

Damla sulamayla farklı zamanlarda uygulanan azot dozlarının hıyarın verim ile bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi

Ceyhan TARAKÇIOĞLU

Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, ORDU

Alınış tarihi: 14 Ekim 2016, Kabul tarihi: 10 Aralık 2016

Sorumlu yazar: Ceyhan TARAKÇIOĞLU, e-posta: ctarakcioglu@hotmail.com

Öz

Bu çalışmada, farklı dozda farklı zamanlarda uygulanan azotun hıyar bitkisinin verim ve bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Denemede, azot günlük 1, 2, 3 mg kg⁻¹ olmak üzere; her gün, haftada iki kez, haftada 1 kez ve iki haftada 1 kez olmak üzere 4 farklı zamanda uygulanmıştır. Azot uygulamasında homojenlik sağlamak üzere 6 haftalık sürede her bir azot dozu için tüm uygulama zamanında toplam 42-84-126 mg kg⁻¹ N uygulanmıştır. Temel gübreleme olarak 10-100-125 mg kg⁻¹ NPK ekimden önce toprağa uygulanmış, ayrıca 1 hafta arayla 3 kez 5 mg kg⁻¹ K damla sulamayla verilmiştir. Deneme 5 kg toprak alan saksılarda tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak serada yürütülmüştür. Günlük uygulamada N₃ düzeyinde en yüksek verim elde edilmesine rağmen; haftada iki kez yapılan uygulamada verim, ortalama meyve ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı en yüksek düzeyde bulunmuştur. Bitkinin toplam N ve Ca içeriği, artan N dozuyla birlikte tüm uygulama zamanında önemli düzeyde artış göstermiştir. Haftada iki kez yapılan uygulamada bitkinin toplam N içeriği en düşük, iki haftada bir kez yapılan uygulamada ise en yüksek tespit edilmiştir. Bitkinin N kullanım etkinliği, haftada iki kez yapılan uygulamada en yüksek ve istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Azot dozlarının bitkinin toplam P içeriği üzerine etkisi istatistiki bakımdan % 1 düzeyinde önemli iken, uygulama şeklinin etkisi önemsiz bulunmuştur. Bitkinin toplam K içeriği üzerine uygulama zamanının %1 düzeyinde önemli etkisi olmuştur.

Anahtar kelimeler: Fertigasyon, azot, uygulama zamanı, besin elementleri, hıyar

Effects of application time and nitrogen doses of trickle irrigation system on yield and some nutrient contents of cucumber

Abstract

This study was conducted to determine the effects of nitrogen application timing and doses on the yield and some nutrient contents of cucumber under trickle irrigation. Nitrogen was applied daily at the rate of 1, 2, 3 mg kg⁻¹, with four application time: every day, twice a week, once a week and once a two weeks. The total amount of the nitrogen applied 42-84-126 mg kg⁻¹ per plant, uniformly. Nitrogen, phosphorus and potassium were used at the doses of 10-100-125 mg kg⁻¹ before planting, and also potassium was applied with fertigation at the rate of 5 mg kg⁻¹ three times. Polyethylene pots were filled with 5 kg of the soil, and treatments were arranged completely randomized design with four replications. The highest yield was obtained from N₃ level, but yield, mean fruit weight and plant dry weight was influenced by twice a week. Nitrogen and calcium contents of the plant was also increased with increasing N levels in every application time. Plant total N concentration were lowest for the twice a week application and highest for the once a two weeks. Nitrogen use efficiency was found the highest for the twice a week, significantly. Phosphorus contents of leaves were not influenced by application timing, but significantly influenced by increasing nitrogen (P<0.01). The concentration of potassium in leaves increased significantly with added N at all application timing. There were a significant effects (P<0.01) of application time on leaf K contents.

Key words: Fertigation, nitrogen, application time, nutrients, *Cucumis sativus*

Giriş

Tarımsal üretimde damla sulama ile gübre uygulama (fertigasyon) tekniğinin dünyada ve ülkemizde hızla gelişip yaygınlaşmasının temel nedeni; kimyasal gübrelerin uygulanmasında sulama suyunun en uygun ve en ucuz araç olmasıdır. Fertigasyon; yetiştirilen bitkilerin gereksinimlerine göre gübrelerin istenilen zamanda, istenilen oran ve miktarlarda homojen bir şekilde uygulanabilmesi, başta azot olmak üzere kaba tekstürlü topraklarda yıkanma ve buharlaşma ile yitiminin en aza indirilebilmesi, istenildiğinde eldeki olanaklardan da yararlanılarak herbisitler, pestisitler ve diğer kimyasal maddelerin de aynı anda uygulanabilmesi, işgücü ve enerji gereksinimi az olduğu için ekipman gereksiniminin de göreceli olarak az olması sebebiyle tercih edilen bir sulama ve gübreleme yöntemidir (Kacar ve Katkat 2007). Fertigasyon gübre kullanımını azaltarak aşırı sulama veya yağmurdan dolayı yeraltı sularının kirlenmesine engel olur. Liang ve ark. (2014), Çin’de düzensiz ve aşırı sulamanın ve gübrelemenin ürün verimini, su ve gübre kullanım etkinliğini azalttığını, çoğu sebzeler için fertigasyonun günlük uygulandığını bildirmiştir. Araştırmacılar, bu uygulamanın yaygınlaşması ile su ve gübre kullanımının artması neticesinde toprakta besin maddesi birikimine ve tuzluluğa neden olduğu, bu yüzden ise kısıtlı sulama ve azotlu gübre kullanımının azaltılmasının kavunda verimi azaltmadığı, su ve N kullanım etkinliğini artırdığını; benzer şekilde serada fertigasyon ile su ve azotun azaltılmasının domatestede de verim ve kalitesini artırdığını belirten araştırmaların olduğunu bildirmişlerdir. Sandal ve Kapoor (2015), fertigasyon ile gübre ve su kullanım etkinliğinin daha iyi olması, besin elementlerinin yıkanma ile kayıplarının az olması sebebiyle gübre kullanımında %40-60 oranında tasarruf sağlandığını belirtmişlerdir. Bres ve ark.(2010) gerek tarla ve gerekse sera bitkilerinin fertigasyonla sulanmasında, sulama suyu kalitesi bakımından maksimum 30 mg N-NO₃⁻, 100 mg K, 150 mg Ca, 50 mg Mg, 100 mg Na, 100 mg Cl ve 100mg S-SO₄⁻² dm³ dozlarının güvenle kullanılabilmesini, topraksız kültürde fertigasyonda bitkiler için önerilen bu dozların aşılmaması ve özellikle kullanılan sulama suyunun tuzluluğuna dikkat edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Sebzelerin gelişim sezonu boyunca besin maddesi alımları birbirinden farklılık göstermektedir. Domates, biber, kavun gibi meyveli sebzeler çiçeklenmeye kadar nispeten az miktarda besin maddesine ihtiyaç duyar. Meyve tutumunda ve meyve yoğunluğuna bağlı olarak besin maddesi gereksinimi artar ve meyve olgunlaşma döneminde makro besin maddesi ihtiyacı azalmaktadır. Kereviz, lahana ve marul gibi sebzelerde ise gelişim sezonunun ilk yarısında besin maddesi alımları düşük olup, hasattan hemen önce hızla artmaktadır. (Hartz ve Hochmuth, 1996). Özellikle N ve K’un kumlu topraklarda sezon boyunca belli bir program dahilinde düzenli olarak uygulanması gübrenin etkin kullanımı açısından önem arz etmektedir. Yine sulama suyunun Ca, Mg, Fe, pH, karbonat ve bikarbonat içerikleri gübrelemede risk oluşturabilmektedir.

Bitki besin alım karakteristiğine göre bitkinin gelişim döneminde ihtiyaç duyulan gereksinimi karşılamak için fertigasyonun porsiyona bölünebileceği, gereksinimin günlük veya haftalık gübre uygulama planını hesaplamak için sıcaklığa bağlı nispi ürün gelişim oranının hesaplaması gerektiği, toplam bitki besin maddesi gereksiniminin nispi çevresel şartlara bağlı olduğunu, aslında bitkiye özel gübreleme şablonunun günlük gelişim seviye bilgisi kullanılarak geliştirilebileceği Hochmuth (1992) tarafından bildirilmiştir.

Hartz and Hochmuth (1996), fertigasyonun etkinliğinin bitki ve yetiştirme ortamının spesifik besin maddesi gereksinimine, bitki gereksinimini karşılamak için besin maddesinin verilme zamanına ve etkili kök bölgesinden çözülmüş besin maddelerinin sızması için kontrollü sulama gibi üç önemli faktöre bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Bitkinin mevsimsel toplam N, P ve K gereksinimlerinin bölgeye ve toprak tipine göre değiştiği, çoğu durumda N ve K’un % 20-30 gibi az miktarları ile fosforun hemen hemen tamamının dikim öncesinde serperek veya banda uygulanması gerektiği, dikim öncesinde N ve K’un uygulanması bu elementlerin topraktaki yetersizliği veya sezon başında sulamaya ihtiyaç duyulmadığında daha da önem arz ettiği yine aynı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Papadopoulos (1986), Fransız fasulyesine damla sulama ile günlük 3.6-7.2-10.8 mM düzeylerinde gübreleme yapmış olup; deneme sonunda toplam 180 L suyla 9-18-27 g N saksı⁻¹ düzeyinde azot uygulamıştır. Artan azot uygulama düzeyleri ile toprağın zamana bağlı olarak nitrat içeriğinin arttığını, bitkinin nitrat ve toplam N içeriklerinin arttığını, bitkinin P içeriğinin azalmakla birlikte K içeriğinin arttığını, sonuç olarak 7.2 mM uygulama düzeyinin N yıkanması ve toprak tuzluluğunu arttırmadan en yüksek verim için uygun olduğunu bildirmiştir.

Papadopoulos (1987), çileğe damla sulama ile günlük 3.6-7.2-10.8 mM azot düzeylerinde gübreleme yapmış olup; deneme sonunda toplam 771 L suyla 3.85-7.70-11.55 g N saksı⁻¹ düzeyinde azot uygulamıştır. Artan azot uygulama düzeyleri ile toprağın nitrat içeriğinin arttığını, bitkinin toplam N içeriğinin arttığını, P ve K içeriğinin azaldığını, sonuç olarak 7.2 mM uygulama düzeyinin verim, meyve sayısı ve meyve ağırlığı bakımından en uygun doz olduğunu bildirmiştir. Locascio et al. (1989), damla sulamayla domatese N ve K'un %60'ını 12 haftada değişik oranlarda (%2-4-6-8-12.5-12.5-12.5-12.5-7.5-7.5-7.5-7.5) uygulamış, kumlu toprakta bölerek damla sulama ile yapılan gübrelemenin toplam verimi ve ekstra büyük meyve oranını arttırdığını saptamışlardır. Günlük su uygulama sayısının lokasyonda da verim ve bitkinin N ve K alımları üzerine etkisi olmamıştır. Cook and Sanders (1991), domates bitkisine toplamda eşit olacak şekilde damla sulamayla aylık, 2 haftada 1, haftalık ve günlük olmak üzere uyguladıkları N ile iki çeşitte verim ve meyve sayısının arttığını saptamıştır. Aylık ve günlük uygulanan N ile lokasyonda da toprakların nitrat konsantrasyonu yüksek bulunmuştur.

Hartz ve Hochmuth (1996), Florida da malçlanmış ve damla sulama yapılan hıyar yetiştiriciliği için önerdiği gübreleme programında; ilk 1 hafta günde hektara 1.1 kg N ve 0.9 kg K, 2 hafta 1.7 kg N ve 1.4 kg K, 6 hafta 2.2 kg N ve 1.8 kg K ve son olarak 1 hafta 1.7 kg N ve 1.4 kg K'un uygulanabileceğini bildirmiştir. Florida'da sulamanın genç bitkiler için 45 dakika olgun bitkiler için 1.5 saatin yeterli olacağını ve kumlu topraklarda 1.5 saatten fazla yapılacak sulamanın besin elementlerinin yıkanmasına ve kök bölgesinden aşağıya taşınacağını kirliliğe sebep olabileceğini bildirmiştir.

Ruiz ve Romero (1999), 5-10-20-40 g N m⁻² düzeyinde hıyara uyguladıkları gübreleme neticesinde, 40 g uygulama düzeyinde yapraktaki

aşırı nitrat asimilasyonunu nitrat redüktaz aktivitesindeki azalma veya sınırlama ile birlikte protein ve aminoasit artışı ile ilişkilendirmişlerdir. Yine 10-20 g N uygulamasında ise organik azotun meyveye taşınımı ile verimi arttırdığı bildirilmiştir. Bitki gelişiminin hücre bileşenlerindeki aminoasit, protein, nükleik asit formundaki yeterli N sağlamaya bağlı olduğunu, N asimilasyonundaki sınırlamanın nitratın nitrite nitrat redüktaz tarafından katalizlenmesinde azalmayla orantılı olduğunu bildirmiştir. Sezen ve ark. (2006), domateste en yüksek verim ve meyve sayısı bakımından 1:1 kül:peat karışımında günde bir kez sulama ve evaporasyonun %150 seviyesinde, en yüksek su kullanım etkinliğinin %75 evaporasyon oranında gerçekleştiğini bildirmiştir.

Kuşçu ve ark. (2009), Türkiye'de damla sulamayla sulanan sebzelerden en yüksek pazarlanabilir ürünün domateste 87.5 t ha⁻¹, biberde 59.2 t ha⁻¹, yeşil fasulyede 7.6 t ha⁻¹ ve patlıcanda 46.5 t ha⁻¹ olarak Klas A buharlaşma kabında belirlenen evaporasyon miktarının % 100-100-80 oranından elde edildiğini, sulama suyu verimliliğinin ise domateste 23.6 kg m⁻³-, biberde 16.5, yeşil fasulyede 2.6 ve patlıcanda 13.6 olarak %80-80- 40- 80 evaporasyon oranından elde edildiğini bildirmiştir.

Spizewski ve Knaflewski (2009) turşuluk hıyarın damla sulama ve gübreleme, yağmurlama ve serpererek gübreleme, sulamasız serpererek gübrelemenin ekinliğini karşılaştırmak için yaptığı denemede; sulamanın sulamasız uygulamaya göre verimi 2 kat arttırdığını, sulamanın kuru madde ve toplam şeker içeriğini azalttığını, damla sulamanın yağmurlama sulamadan daha etkili olduğunu saptamışlardır.

Tekale ve ark. (2014) hıyar bitkisine tavsiye edilen gübre miktarının (75 N - 37.5 P₂O₅ - 37.5 K₂O kg ha⁻¹) %75-100-125 oranında ve 2, 4, 6 gün aralıklarla uyguladıkları denemede; 2 gün aralıklarla uygulanan % 125 oranındaki uygulamanın meyve boyu, meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, birim alandaki meyve verimini arttırdığını saptamışlardır. Feleafel ve ark. (2014), artan fertigasyon oranının hıyar bitkisinin meyve ağırlığı, sayısı ve verimi ile yaprakların N, P ve K içeriklerinin arttığını tespit etmiştir.

Kuşçu ve ark. (2014), damla sulama ile 0-60-120-180 kg N ha⁻¹ ve Klas A buharlaşma kabında belirlenen evaporasyon miktarının %100-75-50'si oranında yapılan farklı sulama seviyelerinin domates bitkisinin verimi ve meyve özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada; en yüksek pazarlanabilir

verimin %100 sulamada gerçekleştiğini saptamıştır. Azalan sulama oranı kuru madde, SÇKM, toplam şeker, titre edilebilir asitlik, likopen, toplam karoten miktarını genellikle teşvik etmiş, meyvenin nitrat ve protein içeriğini hafifçe azaltmıştır. En yüksek sulama verimliliği %75 uygulamasından sağlanmıştır. 180 kg N ha⁻¹ uygulama dozu pazarlanabilir verim, meyve boyutu, SÇKM, nitrat ve protein miktarını arttırmıştır. Kalite ve kantite bakımından en uygun sulama seviyesinin %75 ve 120 - 180 kg N ha⁻¹ uygulama düzeylerinin optimum olduğunu bildirmişlerdir.

Özellikle son yıllarda NPK'un fertigasyon ile çeşitli uygulama dozlarının hıyar bitkisinin gelişimi ve verimi üzerine etkilerine ilişkin çalışmaların yanı sıra, kısıtlı sulama ve fertigasyon konularında da çalışmalar sıklıkla yapılmaya başlanmıştır (Tiwari, 2013; Feleafel ve ark., 2014; Jisha Chand, 2014; Patwardhan, 2014; Tekale ve ark., 2014; Fang ve ark., 2015; Abdalhi ve ark.2016).

Bu çalışmada, günlük, haftalık, haftada iki kez ve iki haftada bir kez uygulanan üç farklı azot dozunun hıyar bitkisinin verim ve bazı bitki besin maddesi içerikleri üzerine etkisi araştırılmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme serada 5 kg toprak alan saksılarda tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak hibrid Maral F1 çeşidi kullanılmıştır. Denemede kullanılan toprağın analizleri Kacar (1994) tarafından bildirilen

metotlarla yapılmış olup; toprağın fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemede azotlu gübreleme günlük, haftada 2 kez, haftada 1 kez ve iki haftada 1 kez olmak üzere günde 1-2-3 mg kg⁻¹ N olacak şekilde damla sulama ile verilmiştir. Deneme sonunda bütün uygulamalarda eşitlik sağlamak için toplam 42-84-126 mg kg⁻¹ azot olacak şekilde 6 hafta süreyle uygulanmıştır. Azotlu gübrelemede NO₃/NH₄ oranı 80/20 olacak şekilde Ca(NO₃)₂.4H₂O ve NH₄NO₃ ile ayarlanmıştır. Temel gübreleme olarak 10 mg kg⁻¹ azot (NH₄NO₃) ve 100 mg kg⁻¹ fosfor (KH₂PO₄) ekimden önce uygulanmıştır. Saksılara 3 tohum ekildikten 12 gün sonra her saksıda 1 bitki olacak şekilde fideler seyreltilmiş ve deneme yaklaşık 2 ay (11.06-12.08.1999) sürmüştür. Meyve hasadı 21 Temmuzda başlamış ve 12 Ağustos tarihine kadar hemen hemen günlük hasat edilmiştir. Damla sulama bitkinin ihtiyacına göre yapılmış, fertigasyon ise 24.06.1999 tarihinde günlük uygulama ile başlamış ve 42.gün sonunda gübrelemeye son verilmiştir. 20 Temmuzdan itibaren birer hafta ara ile 3 kez 5mg/kg düzeylerinde potasyum damla sulama suyu ile birlikte verilmiştir. Tepe sürgününden itibaren 3.-8. boğumlar arasındaki yapraklar hasat öncesi örneklenerek bitki besin elementi analizleri yapılmıştır. Yaprak analiz sonuçları, Jones ve ark. (1991) tarafından meyve oluşum ve hasat dönemindeki üstten 5. yaprak örnekleri için verilen referans değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Çizelge 1. Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Özellikler	Değer	Yöntemler
Kum %	33.8	
Kil %	27.3	
Silt %	38.9	
Tekstür sınıfı	Killi tın (CL)	Bouyoucos (1951)
CaCO ₃ %	5.14	Çağlar (1949)
PH (1:2.5)	7.70	Grewelling and Peech (1960)
Elektriksel iletkenlik mmhos cm ⁻¹	0,39	Richard (1954)
KDK me 100g ⁻¹	24.73	Black (1965)
Organik madde %	3.42	Jackson (1962)
Toplam azot %	0.27	Bremner (1965)
Bitkiye yararlı P mg kg ⁻¹	79.48	Olsen et al. (1954)
Değişebilir K me 100g ⁻¹	0.97	Pratt (1965)
Değişebilir Ca me 100g ⁻¹	14.54	Pratt (1965)

Yaprak örneklerinde toplam N Bremner (1965)'e göre Kjeldahl yöntemi ile; HNO₃-HClO₄- asit karışımı ile yaş yakılan örneklerde toplam P spektrofometrik olarak Kitson and Mellon (1944)'a göre; toplam K fleymfotometrede, toplam kalsiyum EDTA ile titrimetrik olarak Kacar (1972)'ın bildirmiş olduğu

metotlarla belirlenmiş olup; azot kullanım etkinliği (NKE) ise birim azota karşılık oluşturulan kuru madde üzerinden yani NKE=KMx100/KMx%N formülü ile hesaplanmıştır. Denemeye ilişkin veriler MİNİTAB paket programı ve LSD çoklu karşılaştırma yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Serada damla sulama suyu ile verilen azotlu gübre doz ve uygulama sıklığının hıyar bitkisinin toplam verim ve ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 2'de verilmiştir. Azotlu gübre doz ve uygulama şeklinin verim üzerine etkisi istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Artan azot dozuyla birlikte verimde artış sağlanmış olup, en yüksek verim günlük uygulamada N₃ düzeyinde belirlenmiştir. Haftada iki kez yapılan uygulamada

en yüksek verim, haftada bir kez yapılan uygulamada ise en düşük verim elde edilmiştir. Uygulama şeklinin ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi önemli olmayıp, yine haftada iki kez yapılan uygulamada tüm azot dozunda en yüksek ortalama meyve ağırlığı tespit edilmiştir. N₁ uygulama düzeyinde en düşük verim ve ortalama meyve ağırlığı belirlenirken diğer uygulama dozları ile % 1 düzeyinde önemli ilişkiler saptanmıştır.

Çizelge 2. Azotlu gübre uygulama ve şeklinin hıyarın verim ve ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi

Uygulama	N ₁	N ₂	N ₃	Ort	Ortalama meyve ağırlığı, g bitki ⁻¹			
					N ₁	N ₂	N ₃	Ort
					Verim, g bitki ⁻¹			
Günlük	208.9	337.6	507.7	351.40 ab	64.0	79.4	82.2	75.2
Haftada-2	275.3	445.5	492.0	404.26 a	79.1	84.6	89.7	84.5
Haftada-1	206.0	265.0	467.2	312.73 b	73.3	82.3	85.1	80.2
İki haftada-1	200.9	363.8	446.1	336.93 ab	72.3	81.5	83.1	79.0
Ortalama	222.78 C	352.98 B	478.25 A		72.18 B	81.95 A	85.03 A	
F-test								
Uygulama		**				öd		
Doz		**				**		
UygXDoz		öd				öd		
LSD %1		59.22		68.38		8.010		

Papadopoulos (1988), damla sulama sistemi ile patatese 70-130-190-250 mg N L⁻¹ uygulama düzeylerinden 130 mg N L⁻¹ düzeyinde yüksek verim ve kalite için uygun doz olduğunu; toplamda 205 ile 735 kg N ha⁻¹ arasında değişen miktarda N uygulandığını bildirmiştir. Güler ve ark. (1999), damla sulama ile haftada iki kez verilen 200 ppm N dozunun hıyar bitkisinin verim, meyve sayısı ve meyve ağırlığını en yüksek miktarda arttırdığını saptamış olup; bu sonuç, bizim bulgularımızda da tüm N dozlarında haftada iki kez yapılan uygulamalarda verim ve meyve ağırlığındaki artışla benzerlik göstermektedir. Güler ve ark. (2006), artan N uygulama dozu ile hıyar veriminin arttığını, haftada iki kez uygulanan azotun verimde ve ortalama meyve ağırlığında daha fazla artış sağladığını tespit etmiştir. Şahin ve ark. (2010) fertigasyon tekniği ile domateste, 3 gün aralıklarla sulanan ve 27.5 kg N da⁻¹ uygulama dozunda en yüksek verim ve C vitamini elde etmiştir. Tekale ve ark. (2014), hıyar bitkisinde fertigasyon ile gübre uygulama sıklığının verim ve verim öğelerini arttırdığını tespit etmişlerdir. Arshad ve ark. (2014), suda çözünebilir 20-20-20 gübresini her bir parselde damla sulamayla 0-500-750-1000-1250 g dozlarında uyguladıkları çalışmada, meyve boyu, meyve

ağırlığı ve verimi bakımından en uygun dozun 1000 g uygulama olduklarını belirlemişlerdir. Seong Soo ve ark., (2014), fertigasyon ile haftalık uygulanan 120-150 mg L⁻¹ azotun hıyarda en yüksek verim artışı sağladığını bildirmişlerdir. Uwekve ve ark. (2015) 15:15:15 gübresinin 60 kg NPK ha⁻¹ uygulama dozunun hıyarın toplam ve pazarlanabilir meyve sayısı için uygun doz olduğunu, budamanın meyve özellikleri üzerine önemli etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Fang ve ark (2015), iki farklı sulama ve dört farklı fertigasyon uygulamasının hıyar bitkisinde bitki boyu, yaprak alanı, kuru ağırlık, verim ve meyve kalitesi üzerine önemli etkisinin olduğunu, bu uygulamalar içerisinde %100 sulama ve %100 fertigasyon oranında en yüksek verim alındığını saptamışlardır.

Kuru ağırlık üzerine gübre uygulama şekli ve dozunun etkisi istatistiki açıdan % 1 düzeyinde önemli bulunmuş olup; artan azot dozuyla birlikte bitkilerin kuru ağırlıkları artmış, yüksek kuru ağırlık N₃ düzeyinde belirlenmiştir. Haftada iki kez uygulanan azot dozlarında diğer uygulama şekline göre en yüksek kuru ağırlık elde edilmiştir (Çizelge 3). Ruiz ve Romero (1999), artan N uygulama düzeyleri ile hıyar yapraklarının kuru ağırlığını arttırdığını saptamışlardır.

Çizelge 3. Uygulamanın hıyar bitkisinin kuru ağırlık ve kalsiyum içeriği üzerine etkisi

Uygulama	Kuru ağırlık, g				%Ca			
	N ₁	N ₂	N ₃	Ort	N ₁	N ₂	N ₃	Ort
Günlük	28.30	36.07	39.27	34.55 ab	3.71	4.16	4.37	4.08 b
Haftada-2	32.14	39.01	42.29	37.81 a	4.64	4.76	4.88	4.76 a
Haftada-1	27.94	30.99	35.31	31.41 b	3.16	3.22	3.89	3.42 c
İki haftada-1	28.23	32.74	31.70	30.89 b	3.45	3.69	3.78	3.64 c
Ortalama	29.15 B	34.70 A	37.14 A		3.74 B	3.96 AB	4.23 A	
F-test								
Uygulama		**				**		
Doz		**				*		
UygXDoz		öd				öd		
LSD %1-%5		4.107		4.743		0.4005		0.4624

Bitkinin en yüksek Ca içeriği haftada iki kez yapılan uygulamada, en düşük Ca içeriği ise haftada bir kez yapılan uygulamadan elde edilmiş ve istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Artan azot dozuyla bitkinin Ca içeriğinde artış gözlenmiş, azot dozunun bitkinin Ca içeriği üzerine etkisi %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Bitkinin Ca içeriğindeki artış kalsiyum nitrat gübresinin kullanımıyla ilişkilendirilebilir. Bitkinin Ca içeriği genellikle Jones ve ark. (1991) tarafından verilen referans değerleri (%1.5-4.0) arasında yer almakta olup; haftada 2 ve günlük uygulama yapılan bitkilerin Ca içerikleri yüksek bulunmuştur.

Artan azot uygulama dozu ile birlikte bitkinin toplam N içeriği düzenli olarak artış göstermiş ve N₃ uygulama düzeyinde bitkinin azot içeriği en fazla olmuştur. Haftada iki kez yapılan uygulamada en düşük azot içeriği belirlenmiş olup, iki haftada bir yapılan uygulamada en yüksek azot içeriği elde edilmiştir. Uygulama şekli ve dozunun bitkinin toplam N içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan %1 düzeyinde önemli olmuştur. Bitkinin N içeriğinin haftada 2 kez yapılan uygulamada en düşük bulunması, bu uygulamada en yüksek verim ve kuru

ağırlık elde edilmiş olması sebebiyle seyrelme etkisiyle açıklanabilir. Bitkinin toplam N içeriği, Jones ve ark. (1991) tarafından verilen referans değerlerinden (%4-5) düşük bulunmuştur. Azot kullanım etkinliği ise uygulanan azot dozuna bağlı olarak N₁ düzeyinde belirlenmiş; haftada iki kez yapılan uygulamada en yüksek bulunmuş ve diğer uygulamalar arasında istatistiki açıdan farklılık kaydedilmiştir (Çizelge 4). Güler ve ark. (1999, 2006), Babik ve Kowalczyk (2009) artan N dozu ile bitkinin N içeriğinin arttığını belirlemiştir. Ruiz and Romero (1999), artan N uygulama düzeyleri ile hıyar yapraklarının N fraksiyonlarını arttırdığını saptamışlardır. Şahin ve ark. (2010), fertigasyon tekniği ile domateste, 1 gün aralıklarla sulanan ve 20.0 kg N da⁻¹ uygulama dozunda yaprakların ortalama toplam N içeriğinin en yüksek olduğunu; artan N dozu ile birlikte yaprakların toplam N içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir. Jisha Chand (2014), hıyar için 175-125-300 kg NPK ha⁻¹ önerilen dozun %80-90-100-110 uygulama oranı içerisinde % 100 uygulama oranının bitkinin N, P, K ve su kullanım etkinliğini arttırdığını bildirmiştir.

Çizelge 4. Azotlu gübre dozu ve uygulama şeklinin bitkinin azot ve azot kullanım etkinliği üzerine etkisi

Uygulama	% N				% NKE			
	N ₁	N ₂	N ₃	Ort	N ₁	N ₂	N ₃	Ort
Günlük	1.70	1.86	2.12	1.89 a	59.3	54.0	48.4	53.9 b
Haftada-2	1.36	1.39	1.50	1.42 b	73.6	72.3	66.9	70.9 a
Haftada-1	1.82	1.91	2.08	1.94 a	55.1	52.8	48.1	52.0 b
İki haftada-1	1.95	2.12	2.14	2.07 a	52.9	47.9	47.4	49.4 b
Ortalama	1.71 B	1.82 AB	1.96 A		60.23 A	56.75 AB	52.70 B	
F-test								
Uygulama		**				**		
Doz		**				**		
UygXDoz		öd				öd		
LSD %1		0.2039		0.2354		5.056		6.369

Azotlu gübrelemenin bitkinin fosfor içeriği üzerine etkisi % 1 düzeyinde önemli olup, genellikle N₂ uygulama düzeyinden sonra azalmıştır. Bitkinin P

içeriği üzerine uygulama şekli önemsiz etkide bulunmasına karşılık haftada bir kez yapılan uygulamada en yüksek ortalama P içeriği

belirlemiştir. Papadopoulos (1988), damla sulama sistemi ile patatese 70-130-190-250 mg N L⁻¹ uygulama düzeylerinden 130 mg N L⁻¹ düzeyinden sonra bitki yapraklarının P içeriğinin azaldığını saptamıştır (Çizelge 5). Bitkinin P içeriği, Jones ve ark. (1991) tarafından verilen referans değerleri (%0.25-1.0) arasında yer almakta olup, bitkinin P

bakımından yeterli beslendiği söylenebilir. Güler ve ark. (2006) artan N dozu ile hıyar bitkisinin P içeriğinin önemsiz düzeyde arttığını belirlemişlerdir. Feleafel ve ark. (2014), artan NPK fertigasyon oranı (%50-75-100-125) ile hıyar bitkisinin N, P ve K içeriklerinin arttığını tespit etmiştir.

Çizelge 5. Azotlu gübre dozu ve uygulama şeklinin bitkinin fosfor ve potasyum içeriği üzerine etkisi

Uygulama	N ₁	N ₂	N ₃	Ort	N ₁	N ₂	N ₃	Ort
	% P				% K			
Günlük	0.59	0.66	0.60	0.62	2.65	2.74	2.17	2.52 b
Haftada-2	0.66	0.64	0.58	0.63	2.49	2.58	2.45	2.51 b
Haftada-1	0.64	0.69	0.63	0.65	3.06	2.93	2.78	2.92 ab
İki haftada-1	0.64	0.67	0.57	0.63	3.08	2.88	2.92	2.96 a
Ortalama	0.63 AB	0.67 A	0.60 B		2.82	2.78	2.58	
F-test								
Uygulama		öd				**		
Doz		**				öd		
UygXDoz		öd				öd		
LSD %1		0.05604						0.4163

Uygulama şekli ile bitkinin K içeriği arasında istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli ilişki bulunmuş ve en yüksek ortalama K, iki haftada bir kez yapılan uygulamadan elde edilmiştir. Bitkinin K içeriği üzerine azot dozunun etkisi önemsiz olup, genellikle artan N uygulaması ile birlikte bitkinin ortalama K içeriğinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 5). Bitkinin toplam K içeriği, Jones ve ark. (1991) tarafından verilen referans değerlerinden (%3.5-4.5) düşük bulunmuştur. Azotlu gübreleme kalsiyum nitrattan yapılmış olup, artan azot dozuyla birlikte bitkinin Ca içeriğindeki artış, CaxK interaksyonu sebebiyle bitkinin K içeriğinde azalmaya neden olmuştur. Güler ve ark. (2006) artan N dozu ile hıyar bitkisinin K içeriğinin önemsiz ve düzensiz bir şekilde değiştiğini; bitkinin N, P ve K içeriklerinin haftada iki kez yapılan gübrelemede haftada bir kez yapılan gübrelemeye göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Babik ve Kowalczyk (2009) artan N dozu ile hıyar bitkisinin K içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir. Bu yönüyle bulgularımız benzerlik göstermektedir.

Günümüzde kuraklık ve su kaynakların azalmasının yanı sıra toprak kirliliği sebebiyle bitki yetiştiriciliğinde yeni arayışlar içerisine girilmiş olup; kısıtlı sulama ve fertigasyonla ilgili çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Benzer konularda araştırmalara kaynak teşkil edecek olan bu çalışmada sonuç olarak; verim, meyve ağırlığı, kuru ağırlık, azot kullanım etkinliği gibi özellikleri bakımından hıyar bitkisi için haftada 2 kez yapılan fertigasyon ile N₃ (126 mg kg⁻¹) dozu önerilebilir.

Kaynaklar

- Abdalhi, M.A.M., Cheng, J., Feng, S., Yi, G. 2016. Performance of drip irrigation and nitrogen fertilizer irrigation water saving and nitrogen use efficiency for waxymaize (*Zea mays* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) under solar greenhouse. Japanese Society of Grassland Science, 62: 174-187
- Arshad, I., Wajih, A., Zaheer, A.K. 2014. Effect of different levels of NPK fertilizers on the growth and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus*) by using drip irrigation technology. International J.of Research 1(8): 650-660.
- Babik, J., Kowalczyk, W. 2009. Determination of the optimal nitrogen content in a fertigation medium for the greenhouse cucumber grown on slabs of compressed straw. Vegetable Crops Research Bulletin, 71:79-87.
- Bres, W., Kleiber, T., Trelka, T. 2010. Quality of water used drip irrigation and fertigation of horticultural plants. Folia Horticulturae, 22(2): 67-74.
- Cook, W.P., Sanders, D.C. 1991. Nitrogen application frequency for drip-irrigated tomatoes. HortScience, 26(3):250-252.
- Fang, D., Zhang, F., Li, J., Wang, H., Xiang, Y., Zhang, Y. 2015. Effects of irrigation amount and various fertigation methods on yield and quality of cucumber in greenhouse. Chinese journal of applied Ecology, 26(6):1735-1742.
- Feleafel, M.N., Mirdad, Z.M., Hassam, A.S. 2014. Effect of NPK fertigation rate and starter on the growth and yield of cucumber grown in greenhouse. Journal of Agricultural Science, 6(9): 81-92.

- Güler, S., Apaydın, A., Güzel, N., İbrikçi, H 1999. Damla sulamada sulama suyu ile uygulanan azotun serada yetiştiriciliği yapılan hıyarın verim ve bitki gelişimi üzerine etkisi. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi (14-17Eylül 1999, Ankara), Bildiri Kitabı: 359-363.
- Güler, S., İbrikçi, H, Büyük, G. 2006. Effects of different nitrogen rates on yield and leaf nutrient contents of drip-fertigated and greenhouse-grown cucumber. *Asian J.of Plant Sciences*, 5(4):657-662.
- Hartz, T.K., Hochmuth, G.J.1996.Fertility management of drip-irrigated vegetables.*Hort Technology*, 6(3):168-172.
- Hochmunt, G.J. 1992. Fertilizer management for drip-irrigated vegetables in Florida. *Hort Technology*, 2: 27-32.
- Jisha Chand, A.R. 2014. Nutrient use efficiency and economics of salad cucumber using drip fertigation in naturally ventilated polyhouse. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(12):22-25.
- Jones, J.B.Jr., Wolf, B., Mills,H.A.1991.Plant Analysis Handbook.Micro-Macro Publishing Georgia 30607, USA.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II.Bitki Analizleri. Ankara Üniv. Zir.Fak.Yay. No:453,Ankara, 646s.
- Kacar, B. 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Ankara.Ü.Z.F. Eğ.Araş.G.V. Yay. No:3.Ankara, 705s.
- Kacar, B. ve Katkat, A.V. 2007. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayın No:1119. 2. B. Ankara, 559s.
- Kuşçu, H., Çetin, B., Turhan, A. 2009. Yield and economic return of drip-irrigated vegetable production in Turkey. *New Zealand J.of Crop and Horticultural Science* 37:51-59.
- Kuşçu, H., Turhan, A., Özmen, N., Aydınol, P., Demir, A.O. 2014. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield, quality, and water productivity of processing tomato (*Lycopersicon esulentum* Mill.) *Hort. Environ. Biotechnol.*, 55(2):103-114.
- Liang, X., Gao, Y., Zhang, X., Tian, Y., Zhang, Z., Gao, L. 2014. Effect of optimal daily fertigation on migration of water and salt in soil, root growth and fruit yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in solar-greenhouse.*Plos One*, 9(1):1-10.www.plosone.org
- Locasio, S.J., Olson, S.M., Rhoads, F.M. 1989. Water quantity and time of n and k application for trickle-irrigated tomatoes. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.*,114(2):265-268.
- Papadopoulos, I. 1986. Nitrogen fertigation of greenhouse-grown French beans. *Commun.in Soil Sci.Plant Anal.*, 17(9):893-903.
- Papadopoulos, I. 1987. Nitrogen fertigation of greenhouse-grown strawberries. *Fertilizer Research*, 13:269.
- Papadopoulos, I. 1988. Nitrogen fertigation of trickle-irrigated potato. *Fertilizer Research*, 16:157-167.
- Patwardhan, A. 2014. Effect of fertigation and irrigation scheduling on growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Scientific J.Agricultural Engineering*, 1: 9-14.
- Ruiz, J.M., Romero, L. 1999. Cucumber yield and nitrogen metabolism in response to nitrogen supply. *Scientia Horticulturae*, 82(3-4): 309-316.
- Sandal, S.K., Kapoor, R. 2015. Fertigation technology for enhancing nutrient use and crop productivity: An overview. *Himachal J.of Agricultural Research*, 41(2):114-121.
- Seong Soo, K., Myung Sook, K., Myung Seok, K., Yoo Hak, K., Taek-Keun, O., Chang Hoon, L. 2014. Effects of nitrogen fertigation on cucumber growth and nirate in soil under plastic film house. *CNU J.of Agricultural Science*, 41(4): 385-390.
- Sezen, S.M., Çelikel, G., Yazar, A., Mendi, Y.Y., Şahinler, S., Tekin, S., Gencel, B. 2006. Effects of drip irrigation management and different soilless culture on yield and quality of tomato grown in plastic house. *Pakistan J.of Biological Sciences*, 9(4): 766-771.
- Spizewski, T., Knaflewski, M. 2009. The effect of irrigation methods on the yield of pickling cucumber. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 70: 153-161.
- Şahin, S., Karaman, M.R., Ünlükara, A., Gebeloğlu, N., Durukan, A. 2010. Tokat Kazova yöresi sırık domates yetiştiriciliğinde fertigasyon tekniği ile uygun azot dozu ve bitki su tüketiminin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Özel sayı, Bildiriler Kitabı*: 81-87.
- Tekale, C.D., Tumbare, A.D., Teale, G.S., Danawlale, N.J., Tambe, S.T. 2014. Effect of different fertigation levels and schedules on growth and yield of cucumber under polyhouse condition. *International Journal of Current Research*, 6(7): 7353-7355.
- Tiwari, S.P. 2013. Impact of different fertigation levels on morpho-physiological traits and yield of cucumber under greenhouse condition. *Hortflora Research Spectrum*, 2(2):180-181.
- Uwekve, P.N., Okpani, F.M., Okocha, I.O. 2015. Effects of different rates of NPK 15:15:15 and pruning methods on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) in Unwana-Afikpo. *International J.of Science and Research*, 4(10):36.