

TOPRAKTA AZOT BİLANÇOSU

N. Mücella MÜFTÜOĞLU **Tuncay DEMİRER**
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Çanakkale

ÖZET: Azot, tüm canlı yaşamı için çok önemli bir besin elementidir. Bu elementin canlılara ulaşması büyük oranda toprak aracılığı ile olmaktadır. Toprağın azot bilançosu hesaplanırken önemli iki nokta ile karşılaşılmaktadır. Bunlardan birincisi toprağın azot gelirlerinin doğal kaynağının atmosfer olduğu, ikinci ise azot bilançosunun yıl sonunda açık verdiğiidir. Toprağın açık veren azot bilançosunu denk duruma getirmek için mümkün olduğu kadar doğal yollardan yararlanılmalıdır. Bunun da etkili olanı biyolojik azot fiksasyonudur.

NITROGEN BALANCE SHEET IN SOIL

SUMMARY: Nitrogen is a very important nutrient element for all vital activity in humin being, plants and animals. This element takes part for livings by means of soil in a big proportion. There are two important point in nitrogen balance sheet of soil. The first, natural origin of nitrogen in soil is atmosphere, the second, there is a deficit in nitrogen balance sheet at the end of year. For equalize the gain and the loss of nitrogen amount in soil must be used natural manner. The most effective of this is biological nitrogen fixation.

1. GİRİŞ

Azot, bitki gelişmesinde dolayısı ile insan ve hayvan yaşamında çok önemli bir yere sahip makro besin elementidir. Bitkilerce topraktan alınan besinlerden en çok gereksinim duyulana azottur. Çünkü azot bitkide protein, amino asit, amid, nükleik asit, klorofil gibi önemli fonksiyonları bulunan organik bileşiklerin yapısına girmektedir.

Bitkiler azot gereksinimlerini topraktaki azottan karşıladığı için topraklarda bitkilerin yararlanabileceği form ve miktarda azot bulunup bulunmadığı çok büyük önem taşır. Ancak canlılar için bu kadar büyük öneme sahip olan azot doğada şili nitrati (NaNO_3) dışında minerallerin yapısında bulunmayan tek besin elementidir. Jenkinson (1990) un bildirdiğine göre küresel boyutta incelendiğinde en fazla azot atmosferde bulunmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1'in incelenmesinden de görüleceği gibi azotun asıl kaynağı atmosfer olup bunu diğer kaynaklar izlemektedir.

Tablo 1. Azot Elementinin Küresel Dağılımı (Tok, 1997).

Table 1. The Spherical Dispersion Of Nitrogen Element

Kaynak	Miktar (Ton)
Atmosfer	3.900 . 1015
Toprak (Organik madde)	1.500 . 1011
Toprak mikroorganizmaları	6.000 . 109
Bitkiler	1.500 . 1010
Karasal hayvanlar	2.000 . 108
İnsanlar	1.000 . 107
Denizler	2.400 . 1013
Toplam	3.924 . 1015

Toprakta bulunan azotun çok az bir kısmı bitkilerin yararlanabileceği şekildedir. Topraklarımızın genellikle %1 civarında organik madde içerdiği gözönünde tutulursa bu bir dekar arazi için yaklaşık 6 kg saf azot demektir. Ancak bu miktardan da belli oranlarda kayıplar olacağı gözden uzak tutulmamalıdır.

2. Azot Bilançosu

Toprağın azot yönünden bir yıl içindeki gelirleri ile giderlerini tesbit ederek bir yıllık bilançosunu çıkarırsak bir tarafta gelirlerin diğer tarafta giderlerin yer aldığı Tablo 2 ye ulaşırız.

Tablo 2. Toprağın Azot Bilançosu
Table 2. Nitrogen Balance Sheet In Soil

N – Bilançosu	
Gelirler	Giderler
1 - Organik madde	1 - Erozyon
2 - İnorganik gübreler	2 - Hasat
3 - Yağış	3 - Yıkanma
4 - Biyolojik fiksasyon	4 - Gaz şeklinde

2.1. Azot Kazanım Yolları

2.1.1. Organik Madde

Toprağa ilave edilen organik maddelerin çok büyük bir kısmını organik gübre dediğimiz materyeller oluşturur. Bu gübreler hem çok yönlü etkide bulunmaları hem de uzun süre besin kaynağı görevi görmelerinden dolayı önemlerini korumaktadırlar.

Organik gübreler bitkisel veya hayvansal kaynaklı olabilirler. Gerek bitkisel gerekse hayvansal kökenli organik gübrelerin toprağa yaptıkları azot kazancı, kullanılan organik gübrenin yapısı ile direkt ilişkilidir.

Smith ve ark. (1990)'nın belirttiğine göre yeşil gübreleme ile sonraki bitkilere yaklaşık 20 - 100 kg/ha düzeyinde azot sağlandığı tesbit edilmiştir (Brohi ve ark., 1997).

Ayrıca yine yeşil gübreleme ile ilgili olarak Smith ve Sharpley (1993) tarafından yapılan çalışmada toprağa buğday sapı ilavesinin 18 kg/ha düzeyinde azot sağladığını, buna karşılık yonca bitkisinin toprağa 55 kg/ha dan daha fazla azot kazandırdığını tesbit etmişlerdir (Brohi ve ark., 1997).

Organik gübreler topraklara verildiklerinde mineralize olmadığı sürece bitki ve diğer canlılar için doğrudan besin kaynağı olarak kullanılamazlar. Organik maddenin mineralizasyonu, toprakta yaşayan çeşitli organizmaların aktiviteleri sonucu basit inorganik bileşiklere dönüşmesi ile olur. Yani organik bünyede yer alan organik bileşikler mikrobiyal faaliyetler sonucu bitkilerce alınabilir inorganik formlara dönüşür.

2.1.2. İnorganik Gübreler

Toprakların bir diğer azot kazanç yolunda inorganik gübrelerdir. İnorganik gübreler toprakta eksikliği görülen besin elementlerini toprağa ilave etmek için üretilmiş yapay gübrelerdir. İnorganik gübrelerle kazanılan azotun miktarı; gübrenin çeşidine, toprak özelliklerine, bitki türüne ve iklim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Aydeniz ve Brohi (1991)'nin bildirdiklerine göre kullanım açısından ticari gübreler içerisinde azotlu gübreler en büyük paya sahiptir ve her yıl bu yolla milyonlarca ton azot toprağa ilave edilmektedir (Brohi ve ark., 1994).

2.1.3. Yağış

Kar ve yağmur suları ile de toprağa azot ilave edilmektedir. Bu yolla genellikle toprağın amonyak ve nitrat şeklinde azot kazancı olmaktadır. Bölgenin yağışlı veya kurak olması bu yolla kazancın miktarını değiştirmektedir. Yağışlı bölgelerin azot kazancı kurak bölgelere göre daha fazladır. Yağışlarla toprağa ilave edilen azot miktarı 180 gr ile 3.8 kg/ha arasında değişmektedir (Brohi ve ark., 1994).

2.1.4. Biyolojik Fiksasyon

Azot yönünden atmosfer havası ile toprak havası karşılaştırıldığında çok önemli bir fark olmadığı görülür, bu miktar %78 dir. Bir dönüm arazi üzerine gelen hava kütesinin 8642 ton elementer azot içerdiği tesbit edilmiştir (Kovancı, 1975). Ancak bu azottan bitkiler direkt olarak yararlanamamaktadırlar. Bitkilerin yararlanması için bu azotun inorganik forma çevrilmesi gerekir. Atmosferde yüksek miktarlarda olduğu halde bitki için yararlısız durumda bulunan moleküler yapıdaki azotun fikse edilerek organik forma çevrilmesine biyolojik azot fiksasyonu denmektedir. Atmosfer azotunun bir yıl içindeki fiksasyonu 175 milyon ton olup tüm azot fiksasyonunun %75 ini oluşturmaktadır (Haktanır ve Arcak, 1997). Tok (1997) a göre biyolojik azot fiksasyonu ile bir yıl boyunca dünyada $1.4 \cdot 10^8$ ton azot tesbit edilmektedir ki bu miktar yapay gübrelerdeki toplam azotun iki mislidir. Şişli (1996) serbest yaşayan ve bağımlı bakterilerin tümü tarafından bağlanan azotun $140 - 700 \text{ mg/m}^2/\text{yıl}$ olduğunu kaydetmiştir (Boşgelmez ve ark, 1997). Biyolojik fiksasyonda çeşitli toprak mikroorganizmaları görev yapmakta ve azot fiksasyonu iki şekilde olmaktadır.

2.1.4.1. Simbiyotik Olmayan Yolla Azot Fiksasyonu

Atmosfer azotunun, serbest yaşayan bakteriler tarafından fikse edilmesine simbiyotik olmayan yolla azot fiksyonu denir. Brohi ve ark.(1997) na göre serbest yaşayan bakterilerle her yıl 10 - 40 kgN/ha a kadar varan düzeylerde elementel azot, atmosferden bağlanarak bitkilere yararlı formlara dönüştürülebilmektedir. Asimbiyotik azot fiksyonunu gerçekleştiren mikroorganizmalar sayesinde dünyada tesbit edilen azot miktarının yılda 30 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir (Boşgelmez ve ark., 1997). Bu yolla azot fiksyonu ile mer'a ların azot kazancı 1.0 - 1.6 kgN/da dır(Boşgelmez ve ark., 1997). Simbiyotik olmayan yolla azot fikse ettiği bilinen en önemli bakteri *Azotobakter* 'dir. Bu yolla azot kazanç miktarları azot fikse eden mikroorganizmaların miktarlarına ve yaşam koşullarının kendileri için uygun olup olmamasına bağlıdır. *Azotobakter*lerin uygun koşullarda yılda 90 kg/ha azot fikse edebildikleri belirtilmektedir (Brohi ve ark., 1994). Haktanır ve Arcak (1997) a göre *Azotobakter*ler için yıllık fiksyon düzeyleri ortalama 2 - 3 kgN/da dır. *Clostridium* bakterisinin azot fiksyon düzeyleri 0.5 - 3.0 kg/da/yıl kadardır (Haktanır ve Arcak., 1997). Bu yolla azot fikse eden bir diğer organizma grubu da özellikle çeltik alanlarında azot fikse eden mavi - yeşil alglerdir. Çengel (1993) mavi - yeşil alg (*Cyanophyce*) ler ile yılda 100 - 300 kg/ha azot bağlandığını, Haktanır ve Arcak (1997) da yine aynı organizma grubu ile bahar aylarında oluşan fiksyonun 8 kg/ha/ay düzeyine ulaştığı belirtmişlerdir.

2.1.4.2. Simbiyotik Yolla Azot Fiksasyonu

Simbiyotik yaşayan bakterilerle yapılan azot fiksyonuna simbiyotik azot fiksyonu denir. Bu yolla azot bağlamaya da simbiyotik yolla azot fiksyonu adı verilir. Simbiyotik ilişkide mikroorganizma konukçu bitkiye azot sağlamakta, konukçu bitki ise mikroorganizmalara çözünebilir karbonhidrat temin etmektedir. Başlıca simbiyotik yaşama giren mikroorganizmalar *Rhizobium* türleri ve *Aktinomiset*lerdir. *Aktinomiset*lerin azot kazancı özellikle ormanlık alanlarda söz konusudur. Tarım alanları için ise en etkili olanlar baklagillerle kurdukları ortak yaşam sonucunda azot fikse eden *Rhizobium* türleridir. *Rhizobium* bakterilerine konukcu bitki olan baklagillerden yaklaşık 200 tanesi kültür bitkisi olarak kullanılmaktadır. Bu şekilde azot fikse eden 6 farklı *Rhizobium* türü bilinmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Baklagil - Rhizobium Seçici Simbiosis İkilemleri
Table 3. The Symbiosis In Legume - Rhizobium

Rhizobium Cinsleri	Seçici Baklagil Bitkileri
<i>R. leguminosorum</i>	Bezelye, Fiğ, Mercimek, Nohut
<i>R. trifoli</i>	Üçgül
<i>R. phaseoli</i>	Fasülye
<i>R. meliloti</i>	Yonca, Korunga
<i>R. japonicum</i>	Soya Fasülyesi, Börülce
<i>R. lupini</i>	Bakla, Gazalboynuzu

Tablo 3 de görüldüğü gibi her *Rhizobium* türü tüm baklagillerde azot fikse etme yeteneğine sahip değildir. Ortamdaki *Rhizobium* türü azot kazancı üzerinde etkili olduğu gibi bakterilerin içinde bulunduğu ortam koşulları da organizmaların azot bağlama miktarları üzerinde çok etkilidir.

Gökkuş ve Koç (1993)'un bildirdiğine göre dünyada baklagil - *Rhizobium* ortaklığı ile tesbit edilen azot miktarı yılda yaklaşık 110 milyon tondur. *Rhizobium* bakterileri ile baklagil bitkisi bu yol ile genellikle bir hektar toprağa 200 - 300 kg bitkiye yararlı azot sağlar. Bazen bu miktar çok daha fazla olabilir (Haktanır ve Arcak, 1997). Brohi ve ark. (1997) na göre baklagil bitkileri ile ortaklaşa yaşayan *Rhizobium* bakterileri ile 600 kg/ha a varan düzeylerde elementel azot bitkilere yararlı formlara dönüştürülebilmektedir.

Yapılan çalışmalar en fazla azot fiksyonunun yonca ile kurulan simbiyotik ilişki ile sağlandığını göstermektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Simbiyotik Azot Fiksasyonu (Sağlam ve ark., 1993).
Table 4. Symbiotic Nitrogen Fixation

Bitki	Fikse Edilen Miktar (kg N / ha / yıl)
Yonca	125 - 335
Kırmızı üçgül	85 - 190
Bezelye	80 - 150
Soya fasulyesi	65 - 115
Börülce	65 - 130
Fiğ	90 - 155

İyi gelişmiş üçgül ve yonca 100 - 4000 kgN/ha/yıl fikse edebilmektedir (Brohi ve ark., 1994). Baklagillerin fazla olduğu mer'a larda yılda 50 kg/da m üstünde azot sağlanmaktadır (Boşgelmez ve ark., 1997).

Hauck (1971) un bildirdiğine göre gerek simbiyotik gerekse simbiyotik olmayan yolla bağlanan azot miktarları toprağın kullanım şekline göre yani ekosistemlere göre değişiklik göstermektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Değişik Ekosistemlerde Biyolojik Fiksasyonla Tutulan Azot Miktarları (Tok, 1997)
Table 5. Fixed Nitrogen Amount In The Different Ecosystem

Ekosistemin Şekli	Fikse Edilen Miktar (kg N / ha / yıl)
Tarım toprağı	7 - 28
Çayır - Mer'a (Baklagil yok)	7 - 114
Çayır - Mer'a (Baklagil var)	73 - 865
Orman toprağı	58 - 594
Çeltik arazisi	13 - 99
Su ortamı	70 - 250

Tablo 5 den de görüldüğü gibi ekosistemde baklagil bitkilerinin varlığı azot kazancı açısından önem arz etmektedir.

Toprağın azot gelirlerine baktığımızda azotun esas kaynağının atmosfer olduğunu görürüz. Çünkü kazanım yollarından inorganik gübrelere haricindekilerinin azot kaynağı atmosferdir.

2.2. Azot kayıp yolları

2.2.1. Erozyon

Yüzey toprağının çeşitli etkenlerle başka yerlere taşınması olayına erozyon diyoruz. Toprağın taşınması ile hem içinde var olan azot kaybı söz konusu olmakta hem de toprakla birlikte azotu fikse edebilecek olan organizmalar da ortamdan uzaklaştığı için dolaylı yolla azot kaybı olmaktadır.

2.2.2. Hasat

Topraktaki azotun büyük bir kısmı bitkilerin büyümeleri süresince tüketilir. Bu tüketilen azot bitkilerin hasat edilmeleri ile ortamdan uzaklaşmış olur. Bu nedenle de hasatla topraktan alınan azot toprağın azot bilançosu yönünden giderler kısmında yer almaktadır. Bu şekilde ortamdan uzaklaşan azotun çok az bir kısmı geri döner. Bitkilerin topraktan sömürdükleri azot miktarı değişiklik arz etmektedir. Kemmler ve Hobt (1984) un bildirdiğine göre çeşitli bitkilerin topraktan kaldırdıkları azot miktarları Tablo 6 da belirtilmiştir.

2.2.3. Yıkanma

Toprakta bitkilerin yararlanabileceği şekilde bulunan inorganik azot bileşikleri; özellikle nitrat, toprak içinde hareket eden suyla hareket etmekte ve ortamdan uzaklaşmaktadır. Low ve Armitage (1970) nin bildirdiğine göre topraktan yıkanma ile azot kayıplarının yılda 131 kg/ha seviyesine kadar çıktığı belirtilmektedir (Brohi ve ark, 1994). Ayrıca Chichester ve Richardson (1992) un belirttiğine göre işlenmeyen topraklarda 4 kg/ha/yıl olan azot kaybının, toprak işlenmesiyle birlikte 8 kg/ha/yıl gibi yaklaşık iki katı bir artış göstermektedir (Brohi ve ark, 1997).

2.2.4. Gaz Şeklinde

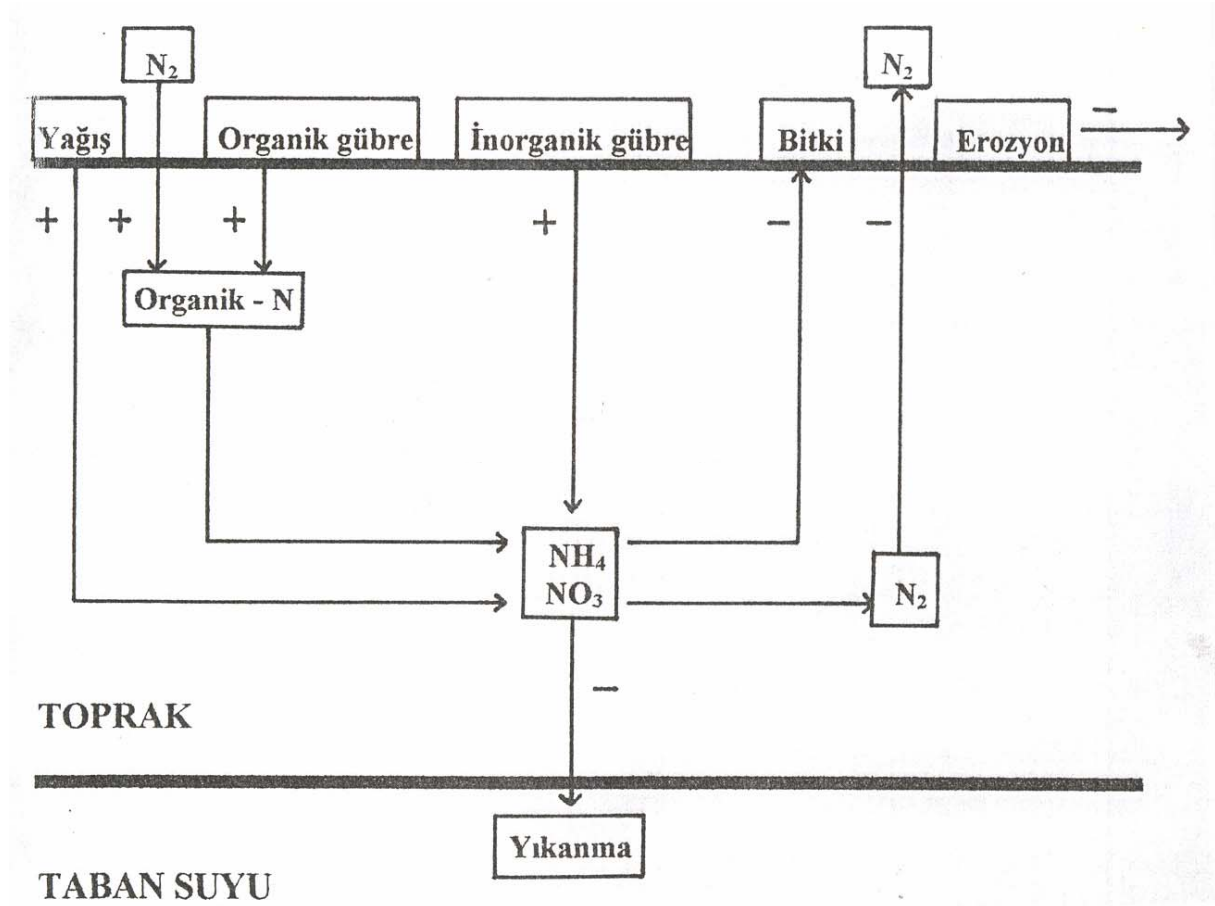
Toprakta bulunan birçok bakteri türü nitrat ve nitritleri gaz şeklindeki azota çevirme yeteneğine sahiptirler. Gaz şeklindeki azota çevrilen azot ortamdan uzaklaşmakta ve toprak için ayrı bir kayıp yolu olmaktadır. Denitrifikasyon toprakta çok aktif bir olaydır. Laboratuvar koşullarında 300 ppm NO₃ - N içeren toprak örneğinin 28 ile 96 saat içinde denitrifikasyonla bu azotu kaybettiği belirlenmiştir (Haktanır ve Arcak, 1997). Toprağa verilen azotun %10 ile %40 lara varan kısmı denitrifikasyonla topraktan uzaklaşmaktadır. Devamlı su etkisindeki pirinç topraklarında ilave azotlu gübrelere etkileri nedeni ile bu kayıplar %60 a kadar yükselmektedir (Haktanır ve Arcak, 1997). Stutte ve ark., (1979) bildirdiklerine göre bu şekilde topraktan yılda 45 kg/ha azotun uzaklaştığı, kaybolduğu saptanmıştır (Brohi ve ark., 1997). Haktanır ve Arcak (1997)'in bildirdiklerine göre denitrifikasyonla ilgili kayıplar işlenen topraklarda ortaya çıkmaktadır.

Azot bilançosu yönünden toprağın tüm gelirleri ve giderleri şekil 1'de özetlenmiştir.

Tablo 6. Çeşitli Kültür Bitkilerinin Toprakta Sömürdükleri Azot Miktarı (Tok, 1997)

Table 6. The Exploited Nitrogen Amount In Soil

Bitki	Ürün (t / ha)	Toprakta Alınan (kg / ha)
Buğdaygiller		
Arpa	5	150
Mısır	6	120
Yulaf	4	130
Buğday	6	170
Yumrular		
Patates	40	175
Şeker Pancarı	45	200
Sebzeler		
Fasulye	15	130
Domates	50	140
Kabak	70	370
Meyveler		
Elma	25	100
Avocado	15	40
Turunçgiller	30	270
Yağ Bitkileri		
Soya	3	200
Ayçiçeği	3	120
Susam	1	50
Lif Bitkileri		
Pamuk	1	120
Kendir	1.5	50
Yem Bitkileri		
Yonca	9	240
Çim	12	300



Şekil 1. Toprakta Azot Bilançosu
Figure 1. Nitroge Balance Sheet In Soil

Şekil 1 de elementel azotun organik azota çevrilmesi biyolojik fiksasyon, organik azotun amonyum ve nitrat gibi inorganik formlara çevrilmesi mineralizasyon, inorganik formların yeniden elementel azota çevrilmeleri ise denitrifikasyon adını alır. Söz konusu bu işlemlerin hepsi toprakta var olan mikroorganizmalarca yürütülür.

3. Sonuç

Toprağın azot bilançosundaki gelir ve gider unsurları her çalışma sonucuna göre çok değişik değerler almaktadır. Ancak tüm bu değerlere rağmen bilançoda değişmeyen iki nokta vardır. Birincisi toprağın en önemli doğal gelir kaynağı atmosfer olduğu, ikincisi ise yıllık bilançonun her zaman giderlerin lehine kapandığıdır. Bu zararı ortadan kaldırmak, kara geçmek veya bilançoyu denk hale getirebilmek için bir takım yollar denenmelidir. Bu ya giderleri azaltarak veya gelirleri artırarak mümkün olabilir.

Kayıpları azaltmak amacıyla yapılabilecek en önemli uygulama, erozyonu ve yıkanma kayıplarını azaltmaktır. Bunun için ise toprak yapısı ve kompleksinin, suyun çok hızlı hareket etmesine engel olacak hale getirilmesi gerekir. Örneğin nadasa bırakılan bir arazide bitki yokluğu nedeni ile suyun hareketi daha hızlı olmaktadır. Ayrıca seyrek ekim yapılan bitkilerin olduğu topraklarda da sık ekim yapılan bitkilerin olduğu topraklara göre daha fazladır. Yani bitkilendirme yıkanma için bir çözümdür. Bitkilendirme ile organik madde kazancı olacağı için hem suyun toprak içine çok hızlı girmesi hem de toprak içinde hareket etmesi önlenecektir.

Gaz şeklindeki kayıpları önleyici, engelleyici pek çok çalışma vardır. Burada denitrifikasyonun engellenmesi, en azından azaltılması amaçtır. Bu amaca hizmet edecek pek çok yöntemler geliştirilmiş ve geliştirilmektedir. Düşük pH koşulları (pH 4.5) altında da denitrifikasyon ve nitrifikasyonla olan kayıplar

nitritifikasyon inhibitörleri uygulanmak suretiyle azaltılabilir (Haktanır ve Arcak, 1997). Ayrıca çeltik alanları gibi suyla kaplı alanların gübrelenmesinde nitratlı gübre kullanımından kaçınılması da gaz şeklindeki kayıpları azaltacaktır.

Bilançoju gelirlerimizi artırarak da denk hale getirme uğraşısı verilebilir. Bunun için organik maddeyi artırma olanağımız vardır. Çünkü doğadaki organik maddelerin hepsi tam olarak kullanılmadığı gibi, kullanılanların da önemli bir kısmı yanlış amaçlarla kullanılmaktadır.

Bir diğer azot gelir kaynağı olan yağışı artırmak çok olası değildir, çünkü her ne kadar yapay yağış yağdırılabiliyorsa da günümüzde pratik olmayacağı gibi, ekonomik de olmayacaktır. Ayrıca bu yolla azot kazanımı, diğer gelir kaynaklarından daha az etkilidir.

İnorganik gübrelerle azot gelirlerini artırmak belkide insan için en kolay yoldur. Ancak inorganik gübrelerin sürekli, tek yönlü ve yüksek dozlarda kullanımı uzun yıllar içinde faydadan çok zarar getirmektedir. Bunun en güzel örneğini amonyumsülfat gübresinin neden olduğu önemli pH düşüşleri ile Doğu Karadeniz Bölgesi'nde görmek mümkündür (Müftüoğlu ve Sarımeşmet, 1993). Zaten gelirler ve giderlere baktığımızda doğanın kendi yapısı içinde olmayan tek maddenin inorganik gübre olduğunu görürüz.

Azot kazanımını fiksasyon yolu ile de önemli ölçüde artırabiliriz. Bunu iki şekilde yapabiliriz birincisi ekim yapacağımız toprakta en fazla hangi *Rhizobium* varsa onunla ortak yaşam kurabilen bitkinin ekilmesi, ikincisi ise ekeceğimiz bitkinin ortak yaşam kurabildiği bakteri ile aşılmasıdır. Ayrıca azot fiksasyonu yapan organizmalar için ortam koşullarının düzeltilmesi en azından bozulmaması da azot kazancını artıracaktır. Tüm bunların yanı sıra doğal yollardan azot bağlayabilen diğer canlılarda araştırılmalıdır. Örneğin tatlı su bitkisi olan *Azollanın* kök sisteminde simbiyotik olarak çalışan *Anabaena azolla* (Mavi - yeşil yosun) çeltik tarımının yoğunluk kazandığı pek çok ülkede doğal yolla azot beslenmesi sağlanmaktadır. Bu yolla yılda yaklaşık olarak 100 kg/ha'a kadar azot fiksasyonu yapıldığı belirtilmektedir. Ayrıca bu bitki yabancı ot gelişmesini engellemekte su faunası için de gıda kaynağı oluşturmaktadır (Tok, 1997).

Sonuç olarak azot için en önemli kaynağın atmosfer olduğu unutulmadan, doğadan yararlanılarak topraktaki azot bilançosunun korunabileceği ve biz insanlar bu bilançoju mümkün olduğunca doğal yollarla en azından denk tutma çabası içerisinde olmalıyız. Doğanın kendi kendine kurduğu dengeyi bozmayarak da topraktaki azot bilançosuna katkıda bulunabiliriz.

KAYNAKLAR

- Aydeniz, A. ve A. R. Brohi, 1991. Gübreler ve Gübreleme. C. Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 10, Ders Kitabı: 3, Tokat.
- Boşgelmez, A., Y. Y. Boşgelmez, S. Savaşçı, N. Paslı, S. Kaynaş, 1997. Ekoloji - I. ISVAK, 2. İzmir Caddesi No: 46/1 Kızılay - Ankara.
- Brohi, A., A. Aydeniz, M. R. Karaman, S. Erşahin, 1994. Bitki Besleme. Gazi Osman Paşa Üniv., Ziraat Fak. Yayınları: 4 Kitaplar Serisi: 4, Tokat.
- Brohi, A. R., A. Aydeniz, M. R. Karaman, 1977. Toprak Verimliliği. Türk Hava Kurumu Basımevi, Ankara.
- Çengel, M., 1993. Toprak Biyolojisi. Ege Üniv., Ziraat Fak. Yayınları, Ders Notları No: 5, Bornova - İzmir.
- Gökkuş, A., ve A. Koç, 1993. Mer'a Ekosistemlerinde Azot Döngüsü. Ekoloji Çevre Dergisi, 6: 3 - 9.
- Haktanır, K. ve S. Arcak, 1997. Toprak Biyolojisi (Toprak Ekosistemine Giriş). Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 1486, Ders Kitabı: 447. Ankara.
- Kovancı, Y., 1975. Bitki Besleme Ve Gübreleme İlmi. Ege Üniv., Ziraat Fak., Bornova - İzmir.
- Müftüoğlu, N. M. ve M. Sarımeşmet, 1993. Doğu Karadeniz Bölgesinde Çay Tarımı Yapılan Toprakların Asitlik Durumu. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi Cilt: 30 Sayı: 3, İzmir.
- Sağlam, M. T., M. Bahtiyar, C. Cangir, H. H. Tok, 1993. Toprak Bilimi. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak., Tekirdağ.