

## Susuz Amonyak Uygulama Ekipmanının Tasarlanarak Geliştirilmesi ve Buğday Tarımında Etkilerinin Araştırılması

Fulya TAN\*

Cihangir SAĞLAM

Güven AKAR

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

\*Sorumlu yazar: E-mail: [ftan@nku.edu.tr](mailto:ftan@nku.edu.tr)

Geliş Tarihi (Received): 15.04.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 21.06.2016

Susuz amonyak (Anhydrous ammonia), basınç altında sıvı halde iken, atmosferik basınç altında gaz haline dönüşmektedir. Kimyasal özellikleri nedeniyle gerek depolama aşamasında gerekse uygulama aşamasında özel alet ve ekipmana gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle susuz amonyağın gübreleme amaçlı kullanımı ülkemiz tarımında gelişmemiştir. Bu çalışmanın amacı, susuz amonyak uygulamasının ülkemizde tarımında uygulanabilir durumuna getirilmesini sağlamaktır. Araştırmada; susuz amonyak uygulaması (SA), çiftçi koşulları (ÇK) ve kontrol grubu (K) üç farklı yöntem uygulanmıştır. Susuz amonyak uygulaması ekim öncesi dönemde bir kez yapılmıştır. Çiftçi koşullarında bölge üreticisinin uyguladığı gübreleme esas alınmış ve hiçbir müdahalede bulunulmamıştır. Kontrol aşamasında azotlu gübreleme yapılmamıştır. Tane verimleri ilk yıl SA uygulamasında 892,15 kg/da, ÇK uygulamasında 728,78 kg/da, K uygulamasında 378,36 kg/da tane verimi alınmıştır (F=57,79\*). İkinci yıl SA uygulamasında 744,80 kg/da, ÇK uygulamasında 695,44 kg/da, K uygulamasında 453,99 kg/da tane verimi alınmıştır (F=39,86\*). Dekara benzer miktarda azot uygulaması yapılmış olmasına rağmen SA uygulaması ile buğday verimi çiftçi koşuluna göre % 18,37 oranında artış gösterdiği saptanmıştır. Elde edilen sonuçlardan görülebileceği gibi SA uygulamasının verim ve verime ilişkin parametreleri üzerine olumlu yönde etkisi olmuştur. Geliştirilen SA uygulama ekipmanı ve SA gübreleme uygulamasının tarımsal üretim sürecine dahil edilmesi ülkemiz tarımının gelişimine önemli katkı sağlayacağı görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Susuz amonyak, Susuz amonyak uygulama ekipmanı, basınçlı tank, buğday, gübreleme, azot.

## Designing and Development of A Anhydrous Ammonia Application Equipment Investigation of Its Effects on Wheat Yield

Anhydrous ammonia (Anhydrous ammonia), while liquid under high pressure, It turns to a gas under atmospheric pressure. At the storage and application stages due to the chemical properties, special tools and equipment are needed. Therefore, the use of the Anhydrous ammonia for fertilizer is undeveloped in our country agriculture. The aim of the project, anhydrous ammonia applications will be tried to be applicable in appropriate conditions. In this research was planned in three different methods; anhydrous ammonia application (SA), the farming conditions (CK) and the control group (K). Anhydrous ammonia application was made once before the sowing period. In farming conditions (CK), farmers applied fertilizer in a classical way. Nitrogen fertilization was not applied during the control stage. Average yield of wheat in the first year for SA, CK and K groups are 892.15 kg/da, 782.33 kg/da, and 378.86 kg/da (F = 57.79\*) respectively. Furthermore, average yield of wheat in the second year for SA, CK and K groups are 744.80 kg/da, 695.44 kg/da, and 453.9 kg/da (F = 39.86\*) respectively. Although there are similar amounts of nitrogen applied in decars, SA application resulted %18.37 yield increase compared with CK. Obtained results showed that SA application has a positive effect on yield and yield parameters statistically (P < 0.05). Anhydrous ammonia application equipment which is developed within the project and involved this into agricultural production is important for possible significant development of Turkish agricultural industry.

**Keywords:** Anhydrous ammonia, Anyhydrous ammonia application equipment, Pressure tank, Wheat, Fertilizing application, Nitrogen.

### Giriş

Susuz amonyak, endüstride azotlu gübre ve nitrik asit üretiminde, laboratuvarlarda birçok kimyasal maddenin elde edilmesinde ve buharlaşma ısısının yüksekliği (327 kcal/g) nedeniyle soğutucu gaz olarak kullanılmaktadır. Tarımda bitkisel üretimde

gübreleme amacıyla gelişmiş ülkelerde oldukça geniş uygulama alanı bulmuştur (Wyckoff, 2009). Susuz amonyak içerdiği %82.2 saf azot oranı ile azotlu gübrelerin hammaddesi konumundadır. Amerika'da gübreleme amacıyla kullanılan azotun %32' si susuz amonyak (Anhydrous ammonia)

olduğu belirtilmiştir (Terry ve Kirby, 2006). Gelişmiş ülkelerin gübreleme amaçlı susuz amonyak kullanımı günden güne artar iken, ülkemiz tarımı içerisinde de susuz amonyağın kullanımının sağlanması tarımsal anlamda önemli bir uygulamadır. Ülkemizde tarımsal üretimde azotlu gübrelemede saf azot içeriği düşük olan amonyum nitrat, üre benzeri gübreler kullanılmaktadır. Susuz amonyak fiziksel ve kimyasal özellikleri sebebiyle kimyasal maddeler sınıfına girmektedir. Depolamak, taşımak ve kullanmak için özel donanım gerektirmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı susuz amonyağın uygulaması göz ardı edilmiştir (Akar ve ark., 2015).

Susuz Amonyak gübresindeki tuz indeksi (0,57) diğer azotlu gübrelere üre (1,61), amonyum nitrat (2,99), amonyum sülfat (3.25) oranla oldukça düşüktür (Tisdale ve Nelson, 1982). Dolayısı ile susuz amonyak gübresinin yarattığı tuz zararı diğer azotlu gübrelere göre oldukça düşük olması, sürdürülebilir tarım için ölçülebilir şekli ile artı değer yaratacağı da görülmektedir. Mevcut azot gübrelemede, hamaliye adı altında insanların kas gücünden faydalanma zorunludur. Gübrelemenin tüm aşamaları tamamen sistemdeki basınç farkları ile sağlanabilecektir. Dolayısı ile işgücü kullanımında ölçülebilir şekilde verimliliğin sağlanacağı da esastır (Akar ve ark., 2015).

Susuz amonyak atmosferik ortamda gaz formuna geçtiği için uygulama aşamasında toprak altına enjekte edilmektedir. Toprak altına uygulama derinliği, toprağın yapısı, toprak nemi, ekipmanın ayak yapısı, ilerleme hızı gibi etkenler azotun toprağa etkin verilmesini etkilemektedir. Uygulama ekipmanlarında farklı tip ayak formları denenmiştir. Diskli tip ayağa sahip ekipmanlar genel olarak toprak işlemez tarımının yapıldığı alanlar için ya da geniş uygulama alanına sahip işletmeler için tasarlanmıştır (Stamper ve Mengel, 2008). Geleneksel bıçak tip ayak yapısı ile toprağın 15-20 cm altına uygulama yapılabilen iken diskli tip ayak ile 5-12 cm derinliğe uygulama yapılmıştır (Abo-Abda, 1985). Uygulama derinliğinin azalması ise araştırmacılar tarafından gaz kayıplarının artması ve düşük tane verimi ile ifade edilmiştir (Woli ve ark., 2014). Toprak nemine bağlı olarak yapılan çalışmalarda ise (ıslak ve kuru toprak koşullarında) meydana gelen kayıpların %10'u aştığını ifade etmiştir (Hanna ve ark., 2005). Bir çok araştırmacı da meydana gelen kayıpların amonyak uygulama derinliği ile birlikte toprak nemi ve yapısına da bağlı olduğunu bildirmiştir.

Toprak neminin NH<sub>3</sub> tutma oranı bakımından önemli olduğunu ve % 15-%18 nemde kayıpların çok düşük olduğunu, toprak neminin artması veya daha kuru koşullarda kayıpların arttığını bildirmiştir (Abo-Abda, 1985). Ekim öncesi dönemde susuz amonyak uygulaması ile en yüksek dane verimi alınmıştır (Stamper, 2009; Wyckoff, 2009). Yapılan önceki araştırmalarda; sıra arası ve doz uygulamasında (38, 50 ve 76 cm) ile (hektara 67 kg, 101 kg ve kontrol) yaprak içerisinde azot varlığı ve tane verimi açısından 50 cm sıra arası mesafede elde edilen değerler en iyi sonuçlar saptanmıştır (Wyckoff, 2009).

Susuz amonyak uygulama aşamasında var olan riskleri minimize etmek için özel ekipman, donanımlı insan kaynağı aracılığı ile hayata geçirilmelidir. Ülkemiz tarımındaki uygulaması, bu konuda yeterlilik düzeyine (Lisans v.b almış) erişmiş oluşumlar (firmalar v.b) aracılığı ile yapılabilir. Dolayısı ile susuz amonyağın, ülke tarımındaki pratik uygulamaları bir açıdan ortak makine kullanımını zorunlu kılabilir. Ortak makine kullanımı, kaynaklarımızı etkin kullanma amacıyla, ülkemiz tarımında istenilen bir durumdur. Bu çerçevede, çalışmanın pratikteki uygulaması ortak makine kullanımı hedefine ölçülebilir şekli ile katkı yapmakla birlikte yine ölçülebilir şekilde yeni istihdam yaratacağı da düşünülmektedir.

Susuz Amonyakın dünya piyasasında, gübre fiyatlarının ve döviz kurunun ülkemizde değişkenlik göstermesi nedeni ile birim azot fiyatlarında stabil bir durum mevcut değildir. Tüm bunlara karşın susuz amonyak gübresindeki yüksek azot oranı gübreler arasındaki maliyet karşılaştırmasında önemli bir avantaj unsurudur. Susuz amonyağın tarımsal amaçlı olarak kullanımı dünya için yeni bir konu olmamakla birlikte ülkemiz için yeni olup, mevcut teknoloji ve uygulamaların ülkemiz tarımına kazandırılabilmesinde önemli bir çalışma niteliğindedir. Bu noktada bir sonraki çalışmalara ışık olabilecek, bu konuda çalışmaların devam etmesinde öncü bir araştırma olacaktır (Akar ve ark., 2015).

## Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini % 82.2 saf azot içeriği ile gübrelerin hammaddesi konumunda olan susuz amonyak (Anhydrous ammonia) oluşturmaktadır. Havadan daha hafif, renksiz ve gaz halinde keskin bir kokuya sahip olan amonyak ticari anlamda "susuz amonyak" olarak ifade edilmektedir. Bu

terim, amonyağın içinde su bulunmadığını vurgulamaktadır. Ancak susuz amonyak suda yüksek hızda çözünmektedir. Basıncı ortamda sıvı formda iken hava ile temas halinde gaz formuna dönüşmektedir (Terry and Kirby, 2006). Susuz amonyağın fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Susuz amonyağın fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Physical and chemical properties of the Anhydrous ammonia

Kimyasal formülü	NH <sub>3</sub>
Fiziksel formu	Gaz (Basınç altında sıvı)
Renk	Renksiz
Molekül ağırlığı	17.031 g/mol
Gaz yoğunluğu	0.73 kg/m <sup>3</sup>
Sıvı yoğunluğu (-33.3 °C)	681.9 kg/m <sup>3</sup>
Kritik sıcaklık	132.44 °C
Kritik basınç	113 bar
Amonyak saflık değeri	% 99.9

Denemeler, Tekirdağ iline bağlı Ulaş Beldesinde yürütülmüştür. Deneme alanı toprak özellikleri, ilk yıl % 5,5 pH seviyesinde orta asidik, az kireçli, toplam azot seviyesi % 0.05, kumlu, ikinci yıl %7,7 pH seviyesine sahip hafif alkali, az kireçli, toplam azot seviyesi % 0.07, killi tınlı yapıdadır. Çalışmanın tarla denemeleri ilk yıl Anapo ikinci yıl Esperia çeşidinde yürütülmüştür.

### Ekipmanın tasarım ve imalatı:

Tasarlanan prototip ekipman ana çatı, depo, ayaklar ve bağlantı hortumlarından oluşmaktadır. Susuz amonyağın basınç altında sıvı, atmosferik ortamda ise gaz formunda olması nedeniyle oluşabilecek gaz kayıplarının engellenmesi için toprak altına 15-20 cm derinlikte işleme yeteneğine sahip kiltivatör ayakları tercih edilmiştir. Ayaklar arası mesafe, basınçlı ortamdaki çıkan susuz amonyağın gaz formuna dönüşmesi ve toprak içerisinde geniş bir alana yayılım gösterebilmesi nedeniyle 50 cm olarak belirlenmiştir. Literatür bilgilerinde de 50 cm ayaklar arası mesafe denenerek uygulamada etkin olduğu belirlenmiştir (Hanna ve ark., 2005). Diğer yandan; susuz amonyak, 21 °C sıcaklıkta, içinde bulunduğu tankın her cm<sup>2</sup> yüzey alanına 8 kilogram basınç yapmaktadır (Hanna, 2001; Woli ve ark., 2014). Bu nedenle basınçlı tank (hemşire tank) 10 bar basınçta dayanıklı olarak özel olarak yaptırılmıştır. Tasarlanan ekipmanda ayak yapısı

sabit yapıda bıçak tip ve 500 litre depo kapasitesine sahiptir.

### Tarla denemeleri:

Ekmeçlik buğday çeşidinde (Anapo ve Esperia) iki yıl süre ile yürütülmüştür. Denemeler; susuz amonyak uygulaması (SA), Çiftçi koşulu uygulaması (ÇK) ve Kontrol uygulaması (K) olmak üzere üç farklı yöntem oluşturulmuştur.

Susuz amonyak uygulamasında denemeler ekim öncesi dönemde ve bir kez yapılmıştır. Çiftçi koşulu uygulamasında, çiftçinin uyguladığı gübre çeşitleri ve uygulama miktarları (kg/da) kaydedilmiş ve uygulanan gübre çeşit ve miktarlarına herhangi bir şekilde müdahalede edilmemiştir. İki yıl süresince uygulanan gübre miktarı dönemlerine bağlı olarak kayıt altına alınmıştır. Kontrol gurubuna ait parsellerde ise azotlu gübreleme yapılmamıştır. Çizelge 2'de uygulanan yöntemlere ilişkin dekara atılan saf azot miktarları verilmiştir.

Çizelge 2. Yöntemlerde kullanılan toplam azot miktarı (Kg/da)

Table 2. The Total amount of nitrogen used in the methods (Kg/da)

Uygulama	I.YIL (Kg/da)	II. YIL (Kg/da)
SA	18	18
ÇK	18.9	20.3
K	-	-

Susuz amonyak uygulaması (SA), ekimden 2-3 gün önce toprak analizi dikkate alınarak belirlenen oranda (ilk yıl 18 kg/da, ikinci yıl 18.9 kg/da) deneme alanına 15-20 cm uygulama derinliği ve 50 cm sıra arasında uygulanmıştır. Çizelge 3'de çiftçi koşulu uygulamasında yıllara göre çiftçinin uyguladığı gübre miktarı ve uygulama dönemleri verilmiştir.

Çizelge 3. Çiftçi koşulunda uygulanan gübre çeşidi, miktarı ve uygulama dönemleri

Table 3. Applied fertilizer types, amounts and application periods in Condition of farmers

Uygulama dönemi	Anapo (I. YIL)	Esperia (II. YIL)
Ekim öncesi	10 kg üre (% 46)	10 kg TSP + 10 kg üre
Kardeşlenme	18 kg üre (% 46)	20 kg üre (% 46)
Sapa kalkma	23 kg CAN (% 26)	25 kg nitrat (% 26)
Toplam saf azot	18.9 kg/da	20.3 kg/da

Çizelge 4'de susuz amonyak için uygulama tarihleri ve tüm yöntemler için buğday ekim, hasat işlemlerinin yapıldığı tarihler verilmiştir.

Çizelge 4. Susuz amonyak uygulama, ekim ve hasat tarihleri

Table 4. Anhydrous ammonia application, planting and harvesting dates

	Uygulama	25 Ekim 2013
I. YIL	Ekim	28 Ekim 2014
	Hasat	12 Haziran 2014
	Uygulama	10 Kasım 2014
II. YIL	Ekim	12 Kasım 2014
	Hasat	29 Haziran 2015

Araştırmada, buğdayda en önemli verim öğeleri olan kardeşlenme sayısı (adet), başak uzunluğu (cm/başak), başakta tane sayısı (adet/başak), başakta tane ağırlığı (g/başak), 1000 tane ağırlığı (g), bitki boyu (cm) ve tane verimi (kg/da), ölçülmüştür (Öztürk ve Akkaya, 1996).

## Bulgular ve Tartışma

### Ekipmana ilişkin araştırma sonuçları

Susuz amonyak uygulama ekipmanı; ana şasi, tank, ayaklar ve bağlantı hortumlarından (1/2" çapında hidrolik hortum) oluşmuştur (Şekil 1). Ana şasi, 4-4-5 toplam 13 adet helezon yaylı kültivatör ayağına sahiptir (Şekil 2a). Ana şasi üzerine 500 litre kapasiteli tank ortalanarak dengeyi koruyacak formda ana şasi üzerine sabitlenerek bağlanmıştır (Şekil 2b). Böylece arazi engebelerinde daha iyi uyum sağlayacak konuma getirilmiştir. Susuz amonyak uygulaması sadece ön sırada yer alan 4 adet ayaktan yapılmaktadır.

Araştırma kapsamında tasarlanarak hayata geçirilen ekipmana ait resimler Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Susuz amonyak uygulama ekipmanı

Figure 1. Anhydrous ammonia application equipment



(a)

(b)

Şekil 2.(a) Bıçak tip ayak, (b) 500 litre kapasiteli tank

Figure 2.(a) Knife type, (b) Tank with 500 liter capacity

Tanka ilişkin teknik özellikler Çizelge 5'de verilmiştir. Çalışma basıncının yüksek olması nedeniyle yan kenarları bombeli olarak özel üretim yapılmıştır. Tank üzerinde gaz giriş ve çıkış vanası, hidrolik vana, emniyet ventili, seviye göstergesi ve çalışma basıncının okunabilmesi amacıyla vakummetre yerleştirilmiştir.

Çizelge 5. Tanka ait teknik özellikler

Table 5. Technical properties of tank

Özellik	Değer
Kapasite	500 litre
Et kalınlığı	10 mm
Çalışma basıncı	10 bar
Test basıncı	16.5 bar
Ömrü	20-30 yıl

### Tarla denemelerine ilişkin araştırma sonuçları

Ülkemizde 7,8 milyon hektar alanda yaklaşık 22 milyon ton üretimi yapılan buğdayın ekiliş alanının yaklaşık % 84'ünü üretiminin % 82'sini ekmeçlik buğday oluşturmaktadır. Ayrıca dünya nüfusunun hızla artış gösterdiği, özellikle ülkemizde ekmeğe dayalı beslenme, buğday üretiminin artmasına neden olmaktadır. Bugün Amerika'da buğday üretiminin %50'sinin üretiminde azotlu gübreleme ile elde edildiği ifade edilmektedir. Azotlu gübrelemede susuz amonyak % 32'lik bir orana sahiptir. Bu nedenle azotlu gübreleme mısır ve buğday üretiminde önem kazanmıştır. Bizim çalışmamızda da susuz amonyak buğday tarımında denenerek ele alınan parametrelere ilişkin sonuçlar Çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çalışmada uygulanan yöntemlerin etkisi incelenmiş, çeşitler arası farklılıklar dikkate alınmamıştır. Amaç uygulanan SA yönteminin buğday verimine yönelik ele alınan parametreler üzerindeki etkisini ve geleneksel yöntem ile arasındaki olası sonuçlarını saptayabilmektir. Ele alınan tüm parametreler istatistiki açıdan  $P<0.05$  düzeyinde önemli olup, her bir uygulan yöntem baştaki tane ağırlığı hariç olmak üzere farklı birer grup oluşturmuştur. SA uygulamasının yapıldığı tüm parametrelerde elde edilen sonuçlar SA'nın bu parametreler üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermektedir.

Uygulanan yöntemler arası fark bitki boyu açısından istatistiki olarak önemli ( $P<0,05$ )

bulunmuştur. Bitki boyu her iki yıl da SA uygulamasında en yüksek değerde ölçülmüştür. Yıllar arası fark çeşit özelliğinden kaynaklanmakla birlikte uygulamalar arası farklar önemli bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Bitki boyunun uzun olması tercih edilmektedir. Özellikle kaba yem alanında yaşanan sıkıntılar sonrasında saman balya fiyatlarının artması sap veriminin yüksek çeşitleri ön plana çıkartmaktadır.

Kardeşlenme sayılarına baktığımızda, çiftçi koşulunda üreticinin susuz amonyak uygulamasına göre daha yüksek dozda saf azot ile gübreleme yapmasına rağmen buğdayda kardeşlenme en fazla SA uygulamasında (2,91 adet) saptanmıştır. Uygulanan yöntemler arası fark, kardeşlenme sayısı üzerinde ( $P<0,05$ ) istatistiki olarak önemli olmuştur. ÇK uygulamasında 1,66 adet, K uygulamasında 0,88 adet olmuştur. Kardeşlenme sayısının yüksek olması verimde de etkisini göstermektedir.

Başak uzunlukları her iki yılda da en uzun SA uygulamasında (8,36 cm) ölçülmüştür. ÇK uygulamasında 7,71 cm olurken, K uygulamasında ise 6,38 cm olarak ölçülmüştür. ÇK uygulamasında dekara uygulanan azot dozunun fazla olmasına rağmen SA uygulamasına ait buğdayların başak uzunlukları daha fazla olmuştur. Başak uzunluğu parametresi de SA uygulamasından istatistiki ( $P<0,05$ ) olarak olumlu yönde etkilenmiştir. Başak uzunluğu ile verim arasında pozitif bir ilişki olması nedeniyle uzun başaklı çeşitlerin tercih edilmesi önerilmektedir (Naneli ve ark., 2015).

Başakta tane sayısı (adet/başak) bakımından yöntemler arası fark istatistiki açıdan ( $P<0,05$ ) önemli bulunmuştur. SA uygulamasına ait buğdaylarda başakta tane sayısı 43,73 adet, ÇK uygulamasındaki buğdaylarda 35,63 adet ve K uygulamasında 27,86 adet sayılmıştır. Arada büyük farklar olduğu gibi standart sapma değeri de SA'da daha düşük olmuştur.

Başakta tane ağırlığı (g/başak), bakımından yöntemler arası fark istatistiki açıdan ( $P<0,05$ ) önemli bulunmuştur. Başakta tane ağırlığı her iki yılda SA uygulamasında ve 2,00 g olmuştur. Toprak özellikleri kısmen farklı topraklarda, farklı çeşitlerde denemeler yürütülse de SA uygulamasındaki önemli ve pozitif olmuştur. Tane ağırlıkları ÇK' da 1,60 g ve K' da 1,42 g tartılmıştır.

Çizelge 6. Buğday da bitki boyu (cm), kardeşlenme sayısı (adet), başak uzunluğu (cm), başakta tane sayısı (adet/başak), başakta tane ağırlığı (g/başak), m<sup>2</sup> deki bitki sayısı (adet/2m<sup>2</sup>), demet ağırlığı (g) ve std. sapma değerleri

Table 6. Plant height (cm), the number of tillering (number), spike length (cm), number of grains per spike (number/spike), spike grain weight (g/spike), the number of plants in square meters (units/2m<sup>2</sup>), bunch weight (g) in wheat and std. deviation

YIL	Bitki boyu (cm)			ORT	F
Yöntem	SA	ÇK	K	296,67*	
I	103,56±6,1	93,40±2,6	77,76±3,9	91,57±11,56	
II	87,90±6,1	86,76±3,45	73,60±4,27	82,75±8,05	
Ort.	95,73±10,00 c	90,08±4,5 b	75,68±4,6 a	87,16±10,88	
Kardeşlenme sayısı (adet/bitki)			ORT		
	SA	ÇK	K	80,22*	
I	3,3±1,26	1,46±0,62	0,86±0,68	1,87±1,37	
II	2,53±1,0	1,86±0,68	0,90±0,88	1,76±1,09	
Ort.	2,91±1,19 c	1,66±0,68 b	0,88±0,78 a	1,82±1,23	
Başak uzunluğu (cm)			ORT		
	SA	ÇK	K	69,43*	
I	8,54±0,82	8,11±1,00	6,47±0,73	7,70±1,23	
II	8,18±0,84	7,31±0,88	6,29±1,23	7,26±1,26	
Ort.	8,36±0,84 c	7,71±1,02 b	6,38±1,01 a	7,48±1,26	
Başakta tane sayısı (adet/başak)			ORT		
	SA	ÇK	K	36,32*	
I	42,56±7,14	33,80±8,66	27,63±15,88	34,66±12,69	
II	44,90±7,16	37,46±9,32	28,10±10,35	36,82±11,30	
Ort.	43,73±7,18 c	35,63±9,11 b	27,86±13,29 a	35,74±12,03	
Başakta tane ağırlığı (adet/başak)			ORT		
	SA	ÇK	K	17,52*	
I	2,41±0,47	1,93±0,59	1,57±0,70	1,97±0,68	
II	1,59±0,29	1,28±0,42	1,28±0,66	1,38±0,50	
Ort.	2,00±0,57 b	1,60±0,60 a	1,42±0,69 a	1,67±0,67	
Metre karedeki bitki sayısı (adet/2m <sup>2</sup> )			ORT		
	SA	ÇK	K	34,47*	
I	1144,83	878,66	724,66	916,05	
II	1252,16	1281,83	972,33	1168,77	
Ort.	1198,50 c	1080,25 b	848,50 a	1042,41	
Demet ağırlığı (g)			ORT		
	SA	ÇK	K	41,98*	
I	5024,00	3831,66	2656,66	3837,44	
II	2916,66	2808,33	1908,33	2544,44	
Ort.	3970,33 c	3320,00 b	2282,50 a	3190,94	

\*P<0.05. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Bitki boyu, Kardeşlenme sayısı, Başak uzunluğu, Başakta tane sayısı, Başakta tane ağırlığı (n=174); Metre karedeki bitki sayısı, Demet ağırlığı (n=30)

Metrekaredeki sap sayısı, yöntemler arasında istatistiki açıdan P<0.05 seviyesinde önemli bulunmuştur. En yüksek sap sayısı SA uygulamasında olmuştur. Bunun en büyük nedeni kardeşlenme sayısının fazla olmasından kaynaklanmıştır.

Demet ağırlıkları bakımından yöntemler arası yine P<0.05 seviyesinde önemli olmuş ve en yüksek değer 3970,33 gram ile SA uygulamasına ait parselde bulunmuştur.

Susuz amonyak değerlendirilen bu parametreler üzerinde oldukça önemli ve pozitif sonuçlar göstermiştir. Ülkemizde de susuz amonyağın

azotlu gübrelemede gereken konumu alması ve bitkisel üretimde uygulamaya geçirilmesinin gerekliliği görülmektedir. Denemelerde bin dane

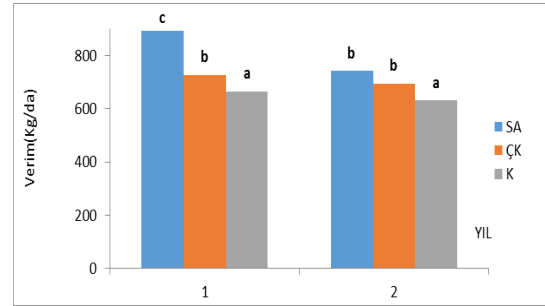
ağırlığı, hasat indeksi, parsel verimi ve tane verimi değerleri Çizelge 7.'de verilmiştir.

Çizelge 7. Bin dane ağırlığı (g), hasat indeksi (%), parsel verimi (kg/2m<sup>2</sup>) ve tane verimi (kg/da)

YIL		Bin dane ağırlığı (g)			ORT	F
Yöntem	SA	ÇK	K		1,93 <sup>ns</sup>	
I	58,33 <b>b</b>	57,38 <b>b</b>	53,32 <b>a</b>		56,35	
II	33,46 <b>a</b>	33,03 <b>a</b>	40,21 <b>b</b>		35,57	
Ort.	45,91 <sup>ns</sup>	45,20 <sup>ns</sup>	46,77 <sup>ns</sup>		45,96	
		Hasat indeksi (%)			ORT	
	SA	ÇK	K		8,98*	
I	33,16	38,16	28,50		33,27	
II	51,40	49,66	47,41		49,49	
Ort.	42,28 <b>b</b>	43,91 <b>b</b>	37,95 <b>a</b>		41,38	
		Parsel verimi (g/2m <sup>2</sup> )			ORT	
	SA	ÇK	K		96,57*	
I	1784,30	1456,66	756,78		1332,58	
II	1489,60	1390,88	907,98		1262,82	
Ort.	1636,95 <b>c</b>	1423,77 <b>b</b>	832,38 <b>a</b>		1297,70	
		Tane verimi (kg/da)			ORT	
	SA	ÇK	K		96,57*	
I	892,15 <b>c</b>	728,33 <b>b</b>	378,36 <b>a</b>		666,28	
II	744,80 <b>b</b>	695,44 <b>b</b>	453,99 <b>a</b>		631,41	
Ort.	818,47 <b>c</b>	711,88 <b>b</b>	416,17 <b>a</b>		648,84	

\*P<0.05. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir.  
ns. Ortalamalar arası fark önemsizdir.

Bin dane ağırlığı yıl içerisinde yöntemler arası farklılık önemli (P<0,05) önemli olurken, yıllar arası ortalamada yöntemler bin dane üzerinde (P>0,05) önemli olmamıştır. SA uygulamasında bin dane ağırlığı her iki yıl da en yüksek bulunmuştur. İlk yıl 56,35 g (F=7,91\*), ikinci yıl 35,57 (F=44,55\*). Hasat indeksi açısından SA ve ÇK uygulaması istatistiki açıdan benzer grupta yer almıştır. Parsel verimi açısından SA uygulamasında her iki yıl en yüksek verim elde edilmiştir. En yüksek parsel verimi ilk yıl SA uygulamasına 1784,3 g/2m<sup>2</sup> ile Anapo çeşidinde, en düşük parsel verimi ise K uygulamasında 756,78 g/2m<sup>2</sup> yine aynı çeşitte saptanmıştır. Bu, azotlu gübrelemenin verim üzerindeki etkisini belirgin olarak ifade etmektedir.



Şekil 3. Uygulamalara göre tane verimi

Figure 3. Grain yield according to the application

Tane verimleri yöntemler arasında ve yıllar kendi içerisinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İlk yıl SA uygulamasında dekara 892,15 kg verim alınırken, ÇK uygulamasında 728,78 kg, K uygulamasında 378,36 kg tane verimi alınmıştır (F=57,79\*). İkinci yıl SA uygulamasında dekara 744,80 kg verim alınırken, ÇK uygulamasında 695,44 kg, K uygulamasında 453,99 kg tane verimi alınmıştır (F=39,86\*). Susuz amonyak

uygulanmasına ait verim ortalaması çiftçi koşuluna göre ilk yıl %22-23 ikinci yıl % 7 oranında artış göstermiştir (Şekil 3). Stamper (2009) ifade ettiği gibi tane verimi bizim çalışmamızda da uygulanan yöntemlerden etkilenmiştir.

Susuz amonyak ile bir kez gübreleme ile oldukça yüksek verim farkı alınabilmektedir. Tane verimleri uygulanan azot dozlarından etkilenmiştir (Woli ve ark., 2014). Aynı koşullarda üreticimiz üç seferde farklı doz ve gübreler kullanmasına rağmen düşük tane verimi elde etmiştir.

## Sonuç

Bitkisel üretimde bitkinin azot ihtiyaçlarının tamamının, susuz amonyak gübresi ile ekim öncesinde bir defada toprak altına verilmesi ile mümkün olabilmektedir. Araştırılan tüm parametrelerde ve verim üzerinde susuz amonyağın etkisi önemli bulunmuştur.

Ülkemizde temel olan ekipman probleminin çözülmesi amacıyla, üzerinde çalışılan ve prototipi ortaya konan susuz amonyak uygulama ekipmanının iyileştirme çalışmaları devam ettirilerek ülkemiz tarımına kazandırılması ve özel firmaların bu konu hakkında yatırım yapmaları ile birlikte gübrelemede aktif olarak kullanımı sağlanmalıdır. Gübrelemede uygulama kolaylığı, zaman kazandırması ve en önemlisi verim ve verime bağlı parametrelerdeki olumlu etkileriyle dikkat çekicidir.

## Teşekkür

Bu araştırma TAGEM/13/AR-GE/45 proje numarasıyla, GIDA TARIM VE HAYVANCILIK BAKANLIĞI tarafından desteklenen projenin bir bölümüdür.

## Kaynaklar

Abo-Abda, A. E. 1985. Field Losses of Anhydrous Ammonia Using A Point Injector Fertilizer Applicator.

Unpublished M. S. Thesis. Ames, Iowa: Iowa State University.

Akar, G., Tan, F., Sağlam C., Aksoy A., 2015. Susuz Amonyak Uygulama Ekipmanının Geliştirilmesi ve Tarla Denemeleri. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi Bildiri Kitabı. 2-5 Eylül,S.247- 253. Diyarbakır.

Hanna, M. 2001. Improving the uniformity of Anhydrous ammonia application. Iowa State University Extension. PM 1875.

Hanna, H. M., P. M. Boyd, J. L. Baker and T.S. Colvin, 2005. Anhydrous Ammonia Losses Using Single Disc And Knife Fertilizer Injector. Tampa, FL. ASAE Paper No. 051060. ASAE. St. Joseph, MO.

Naneli, İ. Sakin, M.A ve Kırıl A.S., 2015. Tokat-Kazova Şartlarında Bazı Ekmeklik Buğday (Triticum aestivum L.) Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, (2015) 32 (1),91-103.

Öztürk, A. ve A. Akkaya, 1996. Kışlık Buğday Genotiplerinde (Triticum aestivum L.) Tane Verimi, Verim Unsurları ve Fenolojik Dönemler Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Der. 27(2):187-202.

Stamper, J.D. and D.B. Mengel, 2008. Effects of Nitrogen Rate, Timing, and Placement in Irrigated Corn Using Anhydrous Ammonia. Kansas Fertilizer Research, 2008.

Stamper, J.D. 2009. Evaluation of Moethod of Placement, Timing and Rate of Application For Anhydrous Ammonia In No-Till Corn Production. Master of Thesis. Kansas Fertilizer Research, 2009.

Terry, D. L. and B. J. Kirby, 2006. Commercial fertilizers. Association of American Plant Control Officials Inc. and The Fertilizer Institute. Lexington, KY.

Tisdale, L.S. and W.L. Nelson, 1982. Soil Fertility and Fertilizers. Macmillan Publishing Co inc., Çeviren: N. Ginel, Çukurova Üni. Zir. Fak. Yayın No: 168, Ders Kitabı:18, Adana.

Woli, K.P. Fernandez, F.G. Sawyer, J.E. Stamper, J.D. Mengel, D.B. Barker, D.W. and Hanna M.H.2014. Agronomic Comparison of Anhydrous Ammonia Applied with a High Speed-Low Draft Opener And Conventional Knife Injection in Corn. Agronomy Journal, 106(3), 881-892.

Wyckoff, M.R.2009. Evaluation of Anhydrous Ammonia Applications in Winter Wheat. Kansas State University Masters of Science. Manhattan, Kansas.