



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**DAMLA SULAMA YÖNTEMİNDE AZOTUN BÖLEREK
UYGULAMASININ PAMUKTA VERİM, RANDIMAN VE BİTKİ
BESLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

ALİ GÖZÜYEŞİL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

EYLÜL – 2013

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DAMLA SULAMA YÖNTEMİNDE AZOTUN BÖLEREK
UYGULAMASININ PAMUKTA VERİM, RANDIMAN VE BİTKİ
BESLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

ALİ GÖZÜYEŞİL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

Doç. Dr. Veli UYGUR danışmanlığında hazırlanan bu tez 04/08/2013 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Veli UYGUR

Başkan

Yrd. Doç. Dr. Hatice DAĞHAN

Üye

Yrd. Doç. Dr. Yaşar AKIŞCAN

Üye

Bu tez Enstitümüz Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No: 675

Doç. Dr. İsmail Hakkı KARAHAN

Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanundaki hükümlere tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

16.09.2013

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılmayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

ALİ GÖZÜYEŞİL

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	I
ÖZET.....	II
ABSTRACT	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1.GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.1.1. Deneme Alının Özellikleri	14
3.1.2. Sure Grow-125 çeşit özellikleri	15
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Tarla denemesinin kurulması ve gübreleme	15
3.2.2. Denemenin yürütülmesi	16
3.2.3. Yaprak örneklerinin alınması ve analizi	17
3.2.4. Ölçülen bitkisel parametreler	18
3.2.5. Denemenin hasadı	18
3.2.6. Verilerin değerlendirilmesi	19
4.1. Bitkisel Parametreler Üzerine Uygulamaların Etkisi.....	20
4.2. Yaprakların Besin Elementi İçeriği.....	26
4.3. Besin Elementleri Arasındaki İlişkiler	36
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	39
KAYNAKLAR.....	40
TEŞEKKÜR.....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	49

ÖZET**DAMLA SULAMA YÖTEMİNDE AZOTUN BÖLEREK UYGULAMASININ
PAMUKTA VERİM, RANDIMAN VE BİTKİ BESLENMESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Sulama ve azotlu gübreleme pamuk üretiminde ürün ve randıman üzerine en fazla etki eden girdilerdendir. Ancak küresel ısınma ve su kaynaklarının azalması ve verilen azotlu gübrenin farklı mekanizmalarla bitkiye yarayışsız hale dönüşmesi bu iki girdinin daha kontrollü yapılmasını gerekli kılmaktadır. Bu sebeple suyun daha etkin kullanıldığı damla sulama sistemiyle bitkinin ihtiyacına göre azotlu gübrelemenin yapılabilmesi için 150 kg/ha azot 5 farklı şekilde (geleneksel yöntem salma sulama, damla sulama yöntemiyle 1, 2, 3 ve 4 bölünerek) toprağa uygulanmıştır. Yapılan uygulamaların pamukta bazı bitkisel parametreler, ürün ve randımanı ile bitki beslenme üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Azotun verilmiş şekli bitki boyu, koza sayısı, kütlü verimi ve çırçır randımanı üzerinde önemli derecede etkiye sahip olmuştur. En yüksek kütlü verimi D3 ve D2 uygulamalarında elde edilirken geleneksel olarak yapılan gübreleme uygulamasında en düşük kütlü verimi değeri elde edilmiştir. D1, D2, D3 ve D4 uygulamalarında sırasıyla kütlü veriminde geleneksel yöntemle göre % 11.3, 14.6, 14.7 ve 7.4 oranında ürün artışı elde edilmiştir. Diğer taraftan elde çırçır randımanı azotun 2 ve daha fazlaya bölündüğü durumlarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Azotun salma sulama ve damla sulamada artan parçalarla verilmesi yaprakların Ca, Mg ve Mn konsantrasyonu üzerinde etkili olmazken; azot, demir ve çinko genel bir azalma eğilimi; fosfor ve sodyum ise artış eğilimine neden olmuştur. Sonuç olarak pamuk yetiştiriciliğinde azotun damla sulamayla 1-3 e bölünerek uygulandığında kütlü verimi ve çırçır randımanı artışına neden olabileceği yargısına ulaşılmıştır.

2013, 49 sayfa

Anahtar Kelime: Azot, pamuk, damla sulama, verim, kalite, bitki besin elementleri

ABSTRACT**THE EFFECT OF SPLIT APPLICATION OF NITROGEN IN DRIP IRRIGATION ON YIELD, QUALITY AND PLANT NUTRITION OF COTTON**

Irrigation and nitrogenous fertilization are the most pre-eminent two inputs in cotton cultivation affecting the yield and quality. However, global warming and scarce water resources along with nitrogen losses by different mechanisms make necessary to control both factors more efficiently. Thus 150 kg/ha N were applied with drip irrigation, by which water is used more efficiently, by dividing 1-4 equivalent portions (D1, D2, D3, D4 stand for nitrogen portioned into 1, 2, 3 and 4, respectively) and in traditional way with pan irrigation. The effects of treatments on plant parameters such as plant height, number of cotton boll, and yield and fiber quality along with plant nutritional status were investigated. Nitrogen fertilization methods were significantly affected all of the investigated plant parameters. The maximum yields were obtained for D3 and D2 treatments whereas the minimum for traditional method. 11.3, 14.6, 14.7 and 7.4 % of yield increase were observed for D1, D2, D3 and D4, respectively comparing to the traditional one. Higher fiber quality was obtained as the nitrogen divided two or more portions in drip irrigation. Increasing partition of nitrogen resulted in no significant difference in calcium, magnesium, and manganese; a decreasing trend in nitrogen, iron, and zinc; and an increasing trend in phosphorus and sodium concentration of leaves. Consequently, 1-3 portions of nitrogen in drip irrigation may be applied to have higher yield and fiber quality with increased water and fertilizer use efficiency.

2013, 49 pages

Key Words: Nitrogen, cotton, drip irrigation, yield, quality, plant nutrition elements

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1. Deneme toprağında yapılan analizler ve kullanılan analiz yöntemleri.....	14
Çizelge 3. 2. Deneme toprağının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri.....	14
Çizelge 3. 3. Deneme yerine en yakın meteoroloji istasyonunda 2012 yılında ölçülen bazı ekilim parametreleri	15
Çizelge 4. 1. Azot uygulama yönteminin bitki boyu (cm), elma sayısı (adet/bitki), lif kalitesi ve verime (kg/da) ait çoklu varyans analiz tablosu.....	21
Çizelge 4. 2 Azot uygulamalarının bitkisel parametreler üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırması.....	22
Çizelge 4. 3. Azot uygulama yönteminin pamuk yaprağının azot içeriğine etkisine ait varyans analizi	27
Çizelge 4. 4. Azot uygulama yönteminin pamuk yaprağının potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve fosfor (P) içeriğine etkisine ait çoklu varyans analiz tablosu	28
Çizelge 4. 5. Azot uygulama yöntemlerinin pamuk yaprağının azot (N), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na) ve fosfor (P) içeriğine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırması	29
Çizelge 4. 6. Azot uygulama yönteminin pamuk yaprağının demir (Fe), manganez (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), sodyum(Na) içeriklerine etkisine ait çoklu varyans analiz tablosu.....	33
Çizelge 4. 7. Azot uygulama yöntemlerinin pamuk yaprağının demir (Fe), manganez (Mn), çinko (Zn) ve bakır (Cu) içeriğine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırması	34
Çizelge 4. 8. Pamuk yaprağındaki besin elementleri konsantrasyonları arasındaki korelasyonlar (N=15).....	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. Deneme planı	17
Şekil 4. 1. Azot uygulamalarının bitki boyu üzerine olan etkisi	22
Şekil 4. 2. Azot uygulamalarının elma sayısı üzerine olan etkisi	23
Şekil 4. 3. Azot uygulamalarının lif/kütlü oranı üzerine olan etkisi	23
Şekil 4. 4. Azot uygulamalarının verim (kg/da) üzerine olan etkisi	24
Şekil 4. 5. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında azot içeriğine etkisi.....	27
Şekil 4. 6. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında potasyum içeriğine etkisi.....	29
Şekil 4. 7. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında fosfor içeriğine etkisi.....	30
Şekil 4. 8. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında kalsiyum içeriğine etkisi.....	30
Şekil 4. 9. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında magnezyum içeriğine etkisi.....	31
Şekil 4. 10. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında sodyum içeriğine etkisi.....	32
Şekil 4. 11. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında demir içeriğine etkisi.....	34
Şekil 4. 12. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında manganez içeriğine etkisi	35
Şekil 4. 13. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında çinko içeriğine etkisi	35
Şekil 4. 14. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında bakır içeriğine etkisi	36

1.GİRİŞ

İklim parametrelerinin uzun yıllar ölçümü dünya ikliminin önemli ölçüde değişmekte olduğunu göstermektedir. Türkeş (1997) iklim değişikliğini, nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler biçiminde tanımlamıştır. İklim değişikliği, sanayi devrimi sonrasında artan enerji ihtiyacının fosil yakıtların kullanımıyla karşılanması, ormanların bozulması ve diğer insan etkinlikleri sonucunda ortaya çıkmış olup ekonomik büyüme ve nüfus artışı bu süreci daha da hızlandırmıştır. Bu bağlamda küresel ısınma 19. yüzyılın sonlarında başlamış, son yüzyılda ortalama hava sıcaklıkları 0.4 °C ile 0.8 °C arasında artmıştır. Küresel ısınma, hidrolojik döngünün değişmesi, su kaynaklarının hacminde ve kalitesinde azalma, kara ve deniz buzullarının erimesi, kar ve buz örtüsünün alansal daralması, deniz seviyesinin yükselmesi, kuraklık ve seller, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi, yüksek sıcaklıklara bağlı salgın hastalıkların ve zararlıların artması sonucunda ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan etkileyecek önemli değişikliklerin olması muhtemeldir (İDEAÇG, 2006).

Değişken topoğrafyası ve üç tarafı denizlerle çevrili Türkiye yağışlı ılıman iklimden yarı kurak ve kurak iklime değişen farklı iklim bölgeleri iklim değişikliklerinden farklı biçimde ve değişik derecelerde etkilenecektir. Örneğin küresel ısınmadan en çok çölleşme tehdidi altındaki kurak ve yarı kurak ilime sahip halen yeterli su kaynaklarına sahip olmayan Güneydoğu, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgeleri etkilenecektir (Öztürk, 2002).

İklim değişiklikleri gerek doğal gerekse tarımsal ekosistemlerde değişen su ve sıcaklık dengesi tatlı su kaynakları açısından da önemli sorunlara neden olacaktır. Bu da gerek tarımsal ürün deseninin gerekse yetiştirme tekniklerinin önemli ölçüde değiştirilmesini zorunlu kılacaktır. Özellikle tamamen ya da kısmen yağışın buharlaşmadan düşük olduğu veya sulama ihtiyacı olan dönemde yetiştirilen pamuk, buğday, mısır, soya fasulyesi gibi tarımsal ürünlerde önemli derecede verim düşüklüğü ortaya çıkabilecektir. Bu değişimden daha çok yetiştirme periyodu yaz aylarını kaplayan ve pamuk, mısır gibi sulama zorunluluğu olan bitkiler daha çok etkilenecektir.

Diğer taraftan iklim değişmelerinin en önemli sonuçlarından birisi su kaynakları üzerinde oluşturduğu direkt veya dolaylı olumsuz etkileridir. Sıcaklık, yağış miktarının azalması ve buharlaşmanın artmasıyla direkt, bitki su tüketiminin artmasıyla dolaylı olarak su kaynaklarının miktar ve kalitesi üzerinde bir stres faktörü olabilmektedir (Soykan, 1995).

TÜBİTAK ile RIHN (Research Institute for Humanity and Nature) arasında 2002-2007 yılları arasında yürütülen Kurak Alanlarda İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretim Sistemlerine Etkisi (ICCAP, 2007) projesi, iklim değişikliklerinin, Seyhan Havzası su kaynaklarında bir azalmaya neden olacağı, bitkilerin su gereksinimlerinde artış meydana gelebileceği ve gelecekte sulama yöntemlerinin büyük önem kazanacağını göstermiştir.

Sulama, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde tarımsal üretimin artırılmasında en önemli etmendir. Sulama, geçmiş 50 yılda tarımsal üretim artışında anahtar rolü oynayan en önemli tarımsal girdilerdendir (Jensen ve ark., 1990). Ülkemizin de içinde bulunduğu bitkisel üretimin sulama yapılmadan mümkün olmadığı kurak ve yarı kurak iklim kuşaklarında, bitkilerin yetiştirme dönemlerinde büyük bir su açığı oluşmaktadır. Küresel ısınma sonucu su kaynaklarında azalmaya karşılık bilinçsiz sulama topraklarımızda tuzluk problemini giderek arttırmaktadır. Bu nedenlerle kapalı sulama sistemlerinin kullanılması neredeyse bir zorunluluk haline gelmektedir. Arazide kullanılan kapalı sulama sistemlerinin başında damlama sulama yöntemi gelmektedir. Damlama sulama yöntemi kullanılarak azalan su kaynaklarına karşı bir önlem aldığımız gibi suyun daha etkin bir şekilde kullanılması sonucu verim artışını sağlamış oluruz.

Bununla birlikte bitki gelişiminin olmasa olmazlarından olan gübrenin damlama sulama sistemiyle uygulanmasıyla bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemlerde besin elementlerinin uygulanması imkanını sağlaması nedeniyle verimliliğin ve gübrenin kullanım etkinliğinin arttırmak ta mümkündür. Başka bir deyişle hem su hem de gübre girdileri diğer sulama yöntemlerine göre damla sulama sisteminde daha kolay bir şekilde kontrol edilebilmekte ve bu girdilerin maliyetleri önemli ölçüde aşağı çekilerek tarımın en önemli problemlerinden olan “karlılık” arttırılabilmektedir. Tüm bu faktörleri göz önüne alan hükümetler tarımda kapalı devre sulama sistemlerinin kullanımı konusunda önemli destekler sağlamaktadırlar.

Bu çerçevede son yıllarda damla sulama sistemleri, yaygın olarak kullanıldığı meyve alanlarının dışında, yavaş yavaş sıra bitkilerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Ancak sıra bitkilerinde kullanımı gübreleme stratejilerinin de gözden geçirilmesini gerekli kıldığından bu konu ile ilgili bilimsel çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, damlama sulamayla azotun bölünerek verilmesinin bitki verim, kalite ve bitki beslenmesi üzerindeki etkilerinin geleneksel yöntemle karşılaştırmalı olarak incelenmesi hedeflenmiştir. Elde edilen verilerin pamuk üretiminde damla sulamanın kullanımı açısından temel oluşturabileceği, su ve gübre kullanımı açısından stratejik öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Sulama ve azotlu gübreleme bitkisel üretimde ürünü en fazla etkileyen en önemli iki girdidir. Yapılan çalışmalar sadece gübreleme ile bitkisel verimlilikte gelişmiş ülkelerde % 30-40' lık, gelişmekte olan ülkelerde ise % 50-60' lık bir artışa neden olmaktadır. Diğer taraftan bu gün ülkemizde özellikle nadasa bırakılan alanlarda en önemli problem su kaynaklarının yeterli olmamasına bağlı olan verimsizliktir. Yapılan çalışmalar azotun tek başına verimi etkileyen unsurlar arasında en yüksek paya sahip olduğu bildirilmektedir (Zabunoğlu ve Karaçal, 1992). Kurak iklime sahip bölgelerde ise bu iki parametre arasındaki optimum dengenin kurulması gübre olarak kullanılan azotun etkinliğini arttırmanın ve dolayısıyla verimi ve kaliteyi yükseltmenin en önemli yoludur. Bu ise gerek sulama yöntemlerinde yapılan değişimlerle gerekse gübreleme yönteminde yapılacak olan değişimlerle optimize edilebilir. Gübrelerin uygulanma şekli gübredeki besin elementinin etkin kullanılmasını etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Mohammed ve ark., 1999). Feigin ve ark. (1982) sulamanın ve gübrelemenin birlikte yapıldığı fertigasyonun gübrelerin uygulanmasında en etkin yöntem olduğunu bildirmektedir. Damla sulama yöntemleri son yıllarda gerek besin elementinin zamanlaması ve miktarının kontrolünü sağlaması gibi avantajları, gerek suyun etkin kullanımını sağlaması (Bar-Yosef, 1977, Papadopoulos, 1988; Mmolawa ve Or, 2000) ve gerekse bu faydaları göz önünde bulundurularak Türkiye'de olduğu gibi devlet tarafından verilen teşvikler neticesinde fertigasyonun kullanılmasına en uygun metot olarak bildirilmektedir.

Geleneksel gübreleme yöntemlerine göre fertigasyon uygulaması ile gübre kullanım etkinliğinin % 20-50 arasında daha fazla olduğu bildirilmektedir (Gaskell, 2004). Fertigasyon yöntemiyle verilen azot miktarının geleneksel yöntemle verilen miktarla kıyaslandığında 135 kg N ha^{-1} kadar verimde hiçbir azalma olmadan tasarruf edilebileceği bildirilmektedir (Schepers ve ark., 2004). Geleneksel ve fertigasyonla mısıra verilen eşit miktardaki gübrelemede, fertigasyon uygulamasında elde edilen ürün miktarının geleneksel uygulamaya göre % 31 daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Gonzalez-Meza ve ark., 1998). Diğer taraftan aynı araştırmacılar su kullanım etkinliğinin fertigasyon uygulamalarında 0.3 kg/m^3 daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Darwish ve ark. (2002) fertigasyonun su kullanım etkinliğini geliştirmesinin yanında besin

elementlerinin kullanım etkinliğini de artırdığını bildirmiştir. Tüm bu bulgular gösteriyor ki fertigasyon su ve gübre kullanım etkinliğini arttırmakta ve buna bağlı olarak da verim ve ürün kalitesinin iyileşmesini sağlayarak daha az girdi kullanımıyla daha kaliteli ve fazla ürün eldesini sağlayarak ekonomik ve çevreye duyarlı tarım yapma imkanı sağlamaktadır.

Azotlu gübreler, damlatıcılarda tıkanmalara neden olmamaları ve yüksek çözünürlüğe sahip olmaları nedenleriyle damla sulama sistemlerinde en sık kullanılan gübrelerdir (Haynes, 1985). Azotlu gübrelerin bu özellikleri nedeniyle bitkinin ihtiyaç duyduğu azot miktarı her sulamayla veya fasılalı aralıklarla damla sulama sistemleriyle bitki kök bölgesine direk olarak uygulanma olanağını sağlamaktadır (Papadopoulos, 1988; Kaygısız, 2005). Bu şekilde toprakta son derece hareketli olan ve çok kolay bir şekilde yıkanmayla ve volatilizasyonla, denitrifikasyonla kaybolabilen azotun bitki tarafından alınan miktarları artarak yüksek gübre kullanım etkinliğine ulaşabilmektedir (Miller ve ark., 1981; Papadopoulos, 1985; Kaygısız 2005). Literatürde damla sulama yönteminin daha sıklıkla kullanıldığı bahçe ve/veya tarla bitkilerinde bölerek uygulanan azotlu gübrelemenin azot kullanım etkinliği üzerine çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Quinones ve ark., 2003; Singandhupe ve ark., 2003; Silber ve ark., 2003; Thornborn ve ark., 2003; Mohammed, 2004a,b; Teixeira ve ark., 2011). Damla sulama sistemi, bu bitkilere ekim aralığı geniş olması nedeniyle ekonomik ve kolay bir şekilde tesis edilebilmektedir. Bununla birlikte özellikle pamuk üzerine damla sulama ve bölerek uygulanan azotlu gübrelemenin etkisiyle ilgili yapılmış çalışmaların sayısı son derece sınırlıdır (Chen et al., 2010; Hou et al., 2007; Janat, 2004, 2008).

Pitts ve ark. (1991) kumlu topraklarda su altında kalma ve damla sulamada sulama sıklığının örtü altında yetiştirilen domatese (*Lycopersicum esculentum*) etkisini incelemişlerdir. 2 x 2 faktöriyel desende kurulan denemede günde üç defa ve bir defa olmak üzere 2 sulama sıklığı kullanılmıştır. Her sulama konusu su ile doymuş ve doymuş olmayan şartlarda denenmiştir. Normalde taban suyu seviyesi 0.9 m de tutulmuştur ancak sel olduğu dönemlerde 5-8 günlük süreyle taban suyu seviyesi 0.2 m den daha az olacak şekilde yükseltilmiştir. Sel evresinde bitki sıcaklığı ve toprağa oksijen difüzyonu ölçülmüştür. Sel öncesi ve sonrası bitkinin kuru biyomas ağırlığı ve kök dağılımı incelenmiştir. Her bir yetiştirme sezonunda bitki boyu, toplam ürün ve ürün kalitesi karşılaştırılmıştır. Su ile doymuşluk ve sulama sıklığı ürün miktarını

etkilememiştir. Damla sulamada fertigasyon yüksek taban suyunun olduğu durumlarda bitki zararlanma riskini azaltabileceği bildirilmiştir.

Ayars ve ark. (1999)' na göre yüzey altı damla sulama tek yıllık ve çok yıllık bitkilerde kabul edilmiş yeni bir yöntemdir. Araştırmacılar, Su Yönetimi Araştırma Laboratuvarı araştırmacıları tarafından 15 yılı aşkın süredir yürütülen denemeler hakkında derleme yapmışlardır. Domates, pamuk, mısır, yonca ve ağaç kavununda sera ve tarla denemeleriyle yapılmış sulama ve gübreleme verileri değerlendirilmiştir. Bu çalışmaların sonuçları, tüm bitkilerde önemli miktarlarda verim ve su kullanım etkinliğinde artışlar olduğunu göstermektedir. Yüksek frekanslı sulama uygulamaları, derine sızmayı (perkolasyon) azaltmış ve yüksek taban suyundan yararlanmayı arttırmıştır. Yüzey altı damlama sistemlerinde sisteme kök girişini engelleyen önlemler alındığında sistemin üniformitesinin 9 yıl boyunca değişmeden kalabildiği bildirilmiştir.

Ristimaki ve ark., (2000) yavaş salımlı gübrelerle konvansiyonel gübrelerin eşdeğer miktarlarını ve yavaş salımlı gübrelerin daha az miktarlarını seyrek uygulamanın yapıldığı tarla denemeleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda yavaş salımlı gübreleme programı, geleneksel gübreleme programlarına oranla daha fazla verim ve daha kaliteli ürün oluşumunda rol oynamıştır. Yavaş salımlı gübreleme aynı zamanda damla sulama yönteminde de kullanılmıştır. NPK ekim sırasında eşit miktarda taban gübresi olarak uygulanmış buna karşılık eşit miktarlarda besin elementi içeren fertigasyon programı sürekli olarak uygulanmıştır. Bu durumda sonuçlar yavaş salımlı gübrelerin daha iyi gelişme sağladığı en azından fertigasyonla aynı seviyede ürün verdiği belirlenmiştir.

Mmolawa ve ark., (2000) sulama ve gübreleme metotlarına bağlı olarak bitki örtüsü altında toprak suyu ve sudaki iyonların dinamikleri ile ilgili yapılan çalışmaları gözden geçirmiştir. Zayıf kalitedeki su ile fertigasyon yapıldığında toksik seviyede tuzların kök bölgesinde birikmesi söz konusu olmakta ve bu durum toprakların hidrolik ve fiziksel özelliklerin zarar görmesine neden olabilmektedir. Yüksek frekansta damla sulama uygulamaları kök bölgesinde tuz birikiminin tolere edilebilir seviyede kalmasına olanak sağlayabilir. Bitki kökleri su ve iyon alımındaki değişimlerle, toprak suyu ve iyonların dinamiği üzerine kök bölgesinde önemli etkiye sahiptir. Kökün su ve çözünen madde alımı modellemesi kök dağılımı, kök uzunluğu ve yoğunluğunun kök bölgesindeki dağılımına bağlıdır. Mısır bitkisinin damla sulamanın yapıldığı

yetiştiricilik koşullarında nitrat alım oranı ve alım paterni TDR gözlenmiştir. Mısır için saptanan nitrat alım oranının literatür değerleri içerisinde yer aldığı bildirilmiştir.

Breschini ve ark. (2002) damla sulama uygulamasının ürün verimi ve kalitesi açısından incelenmesi için 9 ticari kereviz sahasında tarla denemeleri yapmışlardır. Yetiştiricinin kullandığı damlatıcılara göre daha yüksek ve daha düşük damlatma kapasitesi olacak şekilde damla sulama sistemi oluşturulmuş ve çiftçi koşullarında deneme yürütülmüştür. Bu şekilde araziye verilen su miktarı ise mevsimsel referans evapotranspirasyonunun % 85-414 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Başka bir deyişle gün aşırıdan haftada bir sulama sıklığında araziye her sulamayla araziye 1.8 - 3.8 cm su verilmiştir. Yetiştiricinin damlama sulama uygulaması, toprak suyunun gerilimini (SWT) istenilen bir aralıkta tutmakta yetersiz kalmıştır. Toprak su potansiyeli çoğu zaman -30 kPa bazı durumlarda ise -70 Pa olmuştur. Bu kısa süreli stresin sebebi uygulanan suyun hacminden ziyade uygulanan sulama sıklığının uygun olmamasıdır. Deneme alanlarının dördünde yüksek buharlaşmanın olduğu yaz döneminde seyrek sulamaya bağlı olarak meydana gelen parenkima hücrelerinin bozulmasıyla ortaya çıkan yaprak sapı kalınlaşması problemi ortaya çıkmıştır. Su miktarının ve azot statüsünün bu problemde etkili olmadığı belirlenmiş ve sulama sıklığı artırılarak bu problemin giderilebileceği bildirilmiştir.

Thompson ve ark. (2003) Arizona'da kumlu-tınlı topraklarda yüzey altı damla sulama yönteminde sulama sıklığı (1, 7, 14, 28 gün) ve azot miktarının brokolide verim, kalite ve bitkinin azot düzeyi üzerine etkisini 3 yıllık tarla denemeleriyle incelemişlerdir. Brokoli verimi ile N miktarı arasında ilişki önemli bulunurken miktar üzerine sulama sıklığının etkisi olmadığı belirlenmiştir. Üç sezonun birisinde belirgin bir eğilim olmamakla beraber sulama sıklığı azot alımını arttırmıştır. İki yetiştirme sezonu için etkili olmayan gübre azotu ve anlık azot kullanım etkinliği değerleri sırasıyla 20 ve 75 kg/ha ile % 90 ve 81 olarak bulunmuştur. Her iki parametre de fertigasyon sıklığıyla ilişkili bulunmamıştır. Dolayısıyla ayda bir defa yapılacak fertigasyonun azot kaybını azaltması açısından önerilebileceği sonucuna varmışlardır.

Soundy ve ark., (2005) 0, 30, 60 ve 120 mg/l azot içeren sulama suyuyla 1, 2, 3 ve 4 günde bir yüzdürerek üretim tekniğiyle (floatation production system) gübrelenerek marulun fidelerinin gelişmesi üzerine olan etkisini incelemişlerdir. Daha sonra 2 ve 4 uygulamalarından elde edilen fidelerle tarla denemesi kurmuşlar ve 28 günlük süre

sonunda elde edilen ürün miktarını, baş kalitesini ve yaprakların N içeriklerini incelemişleridir. Azot konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak marulda kuru biyomas ve azot konsantrasyonu artmış, kök/gövde oranı lineer veya kuadratik olarak azalmıştır. 60-90 mg/L azot içeren Flotasyon sulama sistemiyle her 2 ve 3 günde bir gübrelenen marul fidelerinin traylerden şaşırtmak için en uygun kök gelişimini gösterdiği bildirilmiştir. Tarla denemelerindeki verim ve baş kalitesi açısından ise şaşırtma öncesi 60-90 mg N/L sulanan fidelerin sulama sıklığından bağımsız olarak en iyi performansı gösterdiği gözlenmiştir.

Aujla ve ark. (2005), pamukta yaptıkları araştırmalarda azotun fertigasyonla uygulanmasının geleneksel uygulamaya göre önemli düzeyde verim artışına neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Patel ve ark. (2005) günlük, iki günde bir, haftalık ve aylık fertigasyonun soğanın (*Allium cepa*, Índio- Ameican“ Carol red” hibrid) ve toprak nitratına etkisini 3 yıllık tarla denemesiyle incelemişleridir. Fertigasyon sıklığının toprak profilinde azot dağılımını önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. 30-60 cm derinlikte 1, 2 ve 7 günde bir yapılan uygulamalarda NO₃ konsantrasyonunun benzer olduğu belirlenmiş ancak 0-15, 15-30, 30-45 ve 45-60 cm derinliklerde aylık fertigasyonda önemli değişimler olduğu bildirilmiştir. Fertigasyon sıklığı arttıkça verimin arttığı tespit edilmiştir. 57.7 cm su uygulaması ve 3.4 kg üre/ha uygulamasında en yüksek verim ve % 23 ile en az yıkanma elde edilmiştir.

Rajput ve ark (2006) su kısıtı (% 60, 80 ve 100) ve fertigasyon sıklığının (1, 2, 7 ve 30 günde bir) etkisini kaba bünyeli bir toprakta soğan (*Allium cepa*, Índio- Ameican“ Carol red” hibrid) bitkisiyle tarla denemeleriyle çalışmışlardır. 30-60 cm derinliklerde nitrat içeriği 1, 2 ve 7 günde bir yapılan fertigasyonda önemli ölçüde değişim göstermemiş ancak aylık uygulamada tüm derinliklerde dalgalanmalar belirlenmiştir. 56.4 cm su uygulaması ve 3.4 kg üre/ha uygulamasında en yüksek verim elde edilmiştir.

Ngouajio ve ark. (2007) farklı dönemlerde su kesintisi uygulamasının domateste verim ve bitki büyümesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Uygulamalar dikimde, şaşırtma sonrası, ilk çiçeklenme, meyve başlangıcı ve meyve olumu dönemlerinde başlatılmıştır. Çiçeklenme-meyve tutumu başlangıcında yapılan su kesintisi uygulaması pazarlanabilir ürünü % 8-15, meyve sayısını % 12-14 arasında ve sulama suyu kullanım etkinliğini arttırırken kullanılan su miktarını % 20 azaltmıştır. Yıllar arasında yağış

sıcaklık ve verim değerleri arasında farklılıklar olmasına rağmen benzer bir eğilim bulunmuştur. Araştırmacılar toprak neminin yeterli olması durumunda şaşırtma sonrası 1-2 haftalık su kesintisi uygulamasının ürünü ve su kullanım etkinliğini arttırabileceği sonucuna varmışlardır.

Shobana ve ark. (2008) mikro yağmurlama başlıklarıyla yapılan sulama sıklığının ve farklı seviyelerde yapılan fertigasyonun turpta bitki boyu, yaprak alan indeksi verim üzerine etkilerini incelemişlerdir. İncelenen parametreler açısından mikro yağmurlama sistemlerinin 1 ve 2 günde bir uygulanmasıyla tavsiye edilen gübreleme dozunun % 100 ü kullanıldığında en iyi bitki performansı elde edilmiştir.

Ngouajio ve ark. (2008) kesintili sulamanın, biber bitkisinin boyu, klorofil miktarı, ürün ve suyun ekonomik olarak kullanılması üzerindeki etkisini tarla denemeleriyle incelemişlerdir. Su kesintisi uygulamaları şaşırtma sonrası, çiçeklenme başlangıcı, meyve tutma başlangıcı ve hasat döneminde başlatılmıştır. Su kesintisi uygulamalarının bitki boyu üzerinde herhangi bir etkisi olmazken klorofil içeriğini arttırmıştır. Meyve olgunlaşma dönemi başlangıcına kadar yapılan su kesintisinde üründe herhangi bir kayıp olmadan % 50-41 oranında su tasarrufu yapıldığı bildirilmiştir. Bu nedenle geç dönemlere kadar uygulanan su kesintisi su kullanım etkinliğini arttırmıştır.

Starr ve ark. (2009) kaba bünyeli topraklarda toprak nemi ile tuzluluk arasındaki ilişkiyi toprak kolonlarında incelemişlerdir. Amonyum nitratla oluşturulan 0-4 dS/m tuzluluk seviyesi dual-frekanslı kapasitans sensörleri ve termokaple sıcaklık sensörleriyle takip edilmiştir. Sonuçta fertigasyon uygulamalarında bu iki cihazın gübrenin dağılımının izlenmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Yabaji ve ark. (2009), pamuğun farklı fizyolojik gelişme dönemlerinde yüzey altı damla sulama sistemiyle verilen azotlu gübrelemenin etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, uygulamaların pamuk verimini etkilemediğini ve verilen azotun yüzey altı damla sulamayla verilen azotun etkin bir şekilde kullanıldığını ve toprak profilinde nitrat birikimine neden olmadığını bildirmişleridir.

Zotarelli ve ark. (2009) kumlu topraklarda azot dozunun ve yüzey ve yüzey altıdamla sulama yöntemiyle sulanan plastikle malçlanarak yetiştirilen domates bitkisinde azot ve fosfor birikimini, bitkinin N kullanım etkinliğini ve topraktan NO₃ yıkanmasını incelemişlerdir. Sulama sisteminin ve N dozlarının bitkide fosfor birikimi

üzerine herhangi bir etkisi bulunmazken; azot kullanım etkinliği farklı yıllarda % 35-68 arasında değişim göstermiştir. Yüzeysel ve yüzey-altı damla sulama sistemlerinde nitrat yıkanması 5-56 kg/ha arasında gerçekleşmiştir.

Farneselli ve ark. (2010) salçalık domateste 3 farklı azot dozunun (0, 100, 30 kg/ha) farklı fertigasyon-sulama sistemleriyle verilmesinin domates bitkisinin 2 haftalık peryotlarla ölçülmüş performansına etkisini, sap suyunda azot seviyesini ve SPAD klorofil içeriğini incelemiştir. Sonuçlar sap testi ile belirlenen N bitkinin azot beslenme statüsünün SPAD ölçümlerine göre daha iyi tanımladığını göstermiştir.

Badr ve ark. (2010) kumlu topraklarda domateste gübre formunun ve verilmiş şeklinin besin elementinin dağılımını, alımını, etkinliğinin ve meyve verimi üzerine etkilerini incelemiştir. Eşit miktarlardaki NPK elementlerinin % 0, 25, 50 ve 100' ü fertigasyonla geri kalanı geleneksel olarak uygulanmıştır. NO₃ ve K % 75-100 arasında fertigasyon şeklinde verildiğinde kök bölgesinde kalırken diğer uygulamalarda damla sulama ve karık sulamada yıkanma gerçekleşmiştir. Fosforun kök bölgesindeki hareketliliği de fertigasyonda daha yüksek bulunmuştur. Damla sulama karık sulamaya göre daha yüksek mutlak büyüme, toplam biyomas üretimi ve yaprak alan indeksi değerleri göstermiştir. Fertigasyonla uygulanan besin elementlerinden katı olarak uygulananlara göre domates daha iyi faydalanmıştır. Besin elementleri fertigasyonla uygulandığında (% 100) daha yüksek mutlak büyüme, toplam biyomas üretimi ve yaprak alan indeksi değerleri elde edilmiştir. Damla sulamada karık sulamaya daha yüksek verim elde edilmiştir. En yüksek verim gübrelere tamının fertigasyonla verildiğinde elde edilmiş ve bu durum daha fazla meyve ve iri meyve özellikleriyle ilişkilendirilmiştir. Araştırmacılar, besin elementlerinin daha kontrollü şekilde verilmesi gübre ile verilen besin elementlerinin daha yüksek miktarlarının bitki tarafından alınmasını ve gübre etkinliğini yıkanmayı azaltması nedeniyle arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Pardossi ve ark. (2011) bitkilerde azot kullanım etkinliği ve azot kaldırma etkinliğini araştırılmışlar ve bitki tarafından kaldırılan azotun gübreleme ile toprağa yeniden sağlanması üzerinde durmuşlardır. Daha sonra, azot alımının bitki yaprak alanı üzerine etkileri, ışık absorpsiyonu, fotosentez, bitki büyümesi, biyokütle paylaşımı ve ürün miktarı analizlerini yapmışlardır. Azotlu gübrenin formu ve uygulama metodu azot kullanım etkinliği üzerine, özellikle gübrenin çok olması ya da çok az olması

durumunda etkilidir. Özellikle yüksek fertigasyon sıklığı bitki tarafından azotlu gübrenin tekrar kullanımını artırmaktadır. Kritik azot konsantrasyonu için türe özel grafik (maksimum büyümeyi sağlayan minimum N konsantrasyonu) acil testleri kalibre ederek dinamik bir gübrelemeye öncülük yapması sağlanmalıdır ve buda optimum azot kullanım etkinliği ve maksimum düzeyde ürün için zorunludur.

Benincasa ve ark. (2011)' na göre intansif sebze üretimi sistemi büyük miktarda su ve besleyici maddelere bağlıdır. Fazla oranda su ve gübre kullanımı ekonomik zararlara yol açmakta (fazla gübre ve fazla pompalama masrafları) ve bunlara ek olarak: yıkanma ve çevre kirlenmesi durumu da söz konusu olmaktadır. Besin maddesi kullanımı etkinliği ve su kullanımı (BMKE, SKE) etkili bir sulama teknolojisine ve uygun sulama programına bağlıdır. Toprak nem sensörleri sulama sıklığını düzenlemekte ve yetiştirme ortamındaki muhtemel su miktarı ya da matris potansiyeli (psi/m) hacimsel olarak sürekli gözlemlenmektedir. Yeni üretilen sensörler ile sularda ve yapay ortamlarda toprak nem miktarı ve elektrik iletkenliği ölçülebilmektedir. Bu sensörler fertigasyon işlemi sırasında takibi yapılan ortamın elektrik iletkenliğinin ölçümü bakımından önemlidir. Bu sistemlerin kullanılması ile fertigasyon işlemi sırasında su kullanım etkinliği ve besin maddesi kullanım etkinliğinin artacağı belirtilmiştir.

Bruno ve ark. (2011) tarımsal ürünlerde bitkilerin gelişim sürecinde N dinamikleri sistemden N kaybını minimuma indirmek ve maksimum verimliliğe öncülük etmek amacıyla planlama ve yönetim uygulamaları çok iyi anlaşılması gerektiğini bildirmişlerdir. ¹⁵N izotop azotun olgunlaşmış kahve bitkilerinin farklı kısımlarında zamanla birikimi gözlenmiştir. Bu çalışma ile en iyi ürün için azotun bitki tarafından en fazla ihtiyaç duyduğu zamanını ve miktarı fertigasyonla sağlamak amaçlanmıştır. Brezilya' nın merkezindeki kahve tarlalarında rutin olarak oldukça yüksek N uygulaması yapılmaktadır. İyi kahve tanesi üretimi daha az azot uygulaması ile aşağıdaki sulama dizaynı ve sıklığı ile yapılmadığında olabilmektedir. Çalışma için 0, 200, 400, 600 ve 800 kg ha⁻¹ year⁻¹ izotop ¹⁵N ile üre formunda azot fertigasyonla verilmiş ve yıl içerisinde 26 parçaya bölünerek 14 günde bir uygulama yapılmıştır. Çeşitli bitkilerdeki bitki aksamaları azot alımı arasındaki değişiklikler eğer azot meyve olgunlaşma sürecinde düşük oranda uygulanır ise gübre kullanımı etkinleştirilebilmekte ve azot gübre uygulamasında meyvenin doldurma sürecine odaklanılmalıdır. Bu aşama

yapraklar ve meyve tarafından en iyi N kullanım periyodu olarak belirlenen bir spesifik bir fazdır. Bitkilerin azot kaldırımı sonucunda kahve tanesi üretimini düşürmeden 200 kg N ha⁻¹ azotlu gübre uygulanması ile rutin gübreleme oranı olan 600 kg N ha⁻¹ 'dan çok daha az azotlu gübre kullanımı ile tarımsal üretimin yapılabileceği belirlenmiştir.

Chen ve ark. (2012), saksı denemesiyle tuz ve azot uygulamalarının pamukta büyüme performansı üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Tuzluluğun büyüme ve azot alımını kontrol eden baskın parametre olduğunu, özellikle yüksek tuzluluk seviyelerinde bitkilerin azot konsantrasyonunun azotlu gübrelemeden bağımsız olduğu belirlenmiştir.

He ve ark. (2012), yaptıkları araştırmada simülasyon olarak şeker mısırı üretiminde azot yıkanmalarını azaltmak amacıyla bitkiye yönelik en iyi arazi uygulamalarını belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmacılar bu çalışma ile Florida da kumlu topraklar üzerinde şeker mısırı üretiminde CERES-Maize modeli ile sulama ve azot yıkanmasına karşı bitkiye özel en etkili uygulamayı belirlemeyi amaçlamışlardır. Toplam 24 sulama ile; 21 azotlu gübre seviyesi, 30 ayrı parçaya halinde, 20 azot uygulama dozu her uygulama parçasında tekli faktör halinde sistematik olarak uygulanmıştır. Daha sonra 324 farklı yönetim seneryosu 6 sulama zamanı ve 54 azotlu gübre uygulama stratejisi seçilmiş ve çoklu faktör analizi ile araştırılmıştır. Başlangıçta belirlenen 324 yönetim senaryosunun 6 tanesi azotlu gübrenin yıkanmasını azaltma açısından en iyi yönetim uygulaması olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu altı uygulama içerisinde 2 tane uygulama programı seçilmiş bu uygulama programları (5 ve 7 mm derinliğindeki MAD suyu % 20 ve 30 olarak), iki azot seviyesi (196 ve 224 kg N ha⁻¹), iki bölme planı (toplam azot 0-1/4-3/4 ve 0-1/3-2/3 parçada ilk yaprak oluşumu, büyük yaprak oluşumu ve püskül gelişim aşamasında) ve her sulamada iki uygulama oranından (30 ve 40 kg N ha⁻¹) oluşmaktadır. Bu model programların gerçek arazi şartlarında uygulama ve ekonomik geçerliliğinin belirlenmesi için test edilmesi önerilmektedir.

Wei ve ark. (2012) oluşturulmuş kireçli kumlu tın toprak profilinde yetiştirilen pamuk bitkisine 4 farklı azot dozu (0, 240, 360, 480 kg/m²) iki farklı sulama karık ve damla sulama faktöriyel deneme deseninde uygulanmış ve azotun akıbeti incelenmiştir. 15 N ile etiketlenmiş üre parçalı olarak uygulanmıştır. Üretilen biyomas miktarı (kök hariç) ve azot kullanım etkinliğinin damla sulama sistemlerinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Her iki sulama sisteminde de artan azotlu gübrelemeyle azot kullanım etkinliğinin azaldığı bildirilmiştir. Damla sulama sisteminde verilen azot 0-40 cm' lik

toprak derinliğinde, karık sulamasında verilen azotun büyük kısmı 40-80 cm derinlikte birikim göstermiştir. Karık sulamada verilen azotun % 17.9' luk kısmı yıkanırken damla sulamada hiç yıkanma meydana gelmemiştir. Toprak ve bitkiden elde edilen toplam azot geri kazanımı damla sulama sisteminde % 75.8 iken karık sulama sisteminde bu değerin % 56 olduğu bildirilmiştir. Genelde damla sulama sisteminin azotu toprak bitki sisteminde tutarak etkin kullanıma neden olduğu belirlenmiştir.

Guan ve ark. (2013) damla sulama sisteminin düşük sistem üniformitesi ve kurak iklim koşullarında azot alımı, lif miktarı ve kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Deneme Christiansen üniformite katsayıları 65, 80 ve 95 verilen su miktarları ise sulama ihtiyacının % 100, 75 ve 50 olacak şekilde planlanmıştır. Her iki yılda da düşen üniformite ile bitki boyu ve yaprak alan indeksi önemli ölçüde azalmıştır. Sistem üniformitesi bitki boyu yaprak alan indeksi, azot alımı ve kalite parametrelerinin ortalamaları üzerinde önemsiz etki gösterirken düşük üniformite bitki boyunu, yaprak alan indeksini, azot alımını ve lif üretimini önemli derecede azaltmıştır. Sulama düzeyi ve sistem üniformitesi arasındaki interaksiyon önemli olmadığı belirlenmiştir. Sonuçta % 80' lik bir üniformitenin kurak bölgelerde damla sulama sistemlerinde kullanılabileceği yargısına varmışlardır.

Yukarıda verilen çalışmalar gösteriyor ki sulama sistemi ne olursa olsun bitki besin elementlerinin toprak çözeltisinde sürekli olarak bitkinin istediği konsantrasyonlarda bulunması verimi ve kaliteyi arttırmaktadır. Bu çerçevede gübrelerin kolayca bölerek uygulanmasına olanak sağlayan basınçlı sulama sistemlerinden olan damla sulama sisteminde en çok kullanılan gübre olan azotlu gübrelerin bölünerek uygulanmasının verim ve kalite parametreleri üzerine olan etkilerinin konvansiyonel sistemle karşılaştırmak bu çalışmanın amacıdır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme Alanı ve Toprağın Özellikleri

Deneme Adana ilinin Karataş ilçesinin Topraklı köyünde kurulmuştur. Çizelge 3.1 de deneme toprağında yapılan analizler ve kullanılan analiz yöntemleri belirlenmiştir.

Çizelge 3. 1. Deneme toprağında yapılan analizler ve kullanılan analiz yöntemleri

	Analiz	Derinlik (cm)	Kullanılacak Metot
1	Organik madde	0-20	Modifiye edilmiş Walkey-Black metodu (Nelson ve Sommers, 1982).
2	Yarayışlı fosfor (P)	0-20	Sodyum bikarbonat metodu(Olsen ve ark., 1954)
3	Ekstrakte Edilebilir K	0-20	1N amonyum asetat ile ekstraksiyon (Thomas, 1982).
4	pH	0-20	1:2.5 toprak su süspansiyonunda (Kacar 2009)
5	EC	0-20	1:2.5 toprak su süspansiyonunda (Kacar, 2009)
6	Kireç	0-20	Scheibler kalsimetresi ile karbondioksit çıkış hacmine göre % kireç içeriği belirlenmiştir (Loeppert ve ark., 1996)
7	Toplam N	0-20	Kjeldahl yöntemi (Kacar, 2009)

Deneme alanına ilişkin toprak analizi Çizelge 3.2 de verilmiştir.

Çizelge 3. 2.Deneme toprağının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri

pH	Kireç (%)	Tuz (%)	Organik madde (%)	Azot (%)	Potasyum (mg/kg)	Fosfor (mg/kg)	Bünye sınıfı
7.62	13.19	0.07	2.58	0.122	102.92	9.07	Killi tın
Hafif alkali	Çok kireçli	Az tuzlu	Orta	Orta	Yetersiz	Yetersiz	

Deneme süresince en yakın meteoroloji istasyonundan alınan bazı iklim parametreleri Çizelge 3.3 te verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü Adana ili Karataş ilçesi tipik olarak Akdeniz iklimine sahiptir. Deneme süresince önemli bir yağış gerçekleşmemiş bitkilerin su ihtiyacı sulamayla sağlanmıştır.

Çizelge 3. 3. Deneme yerine en yakın meteoroloji istasyonunda 2012 yılında ölçülen bazı ekilim parametreleri

Aylar	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Yağış (mm/ay)	0.4	8.6	6.2	0	2.0	0	84.2
Nispi nem max (%)	92	94	93	93	90	90	95
Nispi nem min (%)	16	26	14	13	15	19	17
Max Sıcaklık °C	29.4	31.6	36.2	35.2	37.2	36.3	34.4
Min sıcaklık °C	14.2	15.1	17.2	20.6	21.6	20.3	13.9
Ortalama Sıcaklık °C	20.1	21.3	25.6	28.7	29.5	27.5	22.4

3.1.2. Sure Grow-125' in çeşit özellikleri

Verim ve adaptasyon kabiliyeti yüksek olan orta erkenci, farklı çevre koşullarında stabil kalabilen bir çeşittir. Bitkileri dik ve sağlam yapılıdır. Bitki boyu orta uzunlukta kuvvetli topraklarda uzun, odun dalı sayısı az, bitki görünümü konik formdadır.

Kozaları orta büyüklükte ve ovaldir. Kozaları açık olmakla beraber lüleleri sarkmaz, rüzgara dayanıklıdır. Bu sayede temiz ve çepelsiz % 40-42 çırçır randımanına sahip kütlü elde edilmektedir. Makinalı hasada uygun bir çeşittir. Solgunluk hastalıklarından Verticillium'a orta derecede toleranslıdır. Adana, Hatay ve Antalya bölgelerine adaptasyonu mükemmeldir (www.nettohumculuk.com).

3.2. Yöntem

3.2.1. Tarla denemesinin kurulması ve gübreleme

Deneme kurulmadan önce tohum yatağı hazırlamak maksadıyla arazi önce pullukla sürülmüştür. Parçalı goble ile ikileme yapılmış ve sonrasında sırt çekilmiştir. Son olarak ekimden bir gün önce sırt tapanıyla tapan çekilmiştir. Sıra arası 75 cm olacak şekilde düzenlenmiştir. Daha sonra 20 Nisan 2012' de Sure Grow-125 pamuk çeşidi ekilmiştir. 27 Nisan 2012 tarihinde pamuk bitkisinin toprak yüzeyine çıktığı görülmüştür. Sıra üzeri bitki arası mesafe 15 cm olarak düzenlenmiştir. Bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak kurulmuştur (Şekil 3.1). Ancak tekerrürler sulama hattı boyunca peş peşe yerleştirilmiştir. Deneme konuları: konvansiyonel uygulama veya kontrol uygulaması (S), azotun sırasıyla 1 (D1), 2 (D2), 3 (D3), 4 (D4) defa bölünerek damla sulama sistemiyle verildiği konular olmak üzere toplam 5 adettir.

Pamuk yetiştiriciliğinde yörede verilen gübre miktarları ve analiz sonuçları dikkate alınarak 15 kg/da saf azot, 25 kg/da saf potasyum, 12 kg/da saf fosfor olarak belirlenmiştir. Azot üre formunda (% 46 N), fosfor gübresinden (5-33-0+ me) ve potasyum gübresinden (% 25 K₂O) uygulanmıştır.

Salma sulamayla sulanan konuya gübre, gübre mibzeriyle tek seferde 24 Haziran 2012 de azot, potasyum ve fosfor uygulanmıştır.

Damla sulamayla sulanan konulara gübre fertigasyon yöntemiyle birinci sulamadan itibaren konusuna göre azot parçalı olarak, potasyum ve fosfor ilk sulamada tek seferde uygulanmıştır. Azot uygulamasında parsel başına 1.428 kg üre düşmektedir. Dolayısıyla bölerek yapılan uygulamalarda konusuna göre tek sulamada verilen gübre miktarları sırasıyla 1.428 kg/parsel 1 defa, 0.714 kg/parsel 2 defa, 0.476/parsel kg 3 defa, 0.357 kg/parsel 4 defa uygulanmıştır. Damla sulamada 1/3 kuralı esas alınarak gübreleme yapılmıştır. Bu kurala göre sulama süresinin ilk 1/3' lük zaman diliminde sadece su, diğer 1/3' lük zaman diliminde gübreli su ve son 1/3' lük zaman diliminde ise tekrar sadece su verilmiştir.

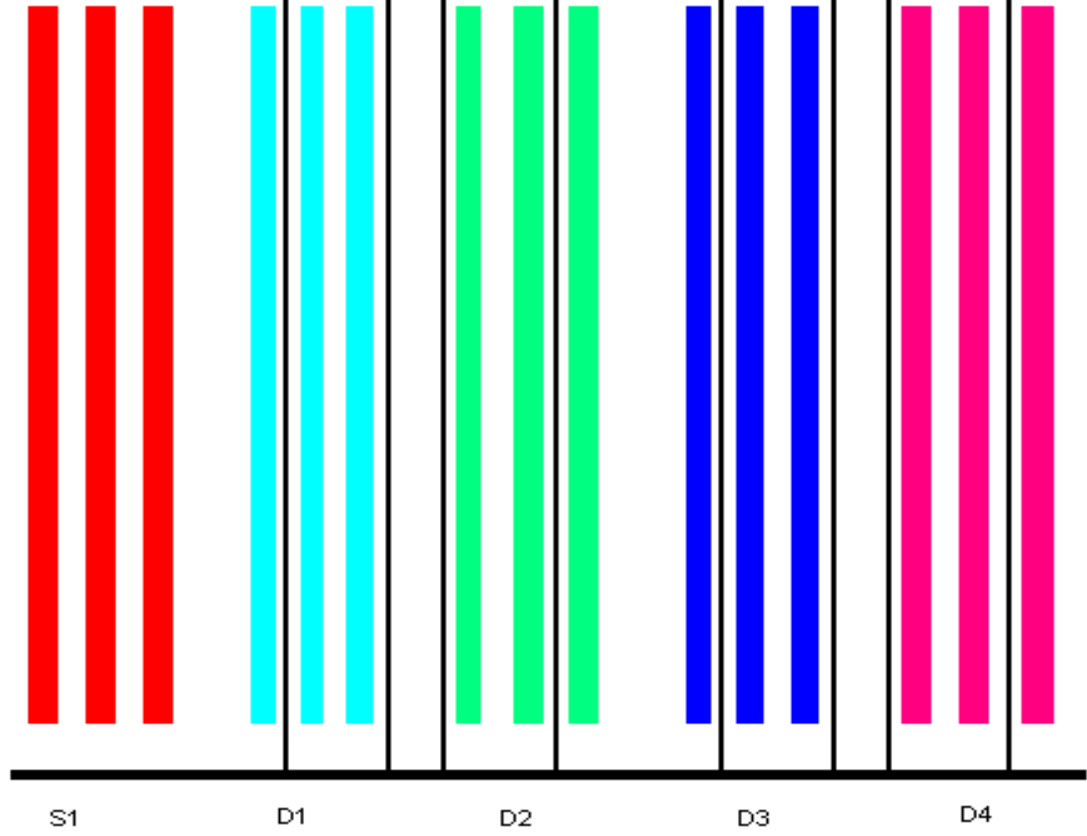
3.2.2. Denemenin yürütülmesi

Çıkış sonrasında 30 Nisan 2013' de çapalama yapılmıştır daha sonra yabancı ot kontrolü amacıyla iki defa daha çapalama işlemi tekrar edilmiştir.

Kırmızı örümcek, beyazsinek, yeşil ve pembe kurt gibi zararlıların kontrolü için 15 Mayıs, 1 Haziran, 24 Haziran, 13 Temmuz ve 2 Ağustos 2012' de ilaçlama yapılmıştır.

Yaz boyunca bitki isteği göz önünde bulundurularak damla sulama sisteminde 6, salma sulama sisteminde ise 3 defa sulama yapılmıştır (yöredeki yaygın çiftçi uygulamaları ve su ihtiyacı hesaplanarak). Damla sulamada kullanılan lateral borunun damlatıcı debisi 3.2 lt/h ve 30 cm damlatıcı aralığına sahiptir. Deneme hatların uzunluğu 30 m olduğu için $30 \text{ m} / 30 \text{ cm} = 100$ adet damlatıcı vardır. Bu da bir hatta $100 \times 3.2 \text{ lt/h} = 320 \text{ lt/h}$ su uygulanabileceğini göstermektedir. Her bir deneme konusu için 2 adet lateral bulunduğu için konu başına düşen su miktarı $320 \text{ lt/h} \times 2 = 640 \text{ lt/h}$ dir. Her sulamada 2250 lt su verileceği arazinin tarla kapasitesi ölçülerek hesaplanmış ve damla sulama sisteminde sulama süresinin $2250 / 640 = 3.5$ saat olarak bulunmuştur.

Damla sulamayla 20 Haziran, 29 Haziran, 8 Temmuz, 17 Temmuz, 26 Temmuz ve 4 Ağustos olmak üzere toplam 6 kez sulama yapılmıştır. Salma sulama sistemiyle ise 25 Haziran, 13 Temmuz ve 31 Temmuz olmak üzere toplam 3 kez sulama yapılmıştır.



Şekil 3. 1. Deneme planı

3.2.3. Yaprak örneklerinin alınması ve analizi

5 Eylül 2012 tarihinde 30 m' lik hat boyunca 10 m' lik peş peşe tekerrürlere gelişmesini tamamlanmış en genç yapraklar örneklenmiştir. Bitki örnekleri biyokimyasal reaksiyonları en aza indirmek için buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Yaprak örnekleri önce çeşme suyu ile daha sonra 3 defa saf ile yıkanarak olası kontaminantlardan temizlendikten 65-80 °C de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Daha sonra agat değirmeni (Resch 200 RM) yaprak örneklerinin tanecek boyutu indirgenerek homojenize edilmiştir. Toz haline getirilen bitki örneklerinden tam 0.25 g bir tartım alınarak mikro dalga fırında nitrik asit ve hidrojen peroksit karışımında (5/2, V/V) yaş yakma yöntemiyle yakılmıştır (Kacar ve İnal, 2010). Elde edilen çözeltilerin Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Mn ve Zn konsantrasyonları

Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spektroskopisi (ICP-AES, Varian Series II) ile belirlenmiştir.

Yaprak örneklerinin azot içerikleri ise Kjeldahl yöntemiyle yakıldıktan sonra buhar destilasyonu ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2010).

3.2.4. Ölçülen bitkisel parametreler

Kütlü verimi (kg/da): Her parselin orta sırasından rastgele seçilen 10 bitkiden elde edilen ürün miktarı kg/da şeklinde ifade edilmiştir.

Bitkide koza sayısı (adet): Her parselin orta sırasından rastgele seçilen 10 bitkideki toplam koza miktarı sayılarak ortalaması verilmiştir.

Bitki Boyu (cm): Her parselin orta sırasından rastgele seçilecek 10 bitkinin toprak seviyesinden itibaren en üst noktasına kadar olan mesafe hasat döneminde cm olarak ölçülerek ortalaması verilmiştir.

Çırcır randımanı (%): Hasattan sonra her parselden alınan kütlü pamuklar merdaneli çırcır makinasında işlenerek lif ve tohum olmak üzere ikiye ayrılmış, aşağıdaki eşitlik aracılığı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Çırcır Randımanı (\%)} = \frac{\text{Lif Ağırlığı (g)}}{\text{Lif Ağırlığı (g)} + \text{Tohum Ağırlığı (g)}} \times 100$$

3.2.5. Denemenin Hasadı

5 Eylül 2012 tarihinde yaprak örneği alındıktan sonra gelişme dönemini tamamladığı için damla sulamayla sulanan 4 konuya yaprak döktürücü ve koza açtırıcı zirai ilaç atılarak hasada hazırlık yapılmıştır.

13 Eylül 2012 tarihinde salma sulamayla sulanan konuya gelişme dönemini tamamladığı için yaprak döktürücü ve koza açtırıcı zirai ilaç atılarak hasada hazırlık yapılmıştır.

16 Eylül 2012 tarihinde damla sulamayla sulanan konu 24 Eylül 2012 tarihinde ise salma sulamayla sulanan konunun hasadı yapılmıştır.

Hasat her konudan 10 m olmak üzere toplam 3 örnek alınmıştır. Kayıpları en aza indirmek için elle hasat yapılmıştır.

3.2.6. Verilerin değerlendirilmesi

Deneme Split-Plot deneme deseni uyarınca 3 tekerrürlü olarak kurulmuş, SPSS 17 paket programı aracılığı ile varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasında farklılık görülen özellikler DUNCAN testi ile $P<0.05$ önem seviyesinde irdelenmiştir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Bitkisel Parametreler Üzerine Uygulamaların Etkisi

Geleneksel yöntemle ve damla sulama yöntemiyle bölünerek uygulanan azotun bitki boyu (cm), koza sayısı (adet/bitki), çırçır randımanı ve verim (kg/da) değerlerine ait varyans analiz tablosu Çizelge 4.1 de verilmiştir. Azotun verilmiş şekli incelenen tüm bitkisel parametrelere önemli derecede ($P < 0.01$) etki etmiştir.

Uygulamaların bitkisel parametreler üzerine etkisinin Duncan testiyle karşılaştırılması Çizelge 4.2 de verilmiştir. Uygulamaların bitkisel parametreler üzerine etkisi Şekil 4.1-4' de verilmiştir.

S, D1, D2, D3, D4 uygulamaları teker teker ayrı gruplarda yer almış S uygulamasının en yüksek olduğu belirlenmiştir. Azotun yüksek miktarlarda uygulanması, özellikle de vejetatif gelişme döneminin başlangıcında, bitki büyümesini önemli oranda teşvik etmektedir. Bitki tarafından alınan besin elementinin miktarı toprak çözeltisinin konsantrasyonu ile son derece yakından ilişkilidir (Clarkson ve ark., 1988; Laine ve ark., 1993; Walker ve ark., 2001). Azotun verilmiş şekli ve zamanı toprak çözeltisinin azot konsantrasyonunu ve dolayısıyla bitki tarafından alınan miktarlarını etkilemektedir. Pamuk yetiştiriciliğinde geleneksel olarak kullanılan uzun tava sulama sisteminde gübreler genel itibarıyla taban gübresi şeklinde ve geri kalan kısmı da bir defada üst gübre olarak kullanılmaktadır. Bu da erken dönemde toprak çözeltisinde yarıyışlı azot miktarının göreceli olarak daha yüksek olmasını sağlamakta ve vejetatif gelişmeyi teşvik etmektedir. Diğer taraftan gübrenin bölünerek uygulanması herhangi bir dönemde anormal derecede yüksek toprak çözeltisi konsantrasyonlarını engellemektedir. Bu da vejetatif gelişmenin daha kontrollü olmasını sağlamaktadır. Büyüme ve gelişme üzerinde önemli etkisi olan tuzluluk faktörünün de burada göz önünde tutulması gerekmektedir. Yaprak analizlerinin incelenmesi göstermektedir ki bölünerek yapılan uygulama ile yaprak Na konsantrasyonu artmıştır. Bu da kök bölgesinde damla sulama sistemine bağlı olarak tuz birikiminin olduğunun bir göstergesidir. Genellikle uzun tava sulama sistemlerinde tavanın belirli bölgesinde su kök bölgesinin dışına kadar ulaşabilmektedir. Bunun neticesinde gerek besin elementleri gerekse tuz kök bölgesinden uzaklaştırılmaktadır. Damla sulama sisteminin önemli bir dezavantajı olan kök bölgesindeki tuz birikmesi bitkide vejetatif büyümeyi

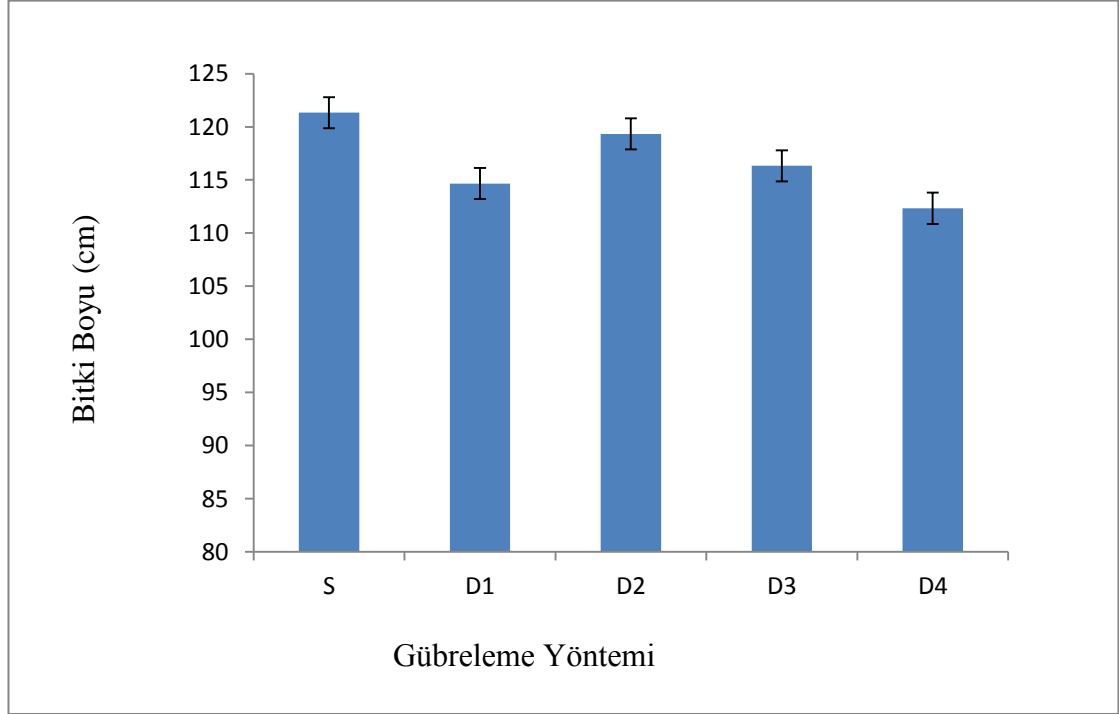
azaltan önemli bir abiyotik stres faktörüdür. Kök bölgesinde tuz konsantrasyonu arttığında bitkiler genelde daha bodur kalmakta ve yaprak alanlarını küçültme eğilimindedirler (Grattan ve Grieve, 1994, 1999; Uygur ve Yetişir, 2009).

Çizelge 4. 1. Azot uygulama yönteminin bitki boyu (cm), koza sayısı (adet/bitki), çırçır randımanı ve kütlü verimine (kg/da) ait çoklu varyans analiz tablosu

Varyans	Değişken	K.T.	S.D.	K.O.	F	P
Gübreleme	Bitki boyu	155,067	4	38,767	178,923	0,000
	Koza sayısı	70,400	4	17,600	5,176	0,023
	Çırçır randımanı	0,956	4	0,239	43,455	0,000
	Kütlü verimi	16964,067	4	4241,017	8,729	0,005
Bloklar	Bitki boyu	1,600	2	0,800	3,692	0,073
	Koza sayısı	12,133	2	6,067	1,784	0,229
	Çırçır randımanı	0,021	2	0,010	1,909	0,210
	Kütlü verimi	1939,077	2	969,539	1,996	0,198
Hata	Bitki boyu	1,733	8	0,217		
	Koza sayısı	27,200	8	3,400		
	Çırçır randımanı	0,044	8	0,006		
	Kütlü verimi	3886,709	8	485,839		
Toplam	Bitki boyu	204792,000	15			
	Koza sayısı	15342,000	15			
	Çırçır randımanı	26891,155	15			
	Kütlü verimi	6769696,500	15			

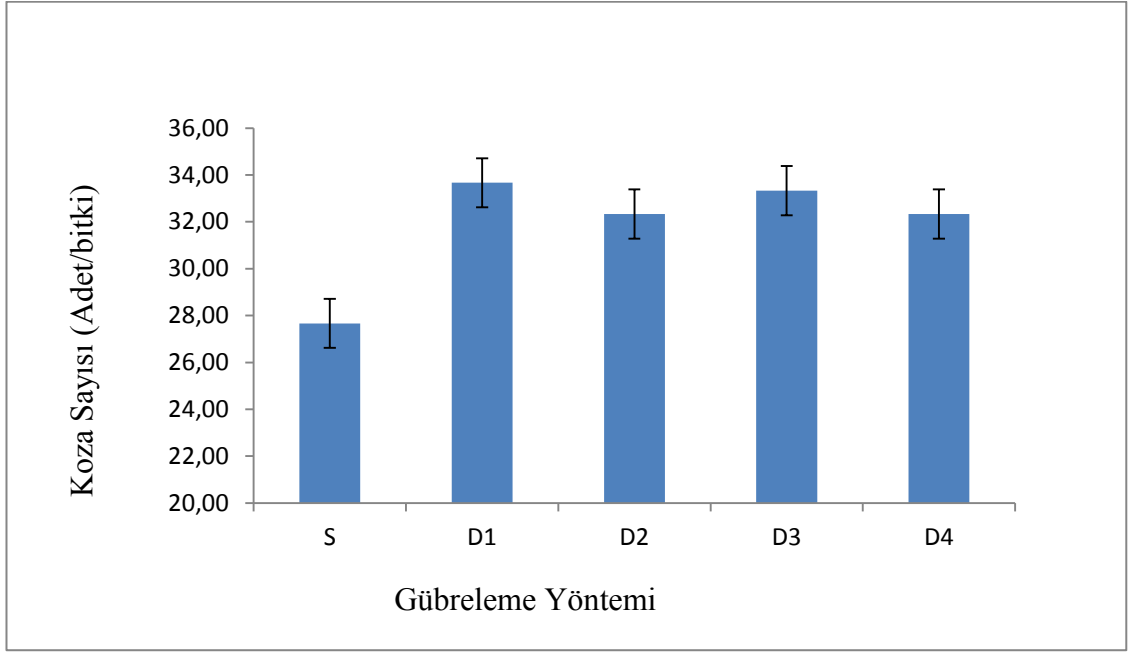
Çizelge 4. 2 Azot uygulamalarının bitkisel parametreler üzerine olan etkisinin Duncan çoklu karşılaştırması

Gübreleme Yöntemi	Parametreler			
	Bitki Boyu (cm)	Koza Sayısı (adet/bitki)	Kütlü Verimi (kg/da)	Çırcır randımanı (%)
S	121,3 a	27,67 b	611,7 b	42,40 b
D1	114,7 b	33,67 a	681,3 a	42,10 c
D2	119,3 c	32,33 a	701,2 a	42,03 c
D3	116,3 d	33,33 a	701,6 a	42,70 a
D4	112,3 e	32,33 a	657,5 a	42,40 b

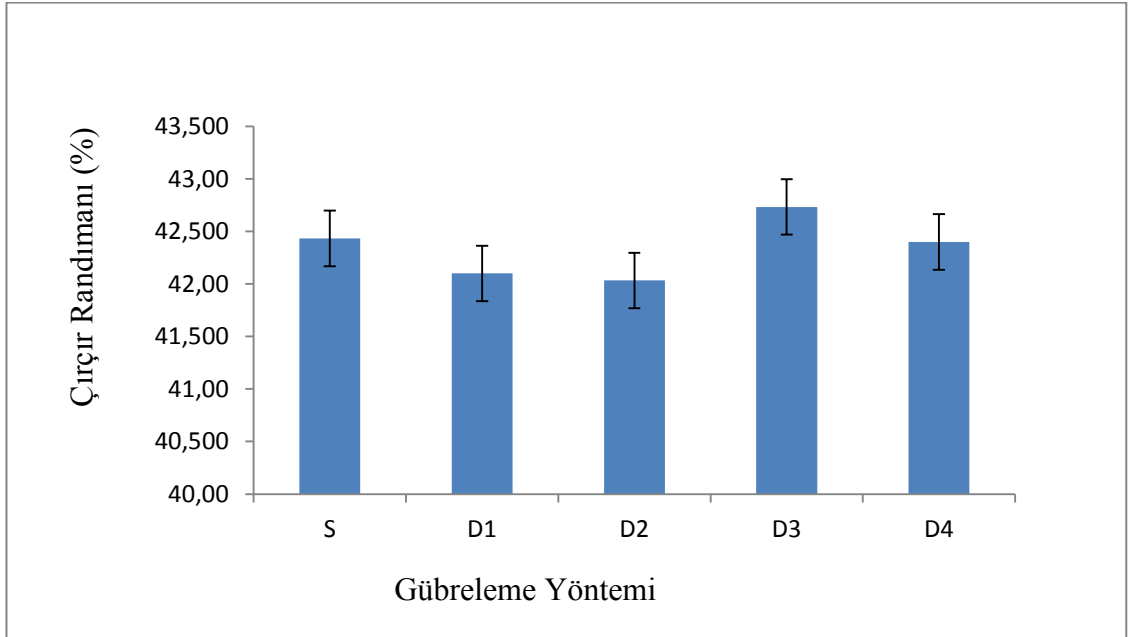


Şekil 4. 1. Azot uygulamalarının bitki boyu üzerine olan etkisi

Uygulamaların pamukta bitki başına düşen elma sayısına etkisi Şekil 4.2 de ve bu etkinin Duncan testiyle karşılaştırması Çizelge 4.2 de verilmiştir. Çizelge ve Şekilden görüleceği üzere bitki başına düşen en fazla koza sayısı D1 uygulamasından elde edilmiştir. Bu sırasıyla D3, D2, D4 ve S1 uygulamaları takip etmiştir. Duncan testiyle yapılan ikili karşılaştırmalar D1, D2, D3 ve D4 uygulamalarının aynı grupta yer aldığını, S uygulamasının tek başına ayrı grupta yer aldığını göstermiştir.



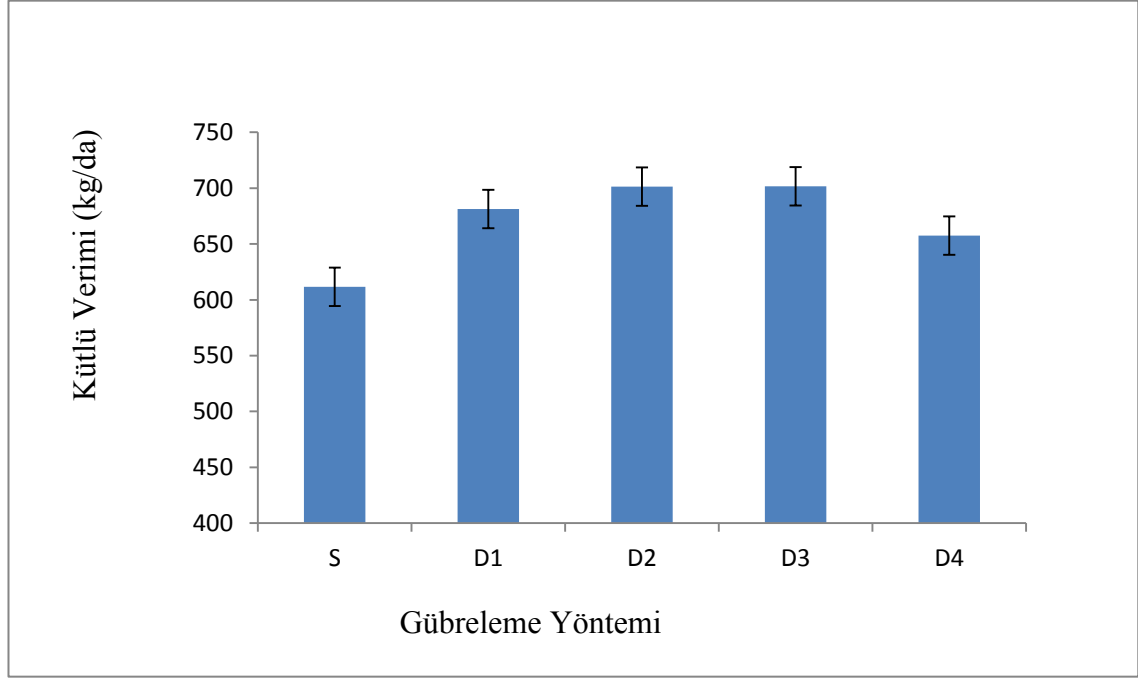
Şekil 4. 2. Azot uygulamalarının koza sayısı üzerine olan etkisi



Şekil 4. 3. Azot uygulamalarının çırcır randımanı üzerine olan etkisi

Uygulamaların pamukta çırcır randımanı ve kütlü verim üzerine etkisi Şekil 4.3, Şekil 4.4 de ve bu etkinin Duncan testiyle karşılaştırması Çizelge 4.2' de verilmiştir. Çizelge ve Şekilden görüleceği üzere kütlü verim en yüksek D3 uygulamasından elde edilmiştir. Bu sırasıyla D2, D1, D4 ve S uygulamaları takip etmiştir. Duncan testiyle yapılan ikili karşılaştırmalar D1, D2, D3 ve D4 uygulamaları aynı grupta, S ise ayrı bir

grupta yer aldığını göstermiştir. Kütlü pamuğun çırçır randımanı incelendiğinde ise en yüksek çırçır randımanı D3 uygulamasında elde edilmiş bunu D4, S, D1 ve D2 uygulamaları takip etmiştir. Duncan testine göre yapılan gruptamada ise D3 tek başına ayrı grupta, D4 ve S bir grupta ve D1 ve D2 de ayrı bir grupta yer almıştır.



Şekil 4. 4. Azot uygulamalarının kütlü verimi (kg/da) üzerine olan etkisi

Vejetatif gelişme dönemi boyunca bitki besin elementlerinin sağlanması sürekli (noksanlık durumunda) ya da fasılalı olarak (su azlığında veya fazlalığında) kesintiye uğramaktadır. Bu nedenle yapraklar veya diğer depo organlarındaki besin elementlerinin generatif organlara taşınması ve yaşam döngüsünün tamamlanması verim ve çırçır randımanı üzerinde kritik öneme sahiptir. Bu tip etki kültür bitkilerinde ve hızlı büyüyen bitkilerde önemli iken doğal ortamlardaki bitkilerde daha az önemlidir (Chapin, 1983). Zira dışarıdan verilen büyüme faktörleri (bitki besin maddeleri ve su) hızlı büyümeyi teşvik eder. Su ve besin elementi faktörü kontrol edilebildiği durumda büyüme, gelişme ve ürün miktar ve kalitesi istenildiği şekilde geliştirilebilir. Geleneksel yöntemle gübre vejetatif gelişme döneminde azot yüksek miktarda verildiğinden bitki hızlı bir büyüme sürecine girer.

Farklı şekillerde verilen azotlu gübreleme verilen azot etkinliği üzerinde de etkili olmuştur. Gerek geleneksel yöntemde gerekse damla sulama yönteminde 15 kg/da azot uygulanmıştır. Uygulanan her bir kg azot başına elde edilen ürün ya da azot kullanım

etkinliği S, D1, D2, D3 ve D4 uygulamaları için sırasıyla 40.78, 45.42, 46.75, 46.77, 43.83 kg ürün/kg azot şeklinde gerçekleşmiştir. Sonuçlar 1-3' e bölünerek damla sulamayla verilen azotun bitki tarafından daha etkin şekilde kullanıldığını göstermektedir. Geleneksel yöntemde derine sızan suyun etkisiyle önemli derecede azot kaybının olduğu düşük azot kullanım etkinliğinden görülmektedir. Fazla miktarda yani dörde bölünerek uygulandığında da azotun bir kısmı bitki alımının azaldığı döneme denk gelmesi nedeniyle etkin bir şekilde kullanılmadığının bir göstergesidir. Diğer taraftan damla sulamada toprakta daha küçük bir hacmin sulanması ve azotun bu sulanmış bölgeye verilmesi hem bu bölgede daha yoğun bir kök gelişimine neden olmakta hem de yoğun kök gelişimine bağlı olarak verilen azotun kayıplardaki azalmaya bağlı olarak daha etkin bir şekilde kullanımını sağlamaktadır. Nitekim Gaskell (2004) fertigasyonla verilen gübrelere gübre kullanım etkinliğinin % 20-50 arasında arttığı bildirmektedir. Ancak fertigasyonun gübre kullanım etkinliği üzerine olan etkisi bitkiden bitkiye değişim göstermektedir. Fertigasyon ve geleneksel yöntemle verilen azot gübrelere Boman (1995) çok yıllık bir bitki olan ve kök etki alanı daha geniş olan greyturta % 11 lik bir artış elde ederken, Gonzalez-Meza ve ark. (1998) tek yıllık ve kök etki alanı daha küçük olan mısır bitkisinde % 31' e varan bir ürün artışı elde etmiştir. Darwish ve ark. (2002) patatesten geleneksel yöntemde 24.4 g/g fertigasyonda ise 56.8 g/g' lık bir azot kullanım etkinliği elde etmiştir. Benzer şekilde Locasio ve ark. (2002) yaptıkları çalışmalarda fertigasyonla geleneksel yöntemle göre çilek, karpuz, domates ve hıyar bitkilerinde % 100' ü aşan bir verim artışı elde etmiştir. Wei ve ark. (2012) üretilen biyomas miktarı (kök hariç) ve azot kullanım etkinliğinin damla sulama sistemlerinde karık sulama yöntemine göre daha yüksek olduğu ve her iki sulama yönteminde de artan azotlu gübrelemeyle azot kullanım etkinliğinin azaldığı bildirmiştir. Araştırmacılar, meydana gelen azalmayı karık sulama yönteminde oluşan % 17.5' lik bir yıkanma kaybına karşılık damla sulamada yıkanma kaybının olmaması ile ilişkilendirmişlerdir.

Bu çalışmada damla sulamayla elde edilen % 7-14.7' lik artış Gaskell (2004), Gonzalez-Meza ve ark. (1998) ve Locasio ve ark. (2002) bildirdiği ürün artışlarından daha azdır. Bunun nedeni çalışılan azot dozunun yöre için belirlenmiş uzun tava sulama yöntemine göre optimum azotlu gübreleme olmasıdır. Zira gübre kullanım etkinliği azalan verim kanununda belirtildiği şekilde optimum dozlara yaklaşıldıkça marjinal dozlarda elde edilen ürün artışında azalma meydana gelmektedir. Nitekim Wei ve ark.

(2012) damla sulama ve karık sulama yöntemlerinin her ikisinde dozların artışıyla gübre kullanım etkinliğinin azaldığını bildirmiştir.

Kütlü verimi açısından uygulamaların etkisi incelendiğinde çırçır randımanı 42.03-42,7 arasında değişim göstermiştir. Bu değerler SG-125 için verilen randıman değerlerinin üst limitinde bulunmaktadır. Karademir ve ark. (2005) Diyarbakır koşullarında yaptıkları çalışmada çırçır randımanı en yüksek 15-18 kg/da azot uygulamalarında elde etmişlerdir. Genel itibarıyla kütlü verimi 15 kg/da dan 18 kg/da azot uygulamasına doğru artış göstermektedir. Mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında denemede 15 kg/da azot uygulaması yapılmıştır. Ancak, damla sulamayla bölünerek uygulama azot kayıplarını azalttığı için daha yüksek oranlarda gübre uygulanmış gibi bir davranışa neden olmaktadır. Bu çalışmada her ne kadar kayıp olan azot miktarı hesaplanmamış olmakla beraber Wei ve ark (2013)' ün bildirdiği yaklaşık % 17,5' lik kayıp uygulamanın üzerine eklendiğinde ($15 \times 0,175 = 2,625\text{kg/da}$) yaklaşık 18 kg/da'lık uygulamaya karşılık gelmektedir ki bu durum çırçır randımanı açısından Karademir ve ark. (2005) bulgularıyla örtüşmektedir. Azotlu gübrenin damla sulamayla dört ayrı eşit dozda verilmesi son uygulamadan bitkinin muhtemelen yeterince faydalanamamasına veya büyük oranda bitki tarafından alınamamasına neden olmuştur. Buna bağlı olarak da çırçır randımanında azalma meydana gelmiştir.

4.2. Yaprakların Besin Elementi İçeriği

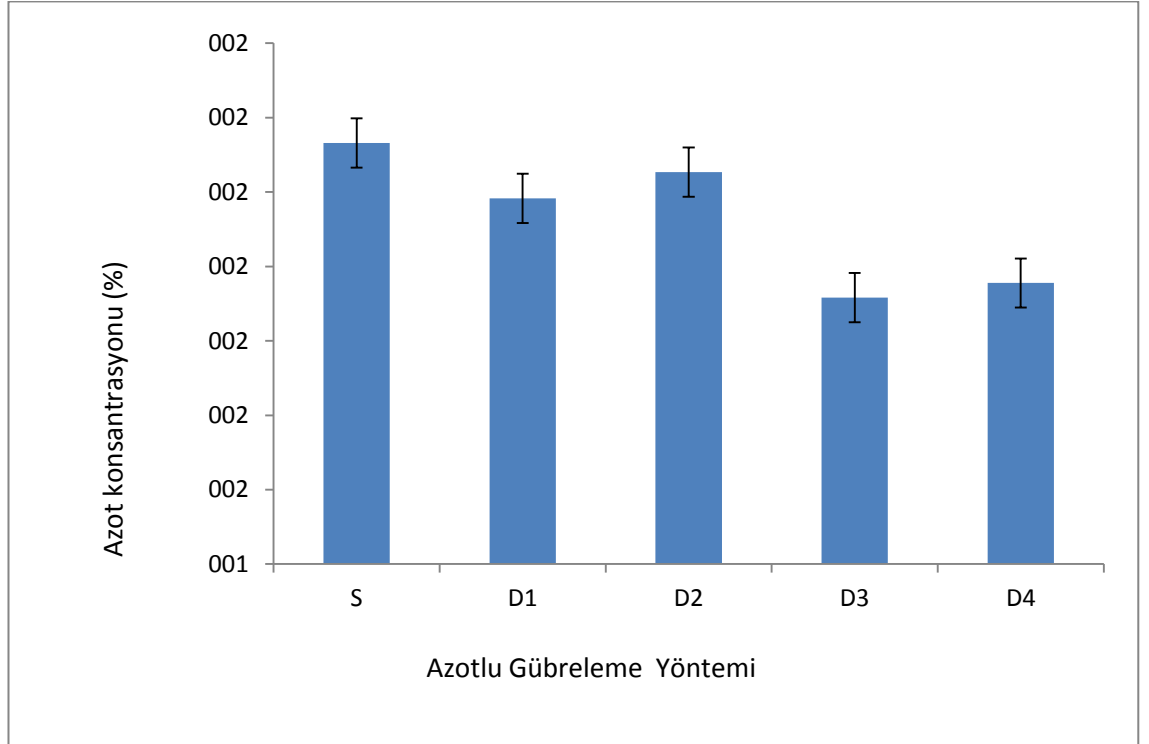
Azot uygulama yönteminin Ağustos ayı sonunda alınan yaprak örneklerinin azot içeriğine etkisine ait varyans analizi Çizelge 4.3' de, makro elementlere (Ca, Mg, K ve P) ait varyans analizi Çizelge 4.4' de ve mikro elementlere ait varyans analizi Çizelge 4.6' de verilmiştir.

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.5' in incelenmesi gösteriyor ki azotun farklı yöntemlerle ve farklı zamanlarda bölünerek uygulanması yaprakların azot içeriğini çok önemli derecede ($P < 0.002^{**}$) etkilemiştir. Uygulamalardan elde edilen ortalamaların Duncan testiyle karşılaştırması neticesinde üç farklı grubun olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). S, D1 ve D2 yüksek ortalamaya sahip olan grubu oluşturmuştur. D1 ve D4 ayrı bir grubu, D3 ve D4 düşük ortalamaya sahip olan grubu oluşturmuştur. Ancak bu ortalamalar karşılaştırılırken damla sulama yöntemiyle azotun verildiği parsellerde uygulamalardan kaynaklanan 7-10 günlük erken hasat olgunluğuna ulaşması göz ardı edilmemelidir. Zira hasat dönemine yaklaşıldıkça yapraklardan generatif organlara

taşınan besin elementlerin miktarında önemli bir artış olmaktadır. Bu da yaklaşık aynı dönemde yapılan örnekleme göz önüne alındığında normalde daha düşük olduğu belirlenen azot içeriklerinin ki D1 ve D2 uygulamaları erken olgunlaşmaya rağmen S uygulamasıyla benzer grupta yer almıştır. Diğer taraftan ürün değerleri ve azot kullanım etkinlikleri de göz önünde bulundurulduğunda D1, D2 ve D3 uygulamalarının bitkinin azot beslenmesi açısından geleneksel yöntemle göre daha iyi performans gösterdiği sonucuna ulaşılabilir.

Çizelge 4. 3. Azot uygulama yönteminin pamuk yaprağının azot içeriğine etkisine ait varyans analizi

Varyans	K.T.	S.D.	K.O.	F	P
Gübreleme	0,101	4	0,025	5,818	0,017
Bloklar	0,002	2	0,001	0,272	0,769
Hata	0,035	8	0,004		
Toplam	52,254	15			



Şekil 4. 5. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında azot içeriğine etkisi

Azotlu gübreleme yöntemi makro besin elementlerinden pamuk yaprağının Ca ve Mg konsantrasyonu üzerine herhangi bir etkide bulunmazken yaprakların fosfor ve potasyum konsantrasyonu üzerinde önemli derecede bir etkiye sahip olmuştur (Çizelge 4.4).

Uygulamaların yapraktaki potasyum konsantrasyonuna istatistiki olarak önemli derecede etki yapmıştır (Çizelge 4. 4). En yüksek K içeriği % 3.08 ile D4 uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4.6 ve Çizelge 4.4). Duncan testiyle oluşan diğer gruplarda D2 ve S uygulamaları bir grupta, D1, D3 ve S uygulamaları ise ayrı bir grupta yer almıştır.

Çizelge 4. 4. Azot uygulama yönteminin pamuk yaprağının potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve fosfor (P) içeriğine etkisine ait çoklu varyans analiz tablosu

Varyans	Değişken	K.T.	S.D.	K.O.	F	P
Gübreleme	K	3,789	4	9,472	48,282	0,000
	Ca	1,966	4	4,915	1,904	0,203
	Mg	3727093,300	4	931773,300	1,164	0,395
	P	697951,200	4	174487,800	7,947	0,007
Blokler	K	6,018	2	3,009	1,534	0,273
	Ca	5,685	2	2,843	1,101	0,378
	Mg	709323,300	2	354661,700	0,443	0,657
	P	32681,200	2	16340,600	0,744	0,505
Hata	K	1,569	8	1,962		
	Ca	2,065	8	2,581		
	Mg	6403376,700	8	800422,090		
	P	175647,493	8	21955,940		
Toplam	K	7,051	15			
	Ca	4,983	15			
	Mg	7,346	15			
	P	6,270	15			

Uygulamaların yaprakların fosfor içeriğine etkisi incelendiğinde artan parçalı gübrelemeyle fosfor miktarında artma eğilimi belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.7).

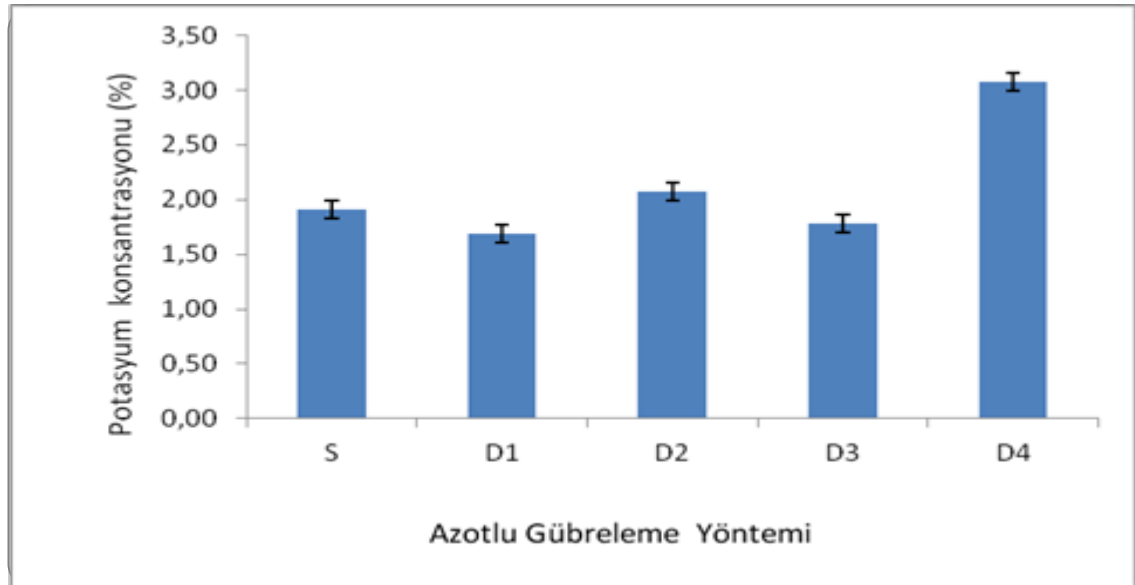
Uygulamalar Duncan testiyle karşılaştırıldığında iki farklı grubun olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6) S, D1, D2 ve D3 bir grupta yer alırken D4 uygulaması tek başına ayrı bir grup oluşturmuştur.

Azotun verilmiş şekli pamuk yaprağında kalsiyum ve magnezyum içeriği üzerine istatistiki olarak herhangi bir etkide bulunmamıştır (Çizelge 4.4). Şekil 4.8 Ca konsantrasyonu ile bölünerek uygulanan azot arasında belirgin bir eğilim bulunmamaktadır. Buna karşılık Mg konsantrasyonlarında ise önemli olmamakla beraber azotun artan bölünmesiyle birlikte bir artış eğilimi görülmektedir (Şekil 4.9).

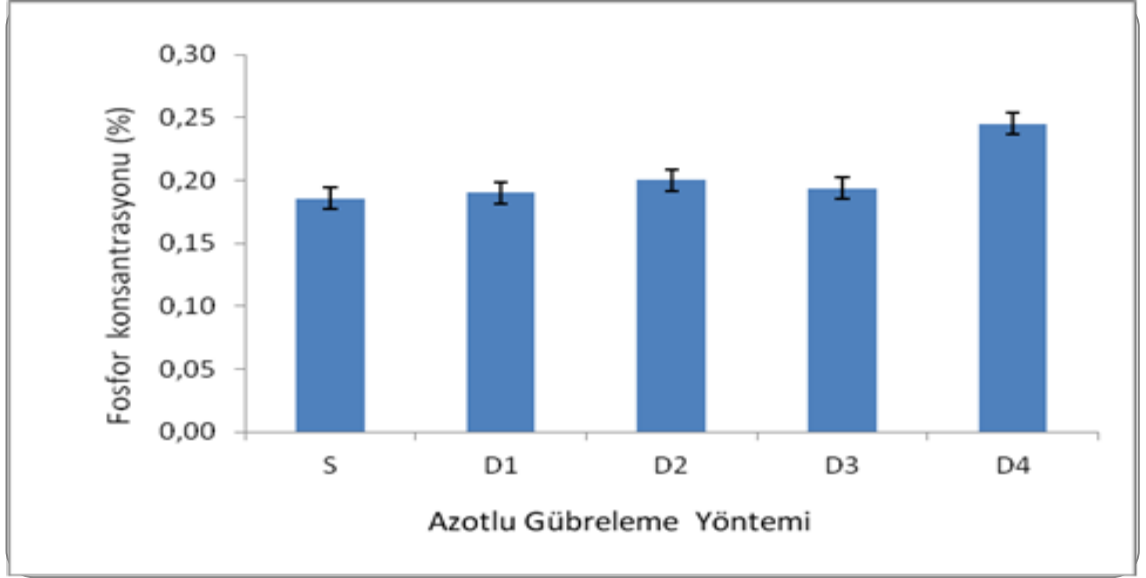
Çizelge 4. 5. Azot uygulama yöntemlerinin pamuk yaprağının azot (N), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na) ve fosfor (P) içeriğine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırması

Gübreleme	Besin Elementleri (%)					
	N	K	Ca	Mg	Na	P
S	1,96 a*	1,91 bc	5,82 a	0,612 a	0,208 c	0,186 b
D1	1,89 ab	1,69 c	6,02 a	0,687 a	0,242 bc	0,190 b
D2	1,92 a	2,07 b	5,43 a	0,735 a	0,330 ab	0,200 b
D3	1,75 c	1,78 c	6,20 a	0,682 a	0,348 a	0,194 b
D4	1,77 bc	3,08 a	5,22 a	0,735 a	0,367 a	0,245 a
Std. Hata	0,033	0,081	0,293	0,057	0,027	0,009

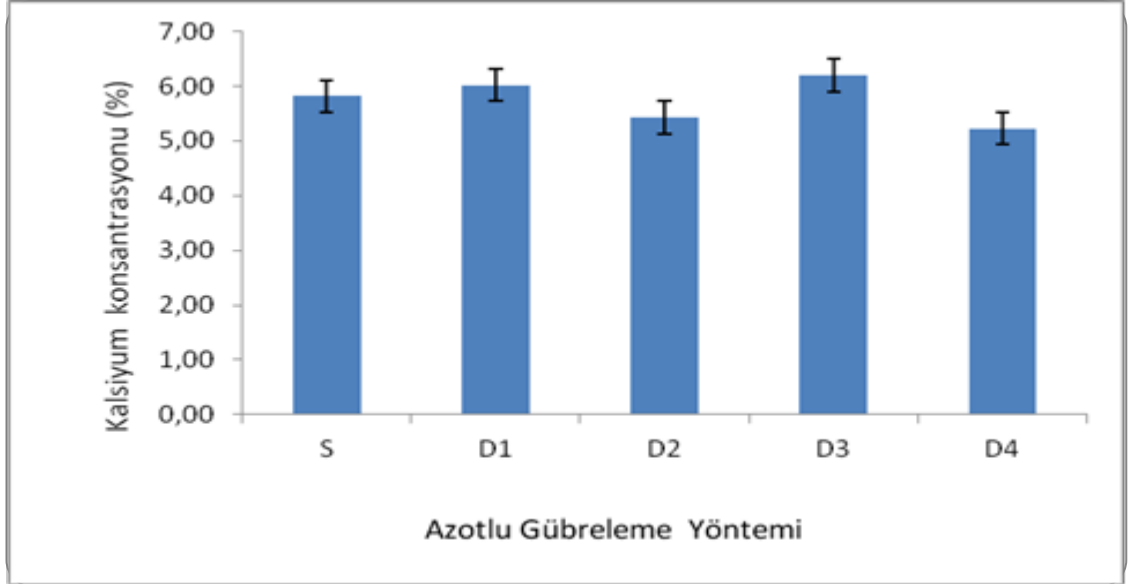
* Sütunlarda farklı harfler uygulamalar arasında P=0,05 seviyesinde önemli farklılığı göstermektedir



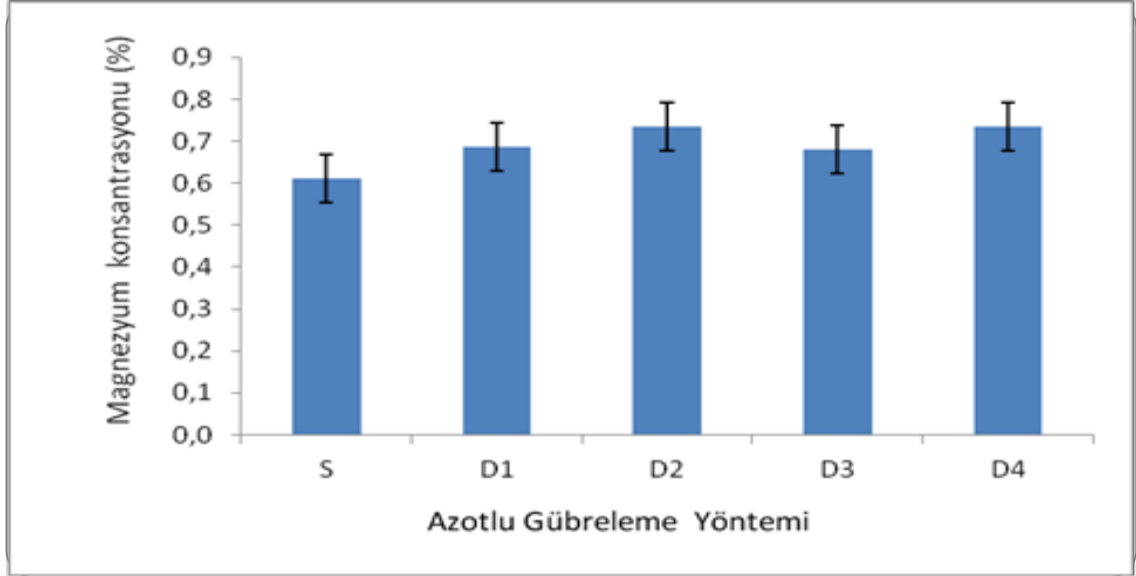
Şekil 4. 6. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında potasyum içeriğine etkisi



Şekil 4. 7. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında fosfor içeriğine etkisi

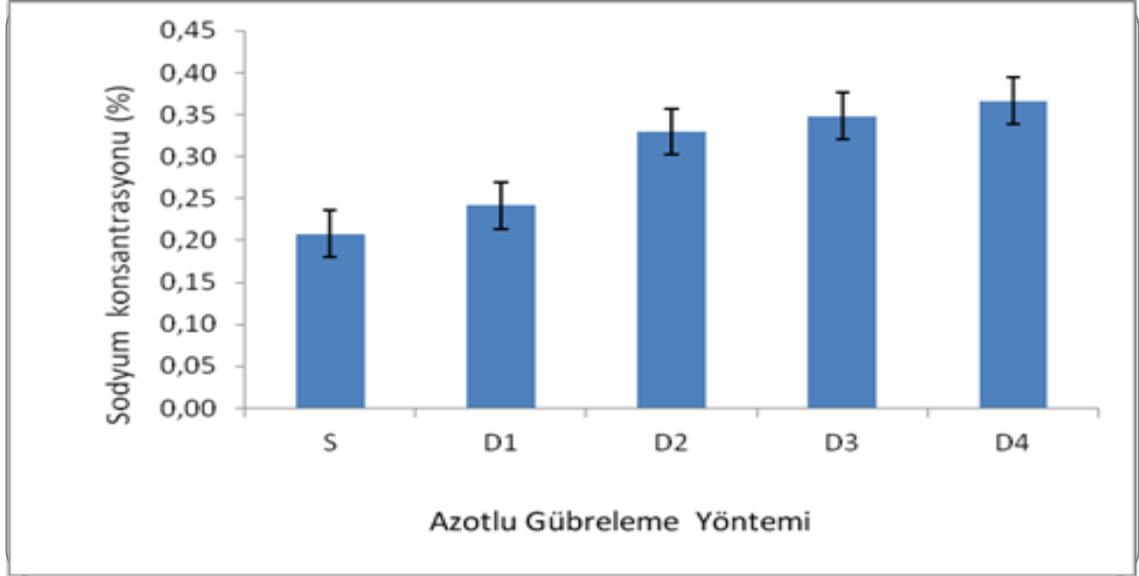


Şekil 4. 8. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında kalsiyum içeriğine etkisi



Şekil 4. 9. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında magnezyum içeriğine etkisi

Azotun uygulanma şekli yaprakların Na içeriği üzerine önemli derecede etki yapmıştır (Çizelge 4.7). Na içeriği en düşük geleneksel sulama siteminde bulunmuştur; damla sulama yönteminde ise artan bölünerek uygulama ile yaprakların Na konsantrasyonunda artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4. 10). Geleneksel sulamada Na' nın yıkanma nedeniyle kısmen kök etki alanının dışına taşınması nedeniyle Na konsantrasyonu damla sulama yöntemine göre daha düşük bulunmuştur. Damla sulama yönteminde ise yüksek miktarlardaki azot özellikle amonyum azotu ile olan antagonistik etki nedeniyle yaprakların Na miktarı D1 uygulamasında düşük bulunmuştur. Artan bölünme ile kök bölgesinde amonyum azotunun miktarı azalmış ve buna bağlı olarak antagonistik etki Na lehine azalmıştır. Bu da yaprakların Na konsantrasyonunu arttırmıştır. Çizelge 4.8' deki Na ile N konsantrasyonları arasındaki 0.818** korelasyon katsayısı bu durumu açık bir şekilde göstermektedir. Benzer şekilde katyonik besin elementleri arasındaki antagonistik etkiler bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Marschner, 1995; Güneş ve ark., 2005; Uygur ve Yetişir, 2009).



Şekil 4. 10. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında sodyum içeriğine etkisi

Çizelge 4.6' da azotun veriliş şeklinin pamuk yaprağının mikro element konsantrasyonu üzerine etkisiyle ilgili varyans analizi verilmiştir. Azotun uygulama şekli Mn konsantrasyonu dışındaki mikro elementlerin yapraktaki konsantrasyonlarını önemli derecede etkilemiştir.

Duncan testi yaprakların demir konsantrasyonlarının iki farklı grupta toplandığını göstermektedir (Çizelge 4.7); geleneksel yöntem tek başına yüksek ortalamaya sahip grubu oluştururken damla sulamayla azotun verildiği uygulamalar ayrı bir grupta toplanmıştır. Çinko ve bakır elementlerinde de demirdekine benzer bir gruplama elde edilmiştir (Çizelge 4.7). Bu da asıl etkinin azotun verilişinden değil de sulama yönteminden kaynaklandığını göstermektedir (Şekil 4.11-14). Diğer taraftan bitkiler arasındaki fizyolojik dönem farklılığı veya hasat olumuna ulaşma dönemlerindeki farklılıklar da böyle bir davranışa neden olabilmektedir (Marschner, 1995). Zira damla sulama ile azotun uygulandığı parsellerde dikkate değer bir erkencilik ortaya çıkmıştır. Bu da yapraklardaki besin elementlerinin damla sulamanın uygulandığı konularda daha fazla miktarlarda generatif organlara taşınma durumuna neden olmaktadır.

Diğer taraftan çinko ve bakırın topraklardaki adsorpsiyon reaksiyonları büyük ölçüde demir oksitler tarafından kontrol edilmektedir (Lindsay, 1979). Redoks koşullarına bağlı olarak ya da sulama yöntemine göre demirin çözünürlüğündeki artış

aynı zamanda demir oksitlerce adsorbe edilmiş Cu ve Zn' nin de serbest kalmasına ve itki tarafından alınabilir formlara dönüşmesine neden olmaktadır (Marschner 1995).

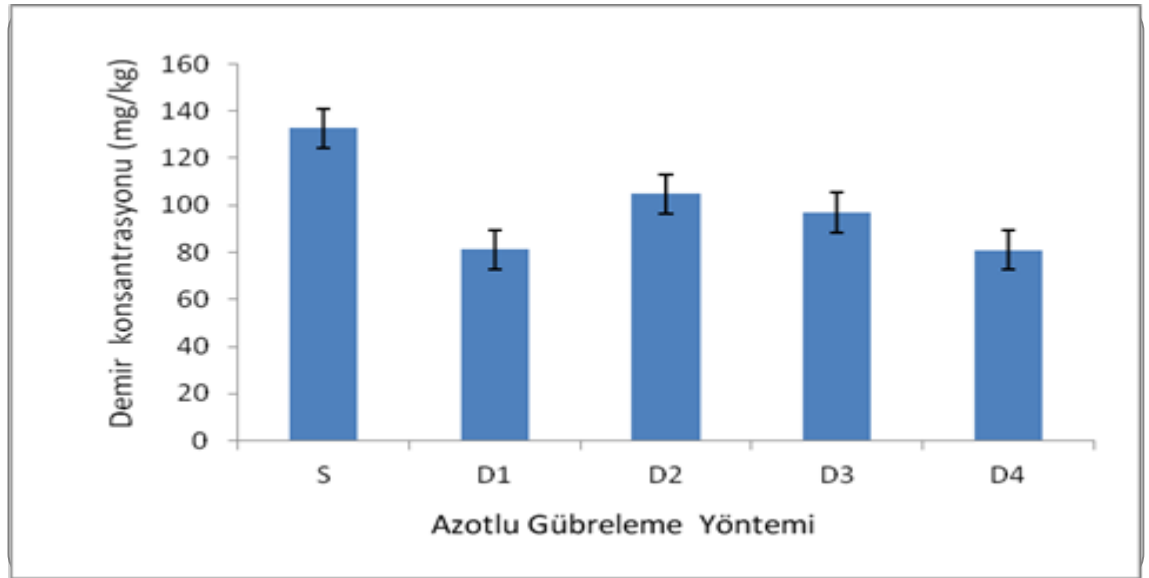
Çizelge 4. 6. Azot uygulama yönteminin pamuk yaprağının demir (Fe), manganez (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), sodyum (Na) içeriklerine etkisine ait çoklu varyans analiz tablosu

Varyans	Değişken	K.T.	S.D.	K.O.	F	P
Gübreleme	Fe	5453,193	4	1363,298	6,514	0,012
	Mn	92,518	4	23,129	2,276	0,150
	Zn	27,624	4	6,906	6,790	0,011
	Cu	1,394	4	0,348	7,094	0,010
	Na	5,858	4	1,464	6,480	0,013
Bloklar	Fe	87,486	2	43,743	0,209	0,816
	Mn	10,919	2	5,460	0,537	0,604
	Zn	2,275	2	1,138	1,118	0,373
	Cu	0,105	2	0,053	1,072	0,387
	Na	492258,533	2	246129,267	1,089	0,382
Hata	Fe	1674,274	8	209,284		
	Mn	81,314	8	10,164		
	Zn	8,137	8	1,017		
	Cu	0,393	8	0,049		
	Na	1,808	8	225990,892		
Toplam	Fe	155171,958	15			
	Mn	15390,261	15			
	Zn	846,170	15			
	Cu	68,885	15			
	Na	1,422	15			

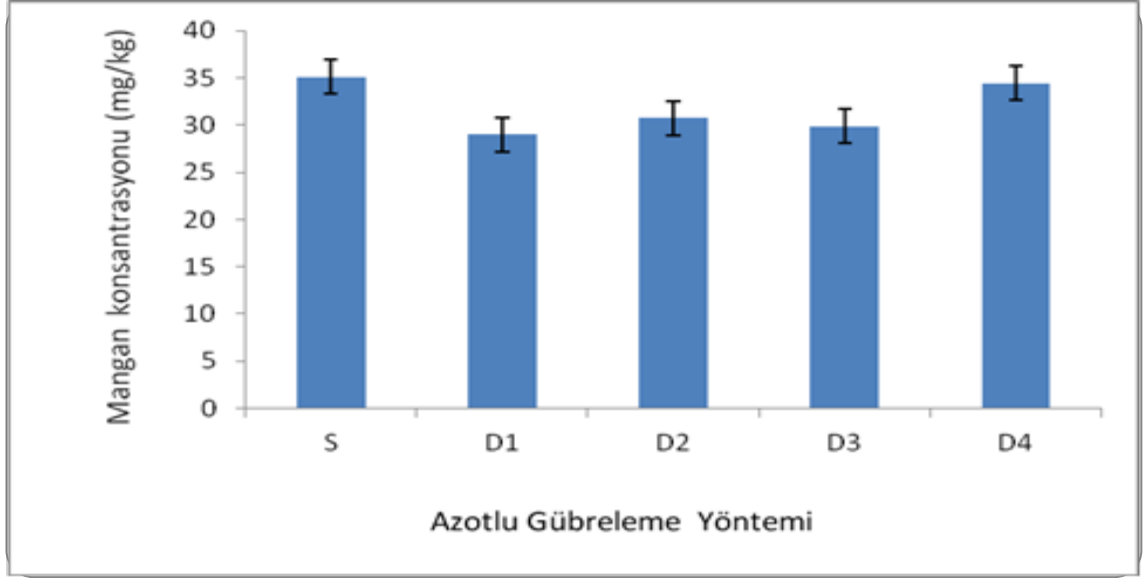
Çizelge 4. 7. Azot uygulama yöntemlerinin pamuk yaprağının demir (Fe), manganez (Mn), çinko (Zn) ve bakır (Cu) içeriğine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırması

Gübreleme	Besin Elementleri (mg/kg)			
	Fe	Mn	Zn	Cu
S	132,8 a	35,1 a	10,00 a	2,72 a
D1	81,2 b	29,0 a	7,07 b	1,92 b
D2	104,7 b	30,8 a	6,78 b	1,92 b
D3	96,9 b	29,9 a	6,62 b	2,03 b
D4	81,0 b	34,5 a	6,23 b	1,98 b
Std. Hata	8,350	1,840	0,582	0,128

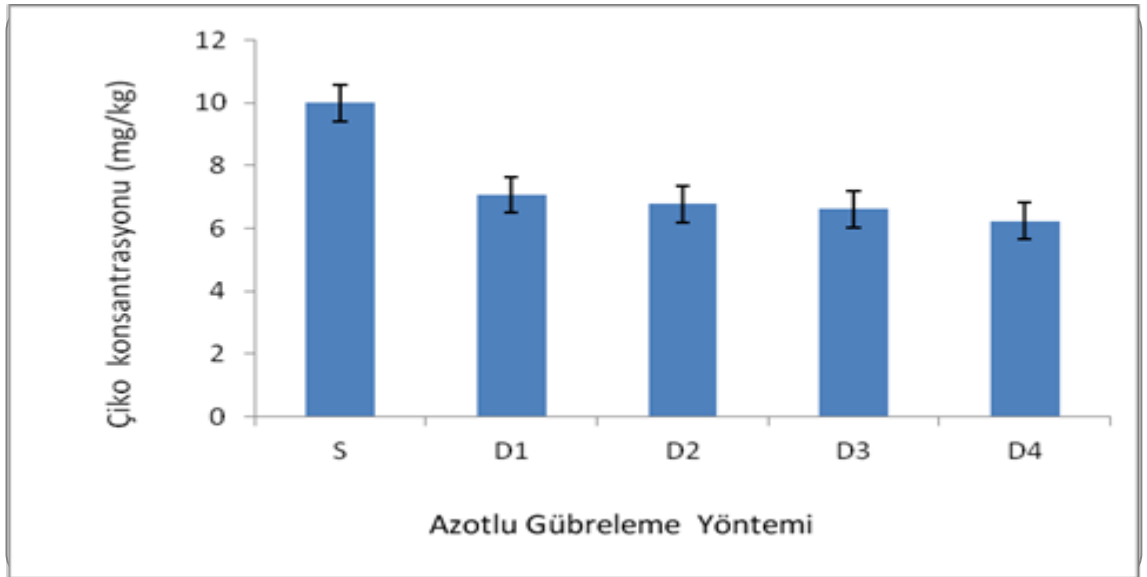
* Sütunlarda farklı harfler uygulamalar arasında P=0,05 seviyesinde önemli farklılığı göstermektedir



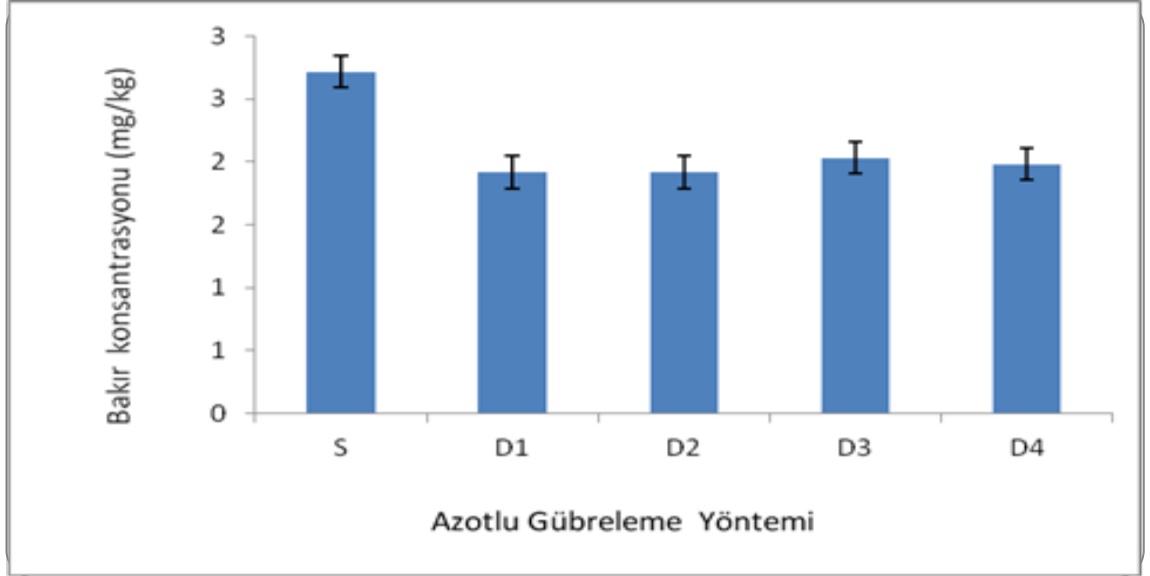
Şekil 4. 11. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında demir içeriğine etkisi



Şekil 4. 12. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında manganez içeriğine etkisi



Şekil 4. 13. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında çinko içeriğine etkisi



Şekil 4. 14. Azot uygulamalarının pamuk yaprağında bakır içeriğine etkisi

4.3. Besin Elementleri Arasındaki İlişkiler

Geleneksel ve damla sulama ile bölünerek verilen azot uygulamalarının pamuk yaprağındaki besin elementlerinin konsantrasyonları arasındaki ilişkileri gösteren ikili korelasyonlar Çizelge 4.8 de verilmiştir.

Çizelge 4.8 incelendiğinde K ile Na ve P arasında pozitif önemli ilişkiler bulunmaktadır. Na ve K arasındaki sinerjistik ilişki besin elementlerinin yıkanmasıyla büyük oranda açıklanabilir. K ile P arasındaki ilişki ise bitki kökünün uygulamalardan kaynaklanan etkili bölgesindeki değişmelerle ilişkilendirilebilir. Yıkanmanın sınırlı olduğu damla sulama uygulamalarında gübre ile uygulanan K damla sulamanın ıslattığı bölgede kalmaktadır. Bu ıslak bölgede geleneksel sulama ile kıyaslandığında daha fazla kök gelişimi olmaktadır ve bu yoğun kök gelişimi yıkanmaya gübre fosforunun daha etkin bir şekilde alınmasını sağlamaktadır. Artan kök yoğunluğu ile bir taraftan fosforun yayılsılığını arttıran organik asitler daha fazla miktarda salgılanmakta diğer taraftan da rizosfer pH' sında meydana gelen asitleşme ile gübre fosforunun yayılsılığında artışlar meydana gelebilmektedir (Lan ve ark., 1995; Lunstrom ve ark., 1995; Jones ve Darrah, 1994; Commerford ve ark., 1998; Haris ve ark., 2007).

Demir ile Zn (0,599*) ve Cu (0.700**) konsantrasyonları arasındaki korelasyon katsayıları önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8). Topraklarda demir oksit mineralleri son

derece yoğundur. Bu mineraller özellikle katyonik iz elementlerin topraklardaki yayırlılığını ve adsorpsiyon reaksiyonlarını kontrol etmektedirler (Uygur ve Rimmer, 2000; Kabata-Pendias, 2011). Bu minerallerin çözünürlüğü redoks koşullarının indirgen olmasıyla veya pH' nın düşmesiyle veya organik yapılarla oluşturdukları şelatlarla artar ve böylece bitkiler daha yüksek miktarlarda bu elementi bünyesine alabilir (Marschner, 1995). Diğer taraftan sulama yöntemi gibi redoks şartlarını etkileyen bir uygulama Fe alımını değiştirmektedir. Cu ve Zn ile olan ilişkisini açıklamada ise Fe oksit minerallerinin adsorpsiyon tercihlerini göz önünde bulundurmak gerekmektedir ki: Cu > Zn, Co, Pb > Mn > Cd şeklindedir. Bu durum indirgenme ile artan Fe çözünürlüğü düşünüldüğünde Cu ile çok önemli derecede Zn ile önemli derecede korelasyonu ortaya çıkarabilir. Zira çözünen Fe ile birlikte tercih oranı doğrultusunda Cu ve Zn' de açığa çıkacaktır.

Çizelge 4. 8. Pamuk yaprağındaki besin elementleri konsantrasyonları arasındaki korelasyonlar (N=15)

	Ca	Fe	Mn	Zn	Cu	Mg	Na	P	N
K	-0,493 0,062	-0,289 0,296	0,396 0,144	-0,374 0,169	-0,155 0,580	0,351 0,199	0,526* 0,044	0,858** 0,000	-0,294 0,287
Ca	1,000	0,036 0,900	-0,017 0,951	0,080 0,777	0,148 0,600	0,043 0,879	0,063 0,824	-0,426 0,113	-0,348 0,204
Fe		1,000	0,224 0,423	0,599* 0,018	0,704** 0,003	-0,272 0,326	-0,389 0,151	-0,375 0,168	0,346 0,207
Mn			1,000	0,396 0,143	0,429 0,110	-0,311 0,259	0,011 0,968	0,256 0,358	0,215 0,441
Zn				1,000	0,860** 0,000	-0,539* 0,038	-0,663** 0,007	-0,325 0,237	0,555* 0,032
Cu					1,000	-0,263 0,344	-0,409 0,130	-0,195 0,485	0,309 0,263
Mg						1,000	0,635* 0,011	0,282 0,308	-0,563* 0,029
Na							1,000	0,520* 0,047	-0,818** 0,000
P								1,000	-0,466 0,080
N									1,000

* P=0,05 ve ** p=0,01 de önemlidir. Her bir kutunun altında yer alan rakamlar önemlilik derecesini göstermektedir.

Çinko ile Cu (0,860**) ve N (0,555*) arasında pozitif önemli ilişkiler; Mg (-0,53*) ve Na (-0,663) ile önemli negatif ilişkiler bulunmuştur. Zn ve Cu' nun Fe üzerinden ilişkisi yukarıda açıklanmıştır. Azot ile olan pozitif ilişkisi ise kullanılan gübrenin mikro element içermesiyle açıklanabilir. Bu durumda azotun alımını arttıran koşullar Zn alımını da arttıracaktır. Zn-N ilişkileri genellikle seyrelme etkisi ile dolaylı bir şekilde oluşmaktadır. Diğer taraftan Olsen (1972) toprak üstü aksamda azot alımının artmasıyla Zn alımının arttığını bildirmiş ve bu durumu protein ve aminoasitlerin Zn' yi yüksek bağlama kapasitesiyle açıklamıştır. Zn' nin Mg ile olan ilişkileri genellikle ortam şartlarına ve bitkiye bağlı olarak antagonistik veya sinerjistik olabilmektedir (Kabata-Pendias, 2011). Antagonistik etki toprakta meydana gelen reaksiyonlardan ziyade bitki çerisinde meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Olsen, 1972). Zn ile Na arasındaki ilişkinin yıkanma üzerinden dolaylı olduğu düşünülmektedir.

Magnezyum, Na (0,635*) ile pozitif N (-0,563*) ile negatif önemli korelasyon vermiştir. Sodyum fosforla pozitif, azotla negatif önemli korelasyonlar vermiştir (Çizelge 4.8).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Damla sulama sisteminde bölünerek uygulanan azotun verimi artırıcı etkisi olduğu ve azotun 2-3 eşit kısma bölünerek uygulandığında kütlü verimi ve çırçır randımanını etkilemeden geleneksel yöntemle göre önemli oranda kütlü verimi artışına neden olduğu belirlenmiştir.

15 kg/da sabit doz uygulamasında azotun damla sulamayla 1-3' e bölünerek uygulanması geleneksel uygulamaya göre kütlü verimi % 14.7' e kadar arttırmıştır. İncelenen diğer bitkisel parametrelerden koza sayısı D1 uygulamasında en yüksek ortalamayı vermiştir. Bölünerek uygulanan azot, çırçır randımanı üzerinde de önemli etkiye sahip olmuş ve en yüksek çırçır randımanı oranı D3 uygulamasında 42.7 ile elde edilmiştir.

Yapılan uygulamalar bitki yapraklarının K, P, N, Fe, Cu, Zn ve Na konsantrasyonu üzerine önemli derecede etki etmiştir. Azotun salma sulama ve damla sulamada artan parçalarla verilişi yaprakların Ca, Mg ve Mn konsantrasyonu üzerinde etkili olmazken; azot, demir ve çinko genel bir azalma eğilimi; fosfor ve sodyumda ise artış eğilimine neden olmuştur.

Pamuk yetiştiriciliğinde azot damla sulamayla 1-3' e bölünerek uygulandığında kütlü verimi ve çırçır randımanı artışına neden olabileceği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alpaslan M., Güneş A., ve İnal A. 2005. **Deneme Tekniği**. Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Aujla, M. S., Thind, H. S., and Buttar, G. S. 2005. Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting. **Agricultural Water Management**, 71: 167-179.
- Ayars, R.M.A.F., Phene, J.E., Hutmacher, C.J., Davis R.B., Schoneman K.R., Vail, R.A., Mead, S.S. 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. **Agricultural Watermanagement**, 42: 1-27.
- Badr., Abou Hussein M. A., El-Tohamy S.D., Gruda W.A., Badr N. A.F., El-Tohamy S. D., Gruda W. A., 2010. Nutrient uptake and yield of tomato under various methods of fertilizer application and levels of fertigation in arid lands. **Gesunde Pflanzen**, 62:11-19.
- Bar-Yosef B. 1977 Trickle irrigation and fertigation of tomatoes in sand dunes: Water, N, and P distributions in the soil and uptake by plants. **Agronomy Journal**, 69: 486–491.
- Benincasa, P., Guiducci, M., and Tei, F. (2011). The Nitrogen Use Efficiency: Meaning and Sources of Variation-Case Studies on Three Vegetable Crops in Central Italy. **Horttechnology**, 21: 266-273.
- Bouyoucus, G. J. 1952. A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soils. **Agronomy Journal**, 43: 434-438.
- Bomon. B.J., 1995. Effects of Fertigation and potash source on grepefruit sizze and yield. In: **Dahlia Greinder International Symposium on Fertigation, Technion**, Haifa.
- Breschini, Hartz S.J., Breschini T.K.A.F., Hartz S.J., 2002. Drip irrigation management affects celery yield and quality. **Hortscience**, 37: 894-897
- Bruno, I. P., Unkovich, M. J., Bortolotto, R. P., Bacchi, O. O. S., Dourado-Neto, D., and Reichardt, K. 2011. Fertilizer nitrogen in fertigated coffee crop: Absorption changes in plant compartments over time. **Field Crops Research**, 124, 369-377.

- Chapin III, F. S. 1983. Adaptation of selected trees and grasses to low availability of phosphorus. **Plant and Soil**, 72: 283–297.
- Chen, W.P., Hou, Z.A., Wu, L.S., Liang, Y.C., and Wei, C.Z. 2010. Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. **Plant and Soil**, 326: 61-73.
- Clarkson, D. T., Earnshaw, M. J., White, P. J. and Cooper, H. D. 1988. Temperature dependent factors influencing nutrient uptake: an analysis of responses at different levels of organization. In **Plants and Temperature** (S. P. Long and F. I. Woodward, eds.). **Symposium of the Society for Experimental Biology**, 42: 281–309. Company of Biologists, Cambridge.
- Comerford, N.B., Bhatti, J.S., Johnston, C.T. 1998. Influence of oxalate and soil organic matter on sorption and desorption of phosphate onto a spodic horizon. **Soil Science Society of America Journal**, 62(4): 1089-1095.
- Darwish, T., Therese, A., El-Katip, M., and Hajhasan, S. 2002. Impact of irrigation and fertilization on NO_3 leaching and soil-ground water contamination in Lebanon. 17th WCSS, 14-21 August 2002. Thailand. (www.stft.org/proceeding/17WVSS_CD/papers/0406.pdf).
- Farneselli, M., Benincasa, M., Tei, P., Farneselli, F.A.F., Benincasa, M., Tei, P., Larsen F.B.E. 2010. Validation of N Nutritional Status Tools for Processing Tomato so iv international symposium on ecologically sound fertilization. **Strategies for Field Vegetable Production**, 852: 227-232
- Feigin A., Letey J., Jarrell W.M. 1982. N utilization efficiency by drip irrigated celery receiving preplant or water applied N fertilizer. **Agronomy Journal**, 74: 978–983.
- Gaskell M. 2004. **Acid injection in irrigation water improving pH adjustment for blueberries**. http://www.sbceo.k12.ca.us/_uccesb1/sf1002.htm.
- Gonzalez-Meza, A., Ramirez-Jaramillo G., Perez-Miranda L. A., and Hernandez-Leos B. A. 1998. **Fertigation to increase corn yield at the Henequen Zone in Yucatan, Mexico**. In proc. Irrigation Assn. International Irrigation Expo. & Conf., San Diego, CA, Nov. 1-3, 1998. pp. 237-243.
- Grattan, S. R., and C. R. Grieve. 1994. Mineral nutrient acquisition and responses by plants grown in saline environment. In: **Handbook of Plant and Crop Stress**, ed. M. Peserakli, pp. 203–226. Marcel Dekker, New York.

- Grattan, S.R., and Grieve, C.R. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, 78: 127–157.
- Guan, H. J., Li, J. S., and Li, Y. F. 2013. Effects of drip system uniformity and irrigation amount on cotton yield and quality under arid conditions. **Agricultural Water Management**, 124: 37-51.
- Güneş A., Alpaslan M., İnal A., 2000. **Toprak Verimliliği ve Gübreler**. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 3, Adana.
- Harris W G Cao X Josan MS Nair VD 2007. Inhibition of calcium phosphate precipitation under environmentally-relevant conditions. **Science of the Total Environment**, 383(1-3): 205-215.
- Haynes R.J. 1998. Comparison of fertigation with broadcast applications of urea-N on levels of available soil nutrients and on growth and yield of trickle-irrigated peppers. **Scientia Horticulturae**, 35: 189-198.
- He, S. Y., He, Z. L., Yang, X. E., and Baligar, V. C. 2012. Mechanisms of Nickel Uptake and Hyperaccumulation by Plants and Implications for Soil Remediation. **Advances in Agronomy**, 117: 117-189.
- He., Dukes JQ., Hochmuth MD., Jones GJ., Graham JW., He WD. AF., JianqiangDukes, Michael D.Hochmuth, George J.Jones, James W. Graham, Wendy D. 2012. Identifying irrigation and nitrogen best management practices for sweetcorn production on sandy soils using CERES-Maize model. **Agricultural Water Management**, 109: 61-70
- Hou, Z.N., Li, P.F., Li, B.G., Gong, J., and Wang, Y.N. 2007. Effects of fertigation scheme on N uptake and N use efficiency in cotton. **Plant and Soil**, 290: 115-126.
- ICCAP., 2007. Impact Of Climate Changes On Agricultural Production System in Arid Areas (ICCAP). Kurak alanlarda İklim Değişikliğinin Tarımsal Üretim Sistemlerine Etkisi. "ICCAP Project:Turkish Group Final Reports". Research Institute for Humanity and Nature (RIHN); The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK). Edit by Research Team for thr ICCAP Project. ICCAP Pub. No. 11, March 2007(b), 188 p.
- İDEAÇG, 2006. İklim değişikliğinin etkilerinin araştırılması çalışma grubu güncellenmiş rapor. Nisan, 2006 Ankara.

- Janat, M. 2004. Assessment of nitrogen content uptake partitioning and recovery by cotton crop grown under surface irrigation and drip fertigation by using isotopic technique. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, 35: 2515-2535.
- Janat, M. 2008. Response of cotton to irrigation methods and nitrogen fertilization: Yield components, water-use efficiency, nitrogen uptake, and recovery. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, 39: 2282-2302.
- Jensen, M.E., R.D. Burman, and R.G. Allen. 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. **ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice No. 70, Am. Soc. Civil Engr.**, New York, NY. 332 pp.
- Kabata-Pendias, A. 2011. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, USA.
- Kacar, B. 2009. **Toprak Analizleri**. Genişletilmiş 2. baskı, Nobel Yayınevi, Ankara.
- Kacar B., İnal A. 2010. **Bitki Analizleri**. Nobel Yayınevi, Ankara.
- KarademirÇ., Karademir E., Doran İ., Altıkat A. 2005. Diyarbakır ekolojik koşullarında farklı azot ve fosfor uygulamalarının pamukta verim ve lif teknolojik özelliklere etkisi. **GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi**, 22 (12): 55-61.
- Kaygısız H. 2005. **Modern sulama teknikleri ve amaçları**. Sulama ve Gübreleme, s:221-228. Hasad Yayıncılık.
- Laine, P., Ourry, A., Macduff, J., Boucaud, J. and Salette, J. (1993). Kinetic parameters of nitrate uptake by different catch crop species. Effects of low temperatures or previous nitrate starvation. **Physiology Plantarum**, 88: 85–92.
- Lindsay, W. L. and Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn and Cu. **Soil Science Society of American Journal**, 42(3): 421-428.
- Locasio, S.J., 2002. Fertigation in micro irrigated horticultural crops: Vegetables University of Florida, Gainesville, USA
- Loeppert, R. H. and Suarez, D. L. 1996. Carbonate and gypsum. In **Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods**, pp. 437-474. Edited by D.L. Spark. Madison, Wisconsin, USA.
- Lunstrom USVan Breemen N Jongmans AG. 1995. Evidence for microbial decomposition of organic acids during podzolization. **European Journal of Soil Science**, 46:489–96.

- Marshchner. H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants Academic Pres, Second Edition, 1995.
- Miller R.J., Rolston D.E., Rauschkolb R.S., and Wolfe D.E. 1981. Labeled N uptake by drip-irrigated tomatoes. **Agronomy Journal**, 73:256–270.
- Mmolawa K, Or D. 2000. Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review. **Plant and Soil**, 222: 163–190.
- Mohammad M.J., Zuraiqi S., Quasmeh W., and Papadopoulos I. 1999. Yield response and N utilization efficiency by drip-irrigated potato. **Nutrient Cycles in Agroecosystems**, 54: 243–249.
- Mohammad M.J. 2004a. Utilization of applied fertilizer nitrogen and irrigation water by drip-fertigated squash as determined by nuclear and traditional techniques. **Nutrient Cycles in Agroecosystems**, 68:1–11.
- Mohammad M.J. 2004b. Squash yield, nutrient content and soil fertility parameters in response to methods of fertilizer application and rates of N fertigation. **Nutrient Cycles in Agroecosystems**, 68:99–108.
- Nelson D. W. and Sommers L. E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: **Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties**. A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds). Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, pp: 539-577.
- Ngouajio, Wang M., Goldy GY., Ngouajio R. AF., Mathieu Wang, Guangyao Goldy, Ronald 2007. Withholding of drip irrigation between transplanting and flowering increases the yield of field-grown tomato under plastic mulch **Agricultural Water Management** 87: 285-291
- Ngouajio, Wang M., Goldy G., Ngouajio RG. AF., Mathieu Wang, Guangyao Goldy, Ronald G. (2008) Timing of drip irrigation initiation affects irrigation water use efficiency and yield of bell pepper under plastic mulch. **Horttechnology**, 18: 397-402
- Papadopoulos I. 1988. N fertigation of trickle-irrigated potato. **Fertilizer Research** 16:157–167.
- Pardossi., Incrocci a., Pardossi L. AF., Alberto Incrocci, Luca 2012. Traditional and New Approaches to Irrigation Scheduling in Vegetable Crops. **Horttechnology** 21: 309-313

- Patel, Rajput N., TBS AF. Patel ., Rajput N. 2005. Effect of fertigation frequency on onion (*Allium cepa*) yield and soil nitrate-nitrogen. **Indian journal of agricultural sciences** 75: 725-730
- Rajput, T. B. S., and Patel, N. (2006). Water and nitrate movement in drip-irrigated onion under fertigation and irrigation treatments. **Agricultural Water Management** 79: 293-311.
- Ristimaki, L. O. M., and Papadopoulos, I. (2000). Slow-release fertilisers on vegetables. Proceedings of the Xxv International Horticultural Congress, Pt 1, 125-131.
- Shobana, Asokaraja R., Kavitha N., Subramani MP., Malarvili T., Shobana P.AF., Asokaraja R., Kavitha N., Subramani M. P., Malarvili T. 2008. Response of radish to water soluble fertilizers through micro sprinkler fertigation Research on Crops, 9: 82-85
- Starr, Timlin JL., Downey DJ., McCann PM., Starr IR. AF., Timlin J. L., Downey D. J., McCann P. M. 2009. Laboratory evaluation of dual-frequency multisensor capacitance probes to monitor soil water and salinity **Irrigation science** 27: 393-400
- Olsen, S. R. 1972. Micronutrient interactions, in **Micronutrients in Agriculture**, Mortvedt, J. J., Giordano, P. M., and Lindsay, W. L., eds., Soil Science Society of America, Madison, USA.
- Olsen, S.R., Cole C.V., Watanabe F.S., and Dean L.A. 1954. **Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate**. US Department of Agriculture Circulation. 939.
- Quinones A., Banuls J., Primo-Millo E., and Legaz F. 2003. Effects of 15N application frequency on N uptake efficiency in citrus trees. **Journal of Plant Physiology**, 160:1429–1434.
- Öztürk, K., 2002. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. **G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, 22:47-65.
- Schepers J.S., Varvel G.E., and Wats D.G. 1995. Nitrogen and watermanagement strategies to reduce nitrate leaching under irrigated maize. **Journal of Contaminant Hydrology**, 20: 227-239.

- Silber A., Xu G., Levkovitch I., Soriano S., Bilu A., and Wallach R. 2003. High fertigation frequency: the effects on uptake of nutrients, water and plant growth. **Plant and Soil**, 253:467–477.
- Singandhupe R.B., Rao G.N., Patil N.G., and Brahmanand P.S. 2003. Fertigation studies and irrigation scheduling indrip irrigation system in tomato crop (*Lycopersicon esculentum* L.). **European Journal of Agronomy** 19:327–340.
- Soundy, P., Cantliffe, D. J., Hochmuth, G. J., and Stoffella, P. J. 2005. Management of nitrogen and irrigation in lettuce transplant production affects transplant root and shoot development and subsequent crop yields. **Hortscience**, 40: 607-610.
- Soykan, İ., 1995. Dünyada İklimsel Değişimler. Köy Hizmetleri Su Yönetimi Araştırmaları Grup Toplantısı, Konferans, Menemen.
- Teixeira, L.A.J., Quaggio, J.A., and Mellis, E.V., 2011. Enhancing nutrient use efficiency in banana tree under irrigation and fertigation. **Revista Brasileira De Fruticultura** 33: 272-278.
- Thomas G.W. 1982. Exchangeable cations.In: **Methods of Soil Analysis**. (AL Page etal,eds) Agronomy 9;154-157. Madison, Wisconsin, USA.
- Thorburn P.J., Dart I.K., Biggs I.M., Baillie C.P., Smith M.A., and Keating B.A. 2003. The fate of N applied to sugarcane by trickle irrigation. **Irrigation Science** 22:201–209.
- Türkeş, M., 1997. Hava ve iklim kavramları üzerine: **TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi**, 355: 36-37.
- Uygur, V., and Rimmer, D. L. (2000). Reactions of zinc with iron-oxide coated calcite surfaces at alkaline pH. **European Journal of Soil Science** 51, 511-516.
- Uygur, V., and Yetisir, H. (2009). Effects of Rootstocks on Some Growth Parameters, Phosphorous and Nitrogen Uptake Watermelon under Salt Stress. **Journal of Plant Nutrition** 32, 629-643.
- Walker, R. L., Burns, I. G. and Moorby, J. 2001. Responses of plant growth rate to nitrogen supply: a comparison of relative addition and N interruption treatments. **Journal of Experimental Botany**, 52: 309–317.
- Wei, C.Z., Ma, T.F., Wang, X.J., and Wang, J., 2012. The fate of fertilizer N applied to cotton in relation to irrigation methods and N dosage in arid area. **Journal of Arid Land**, 4: 320-329.
- Yabaji R., Nusz J. W.,Bronson K. F.,Malapati A.,Booker J. D.,Nichols R. L. andThompson T. L. 2009. Nitrogen management for subsurface drip irrigated

cotton: ammonium thiosulfate, timing, and canopy reflectance. **Soil Science Society of America Journal**, 73(2):589-597.

Zotarelli, L., Scholberg, J. M., Dukes, M. D., Munoz-Carpena, R., and Icerman, J. (2009). Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. **Agricultural Water Management** 96, 23-34.

Zabunoğlu. S. Karaçal. İ. 1992. Gübre ve Gübreleme. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları**, Ankara.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde ve çalıőmamın her aşamasında bilgi, deneyimi ve yardım severliği ile bana yol gosteren, guvenini ve manevi yonden desteğini esirgemeyen Danıőman Hocam Doç. Dr. Veli Uygur'a (Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü) teőekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, tüm çalıőmalarım boyunca özveride bulunan canımdan çok sevdiğim annem babam ve diğer aile fertlerine, laboratuvar çalıőmalarında yaptıkları yardımlarından dolayı MARGEM uzmanlarından Abdo ÖZKAN, Selvin USTABAŐ, Muhammed DEMİR' e ve Ziraat Yüksek Mühendisi Mehmet KARAGÖKTAŐ'a (Toprak Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Őanlıurfa) en derin teőekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

10 Eylül 1989 yılında Adana'nın Seyhan ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Adana'da tamamladım. 2007 yılında girmiş olduğum Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği'ni 2011 yılında bitirdim. 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans Programına yerleştim.