



# AZOTLU GÜBRELEME ESASLARI VE ARPADA AZOTLU GÜBRELEME

<sup>1</sup> Baran ARAS

<sup>1</sup> Selim UYGUN

<sup>1</sup> Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü  
Müdürlüğü, Yenimahalle/ANKARA

## Özet

Artan dünya nüfusuyla birlikte, yeterli ve dengeli bir beslenmenin sağlanabilmesi için; üretilen çeşitli gıdaların ve üretimde kullanılan hammadde-lerin doğru olarak değerlendirilmesi ve hem insan hem hayvan beslenmesi için gerekli olan bitkisel ürünlerin üretim miktarlarının artırılması gerekmektedir. Üretim miktarının artırılması da yetiştirilen bitkilerin verimlerinin artırılmasıyla doğru orantılıdır. Bitkisel üretimde, verime etki eden birçok faktör olmakla birlikte; bunlardan en önemlileri uygun çeşit kullanımı ve gübre uygulamalarıdır. Bitkisel üretimde kullanılan ve gübreleme yoluyla eksikliği giderilmeye çalışılan ana besin maddesi azottur. Azot, tabiatta biyokimyasal bir dönüşüm seyri geçirmekte ve bir takım işlemler neticesinde canlıla-

rın gereksinimi için kullanılmaktadır. Bu çalışmada; ana besin maddelerinden olan azotun önemi, döngüsü, rizosferdeki durumu ve bitkideki işlevleri ile birlikte gübre ve arpada azotlu gübreleme konuları ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arpa, gübreleme, bitkisel ürün, azot.

## Giriş

Arpa, kışlık tahıl olarak da adlandırılan serin iklim tahıllarındandır. Serin iklim tahılları; tüm gelişme devrelerinde diğer tahıl cinslerine göre daha düşük sıcaklık isteği olan, generatif gelişme devresine (sapa kalkma) geçebilmeleri için ilk gelişme (vejetatif) devrelerinde belirli sıcaklık derecelerinde (1-5 °C), belirli bir süre (5-60 gün) vernalize olmaları (soğuklamaları) gereken tahıl cinsleridir. Tamamı uzun gün bitkisi olup vejetatif gelişme dönemlerinde kapalı hava (az ışık), düşük sıcaklık ve yüksek nem; generatif dönemlerinde ise tam tersi koşulları isterler. Kışlık tahıllar içerisinde, tüm gelişme devrelerinde yulaftan sonra en fazla nem isteyen arpa olup soğuğa hassasiyeti de yulaftan sonra gelir. Kurak ve soğuk bölgelerde arpanın hektolitreye ağırlığı daha

düşük olmasına rağmen protein oranı daha yüksek olmaktadır. Düşük yağışlı yörelerin topraklarındaki organik madde miktarı (dolayısıyla azot) daha fazla olabilmektedir. Su tutma kapasitesi düşük olan kumlu topraklarda arpa verimi düştüğü gibi, azot-ça zengin topraklarda yetişen arpalarda da genellikle yatmakta ve verim düşmektedir. Tahıllar içinde kardeşlenme yeteneği en yüksek olan ve kışlık tahıllar içinde toprak isteği en fazla olan arpa, yüzlek köklü olduğundan dolayı, üst katmanları besin maddelerince zengin olan topraklarda daha fazla verim verir. Arpa; hem dünyada hem de ülkemizde buğdaydan sonra en fazla ekilip üretilen kışlık tahıl cinsidir.

Arpa; genellikle hayvan beslenmesinde, bira ve malt üretiminde kullanılmaktadır. Ekonomik yetiştiriciliği yapılan arpalarda iki sıralı (*Hordeum vulgare convar. distichon*) ve altı sıralı (*Hordeum vulgare convar. hexastichon*) arpalardır. Normalde kavuzlu (çiçek kavuzu) olan arpanın, harmanla kavuzu ayrılan çıplak taneli olan çeşit ve formları da vardır. Arpanın başak eksenindeki her boğumdan üç tane başakçık çıkar ve her başakçıkta bir tane çiçek bulunur. İki sıralı arpalarda, bu üç başakçıktan sadece ortadaki tane bağladığı için, taneler daha dolgun ve homojen irilikte olur. Altı sıralı arpalarda ise, bu üç başakçığın çiçekleri de tane bağladığından dolayı taneler farklı irilikte olur (orta başakçığın tanesi daha iridir). Arpada kalite; yemlik ve maltlık oluşuna göre değişir. Maltlık arpada; homojen irilik, yuvarlak, kısa, dolgun ve yumuşak tane, ince kavuz, saflık, parlak renk, unsu görünüşü, düşük olmayan hektolitreye ve bin tane ağırlığı ile yüksek nişasta ve uygun düzeyde protein oranı önemlidir. Yemlik arpalarda ise proteinin fazla olması, kavuzun ise fazla olması istenir (1).

#### Bitki Besin Maddeleri ve Gübreler

Bitkiler büyüyüp gelişmeleri ve hayati faaliyetlerini sürdürmeleri için gerekli besin maddelerini havadan veya yetiştirildikleri ortamdaki elementleri alırlar. Bitkiler için mutlak gerekli olan elementler karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) ile birlikte makro ve bazı mikro elementlerdir. Bitkiler tarafından C havadan, H sudan (çok azı havadan), O ise havadan ve sudan alınır. Baklagiller istisna olmak üzere azot (N) ve diğer elementler ise topraktan alınır. Her dönem tarladan kaldırılan ürünle, yıkama veya erozyon gibi sebepler ile topraktan uzaklaştırılan besin maddelerinin,

günümüzün bilimsel yöntemleri ile tekrar toprağa veya doğrudan bitkiye verilmesi işlemine gübreleme; bu işlem için kullanılan bir veya birden fazla besin maddesi içeren her türlü materyale gübre adı verilir (1). Yetiştirilen bitkiye en uygun gübre cinsinin, uygun zamanda ve miktarda, uygun yöntemle kullanılması neticesinde tarımsal üretimde %50-80 aralığına kadar verim artışı sağlanabilmektedir (2). Birçok gübre çeşidi bulunmakla beraber kaynağına göre; organik ve inorganik gübreler mevcuttur (3;4).

Hayvansal organik gübreler çiftlik veya ahır gübresi olarak anılırlar. Bitkisel organik gübreler, fotosentez sonucu üretilmiş organik madde içeren gübreler olup, organik gübreler toprağın tüm özelliklerinin tarımsal açıdan daha iyi olmasını sağlayan gübrelerdir. Organik gübrelerde temel besin maddelerinin (azot, fosfor, potasyum vs.) oranları çok düşük olduğundan birim alana çok fazla miktarda kullanılmaları gerekir. Organik gübreler, N başta olmak üzere birçok besin maddesinin -az da olsa- sürekli olarak toprakta bulunan ve kolayca yıkanmayan formunun kaynağını oluşturur. Bu nedenle topraktaki azotun önemli göstergelerinden biri toprağın organik madde içeriğidir. Yapılan çalışmalarda örneğin yeşil gübreleme ile; kullanılan bitkinin azot kapsamına bağlı olarak, toprağa önemli ölçüde azot verildiği tespit edilmiştir. Yeşil gübrelemede özellikle baklagil bitkilerinin kullanılması durumunda bu miktar çok daha fazla olmaktadır. Yeşil gübreleme amacıyla ekilmiş baklagil yem bitkilerinin dekara yaklaşık 10-30 kg N sağladığı tespit edilmiştir (5). Organik gübrenin kalitesini belirleyen ana faktör C/N (karbon/azot) oranıdır. Topraktaki organik maddeyi parçalayan mikroorganizmaların yapı taşı olan ve üreme fonksiyonları için gereken proteinlerin yani azotun, organik maddedeki oranı önemlidir. N miktarı yetersiz olduğunda, hem organik maddenin parçalanması gecikmekte hem de parçalanma sonucu bitkiye zararlı bileşikler ortaya çıkmaktadır. Topraktaki organik maddenin C/N oranının düşük olması, yeterince N bulundurduğu anlamına geldiğinden dolayı istenilen bir özelliktir. Fotosentezle üretilen ilk bitkisel organik maddenin (basit şekerin:  $C_6H_{12}O_6$ ) ağırlık esasına göre karbon oranı ( $\frac{72}{72+12+96}$ ) %40'tır. %12 protein içeren organik maddenin C/N oranı (proteinin yapısında %16 N olduğu varsayılarak) ise;  $\frac{40}{12 \times 0.16} = \%20-21$ 'dir. Bu hesap ile %6 protein içeren organik maddenin C/N

oranı yaklaşık;  $\frac{40}{6 \times 0.16} = 41-42$ 'dir. Toprağın verimliliği toprağın canlılığına; toprağın canlılığı da içerdiği mikroorganizma sayısına, miktarına ve faaliyetlerine bağlıdır. Mikroorganizma faaliyetleri de topraktaki organik madde miktarına ve organik madde içindeki protein (azot) miktarına bağlıdır. Toprakta ayrışmak üzere olan organik maddenin N içeriği C içeriğinden düşük olduğunda, mikroorganizmalar ihtiyaç duydukları azotu topraktaki inorganik azottan karşıladığından, topraktaki inorganik N seviyesi düşer. Buğday veya arpa sapı gibi C/N oranı yüksek olan materyallerin parçalanması sırasında topraktaki inorganik N, artan mikroorganizma popülasyonu tarafından hızlıca kullanılır. Genel olarak C/N oranı 30 olan organik materyaller toprağa verilince organik maddenin parçalanması esnasında topraktaki N immobilize olur yani inorganik N organik N'a dönüştürülür. C/N oranı 20-30 arasıysa immobilizasyon ve mineralizasyon olmaz. C/N oranı 20'nin altındaysa organik madde parçalanırken inorganik N açığa çıkar. Anızlı tarlalar sürülmeden önce serpmeye şeklinde azotlu gübre kullanıldıktan sonra anızın bozulması, anızın daha kısa sürede ayrışmasını sağladığı gibi organik maddenin daha yararlı olması sağlar (1;2;4).

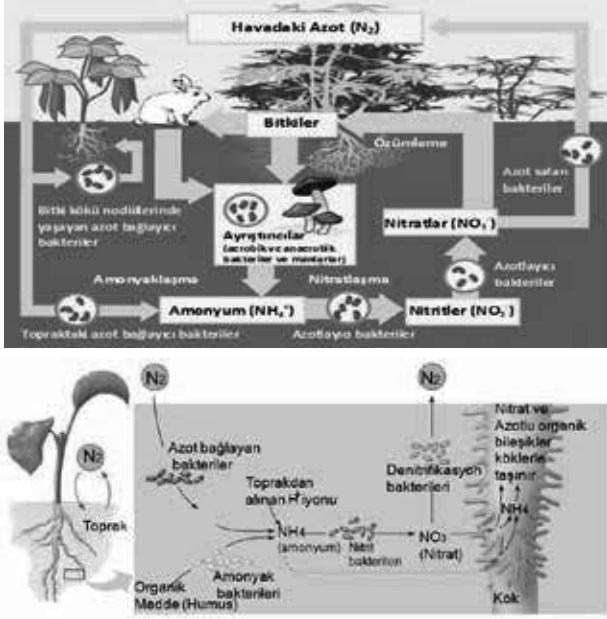
İnorganik gübreler; ticari, kimyasal veya mineral gübre adıyla da anılırlar. Bunlar; ticareti yapılmak üzere kimyasal olarak imal edilen, içinde bir veya daha fazla bitki besin elementlerini yüksek oranda içeren gübrelerdir. Bitkilerin topraktan çok fazla miktarda aldığı azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kükürt (S), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) gibi besin maddelerine makro elementler; topraktan çok az aldıkları demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu), çinko (Zn), molibden (Mo), bor (B), klor (Cl) ve daha az ihtiyaç duyulan kobalt (Co), sodyum (Na), alüminyum (Al), silisyum (Si) ve nikel (Ni) gibi besin maddelerine de mikro (iz) elementler denilmektedir. Tarla bitkilerinin gübrenmesinde kullanılan üç temel makro element başta azot olmak üzere, fosfor ve potasyumdur. Ticari gübrelerde genelde bu üç elementin oranı ve sırasıyla da N, P, K olarak verilmektedir. Burada azot saf madde (elementel N) olarak verildiği halde fosfor  $P_2O_5$  (fosfor pentaoksit) ve potasyum da  $K_2O$  (potasyum oksit) olarak verilir. Bileşiği oluşturan moleküller, elementlerin atom kütleleri kullanılarak yüzdesel ağırlık oranları hesaplandığında;  $P_2O_5$ 'i saf P'ye çevirmek için yaklaşık

0.44 ile,  $K_2O$ 'yu saf K'ya çevirmek için 0.83 ile çarpmak gerekir. Örneğin: %18.46.0 DAP gübresinin 100 kilogramında 18 kg saf N; 20.2 kg saf P (46 kg  $P_2O_5$ ) ve 0 kg K bulunur (1).

#### Azot Çevrimi ve Bitkide Azot Kullanımı

Birçok yaşamsal faaliyet için gerekli olan ve bitki kuru maddesinin içeriğinde %2-4 oranında bulunan azot; protein, DNA, klorofil, nükleik ve amino asitler gibi birçok organik bileşiğin yapısını oluşturur. Bitkisel üretimde eksikliği en çok hissedilen bitki besin maddesi N olup baklagiller dışındaki tarımsal üretimde önemli bir girdidir. Atmosferde bitkilerin yararlanamayacağı formda ( $N_2$ ) ve yüksek düzeyde (%78) N bulunduğu halde topraklarda bitkilerin yararlanabileceği şekildeki N miktarı çok düşüktür (<%0.02). Toprak organik maddesi yaklaşık %5 N içerdiği halde her yıl bu azotun %1-4'ü mineralize olur. Azot gazının çeşitli şekillerde toprağa bağlanarak inorganik formda (genellikle amonyak ve nitrat) kullanılabilir bileşikler haline dönüşmesi olayına fiksasyon denir. Doğada oldukça hareketli olan N, toprak ile atmosfer arasında canlı organizmalar, endüstriyel faaliyetler ve bazı atmosfer olayları vasıtasıyla sürekli dolanım halindedir (Şekil 1a,b). Fiksasyona uğramış olan azotun, diğer canlılar tarafından kullanılabilmesi için öncelikle bitkiler tarafından alınarak özümlemesi zorunludur. Her ne şekilde olursa olsun, fiksasyona uğrayarak toprağa ve suya karışan nitrat formundaki inorganik azot ( $NO_3$ ), suda erimek suretiyle bitkiler tarafından alınabilir. Bitkiler tarafından emilen nitrat; protein ve nükleik asit gibi biyomoleküllerin üretiminde kullanılır. Böylece azot, abiyotik çevreden biyotik unsurlara geçmiş olur ve bitkilerden beslenme yoluyla da tüm canlılara ulaştırılır. Azot, bitkiler ve hayvanlar atık ürettiklerinde ya da öldüklerinde, ayrışma ile tekrar toprağa döner. Topraktaki mikroorganizmalar (bakteri ve mantarlar) tarafından sıcaklık, nem ve oksijen gibi faktörler uygun durumdaysa organik N'un mineralizasyonu başlar ve organik N kısa sürede parçalanarak aminlere dönüşürler (aminizasyon). Organik kalıntılardan serbest hale geçen aminler de amonyağa ve sonra da amonyum formuna geçerler (amonifikasyon). Amonyumun da biyolojik oksidasyon ile nitrit ve nitratlara yükseltgenmesi sağlanır (nitrifikasyon). Nitrifikasyon iyi havalandırılan topraklarda gerçekleşir. Yağışlı dönemlerde yıkanma ile nitrat kaybının olmaması için nitrifikasyon isten-

mez. Nitratlar bitkilerce alınabilir, organizmalarca kullanılabilir, kil minerallerince fikse edilebilir (kil tabakalarına hapsedilebilir) veya toprakta bulunan denitrifikasyon bakterilerinin tekrar azot gazına dönüştürülür. Topraklarda, su ile doymuş koşullarda olduğu gibi, oksijen noksanlığında anaerobik organizmalar ihtiyaç duydukları oksijeni nitrit ve nitrattan sağlarlar. Böylece azotun gaz formları tekrar atmosfere karışır (4;6;7).



Şekil 1a,b. Azot Döngüsü (8)

Bitkilerin kökleriyle aldığı temel N kaynağı; nitrat ve amonyumdur. Diğer anyon ve katyonlara göre bitkiler tarafından daha yüksek miktarda alınan azotun anyon ve katyon formu, bitkilerin iyonik dengesi üzerinde son derece etkilidir. Nitrat düzeyi arttıkça bitkinin katyon ve organik anyon miktarı artmakta; inorganik anyon miktarı ise azalmaktadır. Katyon ve anyonlar genelde bitkiler tarafından aynı miktarda alınmazlar. Eşit miktarda alındıklarında ve nitrat azotu organik azota dönüştüğünde, gövdede nitrat ile birlikte alınan Na, K, Ca ve Mg iyonları; malat, sitrat, oksalat ve pektatlar şeklinde birikirler. Nitratın ksilemde (odun boru) hareketliliği yüksek olduğu için, köklerin vakuollerinde, gövdede ve depolama organlarında depolanabilmektedir. Vakuollerde depolanan nitrat, bitkide anyon-katyon dengesi ve bilhassa sebzelerin kalitesi yönünden büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, bitki besin maddesi olarak temel fonksiyonlarını yerine getirebilmek için amonyağa indirgenmek zorundadır. Nitrat önce nitrat redüktaz enzimi ile nitrite; sonra

nitrit redüktaz enzimi ile nitrit de amonyağa indirgenir. Pek çok bitkide köklerde ve gövdede nitrat indirgenmesi gerçekleşir ve kökler tarafından alınan nitratın %5-95'i köklerde indirgenir. Köklerde veya gövdede indirgenen nitratın oranı; bitkinin nitrat ile beslenme durumu, bitkinin çeşidi ve yaşı, mineral beslenme durumu ve karbon içeriği gibi faktörlere bağlıdır. Genellikle bitkinin nitrat absorpsiyonu düşükse, nitratın büyük bir kısmı köklerde indirgenir. Alınan nitrat miktarı arttıkça, köklerin indirgeme kapasitesi üzerindeki nitrat, nitrat formunda gövdeye gönderilir. Nitratın indirgenmesi ve asimilasyonunda bitkilerin enerji ihtiyaçları artar ve özellikle indirgenme köklerde gerçekleşiyorsa enerji ihtiyacı daha da yükselir. Arpada nitratın büyük bir kısmı köklerde indirgenir. Bu indirgenmede kök solunumunda açığa çıkan enerjinin yaklaşık %23'ü tüketilir. Bu enerjinin %5'i nitrat absorpsiyonu, %15'i nitrat indirgenmesi, %3'ü de indirgenmiş azotun asimilasyonunda kullanılır. Bu enerji tüketimi, N kaynağı olarak amonyum ile beslenen bitkilerde ise toplam %14'tür. Düşük ışık koşullarında, nitratın indirgenmesi ve CO<sub>2</sub>'nin asimilasyon reaksiyonları arasında bir rekabet oluşması söz konusudur. Diğer taraftan yüksek ışık koşullarında nitrat indirgenmesi ile sadece enerji rezervleri tüketilmez; aynı zamanda yüksek ışık stresinin olumsuz etkileri giderilir. En fazla nitrat redüktaz faaliyeti, yaprak gelişiminin azami durumda olduğu zamanda gerçekleşir. Bu aşamadan sonra faaliyet hızla düşmeye başlar. Bu nedenle gelişimini tamamlamış yapraklarda nitrat redüktaz faaliyeti genellikle azdır; dolayısıyla yaşlı yapraklarda nitrat konsantrasyonu yüksektir. Yeşil yapraklarda ışık intensitesi ile nitrat indirgenmesi arasında pozitif bir ilişki vardır. Bu nedenle gövdedeki nitrat indirgenme miktarı günün saatlerine göre farklılık gösterse de köklerde fazla dalgalanma olmaz. Nitrat indirgenmesini çoğunlukla yapraklarında gerçekleştiren bitkilerde, nitrat redüktaz aktivitesindeki günlük değişimler, günün ışıklı zamanlarında yaprakların nitrat içeriğinin düşmesine neden olur. Yüksek oranda nitrat depolayan (ıspanak gibi) bitkilerin yaprak saplarında bulunan nitrat miktarları yaprak ayarındaki miktardan çokça fazladır. Düşük ışık koşullarında hasat edilen bitkilerin nitrat içerikleri, yüksek ışık koşullarında hasat edilen bitkilerinkinden daha fazladır. Özellikle yaprak hücrelerinin büyüme ve gelişmesi son bulduktan sonra, yapraklarda nitrat indirgenmesi devam ederse bazı ozmotik (geçişim) problemler oluşabilir (4).

Bitkilerin azot kaynağı olarak amonyum ile

beslenmeleri durumunda rizosfer (kök sistemi çevresi) pH'sı hızlıca düşer. Kökler tarafından alınan amonyumun büyük bir kısmı köklerde organik bileşiklerin bünyesine katılır. Zararlı bir etki oluşturmadan, nitrat vakuollerde depolanabilmesine rağmen, amonyum ve amonyak düşük yoğunluklarda bile toksik etki oluşturur. Aminoasitlerin, amidlerin ve bunlara bağlı diğer bileşiklerin oluşumu; kökler vasıtasıyla alınan amonyum iyonlarının veya nitratın indirgenmesi veya N<sub>2</sub> fiksasyonu sırasında açığa çıkan amonyağın detoksifikasyonunda temel bir reaksiyondur (4). Sitoplazmada bulunan amonyum konsantrasyonları belli bir miktarın üzerine çıktığı zaman, amonyum vakuollerde depolanabilmekte ve bu ortamda pH'nın düşük olması nedeniyle amonyak oluşumu engellenmektedir. Köklerden alınan amonyumun asimilasyonunda temel aşama; amonyumun aminoasitlere ve amidlere dönüşümüdür. Bu dönüşüm nedeniyle köklerden dışarıya proton salgılanmaktadır. Bitki gövdeleri proton salgılanmasında sınırlı kapasiteye sahip oldukları için, alınan amonyumun büyük bir kısmı köklerde asimile edilmektedir. Çeltik gibi bitkilerde ise köklerle alınan amonyumun büyük bir kısmı gövdeye taşınarak asimile edilmektedir. Köklerdeki amonyum asimilasyonunda aminoasit sentezi için karbona çokça ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaç, mitokondride gerçekleşen trikarboksilik asit döngüsünden karşılanır. Amonyum azotu ile beslenen çeltik gibi bitkilerde, nitrat azotu ile beslenenlere göre daha fazla karbon fiksasyonu gereklidir. Köklerden gövdeye yapılan taşımada C ihtiyacını asgariye indirebilmek için, köklerde asimile edilen N'un büyük bir kısmı azotça zengin bileşikler (asparagin, glutamin, arginin, allantoinik asit gibi) şeklinde taşınır. Depolanan küçük molekül ağırlığına sahip azotlu bileşiklerin formları, bitki türlerine göre farklılık gösterebilir. Baklagillerde fikse edilen N'un büyük bir kısmı üreid olarak (allantoin ve allantoinik asit) dönüştürülür ve nodül köklerin ksileminde taşınır. Buğdaygillerde ise amid (glutamin ve asparagin) formlarına dönüşür. Amonyak asimilasyonunun gerçekleştirildiği organ (kökler, kök nodülleri veya yapraklar) önemsenmeksizin her durumda asimilasyon, glutamin sentetaz ve glutamat sentaz enzimlerinin reaksiyonları ile gerçekleşir. Bu enzimler köklerde, kloroplastlarda ve N<sub>2</sub> fikse eden mikroorganizmalarda bulunur. Yüksek Mg yoğunluğu ve pH'nın yüksekliği ile ATP nükleotidi (Adenozin trifosfat) tarafından glutamin sentetaz enzimi aktifleşir. Aktifleşmede rol alan bu üç etkenin tamamı kloroplastlarda ışığın etkisiyle stomaların açılmasına bağlı olarak artar. Glutamat

sentaz enziminin reaksiyonu sonucunda ise iki molekül glutamat üretilir. Bu moleküllerden biri amonyak asimilasyon döngüsünün devamı için kullanılır; diğeri de asimilasyon ortamından taşınarak protein biyosentezinin gerçekleştiği kısımlara gönderilir. Eğer amonyak kaynağı yüksek olursa; iki glutamat molekülü de amonyak alıcı molekülü olarak görev yapar ve bir molekül glutamin döngüden ayrılır. Glutamin sentetaz ve glutamat sentaz enzimlerinin haricinde glutamat dehidrogenaz enzimi de mevcuttur. Bu enzim sadece yüksek amonyum ve düşük pH ortamında önem kazanır (4).

Bitkilerin beslenmesinde N kaynağı olarak amonyum veya nitratın hangisinin daha uygun olduğu bitki tercihi başta olmak üzere pek çok faktöre bağlıdır. Genelde kalsifüj (kireçten hoşlanmayan) bitkiler, asit koşullara uyum sağlamış bitkiler ve çeltik gibi redoks (oksidasyon-redüksiyon) potansiyeli düşük olan bitkiler amonyumu tercih ederler. Kalsikol (kireç sever) bitkiler ve alkali toprakta yetiştirilen bitkiler nitratı tercih ederler. Bu iki azot formu; kation ve anyonların alımları, hücre ve rizosfer pH'sı üzerine önemli ve zıt etkilere sahiptirler. Köklerde amonyum asimilasyonu ile ortam pH'sı düşer. Amonyum asimilasyonunda köklerin C ihtiyaçları, nitrat ile beslenen bitkilere göre yüksektir. Amonyumla beslenen bitkilerin birim kök için gereksinim duydukları O<sub>2</sub> miktarı da daha fazladır. Sonuç olarak; amonyum ile beslenen bitkilerin köklerinde, nitratla beslenenlere göre şeker miktarı düşük olup kök bölgesi sıcaklığı azaldıkça şeker miktarı da azalır. Böylece kök bölgesi sıcaklığının düşük, amonyum yoğunluğunun fazla olduğu durumlarda kök gelişmesi zayıflar. Bu zayıflık K eksikliğinde daha da belirginleşir. Amonyumla beslenen bitkilerden yüksek ürün alınması için toprak sıcaklığının yanında yüksek ışık yoğunluğu da (köklerin karbonhidrat ihtiyacı için) gerekir. Amonyum ile beslenen bitkilerde sadece düşük pH kritik olmayıp, yüksek pH'larda da amonyak toksik etki oluşturmaktadır. Amonyumun aksine nitrat; sadece köklerde asimile edilmek zorunda olmayıp alındığı şekliyle depolanabilir. Nitrat rizosfer pH'sını yükseltir. Alkali ortamlarda toksisite riski olmayıp nitratla beslenen bitkilerin C ihtiyaçları da fazla değildir. Bu sebeple düşük ışık yoğunluklarında nitrat kullanarak bitkilerden yüksek verim alınabilmektedir. Ancak nitratla beslenme sonucu ortam pH'sının daha da yükselmesi neticesinde özellikle Fe gibi minerallerin alımı zorlaşır. Tarla koşullarında uygulanan amonyum azotunu toprakta geçici olarak stabil kılmak (N kaybını azaltmak) için nitrifikas-

yon inhibitörleri (Dimethylpyrazole phosphate gibi) kullanılabilir. Böylece nitrifikasyon geciktirilerek bitkinin her iki N formundan yararlanmasını sağlanmaktadır. Diğer bir N formu olan üre, kökler veya yeşil aksam tarafından hızlı bir şekilde alınabilmekte ve kökler tarafından alındıktan hemen sonra üreaz enzimi aracılığıyla hızlıca hidrolize olmaktadır. Bazı bitkilerde ise gövdeye gönderildikten sonra hidrolize olmaktadır. Genel bir kural olarak, bu iki N formunun (amonyum ve nitrat) kombinasyonu ile daha yüksek ürün almak mümkündür (4).

#### Azot Dengesizliği ve Bitkideki Belirtileri

Çeşide, bitki organı ve gelişme durumuna bağlı olarak, optimum büyüme için bitki kuru maddesinde bulunması gereken N miktarı değinildiği üzere %2-4'tür. Azot eksikliğinde protein ve enzimlerin sentezi yavaşlar, büyüme-gelişme yavaşlar ve durur, bitki küçük kalır, kardeşlenme zayıflar, kloroplastlarda bozulma ve gerileme oluşur, yaşlı yapraklardan genç yapraklara azot taşınır, yaşlı (ilk) yapraklar başta olmak üzere soluk, sararmış ve açık renkli görünüm oluşur, yaprak uçlarından başlayan kahverengi renklenme görülür. Zayıf gövde (sap), gövdede kırmızımsı renklenme görülür. Diğer elementlerin alımı zorlaşır. Sapa kalkma başlangıcında görülürse yapraklar açık yeşil bir renk alır. Başaklar küçülür, kısa kalır. Çiçeklenme, olgunlaşma ve yaşlanma erkenden gözlenir, taneler iyi olgunlaşmaz ve verim düşer. Azotun yeteri kadar ve dengeli bir şekilde sağlanması ile yukarıda belirtilen olumsuzluklar tersi şekilde faydaya döner. Azot eksikliğini gidermek için normalde ayrışma süresi göz önüne alınarak ekimden birkaç ay önce (sıcak ve nemli koşullarda 5-6 hafta yeterlidir) 2-3 ton/da ahır gübresi veya azot içeren kimyevi gübreler kullanılır. Bitkide kloroz belirtisi varsa amonyum formundaki (üre ve amonyum nitrat gibi) azotlu gübreler tercih edilmelidir.

Azot fazlalığında ise maddi kayıp ve çevre kirliliğinin yanında gövdede incelmeye, boyda uzama, bitkilere mekanik destek sağlayan dokularda zayıflama ve yağış sonrası yatma oluşur (amonyum kullanımında yatma daha belirgindir). Vejetatif gelişme artar ve süresi uzar, kardeşlenme artar, buna mukabil kök gelişim oranı düşük kalır, dokular ve hücre zarı gevşek olur, hücre lümenleri genişler, bunların da etkisiyle kurağa, soğuğa, hastalık ve zararlılara dayanım azalır. Bitkiler koyu mavimsi-yeşil renk alır, yaprak kenarlarında kloroz ve nekrozlar görülebilir, yapraklar kenarlarından aşağıya doğru ters bir çanak şeklinde kıvrılır. Çiçeklenme ve hasat gecikir, şeker sentezi azalır, meyveler tatsız, kalitesiz olur ve erken

meyve dökümü görülür. Bazı bitki dokularında bulunan aşırı nitrat düzeyi, bitkinin ihtiyacından fazla N kullanıldığını gösterir. Bu durum hem maddi kayıplara sebep olur hem de sağlık açısından istenmez. Özellikle sebzelerde depolama sırasında, fazla nitrat bitki dokularında nitrite indirgenir ve beslenmede kanserojen etki yapabilir. Otların kuru maddelerinde %1-2'den fazla nitrat bulunursa memeliler için toksik etki oluşturabilir. Bitkiye ihtiyacından fazla N uygulanmaması, az nitrat depolayan çeşitlerin seçimi, hasadın aydınlık saatlerde yapılması ve gübrelemede amonyum ya da organik N uygulanması bahsedilen tehlikelere karşı alınacak tedbirlerdendir. Tahıl tanelerinin yüksek protein içermesi, işleme kalitesi ve beslenme açısından önemlidir. Yüksek miktarda uygulanan N, doğrudan veya dolaylı olarak tanenin N içeriğini etkiler. Buğday ve arpa tanesinin protein içeriğindeki artış, lizin aminoasidinin azalmasıyla ilgili olup bu durumda proteinin besleyici kalitesi düşmektedir. Bitkilerde bulunan N, kök-gövde-kök arasında devamlı bir döngü halindedir. Bitkilerin gelişim dönemlerine göre, farklı organlarındaki N içerikleri de değişir. Olgunlaşma döneminde N, yapraklardan (ağırlıklı olarak kloroplastlarda) tohum veya meyvelere taşınır. Baklagillerin tersine N fikse edemeyen tahıllar ve diğer tek yıllık bitkilerde, vejetatif aksamdan tohumla N taşınımı daha yoğundur. Buğday ve arpada çiçeklenmenin başladığı andan itibaren yapraklardaki N'un taneye yoğun olarak taşınması; bu dönemde tahıl bitkilerinin topraktan aldıkları N miktarının azalmasıyla doğrudan ilgilidir. Tahıllar gereksinim duydukları N'un yaklaşık %90'ını gelişmelerinin orta dönemine kadar alırlar. Bu dönemden sonra da yapraklarda depolanmış proteinler parçalanarak tohumla gönderilir. Çok yıllık bitkilerde ise tohum ve meyvenin ihtiyacı karşılandıktan sonra geri kalan azot (organik N), sonraki gelişme döneminde kullanılmak üzere floem (soymuk boru) vasıtasıyla depolama organlarına gönderilir (2;4;9;10).

#### Azotlu Gübreler

Ülkemizde şimdiye kadar yaygın olarak kullanılan azotlu gübreler; üre, kalsiyum amonyum nitrat (CAN), amonyum nitrat (AN) ve amonyum sülfat (AS) 'tır. En çok kullanılan azot içerikli kompoze gübreler ise diamonyum fosfat (DAP), 20.20.0 ve 15.15.15 gibi kompoze gübrelerdir.

Üre gübresi amidli gübrelerden olup %45-46 saf N içerir. Bitkilerde boy uzatıcı ve kök geliştirici etkisi vardır. İçerdiği azot organik bünyeli olduğundan, bitkilere daha faydalı olması amacıyla, azotun

bakterilerce parçalanarak amonyum karbonat ve nitrate dönüşmesi gerekir. Bu nedenle diğer azotlu gübrelere nazaran daha erken zamanda uygulamaları gerekir. Konsantre bir gübre olduğundan ekonomik olmakla birlikte, fazla verileceği zaman kısımlara bölünerek verilmeli, tohuma veya bitki köküne doğrudan temas etmemesine dikkat edilmelidir. Az miktarda bir rutubet ile eriyerek bitkiye yarayışlı hale gelir. Toprak pH'sına etkisi hafif asit yöndedir. Pozitif yüklü olduğundan (NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup> dolayı negatif yüklü toprak kolloidlerince tutunur ve yıkanma suretiyle N kaybı pek olmaz. Ancak gübrelemeden kısa bir süre sonra yağışın gelmediği sıcak ve güneşli havalarda toprak yüzeyinden % 30'a varan gaz halinde azot (amonyak) kaybı oluşabilir. Bu kayıplar kireçli ve kumlu topraklarda daha da yüksek oranlarda olur (2;9;11).

%26 CAN gübresi %26 N ve az miktarda Ca ve Mg ile bazı iz elementler içerir. Amonyum nitrat'ın olumsuz etkilerini gidermek (amonyum nitratın patlama potansiyelini önlemek ve ürünün fiziki kalitesini artırmak) için imal edilmiştir. Kireç (kalsiyum) içerdiğinden sulanabilen veya yağışı yeterli olan bölgelerde kullanılmalıdır ki içindeki kireç çözünebilir. Bu şartlarda bitki kalsiyumu kullandığı için toprağın kireç miktarı pek artmaz ve toprak pH değeri yükselmez. %33 AN gübresi ise %33 N içerir. Her iki gübrede de azotun yarısı nitrat diğer yarısı amonyum formundadır. Böylece nitrat hemen kullanılabilirken amonyum ihtiyaç duyuldukça tedrici olarak kullanılır. Böylece etkisi hem hızlı hem devamlıdır. Yağışı yüksek olan bölgelerde içindeki nitrat azotunun yıkanmayla kaybolma derecesi ortadır. Nitrat, topraktaki az bir nem ile eriyebileceği için kurak bölgelerde AN kullanımı önemlidir. Nitrat iyonu havasız koşullarda denitrifikasyonla gaz şeklinde kaybolur. Bu nedenle çeltik gibi suyla doymuş koşullarda yetiştirilen bitkilerde kullanılmamalıdır. CAN gübresi nötr karakterde olup AN gübresi uygulanan topraklar ise az da olsa asitleşme eğilimindedir. Nem çekici olduğu için hava nemiyle bile topaklaştığından ve patlayıcı özelliği olduğundan bu konuda dezavantaj oluşturmaktadır (2;9;12;13). Kimyevi gübrelerin ve özellikle nitratlı gübrelerin satışı ve nakli gibi hususlar öteden beri kayıt altına alınmakla birlikte; ülkemizde son zamanlarda, nitratlı gübrelerin artan bir şekilde terör eylemlerinde kullanılması nedeniyle, 2017 yılı başlarında pratik uygulamasına başlanılan düzenleme gereğince, %33 AN gübresinin tarımsal amaçlı kullanımı tamamen yasaklanmış olup CAN gübrelerinin üreticiler tarafından kulla-

nılmasına ise kontrollü olarak izin verilmiştir (14). Bu nedenle, makalenin ilerleyen kısımlarında %33 AN gübresinin tarımsal amaçlı kullanımı hakkında fazla bilgi verilmeyecektir.

AS gübresi %21 N içeren ve şeker gübresi olarak da bilinen ilk sentetik azotlu gübredir. Azotu amonyum formunda olduğundan dolayı topraktaki fosforun alımına da pozitif etki yapar. Kükürt (%24) içeren tek azotlu gübre formudur (sülfat). Kükürt içeriği nedeniyle taban gübre (ekim zamanında) olarak da kullanılabilir. Toprak kolloidlerince tutularak, yıkanması önlediği için çeltik tarımında yoğun olarak kullanılır. Asit karakterli olduğundan dolayı nötr ve alkali-kireçli topraklarda rahatlıkla kullanılabilir. Ancak yağışı fazla olan bölgelerde, amonyum azotu nitrate dönüşürken toprak pH'sı daha da düştüğü için, 1:1.1 gibi bir oran ile kireçleme yapılmadan uzun süre kullanıldığında bitkiye zararlı olabilmektedir (2;9;15).

Kompoze (karışım) gübreler birden fazla besin maddesi içerirler. Bu nedenle uygulamada kolaylık sağlayan ekonomik gübrelerdir. Ancak karışımı oluşturan besin maddelerinin oranı ile bitkinin istediği miktar iyi hesaplanmalı, uygulama zamanı ve şekli de dikkate alınmalıdır. 20.20.0 kompoze gübre %20 N ve %20 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içerir. İçerdiği azot amonyum sülfat formunda olup içerdiği fosforun suda erime derecesi yüksektir. 15.15.15 kompoze gübre sırasıyla %15 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve K<sub>2</sub>O içerir. Ayrıca %10 da alınabilir formda kükürt (SO<sub>4</sub>) içerir. Potasyum ihtiyacı olan üretimlerde tercih edilmelidir. DAP gübresi ise %18 N (amonyum) ve %46 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içerir. İçerdiği fosforun çok büyük bir kısmı suda eriyebilir özelliindedir. Toprağa verildikten sonra gerekli nemi bulunca bitkiler N ve P'den çok çabuk yararlanır. Erken verilmesi halinde gübrenin içindeki P topraktaki kireç ve diğer maddelerle birleşerek yararsız hale gelir; geç (ekimden sonra) verilirse toprak yüzeyinde kalacağı için bitkiye yararı olmaz. Bu iki kompoze gübrenin haricinde farklı (Zn katkılı vs.) karışımlar da mevcuttur (2;9;16).

#### Arpada Azotlu Gübreleme Zamanı ve Miktarı

Ekiliştten gelişmeye kadar geçen süre, kimi bitkilerde kısa kimilerinde uzun olup kısa dönem bitkileri çimlenme süresince daha az, gelişme süresince daha fazla besin maddesine gereksinim duyarlar. Azotun her türlü formu toprakta hareketlidir. Bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemden çok önce verilirse yıkanarak veya gaz şeklinde uçarak kayıp oluşur. Kayıp derecesi toprak ve iklim koşullarına göre değişiklik gösterir. Az veya orta yağışlı yörelerde, hızlı

gelişen bir bitkinin ihtiyacı kadar; çok yağışlı bölgelerde ise yavaş gelişen bir bitkinin ihtiyacı kadar ve bölünerek birkaç seferde N verilmelidir. Belirtildiği üzere, bitkiler tarafından azotun amonyum ve nitrat ( $\text{NH}_4^+$  ve  $\text{NO}_3^-$ ) formları alınmaktadır. Bitkilerin bünyesinde nitratın konsantrasyonu genellikle amonyumun konsantrasyonundan yüksektir. Bitkinin çeşidi, yaşı ve bazı çevresel faktörlere göre bunları alım tercihleri farklıdır. Bununla birlikte bitkiler için bu iki formun değişik oralarda alınması daha iyi sonuçlar vermektedir. Özellikle düşük pH'larda nitrat alımı, yüksek pH'da ise amonyum azotunun alımı teşvik edilmektedir. Azotun, bitkiler tarafından kullanılmayan kısmı yağış veya fazla sulama suyuyla topraktan yıkanarak uzaklaşmaktadır (özellikle nitrat). Gaz halinde uçarak da kayıp meydana gelebilir (özellikle  $\text{NH}_4^+$  amonyumun,  $\text{NH}_4^+$ 'e dönüşmesi). Ayrıca topraktaki nitratın havasız koşullarda denitrifikasyon ile nitrit, nitrit oksit ve nihayetinde azot gazına dönüşmesi ile de kayıp oluşur. N vejetatif gelişmeyi de artırdığından, bitkiye gereken zamanda (ilk gelişme ve sonrasında) ve yeteri kadar verilmelidir. Fazla verilmesi sakıncalıdır.

Üst gübreleme, kardeşlenmeden sapa kalkma dönemine kadar yapılan gübreleme olarak bilinmekte olup çim veya yaprak gübre olarak da anılmaktadır. Arpada ekimle birlikte taban gübre olarak verilen azota (özellikle kompoze gübreler veya yıkanarak kaybı daha az olan AS veya üre) ilaveten; ilkbaharda toprak yüzeyine verilecek üst gübrenin yarısı kardeşlenme ortasında mümkünse yağışlardan önce (AN veya üre), diğer yarısı başaklanma öncesinde (sapa kalkma) verilmelidir ki kritik gelişme dönemlerinden evvel N verilmiş olsun. Yağışı az olan yörelerde sulama yapılmaksızın yapılan yetiştiricilikte üst gübresi bir defada, yağışı yeterli olan veya sulama yapılan yörelerde üst gübreleme iki defada yapılmalıdır. Bununla birlikte, yeterli yağış alan veya sulama yapılabilen yerlerde başaklanma döneminde de üst gübre uygulanarak üçüncü üst gübreleme yapılabilir. Bu durumda toplam üst gübre miktarı artırılmadan üç kısma bölünerek uygulanmalıdır. Böyle yörelerde fazla ürün almak amacıyla yapılacak gereğinden fazla azotlu gübreleme bitkinin yatmasına ve pas gibi hastalık etmenlerinin zararının artmasına neden olabilir. Başaklanma öncesi tarlaya girilemediği veya bahsedildiği gibi yeterli yağış alınamayan bölgelerde tek seferde verilecek üst gübrenin tamamı, genellikle kardeşlenme sonuna doğru verilmektedir. Kuru tarım yapılan yerlerde yüzeye serpilmiş azotlu üst gübreyi, bitki köklerinin

bulunduğu kısma taşıyacak kadar yağışın gelmesi de önem taşımaktadır. Sıcaklığın düşük seyrettiği zamanlarda amonyum formunun, yüksek olduğu zamanlarda ise nitrat formunun kullanımı daha uygundur (1;2;4;9;10;13;17;18).

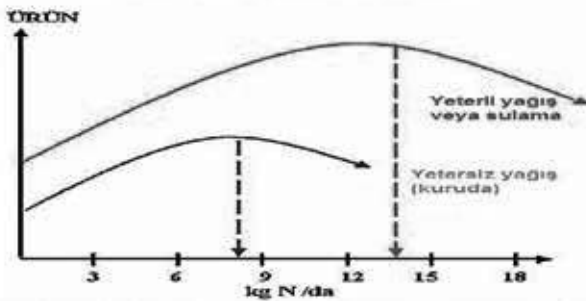
Gübre üreticileri ve araştırmacıların tavsiyeleri doğrultusunda; üst gübreleme bir defada yapılacaksa üre veya % 26 CAN gübrelere birisi, iklim ve toprak şartları da dikkate alınmak suretiyle, kardeşlenme döneminin ortası ile kardeşlenme sonu arasında kullanılabilir. Üst gübreleme iki defada yapılacaksa (yağışı yeterli olan veya sulanan tarlalarda), ilk gübrelemede üre veya CAN; ikinci gübrelemede CAN gübrelere kullanılabilir. Fazla yağış durumunda da % 26 CAN gübresi tercih edilebilir. İkinci üst gübre, kardeşlenme tamamlandıktan sonra sapa kalkma döneminde, ana bitkide ikinci boğum başlarken verilebilir. Bu dönemde, bitkinin çok hızlı gelişerek fazla miktarda azota ihtiyaç duyması nedeniyle ve N kaybının fazla olabilmesinden dolayı üre kullanılmamalıdır. Çünkü ürenin topraktaki bakteriler tarafından ayrışma hızı ve amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) formunda azota dönüşüm hızı yeterli olmayacağından, bitkinin ihtiyacı karşılanamayacaktır. Diğer bir neden de; bu dönemde hızlı gelişen tahılın, azotun en kolay alınan formu olan nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) formunda azotu tercih etmesidir. İkinci üst gübreden sonra (5-10 gün içinde) yağış gelmediğinde sulama yapılmalıdır. Yağışı yeterli olan yörelerde bile bazı yıllar ilkbahar yağışları az olabilmektedir. Bu durumda ikinci üst gübre miktarı azaltılmalıdır. Azaltılmaması durumunda fazla azottan dolayı bitkinin su tüketimi artar, topraktaki su miktarı kısa sürede tükenir ve bitkide yanma oluşabilir. Yağışın gelmeyeceği düşünülüyor ve hava sıcaklığı da yükseliyorsa üst gübrelemede üre ve amonyum sülfat gübresi tercih edilmemelidir. Böyle durumlarda sabah çiği ile üre ve amonyum sülfat eriyerek sıcaklık (güneş) etkisi ile fazla miktarda amonyak ( $\text{NH}_3$ ) olarak N kaybı oluşur. Bu kayıp, CAN gübresinde daha az olur. Sıcaklık düşük, hava bulutlu ve yağmur bekleniyorsa üre veya AS gübrelere kullanılabilir. Kombine mibzerle bant halinde gübreleme yapılacaksa taban gübre miktarı önerilen oranlarda azaltılarak uygulanmalı ve maltlık arpalarda da yemlik arpa için önerilen taban ve üst gübre miktarları bir miktar azaltılmalıdır (13).

Kullanılacak gübre miktarını belirleyen esas faktör; bitkinin gelişme devresine ve büyüme hızına göre ihtiyaç duyduğu besin maddesinin, çevresel faktörleri de dikkate alarak bitkinin alabileceği ve optimum gelişmeyi göstereceği miktar olarak top-



rakta bulundurmaktır. Etkili maddesi yüksek olan gübrelerin kullanılması daha riskli olduğu halde; birim maliyeti daha düşük olduğu ve birim alana daha az gübre kullanıldığı için konsantrasyonu yüksek olan gübreler tercih edilmektedir. Yapılan bitki/toprak analizi ve tarladan kaldırılacak ürün miktarına göre gübreleme yapılmalıdır. Özellikle fosfor miktarı belirlenirken, topraktaki toplam miktardan ziyade kullanılabilir formdaki fosfor miktarı belirlenmelidir. Azot miktarı hesaplanırken de toprağa kazandırılan ve topraktan kaldırılan N göz önüne alınmalıdır. Örneğin bir arpa tarlasından % 10 protein içeren 200 kg/da tane ve % 4 protein içeren 250 kg/da sap elde edilmesi bekleniyorsa bu ürünlerle tarladan kaldırılacak N miktarı;  $(200 \times 0.1 / 6) + (250 \times 0.04 / 6) = 3.3 + 1.6 = 5$  kg/da olur. Benzer yaklaşımlarla, her 100 kg üründe yaklaşık 2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 2-2,5 kg saf N tüketildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle 300 kg/da tane ürünü elde edilecekse 6-7'şer kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve N (üst gübre) verilmelidir. Örneğin 300 kg/da ürün alınan kuru tarım alanında; 14 kg %18-46-0 DAP ve 23 kg %26 AN gübresi verilebilir. Böylece 6.5 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 2.5+6=8.5 kg/da saf N verilmiş olur (1;17). Yağış veya sulanma durumuna göre, verilecek üst gübre miktarı hesabında, topraktan kaldırılacak azot miktarının yükseleceği düşünülmelidir. Çünkü hem tarladan kaldırılan ürün (dolayısıyla besin maddesi) miktarı hem de bitkinin gübreden faydalanma oranı artmaktadır. Şekil 2'de görüldüğü gibi; yeterli su şartlarında azotun belirli bir noktaya kadar artırılması ile verim de artar, pik noktadan sonra ise fazla azot verimi düşürür (18).

### AZOT-SU İLİŞKİSİ



Şekil 2. Buğdayda Azot-Su İlişkisi (18)

Konu hakkında yapılan bazı araştırmaların sonuçları incelendiğinde: Isparta'da iki sıralı bir arpa çeşidinde iki yıl yürütülen çalışma (19) sonucunda; dekara tane veriminin, N dozunun artışına paralel olarak 16 kg/da seviyesine kadar artış gösterdiği ancak bunun üzerinde artan azot dozunun (20 kg/da) verimde düşüşe yol açtığı, Isparta yöresinde yüksek

tane verimi için 8 kg/da P ve 12 kg/da saf N uygulamasının yeterli olduğu bildirilmektedir.

İç Anadolu şartlarında iki sıralı toplam beş arpa genotipi üzerinde yapılan çalışma (20) sonucu; genel olarak 8 kg/da'ya kadar artan saf azot dozunun verim ve kalite öğelerinde artış ve iyileşme sağladığı ve uygun doz ve şekilde (yöreye, amaca, yönetime, genotipe ve ekolojiye göre) yapılan azotlu gübrelemenin istenilen özellikte iyileşme sağlayabileceği belirtilmiştir.

Bursa'da iki sıralı 10 arpa çeşidi üzerinde 0-15 kg/da aralığında farklı azot dozlarıyla yürütülen çalışma neticesinde; 1000 tane ağırlığı hariç, azot dozundaki artışa paralel olarak diğer unsurlar (ortalama tane verimi, bitki boyu, başak uzunluğu, başakta tane sayısı, tane ağırlığı, protein yüzdesi) artış göstermiş ve en yüksek verim ortalaması 519 kg/da ile 15 kg/da N uygulamasından alınmıştır (21).

Erzurum'da ön bitkisi nadas olan parsellere yazlık olarak ekilen ve iki defa sulanan (sapa kalkma ve başaklanmada) iki sıralı üç arpa genotipinde, tamamı ekimle birlikte uygulanan 0-8 kg/da aralığında farklı N (%26 AN) dozları ile yapılan araştırma (22) sonucunda; tane veriminin 6 kg/da N dozuna kadar önemli oranlarda arttığı, 8 kg/da N dozunda ise 6 kg/da N dozuna göre önemsiz oranda azaldığı, artan N dozlarının tane verimini ve ham protein oranını artırdığı ve dolayısıyla malt kalitesinde azalmaya neden olduğu, tane verimi ve malt kalitesi birlikte düşünüldüğünde benzer yetiştiricilik koşullarında ekimle birlikte 6 kg/da N uygulamasının yeterli olacağı bildirilmektedir.

Eskişehir'de kuru koşullarda, yarı taban ve taban alanlara tavsiye edilen iki sıralı beş arpa çeşidi ile yapılan çalışma (23) sonucu; artan N dozlarıyla verim öğelerinde (bitki boyu, başakta tane sayısı, başakta tane ağırlığı, tane verimi, hektolitre ağırlığı, klorofil miktarı) artış gözlemlendiği, artan N dozları bakımından 10 kg/da'da en yüksek sonuçların alındığı ve bu sonuçlara göre yapılacak N'lu gübrelemenin 10 kg/da'dan düşük olmaması gerektiği ancak gübrelemenin ekonomik optimum noktasının 8.7 kg/da olduğu bildirilmektedir.

Isparta ekolojik koşullarında (kaydedilen yıllık toplam yağış 616 mm) iki sıralı kışlık bir arpa çeşidi ile yürütülen, yarısı ekimle (amonyum sülfat) diğer yarısı sapa kalkma döneminde (amonyum nitrat) verilen 0-20 kg/da aralığındaki N dozlarının uygulandığı çalışmada (24); süt olum, sarı olum ve tam olum dönemlerinde alınan bitki örneklerinde yapılan inceleme sonucunda; N dozlarının bitkideki kuru

madde üretimini önemli ölçüde etkilediği, artan N dozlarına paralel olarak bitkinin toplam kuru madde üretiminin bitki aksamalarına göre değişmekle birlikte arttığı, tanenin N içeriğine katkısı bakımından bayrak yaprak, diğer yapraklar ve başakların önemli yer tuttuğu, tane dolum dönemlerinde fotosentetik ürünlerin miktarının N dozlarına bağlı olarak değiştiği ve 16 kg/da N uygulamalarından sonra fotosentetik ürünlerin tane tarafından yeterince değerlendirilemediği bildirilmiştir.

Yukarıda değinilen ve benzer amaçla yürütülen diğer araştırma sonuçları ile birlikte gerek gübre üreticileri gerekse ilgili birimlerce tavsiye edilen gübre ve besin maddesi miktarlarını gösterir çizelgeler (Çizelge 1,2,3,4) incelendiğinde; kullanılan gübre cinsi, uygulama yapılan bölgeler, uygulama zamanı ve yöntemi, toprağın besin maddesi içeriği ve yapısı, üretim miktarı, sulanma ve yağış durumu, yetiştirilen çeşit ve kullanım amacı gibi hususlara göre kullanılacak gübre miktarının farklılık göstereceği durumu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 1. Arpada Bölgelere Göre Gübreleme Tavsiyesi (kg/da) (2)

Bölge	%21 AS	%26 AN	%46 ÜRE	20.20.0 KOMP.	18.46.0 DAP
İç An. (kuru)	30	23	13	35	15
İç An. (sulu)	50	38	22	35	15
Göller B.	35	27	15	35	15
Trakya	40	31	17	40	17

Çizelgedeki üst gübrelere biri tercih edilebilecektir.

Çizelge 2. Yemlik Arpada Gübreleme (kg/da) (25)

Tarım Şekli	Ekim	Mart Başı	Ot İlaçlama (holder deposuna)	Nisan Başı + Mayıs (yağmurlamayla)
Kuru	10 DAP	10 ÜRE	0.5 ÜRE / 100 L'ye	- -
Sulu	14 DAP	10 ÜRE	0.5 ÜRE / 100 L'ye	10 %33 AN + 10 %21 AS

Çizelge 3. Arpada Bölgelere Göre Saf N Önerisi (kg/da) (26)

Bölgesi	Tarım Şekli	Toprağın Organik Madde İçeriği (%)			
		0-1	1.1-2	2.1-3	>3
Orta Anadolu	Sulu	15	14	13	11
	Kuru	8	7	6	5
Trakya	Kuru	10	9	8	7
Güneydoğu A.	Kuru	8	7	6	5
Doğu Anadolu	Sulu	12	10	8	6
	Kuru	8	7	5	4
Ege B.	Sulu	16	15	14	10
	Kuru	10	9	8	7
Göller B.	Sulu	9	8	7	6
	Kuru	10	9	8	7
Akdeniz	Sulu	14	13	12	10

Çizelge 4. Yemlik Arpada Gübreleme Önerisi (13)

Alınan Ürün kg/da	Taban Gübre Cinsi	Taban Gübre Mik-tarı kg/da	Üst Gübre Miktarı (kg/da)		
			Kardeşlenme Sonu - Sapa Kalkma Başı		
			%26 CAN	%33 AN	ÜRE
250-300	DAP veya 20.20.0+Zn	9-11 22-25	20-22	15-17	11-12
			14-16	11-12	7-8
300-400	DAP veya 20.20.0+Zn	11-13 25-28	22-24	17-18	12-13
			16-18	12-14	9-10
400-500	DAP veya 20.20.0+Zn	13-14 28-32	24-26	18-19	13-14
			18-20	14-15	10-11

- Alınacak fazladan her 100 kg tane ürün için taban gübre 2 kg, üst gübre 3 kg artırımlı uygulanmalıdır.

- Çizelgedeki üst gübrelerden biri tercih edilebilecektir.

#### Sonuç

Ana bitki besin elementlerinden olan azotun, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktar ve zamanda, bitkinin faydalanabileceği şekilde verilebilmesi arpa gübreleme programı hazırlanırken dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Bunun için öncelikle ve mutlaka toprak analizi yapılmalı, yetiştirme sezonu içinde de gerekiyorsa bitki analizleri yaptırılarak besin maddesi içerikleri tespit edilmelidir. Yetiştirilen çeşit için yapılmış agronomik çalışmalar varsa, bu araştırma sonuçları ve çeşit bazındaki gübreleme

önerileri dikkate alınarak, elde edilmesi beklenen veya elde edilen (toprakta kaldırılan) ürün miktarı da hesaba katılarak azot ihtiyacı belirlenmelidir. Taban gübre ekimle verildiği için, daha çok üst gübreleme zamanı önem arz etmektedir. Yağışı az ve sulama imkânı olmayan yerlerde üst gübre tek seferde kardeşlenme döneminde; yeterli yağış veya sulama imkânlarında ise şartlara göre toplamda iki veya üç seferde (ikincisi sapa kalkma başında ve üçüncüsü başaklanmaya yakın) verilebilecektir. Kullanılacak gübre cinsini belirlemede; toprak ve iklim koşulları ile yetiştirilen bitki ve kullanılacak gübrenin özellikleri dikkate alınmalıdır. Makale boyunca bahsedilen şartlara ve bölgelere göre değişmekle birlikte genel olarak arpada, bir yetiştirme sezonunda 8-16 kg/da saf N dozu tavsiye edilmektedir.

**Kaynaklar**

1. Geçit H.H., Kolsarıcı Ö., Çiftçi C.Y., Emeklier H.Y., İkincikarakaya S.Ü., Adak M.S., Ekiz H., Altınok S., Sancak C., Sevimay C.S. ve Kendir H., 2009. Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1569, 521. 540 s, Ankara
2. Anonim, 2016a. [http://www.kutahyaazot.com/gub-releme\\_rehberi.html](http://www.kutahyaazot.com/gub-releme_rehberi.html) (Erişim Tarihi: 16.12.2016)
3. Anonim, 2016b. <http://www.drt.com.tr/TeknikBilgi.aspx> (Erişim Tarihi: 16.12.2016)
4. Güneş A., Alpaslan M. ve İnal A., 2007. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1551, 504. 576 s, Ankara
5. Karakurt E., 2009. Toprak verimliliği yönünden yeşil gübreler ve gübreleme. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 18(1-2):48-54
6. Anonim, 2016c. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Azot\\_döngüsü](https://tr.wikipedia.org/wiki/Azot_döngüsü) (Erişim Tarihi: 16.12.2016)
7. Anonim, 2016d. <http://www.sorhocam.com/etiket.asp?sid=4338&azot-fikssiyonmekanizmasi> (Erişim Tarihi: 16.12.2016)
8. Anonim, 2016e. <http://www.biyolojiokuryazari.com> (Erişim Tarihi: 16.12.2016)
9. Anonim, 2016f. <http://www.igsas.com.tr/tr/default.asp?rsm=141511000> 000&Kimyevi-Gubre-ve-Kullanimi (Erişim Tarihi: 16.12.2016)
10. Anonim, 2016g. <http://www.drt.com.tr/TeknikBilgi.aspx?page=Azot> (Erişim Tarihi: 16.12.2016)
11. Anonim, 2016h. <http://www.egegubre.com.tr/ure.html> (Erişim Tarihi: 17.12.2016)
12. Anonim, 2016i. <http://www.egegubre.com.tr/tedarik.html> (Erişim Tarihi: 17.12.2016)
13. Anonim, 2016j. [http://galeri.toros.com.tr/kutuphane/gubrelemerehberi\\_files/assets/common/downloads/publication.pdf](http://galeri.toros.com.tr/kutuphane/gubrelemerehberi_files/assets/common/downloads/publication.pdf) (Erişim Tarihi: 21.12.2016)
14. Anonim, 2017. <http://tekirdag.tarim.gov.tr/Duyuru/113/Nitratli-Gubrelerin-Kullandirilmasina-Iliskin-Talimat> (Erişim Tarihi: 25.01.2017)
15. Anonim, 2016k. <http://www.egegubre.com.tr/as.html> (Erişim Tarihi: 21.12.2016)
16. Anonim, 2016l. <http://www.egegubre.com.tr/urunler.html> (Erişim Tarihi: 22.12.2016)
17. Anonim, 2016m. <http://www.agrosym.com/teknikbilgiler.asp> (Erişim Tarihi: 22.12.2016)
18. Anonim, 2016n. <http://www.cankiritb.org.tr/TarimsalBilgilendirme/tabid/4243/Default.aspx> (Erişim Tarihi: 22.12.2016)
19. Akman Z., Karadoğan T. ve Çarkçı K., 1999. Farklı azot ve fosfor dozlarının arpa (*Hordeum vulgare*)'nın verim, verim öğeleri ve bazı kalite özelliklerine etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 8(1-2):17-27
20. Gürsoy M., 2011. Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* L.) hat ve çeşitlerinde farklı azot dozlarının verim ve kalite öğelerine etkileri. e-Journal of New World Sciences Academy, Ecological Life Sciences, 5A0066,6(4):114-123
21. Budaklı E., Bayram G., Türk M. ve Çelik N., 2005. Bazı iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* conv. *distichon*) çeşitlerinde farklı azot dozlarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2):1-11
22. Kartal G., Öztürk A. ve Çağlar Ö., 2003. Erzurum koşullarında farklı azot dozlarının arpanın maltlık özelliklerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 34(1):9-16
23. Ertürk T., 2014. Orta Anadolu koşullarına uyumlu bazı arpa çeşitlerinde (*Hordeum vulgare* L.) farklı azot dozlarının verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Eskişehir
24. Akman Z., 2001. Azot dozlarının arpanın (*Hordeum vulgare*) değişik olum dönemlerinde bitkinin azot alımı ve kuru madde dağılımına etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 7(2):36-41
25. Anonim, 2016o. [http://www.igsas.com.tr/tr/default.asp?rsm=1416180\\_00000&Arpan%FDn%20G%FCbrenmesi](http://www.igsas.com.tr/tr/default.asp?rsm=1416180_00000&Arpan%FDn%20G%FCbrenmesi) (Erişim Tarihi: 22.12.2016)
26. Anonim, 2016p. <http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/SagMenuVeriler/ToprakSuGubreTavsiyeVerileri.pdf> (Erişim Tarihi: 22.12.2016)