ağırlıkta % olarak belirlenmiştir. Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) 1,2,4 Xylenol yöntemi ile kolorimetrik olarak (7); nitrit azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$) Griess Hosway yöntemi ile taze örneklerde kolorimetrik olarak ölçüldü (8, 15). Sonuçlar kuru ağırlıkta (K.A) mg kg^{-1} olarak hesaplanmıştır.

Deneme 5 uygulama ve 5 tekerrürlü olarak tesadüf blokları faktöriyel deneme deseninde yürütülmüştür. Çalışmada elde edilen veriler SPSS program paketi versiyon 15.0 ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda önemli farklılıklar gösteren varyasyon kaynaklarının ortalamaları arasındaki fark LSD test yöntemi kullanılarak gruplandırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Azotlu Gübrelemenin Verim Üzerine Etkisi

Denemede artan azot dozlarına göre parsellerden elde edilen verim miktarları ortalama 10655 kg da^{-1} ile 16651 kg da^{-1} arasında değişmektedir. En düşük verim azot uygulanmayan şahit parsellerde en yüksek verim ise 36 kg da azot uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Artan azot uygulamaları ile verim miktarının artmasına karşılık 48 kg da^{-1} en yüksek azot dozunda verimde düşüş görülmüştür. Yapılan istatistiki analizlerde de artan azot dozlarıyla verim arasında önemli düzeyde ($p<0.1$) pozitif ilişki olduğu ve en etkili dozun 36 kg da^{-1} olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).

Elde edilen sonuçlar azotlu gübrelemenin verim üzerine etkisinin belirli bir seviyeye kadar olumlu olduğunu göstermektedir. Pek çok araştırmacı azotun verimi giderek azalan oranlarda

etkilediğini bildirmektedirler. Alan (3), Bornova’da; Yağmur (22), Güney Marmara’da; Aydın (6), Manisa bölgelerinde standart sanayi domatesi çeşitleriyle yürüttükleri çalışmalarda da azot ile verim arasında %1 düzeyde önemli ilişki bulduklarını ve bu etkinin belirli bir doza kadar olumlu olduğunu belirlemişlerdir.

Azotlu Gübrelemenin Toplam Azot Miktarına Etkisi

Denemede artan azot seviyeleri uygulanan parsellerden meyve tutum, 1. hasat ve 2. hasat dönemlerinde domates meyve örnekleri alınmıştır. Artan azot dozlarına göre meyvelerde belirlenen toplam azot, kuru maddede (K.M) %2.42–3.08 arasında değişmektedir. Meyvelerde en düşük toplam N değerleri hiç azot uygulanmayan parsellerde belirlenmiştir. En yüksek değerler ise 48 kg da azot uygulanan parsellerden elde edilmiştir. Meyve örneklerinde belirlenen toplam N içeriği Çizelge 2’de verilmiştir.

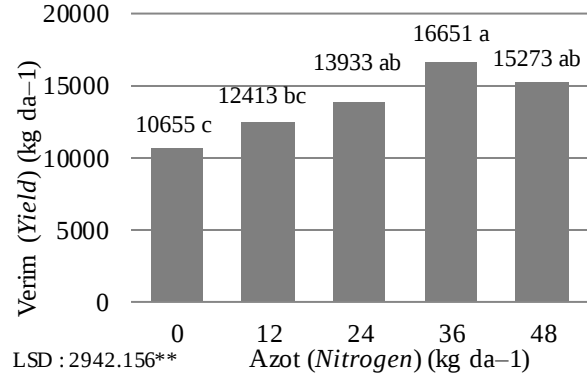
Çizelge 2’de izleneceği gibi her örnek alma döneminde artan azot uygulamalarına paralel olarak meyvelerin toplam N içeriği artış göstermiştir. Dönemsel olarak ise azot birikimi meyve tutumundan sonra 1. hasat dönemine bir miktar azalmakla beraber 2. hasatta artış eğilim göstermiştir.

Ceylan ve ark. (9) sofralık domates bitkisinde yaptıkları çalışmada artan azot dozları ile meyvelerdeki azot miktarının arttığını ve %2.15 ile 3.05 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Pekcan (21)’a göre ise bitki gelişimi içinde meyvelerde toplam azot %1.95–2.30 arasında değişmektedir. Anaç (2) meyvede toplam azotun %1.975–2.582 arasında değiştiğini ve artan düzeyde uygulanan azotlu gübrelemenin meyvenin azot içeriğini artırdığını saptamıştır. Ayrıca domates bitkisi meyvelerinde azot miktarının hasat dönemine doğru hafif dalgalanarak artış gösterdiğini bildirmiştir. Anaç (2) bu durumu “sink” etkisi nedeniyle mobil bir element olan azotun gelişmekte olan meyvelere doğru taşınım ile açıklamaktadır.

Yapılan varyans analizi sonucunda da azot seviyelerinin meyve toplam azot miktarında meydana getirdiği farklılık önemli ($p<0.1$) çıkarken dönemler arasındaki değişim de ($p<0.1$) önemli çıkmıştır. Denemede “Uygulama $\times$ Dönem” interaksiyonunun da önemli ($p<0.05$) çıkması, artan azot dozların her örnek alma döneminde etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Azotlu Gübrelemenin Nitrat ve Nitrit Birikimi Üzerine Etkisi

Artan azot dozlarına göre meyvelerde belirlenen $\text{NO}_3\text{-N}$, kuru ağırlıkta (K.A.) $78\text{--}364\text{ mg kg}^{-1}$; $\text{NO}_2\text{-N}$, $0.13\text{--}0.58\text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. En düşük $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{NO}_2\text{-N}$ miktarları benzer şekilde 2. hasat döneminde hiç azot uygulanmayan parsellerde, en yüksek değerler ise 1. hasat döneminde 48 kg da^{-1} uygulamasında belirlenmiştir. Meyve örneklerinde belirlenen $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{NO}_2\text{-N}$ içeriği Çizelge 3'te verilmiştir.



Şekil 1. Azotlu gübrelemenin verime etkisi
Figure 1. The effect of nitrogenous fertilization on yield

Çizelge 2. Meyve örneklerinde belirlenen toplam-N miktarları (K.M.'de %)

Table 2. Total-N amounts in fruits (%-D.M.)

Uygulamalar Treatments N kg da ⁻¹	Toplam (Total) N (%)			
	Meyve tutum Fruit set	1. hasat 1. harvest	2. hasat 2. harvest	Ortalama Mean
0	2.56 d	2.42 c	2.72 c	2.57 d
12	2.76 c	2.66 b	2.88 b	2.77 c
24	2.87 b	2.72 ab	3.02 a	2.87 b
36	2.98 a	2.79 a	2.99 a	2.92 ab
48	2.97 a	2.81 a	3.08 a	2.95 a
Ortalama / Mean	2.83 b	2.68 c	2.94 a	
LSD	Uygulama (Treatment) : 0.058** Dönem (Season) : 0.075** Uygulama × Dönem (Treatment × Season): 0.098*			

Değerler 5 tekrarın ortalamasıdır (Given values are mean of 5 replications). *: $p < 0.05$. **: $p < 0.1$.

Çizelge 3. Meyve örneklerinde belirlenen $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{NO}_2\text{-N}$ miktarları (mg kg^{-1} K.A.)

Table 3. $\text{NO}_3\text{-N}$ and $\text{NO}_2\text{-N}$ amounts in fruits (mg kg^{-1} Dry weight)

Uygulamalar (Treatments) N kg da ⁻¹	$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg kg^{-1})				$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg kg^{-1})			
	Meyve tutum Fruit set	1.hasat 1.harvest	2.hasat 2.harvest	Ort. Mean	Meyve tutum Fruit set	1.hasat 1.harvest	2.hasat 2.harvest	Ort. Mean
0	98 e	114 e	78 d	97 e	0.14	0.16	0.13	0.14
12	133 d	182 d	96 d	137 d	0.21	0.27	0.24	0.22
24	170 c	213 c	129 c	171 c	0.27	0.36	0.32	0.31
36	211 b	288 b	164 b	221 b	0.33	0.44	0.45	0.41
48	256 a	364 a	198 a	273 a	0.38	0.51	0.58	0.49
Ortalama Mean	174 b	232 a	133 c		0.27 b	0.35 a	0.34 a	
LSD	Uygulama (Treatment): 17.087** Dönem (Season) : 13.236** Uygulama×Dönem (treatment×season):29.595**				Uygulama (treatment): ns Dönem (season): 0.047** Uygulama × Dönem (Treatment × Season): ns			

Değerler 5 tekrarın ortalamasıdır (Given values are mean of 5 replications). *: $p < 0.05$. **: $p < 0.1$. ns: önemli değil (not significant)

Çizelge 3'te görüleceği gibi artan azot uygulamalarına paralel olarak meyvelerin $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{NO}_2\text{-N}$ içeriği artış göstermiştir. En yüksek nitrat değeri 1. hasat döneminde 48 kg da^{-1} azot uygulanan parsellerden 364 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. En yüksek $\text{NO}_2\text{-N}$ 'u ise yine 48 kg da^{-1} azot uygulamasında ve 2. hasat

döneminde 0.58 mg kg^{-1} 'a yükselmiştir. Dönemsel olarak ise iki azot formu da meyve tutum döneminden 1. hasat dönemine kadar artmıştır. Nitrat azotu 2. hasatta hızla azalma gösterirken, nitrit azotu bir miktar artış göstermiştir. Bu durum geç hasat koşullarında bitki metabolizmasının yavaşlaması ve mevcut

nitrat azotunun nitrit azotuna redükte olması şeklinde açıklanabilmektedir.

Benzer şekilde; Ceylan ve ark. (9) sofralık domates bitkisinde yaptıkları çalışmada artan azot dozları ile meyvelerdeki nitrat miktarının arttığını ve 68 ile 272 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hartman ve ark. (14)'da farklı nitrat ve amonyum oranlarındaki su kültüründe yetiştirdikleri domates meyvelerindeki $\text{NO}_3\text{-N}$ miktarlarının fide dikimden 56 gün sonra 124 ppm iken 90. günde 87 ppm'e düştüğünü belirlemişlerdir. Öndeş ve Zabunoğlu (20) domates meyvelerinde $40\text{--}326 \text{ mg kg}^{-1} \text{ NO}_3\text{-N}$ belirlemişlerdir. Hoff ve Wilcox (16)'da domates bitkisi meyvelerinde nitrat birikimini inceledikleri çalışmalarında $18\text{--}445 \text{ mg/kg}$ arasında $\text{NO}_3\text{-N}$ tespit etmişlerdir. Bu değerler çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Achtzehn ve Hawat (1), $\text{NO}_2\text{-N}$ miktarının $1\text{--}2 \text{ mg/kg}$ üzerinde olmadığını bildirmişlerdir. Gök ve ark. (12), aşırı nitratlı gübrelemenin hıyarda nitrat birikimine etkisini inceledikleri çalışmada meyve nitrit içeriğinin 0.3 ile 1.3 ppm arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çakıcı (11) sanayi domatesi meyvelerinde nitrit azotu miktarının 0.078 ile 0.365 ppm arasında değiştiğini bildirmiştir. Ceylan ve ark. (9) sofralık domates bitkisinde yaptıkları çalışmada artan azot dozları ile meyvelerdeki nitrit miktarının arttığını ve 0.057 ile 0.368 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

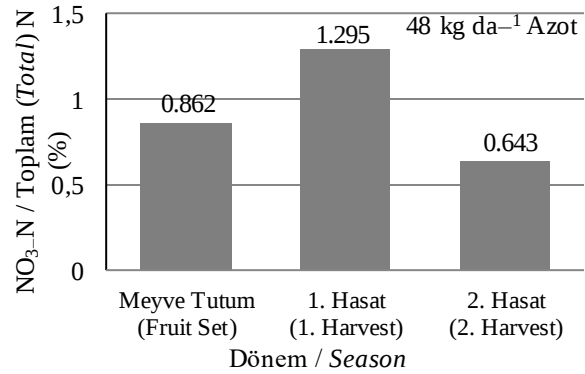
Araştırmamızda azotlu gübre seviyelerinin meyve $\text{NO}_3\text{-N}$ ve $\text{NO}_2\text{-N}$ içeriğine etkisini belirlemek için denemelerden elde edilen değerler, dönemler de göz önüne alınarak istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Yapılan varyans analiz sonucunda, azot seviyelerinin meyve nitrat azotu miktarında meydana getirdiği farklılık $p<0.1$ düzeyinde önemli çıkarken dönemler arasındaki değişim de $p<0.1$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Buna göre meyve nitrat içerikleri azotlu gübre seviyelerinden etkilenmiş, bunun yanında dönemlere göre de değişim göstermiştir. Denemelerde "Gelişme dönemi $\times$ doz" interaksyonu da $p<0.1$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Bu durum dozların etkisinin dönemlere bağlı olarak değiştiğini ortaya koymuştur. Nitrit azotu içeriklerinde ise azot uygulamaları ile istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı sadece dönemler arasında $p<0.1$ düzeyde önemli farklılık olduğu görülmüştür.

Öndeş ve Zabunoğlu (20), sera koşullarında çeşitli azotlu gübreleri 6 ayrı düzeyde

uygulayarak domates bitkisi yetiştirmişler ve azot seviyeleri ile meyve $\text{NO}_3\text{-N}$ kapsamı arasında %1 düzeyde önemli ilişki belirlemişlerdir. Güneş ve Aktaş (13) ise özellikle nitrat formundaki azot ile meyve $\text{NO}_3\text{-N}$ arasında önemli ilişki belirlemişlerdir. Benzer şekilde pek çok araştırmacı uygulanan azot seviyelerinin meyve nitrat içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Azotlu Gübrelemenin $\text{NO}_3\text{-N}$ / Toplam-N Oranına Etkisi

Meyvelerdeki Nitrat azotunun toplam azot içerisindeki oranı ($\text{NO}_3\text{-N}$ /Toplam-N), bitki tarafından alınan azotun asimilasyon düzeyini göstermesi açısından iyi bir kriterdir. Meyvelerin toplam-N ve $\text{NO}_3\text{-N}$ içeriklerinin verildiği konularda da belirtildiği gibi, bitkilerin toplam azot ve nitrat kapsamı uygulanan azotlu gübre düzeyine bağlı olarak artış göstermiştir. Bununla birlikte bu artışların ne gibi bir denge içerisinde olduğu yani asimilasyona mı yoksa akümülayasyona mı uğradığını anlayabilmek için meyve örneklerindeki $\text{NO}_3\text{-N}$ /Toplam-N oranları hesaplanarak gelişme dönemlerine göre ayrı ayrı Çizelge 4'te verilmiştir.



Şekil 2. Dönemlere göre $\text{NO}_3\text{-N}$ /toplam N oranlarının değişimi

Figure 2. The seasonal changes of $\text{NO}_3\text{-N}$ /Total-N rates

Çizelge 4'te verilen sonuçlar incelendiğinde meyvede asimile olmamış $\text{NO}_3\text{-N}$ oranlarının %0.287 ile %1.295 arasında değiştiği görülmektedir. Dönemlere göre değişim gösteren asimile olmamış $\text{NO}_3\text{-N}$ oranı 3 örnek alma döneminde de, azotlu gübre seviyelerinden etkilenmiş ve dozlara paralel olarak artış göstermiştir. En düşük oranlar kontrol parsellerde en yüksek oranlar ise 48 kg N/da uygulamalarında belirlenmiştir. Bu dozda asimile

olmamış nitrat oranı 1. hasat döneminde %1.295'e çıkmıştır.

Meyvede belirlenen asimile olmamış $\text{NO}_3\text{-N}$ oranları gelişme dönemleri içinde dalgalanma göstermiştir. Bütün azot dozlarında meyve tutum dönemine göre 1.hasat döneminde artış gösteren oranlar, 2. hasat döneminde hızla azalarak en düşük değerine inmiştir. Bu değişim en yüksek azot (48 kg da^{-1}) dozunda incelenmiş ve Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2'de görüleceği gibi asimile olmayan $\text{NO}_3\text{-N}$ miktarı meyve tutum döneminden 1.

hasat dönemine kadar hızla artmış ve en yüksek değerine çıkmıştır. Bu dönemden fazla azot alınımı ve asimile olmayan azotun birikimi söz konusu olmuştur. Bu değişim içerisinde 1. hasatta 2. hasat döneminde hızlı bir azalmanın olduğu dikkat çekmektedir. Bu son dönemde bitki metabolizmasının yavaşlaması ile azot alınımının ve birikiminin de yavaşladığı düşünülmektedir. Ancak deneme sonuçlarımızda iki hasat arasında nitrattın azalmasına karşılık asimile olmayan bir miktar nitrattın nitrite dönüştüğünü göstermiştir.

Çizelge 4. Meyve örneklerinde $\text{NO}_3\text{-N}$ / Toplam azot oranları

Table 4. The rates of $\text{NO}_3\text{-N}$ / Total N in fruits

Uygulamalar Treatments N kg da ⁻¹	$\text{NO}_3\text{-N}$ / Toplam (Total) N (%)			
	Meyve tutum Fruit set	1. hasat 1. harvest	2. hasat 2. harvest	Ortalama Mean
0	0.383 e	0.471 e	0.287 d	0.380 e
12	0.482 d	0.684 d	0.333 d	0.500 d
24	0.592 c	0.783 c	0.427 c	0.601 c
36	0.708 b	1.032 b	0.548 b	0.763 b
48	0.862 a	1.295 a	0.643 a	0.933 a
Ortalama / Mean	0.605 b	0.853 a	0.448 c	
LSD	Uygulama (Treatment) : 0.056**; Dönem (Season) : 0.043** Uygulama × Dönem (Treatment × Season): 0.093**			

Değerler 5 tekrarin ortalamasıdır (Given values are mean of 5 replications). **: p<0.1.

SONUÇ

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre sanayi domatesine artan düzeyde uygulanan azotlu gübreler meyvelerdeki nitrat ve nitrit içeriğini artırmaktadır. Özellikle meyve tutum döneminden sonra yüksek miktarda azot alınımı ve asimile olmayan azotun meyvelere taşınımı ile en yüksek düzeyine çıkmaktadır. Çalışmamızda 48 kg da^{-1} azot uygulamalarında ilk hasat dönemindeki taze meyvelerde 364 mg kg^{-1} nitrat azotu belirlenmiştir. Meyvelerdeki bu nitrat gerek taze gerek kurutulmuş ve gerekse konserve olarak tüketilerek insan vücuduna ulaşmaktadır. EFSA, FAO ve WHO raporlarında 60 kg ağırlığında bir insan için günlük ortalama 222 mg nitrat, 16 mg nitrit kabul edilebilir sınır değerler olarak bildirilmektedir (4). Bu sınırların aşılmasında domatesin gıda olarak günlük kullanım miktarları belirleyici olmaktadır. Özellikle $6\text{--}7 \text{ kg}$ taze domatesten 1 kg salça, $14\text{--}15 \text{ kg}$ meyveden kuru domates elde edildiği düşünüldüğünde risk dikkat çekici düzeye gelmektedir.

Çalışma sonuçlarımız göz önüne alındığında 1. hasat dönemindeki meyve örneklerinde 36 ve 48 kg da^{-1} N seviyelerinde yüksek değerlere ulaşıldığı görülmektedir. Bu durumun yüksek dozda uygulanan azot yanında geç dönemde yapılan nitrat formunda azotlu gübrelemekten kaynaklandığı düşünülmektedir. Bitkinin gelişim dönemi sonuna doğru metabolizmasının yavaşlamasına karşın yüksek azot alınımı bitkide nitrat birikimine sebep olabilmektedir. Diğer taraftan meyvelerin nitrit içerikleri ise sağlık açısından tehlikeli sınır değerlere ulaşmamıştır. Ancak 2. hasatta nitrat azalırken nitrit miktarı bir miktar artış göstermiştir. Bu durum geç hasat koşullarında bitki metabolizmasının yavaşlaması ve mevcut nitrat azotunun nitrit azotuna redükte olması şeklinde açıklanabilmektedir. Meyvelerin hasat sonrası taşıma depolama ve kurutma koşullarının elverişsiz olması sonucunda da nitritin artabileceği göz önüne alınmalıdır.

Son yıllarda yüksek verimli çeşitlerinin devreye girmesi ve buna paralel aşırı gübre kullanımı, salça ve kurutmalık domates sanayiinde kalite sorunları ortaya çıkarmıştır. Bu durum sanayi domatesi üretiminin doğru

zamanda doğru miktar ve formda gübre kullanımı yanında hasat, nakliye ve kurutma aşamalarının bir bütün halinde değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Achtzehn, M.K. and H. Hawat, 1970. Zur nitritbildung in Gemüse und Gemüsezu bereitungen 1. *Mitt. Rohspinat*. 14: 383–394.
2. Anaç, D., 1981. Azot ve potasyumun domates bitkisinin mineral madde kapsamı ve bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Besleme Kürsüsü. Doktora Tezi*. 186s.
3. Alan, N., 1990. Domatesin kaldırmış olduğu bitki besin elementleri, bunların taşınması ve azot ve potasyumun verime olan etkileri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi*. 105s.
4. Anonymous, 2008. Nitrate in vegetables scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *The EFSA Journal*. p689, 1–79.
5. Anonymous, 2016. <http://www.tarim.gov.tr/konular/bitkisel-uretim/bitki-besleme-ve-tarim-sal-teknolojiler/bitki-besleme-istatistikleri> (Erişim Tarihi: 13 Aralık 2017).
6. Aydın, Ş., 1994. Sanayi domatesinde azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerin verim ve kaliteye etkileri. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi*. 95s.
7. Balks, R. and I. Reekers, 1960. Nitrat bestimmung in Pflanzensubstanzen mit 1,2, Xylenol. *Landwirtsch. Forsch.* 13:134–136.
8. Bremner, J.M., 1965. Total Nitrogen. *Ed. (Black, C.A.). methods of Soil Analysis Part 2, American Society of Agronomy Inc. Publisher Madison, Wisconsin. U.S.A. pp. 1149–1178.*
9. Ceylan, Ş., N. Mordoğan, F. Yoldaş ve B. Yağmur, 2001. Azotlu gübrelemenin domates bitkisinde verim, azot birikimi ve besin element içeriği üzerine etkisi. *Ege Üni. Zir. Fak. Dergisi* 38(2-3):103-110.
10. Corre, W.J. and T. Breimer, 1979. Nitrate and nitrite in vegetables. *Wageningen:Pudoc* p.85.
11. Çakıcı, H., 1997. Azotlu gübrelemenin Sanayi domatesinin azot alınımı ve birikimine etkisi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi*. 135s.
12. Gök, M., H. Özbek ve A.K. Çolak, 1991. İçel bölgesi sera koşullarında yapılan aşırı nitrat gübrelemesinin hıyarda nitrat birikimi üzerine etkisi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(3):47–53s.
13. Güneş, A. ve M. Aktaş, 1996. Değişik NO₃/NH₄/Üre oranlarının domateste verim kaliteye etkisi. *Journal of Agriculture and forestry*. (20):35–40.
14. Hartman, P.L., D.B. Mills and J.B. Jones, 1986. The influence of nitrate: ammonium ratios on growth, fruit development and element concentration in “Floradel” tomato plants. *Journal of American Society for Horticulture Science*. 111(4):487–489.
15. Hildebrandt, E.A., 1976. Zur problematik der nitrosamine in der pflanzenernaehrung aus dem ins. *Für Pflanzenern. Der Justus Liebig Uni. Giessen Dissertation*.
16. Hoff, J.E. and G.E. Wilcox, 1970. Accumulation of nitrate in tomato fruit and its effect on detinning. *Journal of the American Society of Horticultural Science* 95:92–4.
17. Kacar, B., 2009. Toprak analizleri. *Nobel Yayın No: 1387, 467s.*
18. Kacar, B. ve A. İnal, 2008. Bitki analizleri. *Nobel Yayın No: 1241, Fen Bilimleri: 63:1. Basım, Ankara.*
19. Maynard, D., A.V. Baker, P.L. Minotti and N.H. Peck, 1976. Nitrate accumulation in vegetables. *Adv Agron.* 28:71–118.
20. Öndeş, D. ve S. Zabunoğlu, 1990. Çeşitli azotlu gübrelerin sebzelerde nitrat birikimine etkisi. *Doğa Tr. J. of Agriculture and Forestry* 15(1991):445–460.
21. Pekcan, T., 1990. Sera şartlarında domates bitkisinin mineral besin maddesi kapsamı. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. 92s.
22. Yağmur, B., 1990. N–P–K’lı mineral gübrelemenin sanayi domatesinin beslenme durumu ile ürün üzerine etkileri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi*. 98s.