

maddelerini bitkiler tarafından alınabilir duruma getirdiği gibi yıkayıp götürebilir. Su bitki besin maddelerini elverişli duruma getirmeye yarayan mikrobiyal fauna ve florayı desteklediği gibi, yararlı mikrobiyal fauna ve florayı boğabilir. Su erimiş oksijen taşıdığı gibi toprağa havanın girmesini önleyebilir. Toprağın çok soğumasını önlediği gibi çok ısınmasına tava gelmesine engel olabilir. Yine aynı şekilde gübre ürün miktarını artırdığı gibi yakabilir. Ayrıca gübreler toprakta ağır metal birikimine neden olabilir, yüzey ve yer altı sularını kirletebilir, hava kirliliğine neden olabilir.

2. BİTKİSEL ÜRETİMDE TOPRAK, SU VE GÜBRE KULLANIMININ ÇEVREYE ETKİLERİ

Toprak, su ve gübre kullanımının çevreye etkileri toprak erozyonu, toprak asitleşmesi, drenaj yetersizliği, çoraklaşma, toprak kirlenmesi, suların kirlenmesi ve ötrofikasyon, sedimentin neden olduğu kirlenme, N_2O 'nun ozon tabakası ile etkileşimi, sebzelerde nitrat birikimi şeklindeki başlıklar altında incelenecektir.

2. 1. Toprak Erozyonu: Çevrenin korunması bir bakıma toprağın korunmasıdır. Erozyon çevre sorunlarının en önemlisidir. Çünkü bu olay sonucu kaybolan toprakları bir daha geri getirmek mümkün değildir. 1cm kalınlığında bir toprak tabakasının yeniden var olması için bir kaç yüz yıl beklemek gerektirdiği unutulmamalıdır. Ülkemizde her yıl yaklaşık 500 milyon ton toprağın denizlere taşınması, tarımsal üretimin sürekli azalmasına neden olmaktadır. Verimlilik düzeyi yüksek olan üst toprağın taşınarak kaybolması, toprak ekosistemini olumsuz etkileyerek toprak üretkenliğini azaltmaktadır. Yanlış arazi kullanımı, çiftçilerin hiç bir tedbir almadan meyilli alanlarda toprak işlemeli tarım yapmaları, nadas sisteminin yaygın olması, tarım alet ve makinalarının iklim ve toprak özelliklerine göre seçilmeyişi, ormanlardaki yangınlar, tarla açmalar ve usulsüz kesimlerle bitki örtüsünün yok edilmesi sonucu toprak ekosistemlerinin bozulmasında temel etkenlerdir (Sönmez, 1995).

Su erozyonu ile meydana gelecek toprak kaybı miktarı yağışın özelliklerine, arazinin eğim derecesi ve uzunluğuna, uygulanan ekim sistemine, toprakların erozyona karşı duyarlılığına ve toprak muhafaza uygulamalarına

bağlı olarak değişir. Ekim sistemi ve bitki örtüsünün erozyonla toprak kayıpları üzerindeki etkisi aşağıdaki faktörlere bağlı olarak değişir.

1. Bitki örtüsü sıklığı
2. Topraktaki çapa ve örtü bitkilerinin hasat edilme zamanları
3. Bitki büyüme zamanı (yağış dağılımı ve yoğunluğu arasındaki ilişki (Mayıs - Eylül arası erozyona en uygun yada en açık dönem)
4. Kök sisteminin miktarı ve tipi
5. Toprağa geri dönen organik madde miktarı

2. 2. Toprak Asitleşmesi: Asitleşme, toprakta H^+ ve Al^{+3} iyonları miktarının artması demektir. Aşırı asitleşme sonucu toprakta Al^{+3} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , Mn^{+2} , H^+ ve NH_4^+ ün miktarları artar ve Mg^{+2} , Ca^{+2} , K^+ ve MoO_4^{-2} gibi besin elementlerinin alınabilirliği azalır. Bu nedenle bitki gelişimi kötü yönde etkilenir. Bunlardan başka aşırı asitleşme topraklarda degradasyona veya podzolizasyona neden olur. Bu bağlamda toprakların asitleşmesinde yağışın, özellikle asit yağmurlarının önemli etkisi olduğu belirtilmektedir. Ancak toprakların asitleşmesine tarımın (toprak ve gübre kullanımı) hangi oranda katkı sağladığının belirlenmesi gerekir. Bu sorunun cevabı tarım ve orman topraklarına çeşitli kaynaklardan gelen H^+ miktarlarını gösteren Çizelge 1'in incelenmesiyle alınabilir.

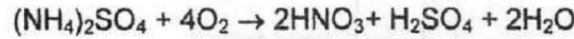
Çizelge 1'in incelenmesinden de anlaşılabacağı üzere tarım ve orman topraklarında; toprak solunumunun (toprak canlıları ve bitki köklerinin solunumu), katyon alımının, biyolojik azot fiksasyonunun, bitki kökleri tarafından çıkarılan H^+ iyonlarının ve NH_4^+ gübrelemesinin asitleşme üzerine katkıları atmosferden gelen asit yağmurlarından 10-20 kat daha yüksektir.

Çizelge 1: Federal Almanya tarım ve orman topraklarında çeşitli kaynakların H^+ katkıları (Isermann, 1982).

H^+ KAYNAKLARI	EKOSİSTEME SAĞLANAN H^+				
	Tarım Toprakları		Orman Toprakları		
	kg H^+ / ha / yıl	%	kg H^+ / ha / yıl	%	%
1. Ekosisteme yabancı atmosferik kirleticilerden gelen H^+	2.6 - 3.6	10 - 11	3.2 - 5.0		16.0 - 17.0
1.1. Atmosferdeki SO_x , NO_x , Cl ve CO_2 'in asit yağmurları şeklinde çökmesi sonucu	1.0 - 2.0	4.0 - 6.0	1.6 - 3.4		9.0 - 11.0
1.2. Atmosferde NH_3 veya NH_4^+ -N'un nitratlara oksitlenerek asit yağmurları şeklinde çökmesi sonucu	≈ 1.6	≈ 5	1.6 - 6.8		≈ 6
2. Ekosisteme ait doğal olarak toprakta H^+ üretimi	23.4 - 30.1	89.0 - 90.0	14.8 - 26.6		83.0 - 84.0
2.1. Toprak Solunumu (kök ve toprak canlılarının solunumu)	≈ 10	≈ 33	4.0 - 10.0		≈ 40
2.2. Katyon alımı sonucu verilen H^+	0.1 - 5.0	< 1.0 - 15.0	0.1 - 10.1		< 1.0 - 32.0
2.3. Biyolojik azot fiksasyonu sonucu	(0.4 - 52) $0 \approx 0.7$	≈ 2	(3.5 - 36.0) $0 \approx 3.6$		≈ 15
2.4. Bitki kökleri tarafından çıkarılan H^+	1.1 - 2.9	4.0 - 9.0	1.1 - 2.9		6.0 - 9.0
2.5. NH_4^+ -N gübrelemesi (80 kg NH_4^+ -N'unun nitrifikasyonu sonucu)	11.5	38.0	-		-
3. Toprağa sağlanan toplam H^+	26.0 - 33.7	100.0	18.0 - 31.6		100.0

Tarım toprağında aşırı asitlikten kaynaklanan olumsuz koşullar kireçleme yapılarak, fizyolojik alkalın karakterli gübreler kullanarak ve bitki rotasyonu uygulanarak önlenabilir. Ama mera ve orman topraklarında asitliğin giderilmesine ilişkin önlemler alınamamaktadır. Sonuçta orman ve mera toprakları gitgide daha fazla asitleşmektedir. Ormanlık alanlarda ağaçlar Ca^{+2} ve Mg^{+2} noksanlığı, Al^{+3} ve ağır metal toksisitesi göstererek büyük zarar görmekte, ormanlar giderek yok olmaktadır (Isermann, 1983).

Diğer taraftan amonyum ihiva eden gübreler, özellikle organik gübreler serbest kireç kapsamı yüksek alkalın topraklarda aşırı miktarda kullanıldıklarında lokal olarak atmosfere NH_3 çıkışı olabilir. Amonyak atmosferde kısmen nitrik asite oksitlenerek SO_4^{-2} ile reaksiyona girdikten sonra $(NH_4)_2SO_4$ şeklinde tekrar toprağa dönebilir. Sonuçta $(NH_4)_2SO_4$ toprakta aşağıdaki gibi reaksiyon göstererek HNO_3 ve H_2SO_4 oluşabilir ve topraklar asitleşebilir.



Hollanda'da yapılan ölçümler sonucu atmosfer bu şekilde NH_4 girişinin orman ekosistemi yakınlarında yaklaşık 50 kg/ha olduğu, bunun yaklaşık 7 kg H^+ /ha proton girişi sağladığı ifade edilmektedir (Isermann, 1983).

2. 3. Drenaj Yetersizliği: Drenaj araziye ulaşan ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyen aşırı suyun toprağın işlenebilmesini sağlamak, toprakta tuz birikimine engel olmak, toprak havalanmasını ve sıcaklığını artırmak ve bitki üzerinde olan olumsuz etkilerini gidermek için topraktan uzaklaştırılmasıdır. Aşırı suyun doğal yollarla topraktan uzaklaşması çok yavaş ve bitki gelişimi ve çevre üzerinde olumsuz etkiler söz konusu ise drenaja ihtiyaç duyulur. Drenaj sağlanınca toprak ilkbaharda erkenden tava gelir, tuz birikimi engellenir. Toprak ısınması artar. Bitki kök bölgesinde aşırı suyun neden olduğu bir takım mantari hastalıklar engellenir, bataklık alanlara özgü bitkilerin yaygınlaşması kontrol altına alınır. Toprak havalanması artar. Drenajı bozuk sahalarda infiltrasyon düşüktür ve sivri sineklerden kaynaklanan sağlık problemleri bulunmaktadır.

2. 4. Çoraklaşma: Toprakta bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyecek oranda değişebilir Na, çözünebilir tuz veya bunların ikisini birlikte içeren

topraklara çorak topraklar adı verilmektedir. Bu topraklarda çözünebilir tuzların fazlalığı ve değişebilir Na'un yüksek oluşu genellikle bir çok bitkinin yetişmesine engel olur. Hatta bazen bu topraklarda hiç bir bitki yetişemez.

Sulama yapılan alanlarda sulama ağının drenajsız olarak kurulması ve tekniğine uygun olarak yapılmayan sulama uygulamaları çoraklaşmayı artırmaktadır. Tuzlulaşmada temel neden drenaj yetersizliğidir. Buna yağış yetersizliği, buharlaşmanın fazlalığı, hidrolojik koşullar, yüksek taban suyu seviyesi ve toprak özellikleriyle, yapılan uygulamalar katkıda bulunmaktadır.

2. 5. Toprak Kirlenmesi: Toprağa eklenen her türlü organik artıklar, gübreler, pestisitler ve kirli sular toprağın kirlenmesine neden olmaktadır. Bunlardan kimyasal gübrelerin toprak kirliliğine olan etkileri daha çok gübrelerin bileşiminde bulunan toksik metal ve ağır metallere kaynaklanmaktadır. Toprakların ağır metallerce kirlenmesinde özel bir tehlike vardır. Çünkü bu elementlerin topraklara bulaşması ve birikmesi geri dönüşümsüz niteliktedir. Tarım topraklarına giren ağır metaller hem insanlar üzerinde hem de ekolojik çevre sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Tarımsal yollarla topraklara ağır metal girdisi atık çamur, fosforlu gübreler, kireç taşları, azotlu gübreler, ahır gübreleri ve pestisitlerle olmaktadır (Çizelge 2).

Özellikle fosforlu gübrelerin yapısında bulunan Cd ve diğer ağır metallerin aşırı gübre kullanımına bağlı olarak toprakta biriktiği ve potansiyel bir tehlike oluşturduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Çizelge 3'de bazı ülkelerin fosfat kayalarının ağır metal içerikleri verilmiştir. Bazı atık çamurlar toprakların Pb, Hg, Zn, Cd, Cu ve Cr gibi ağır metal, salmonella ve hepatit virüsleri gibi patojenlerle bulaşmasına neden olabilir. Bunlar daha sonra yüzey sularına ve yeraltı veya kuyu sularına taşınabilir.

2. 6. Suların Kirlenmesi ve ÖTtrofikasyon: Tarımda iz elementler sadece noksanlık halinde ve çok az miktarlarda uygulandıklarından sularda mikroelement gübrelemesinden kaynaklanan bir kirlilik şüphesi üzerinde durulmamıştır. Ca, Mg ve S gibi elementlerin de bu kirliliğe sebep olmadıkları belirtilmiştir. Çok fazla miktarlarda uygulanan N, P ve K'lu gübrelerden K pratik olarak suda kirlilik kaynağı oluşturmamaktadır. Gübre elementlerinden sadece N ve P' un sularda kirlilik yaptığı belirtilmiştir. Zira hiçbir bitki toprak uygulanan

gübrelerin %100'ünden yararlanamaz. Genellikle bitkiler azotlu gübrelerin en fazla %60'ından, fosforlu gübrelerin %20'sinden, potasyumlu gübrelerin %60'ından yararlanabilir. Haliyle geri kalan gübrenin akıbeti ne olmaktadır? Son yıllarda yapılan araştırmalarla ister kimyasal olsun, ister organik kaynaklı olsun azotlu ve fosforlu gübrelerin yüzey akışlarıyla nehir ve göllere taşındığı, nitratların yeraltı sularına yıkandığı ortaya konulmuştur.

Çizelge 2. Tarımsal yollarla topraklara ağır metal girdisi, ppm (Kabata-Pendias and Pendias;1984).

Element	Atık çamur	Fosforlu Gübreler	Kireç taşları	Azotlu Gübreler	Ahır Gübresi	Pestisitler (%)
As	2-26	2-1200	0.1-24	2.2-120	3-25	22-60
B	15-1000	5-115	10	-	0.3-0.6	-
Ba	150-4000	200	120-250	-	270	-
Be	4-13	-	1	-	-	-
Br	20-165	3-5	-	185-716	16-41	20-85
Cd	2-1500	0.1-170	0.04-0.1	0.05-8.5	0.3-0.8	-
Ce	20	20	12	-	-	-
Co	2-260	1-12	0.4-3	5.4-12	0.3-24	-
Cr	20-40600	66-245	10-15	3.2-19	5.2-55	-
Cu	50-3300	1-300	2-125	1-15	2-60	12-50
F	2-740	8500-38000	300	-	7	18-45
Ge	1-10	-	0.2	-	19	-
Hg	0.1-55	0.01-1.2	0.05	0.3-2.9	0.09-0.2	0.8-42
In	-	-	-	-	1.4	-
Mn	60-3900	40-2000	40-1200	-	30-550	-
Mo	1-40	0.1-60	0.1-15	1-7	0.05-3	-
Ni	16-5300	7-38	10-20	7-34	7.8-30	-
Pb	50-3000	7-225	20-1250	2-27	6.6-15	60
Rb	4-95	5	3	-	0.06	-
Sc	0.5-7	7-36	1	-	5	-
Se	2-9	0.5-25	0.08-0.1	-	2.4	-
Sn	40-700	3-19	0.5-40	1.4-16	3.8	-
Sr	40-360	25-500	610	-	80	-
Te	-	20-23	-	-	0.2	-
U	-	30-300	-	-	-	-
V	20-400	2-1600	20	-	-	45
Zn	700-49000	50-1450	10-450	1-42	15-250	1.3-25
Zr	5-90	-	20	-	5.5	-

Çizelge 3. Bazı fosfat kayalarının analiz yolu ile belirlenmiş tipik ağır metal kapsamı (Gunnarsson, 1983).

Fosfat Kayaları	mg / kg (ppm)						
	Cd	Hg	Pb	Ni	Zn	As	W
Khouribga (Morocco)	18.0	0.04	2.0	30.0	270.0	10.0	30.0
Pebble (Florida)	5.0	0.09	12.0	13.0	80.0	5.0	30.0
Gafsa (Tunus)	34.0	0.03	2.0	16.0	290.0	2.1	-
Taiba (Senegal)	71.0	0.33	4.0	53.0	500.0	2.3	30.0
Kola (S.S.C.B.)	0.2	0.01	4.0	0.5	20.0	<1.0	110.0
Granges (İsveç)	1.1	0.04	3.0	15.0	21.0	235.0	270.0
Lkab (İsveç)	0.3	0.15	6.0	20.0	-	220.0	110.0

Yüzey sularında P ve N sadece gübrelerden kaynaklanmamaktadır. Fakat tarımsal kesimden gelen kısım, toplamın önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Çizelge 4'nin incelenmesinden anlaşılabacağı üzere azot kirliliğinin % 75'i, fosfor kirliliğinin % 88'i tarımsal kaynaklı yüzey akışlarından meydana gelmektedir (Özdemir, 1997). Bununla birlikte Isermann (1983), Almanya'da yüzey sularına gelen fosfatın %80'inin atık sulardan geldiğini bunun yaklaşık 4/5'ünün evsel, 1/5'inin endüstriyel olduğunu ifade etmektedir. Araştırmacı, Almanya'da yüzey sularında ötrofikasyona neden olan toplam fosforun %17'sinin tarımsal kaynaklı olduğunu belirtmektedir. Tarım kaynaklı fosforun 2/3'sinin fosfor içeren toprakların taşınmasıyla (erozyon), 1/3'ünün ise yoğun hayvancılık sonucu olduğu da ifade edilmiştir. Bununla birlikte Almanya'da yüzey sularında tarımsal kaynaklı fosfat miktarının toplam fosforun % 10'undan daha az olduğu da ifade edilmektedir.

Muir ve ark. (1973) tarafından yapılan bir başka araştırmada ABD'de akarsuların NH_4^+ ve NO_3^- azotu kapsamı ile akarsuların inorganik azot kapsamına katkısı olan bazı faktörler arasındaki ilişkileri tespit etmişlerdir (Çizelge 5). Elde edilen sonuçlara göre insan yoğunluğu arttıkça akarsuların NH_4^+ ve NO_3^- kapsamının arttığı tespit edilmiştir. Sığır yoğunluğu ve baklagil ekim oranı arttıkça akarsuların sadece NH_4^+ azotu kapsamı artmıştır. Bu faktörlerin akarsuların NO_3^- kapsamına katkısı önemli bulunmamıştır. Ayrıca ekili alan, gübrelenmiş alan oranı, kullanılan azotlu gübre miktarı ve sulanan alan oranının akarsuların inorganik azot kapsamına katkısı önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4. Yüzey sularında değişik kaynaklardan olan kirlenmenin tahmini

(Özdemir, 1997).

Kaynak	Azot (milyon lb/yıl)	Fosfor (milyon lb/yıl)
Evsel atıklar	1100-1600	200-500
Endüstriyel atıklar	>1000	*
Kırsal yüzey akış		
Tarım arazilerinden	1500-15000	120-1200
Tarım dışı arazilerden	400-1900	150-750
Çiftlik hayvanlarının atıkları	>1000	*
Kentsel yüzey akış	110-1100	11-170
Yağış	30-590	3-9

*Tahmini için yeterli veri elde edilememiştir.

Çizelge 5. Akarsuların NH_4^+ ve NO_3^- azotu kapsamları ile akarsuların inorganik azot kapsamlarına katkısı olan bazı faktörler arasındaki korelasyon katsayıları (Muir ve ark. 1973)

Faktör	Akarsuyun NH_4^+ - N kapsamı	Akarsuyun NO_3^- - N kapsamı
	r Değerleri	
İnsan yoğunluğu (sayı/km ²)	0.552 *	0.565 *
Sığır yoğunluğu (sayı/km ²)	0.414 *	0.310
Baklagil ekimi (%)	0.503 *	0.267
Ekili alan (%)	0.294	0.060
Gübrelenmiş alan (%)	0.254	0.025
Azotlu gübre kullanımı (kg/ha)	0.153	-0.122
Sulanan alan (%)	-0.208	-0.191

* %5 düzeyinde önemli

Muir ve ark. (1973), Nebraska'da yaptıkları bir araştırmada yer altı sularının NO_3^- kapsamları ile katkısı olan bazı faktörler arasındaki ilişkileri tespit etmişlerdir. (Çizelge 6).

Çizelge 6'nın incelenmesinden anlaşılabileceği üzere özellikle belirtmek gerekir ki toplam gübre kullanımı ve azotlu gübre kullanımı arttıkça yer altı sularının nitrat kapsamları önemli derecede artmıştır. Yeraltı sularının nitrat kapsamı sulama suyu ve hayvan yoğunluğunun artışı ile de artmıştır. Muir ve ark. (1973), Nebraska'da yapılan araştırmalara göre 10 yıllık bir periyot sonunda yer altı sularında nitrat kapsamının önemli oranda arttığı ifade edilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 6. Nebraska yeraltı sularının NO_3^- -N kapsamı ile katkısı olan bazı faktörler arasındaki korelasyon katsayıları (Muir ve ark. 1973).

Bağımsız değişken	Yeraltı sularının NO_3^- -N kapsamıyla korelasyon
	"r" değerleri
X_1 Sulama kuyusu yoğunluğu	0.425 *
X_2 Sulanan arazi %'si	0.289 *
X_3 Toplam gübre kullanımı	0.283 *
X_4 Sulama kuyusu derinliği	-0.275 *
X_5 Suyun pH'sı	-0.233 *
X_6 Azotlu gübre kullanımı	0.202 *
X_7 Sığır yoğunluğu	0.184 *
X_8 Ekili alan %'si	-0.068
X_9 İnsan yoğunluğu	-0.064
X_{10} Baklagil ekili alan %'si	-0.042

* %5 düzeyinde önemlidir.

Çizelge 7. 10 yıllık bir periyot sonunda Nebraska yeraltı sularının NO_3^- -N konsantrasyonlarındaki değişim (Muir ve ark.1973)

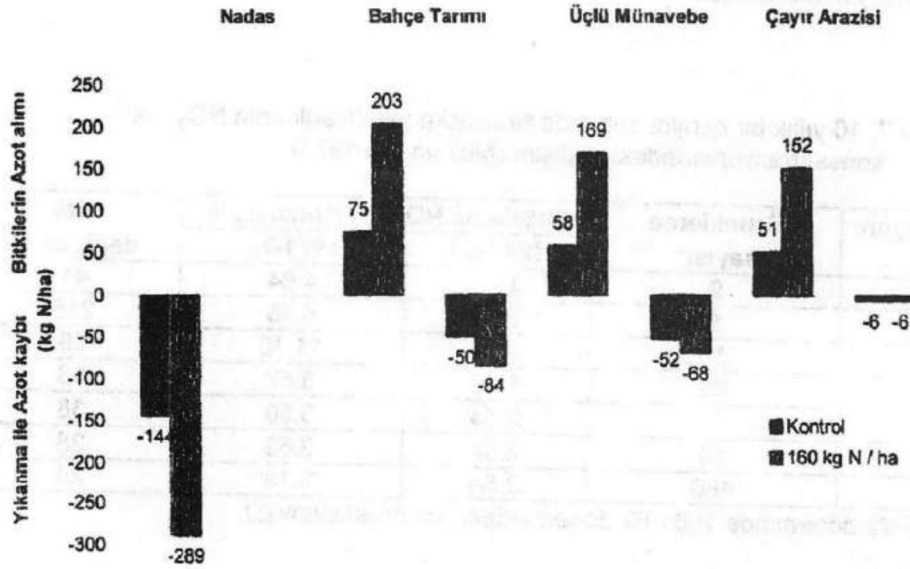
İstasyon	Örneklem sayısı*	Ortalama NO_3^- -N Kons. ppm		Net değişim %
		1961-62	1971-72	
1	9	3.28	4.64	41
2	5	2.06	6.48	215
3	37	8.70	11.10	28
4	23	1.90	3.67	93
5	9	2.54	3.50	38
6	10	2.64	3.63	38
7	480	2.54	3.13	24

* 1971-72 döneminde 1961-62 dönemindeki gibi örneklenmiştir.

Owen ve Jurgens - Gschwind (1986) kök zonundan nitrat yıkanmasının toprakların nasıl kullanıldığına da bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Çizelge 8'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere araştırmacılar ormanlık arazi ve sürekli çayır arazilerde kök zonundan nitrat yıkanmasının az olduğunu, sürekli çayırların sürülmesi, ormanların kesilmesi halinde nitrat yıkanmasının arttığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar toprakların nadasa bırakılması halinde nitrat yıkanmasının daha fazla olduğunu da belirtmişlerdir (Şekil 1).

Çizelge 8. Toprak kullanımı ve kök zonunda nitrat yıkanması
(Owen ve Jürgens - Gschwind, 1986)

Toprak kullanımı	Nitrat yıkanması artar
Ormanlık arazi	
Sürekli çayırılık	
Ara ürün hububat ekimi (Kışlık)	
Ara ürünsüz hububat ekimi	
Mısır ve kök bitkileri	
Tarla sebzeleri	
Baklagiller, bağlar	
Bahçe tarımı	
Çiçekçilik	
Çayır ve meraların sürülmesi ve aşırı otlatma	
Ormanların kesilmesi	
Tekrar ormanlaştırma	



Şekil 1: Azot Alımı ve yıkanma ile azot kayıpları (Owen ve Jurgens - Gschwind, 1986).

Owen ve Jurgens - Gschwind (1986), nitrat yıkanmasını azaltmak için aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerektiğini belirtmektedir.

1. Mümkünse arazinin nadasa bırakılmasından kaçınılmalıdır.
2. Kışlık buğdaygilleri erken ekerek mümkün olan en uzun sürede araziye bitkiyle kaplı tutulmasını sağlanmalıdır.
3. Çayırların pullukla sürülüp sökülmesinden kaçınılmalıdır.
4. Şartların izin verdiği yerlerde minimum kültivasyon teknikleri kullanılmalıdır.
5. Organik gübreler sonbaharda değil ilkbaharda uygulanmalıdır.

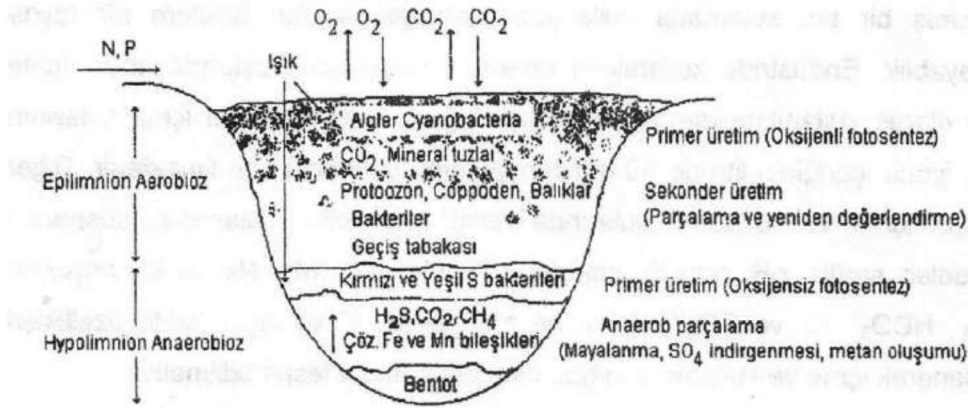
6. Topraklar eğim yönünde işlenmemelidir.
7. Azotlu gübreler bitkinin ihtiyacının yüksek olduğu dönemlerde bölerek uygulanmalıdır.
8. Uygulanacak azotlu gübre miktarlarının tespit edilmesinde toprakların mineral azot sağlama kapasitelerin dikkate alınmalıdır.
9. Taban arazilerde suyun toprakta kalış zamanı uzatılarak nitrat yıkanması azaltılabilir.

Sularda gübre elementlerinden ileri gelen kirlenmenin etkinliği suyun kullanım alanına göre önem kazanmaktadır. Örneğin fosforla ve azotla bulaşmış bir su, sulamada kullanılırsa tarımsal açıdan bitkilere bir fayda sağlayabilir. Endüstride kullanılırsa önemli bir sakınca oluşturmayabilir. İçme suyu olarak kullanılacaksa, Avrupa Topluluğuna üye ülkelerde içme sularının nitrat iyonu içeriğinin litrede 50 mg'dan yüksek olmaması önerilmektedir. Diğer yandan içme ve kullanma sularında renk, tad, koku, bulanıklık, süspanse maddeler, sertlik, pH, organik madde, katyonlar (Ca, Mg, Na ve K), anyonlar (CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- ve SO_4^{2-}) demir ve manganez, F^- ve diğer kalite özellikleri belirlenerek içme ve kullanıma uygun olup olmadıkları tespit edilmelidir.

Yüzey sularında özellikle göllerde, başta P ve N olmak üzere besin elementlerinin zenginleşmesi sonucu bitki, hayvan ve mikroorganizma gelişmesi aşırı miktarda artmaktadır. Bu olay doğal bir olay olup ötrofikasyon olarak adlandırılmaktadır. Ancak çoğunlukla insan faaliyetleri sonucu, kanalizasyon ve endüstriyel atık sular ile azotlu ve fosforlu gübrelerin su ortamına ulaşması gibi nedenlerle hızlandırılmaktadır. Bu olayın kesintisiz devamına izin verildiğinde aşırı miktarda organik madde üretimi olmakta ve suyun ışık geçirgenliği azalmaktadır. Yüzey sularına besin maddelerinin girmesi özellikle aşırı alg üremesine neden olmaktadır. Bu durum sularda estetik ve kullanım açısından hiçte uygun olmayan koşulların oluşmasına neden olmakta ve suda kimyasal değişimler meydana getirmektedir. Derinlerde çözünmüş oksijen yokluğu nedeni ile demir ve mangan bileşikleri meydana gelir. Ölen alg kitlesi su tabanına çökerek bentot adı verilen çamur tabakasını oluşturur. Bentot tabakasındaki organik materyaller göl tabanında bentik mikroorganizmalar

tarafından ayrıştırılır ve H_2S gibi kötü kokulu gazların oluşumuna neden olurlar. Metan ve karbondioksit gibi gazlarda çıkarak su kalitesinin bozulmasıyla sonuçlanan olaylar gerçekleşir (Şekil 2).

Ötrofikasyon olayının meydana gelmesinde suyun içerdiği fosfor, azot ve karbon konsantrasyonu sınırlayıcı faktörler olup, genellikle alg çoğalması, fosfor konsantrasyonu 0.01 mg P / lt. 'den ve azot konsantrasyonu da $0.2 - 0.3 \text{ mg N / lt.}$ 'den az olduğunda önlenmektedir. Ayrıca N/P oranı 15:1 sınır değeri olarak kabul edilmektedir (De Haan ve Zwerman, 1976).

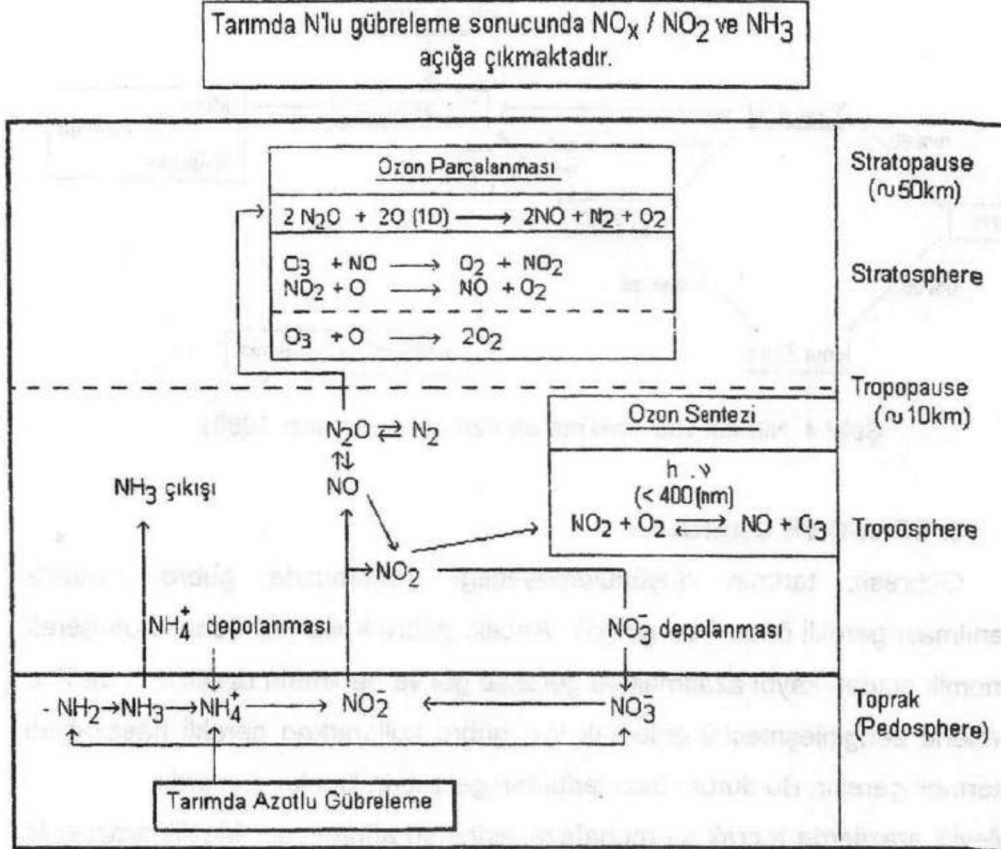


Şekil 2. Bir göl kesitinde su (aquatik) ekosistemi (Schlegel, 1992).

2. 7. Sedimentin Neden Olduğu Kirlenme: Yanlış toprak işleme ve tarımsal faaliyetler sonucu erozyon nedeniyle tarım arazilerinden çok fazla miktarda sediment akarsulara, göllere ve barajlara ulaşabilir. Bu durum barajların ekonomik ömrünü azalttığı gibi, balık yumurtalarını örterek çevre problemlerine neden olabilir.

2. 8. N_2O 'nun Ozon Tabakasıyla Etkileşimi: N_2O gazı havasız topraklarda indirgen tabakalarda NO_3^- azotunun denitrifikasyona maruz kalması sonucu oluşmaktadır. Bilindiği gibi bu tür bileşikler aynı zamanda kömür, doğal gaz ve mazotun endüstriyel veya otomotiv sanayinde kullanılması ile de ortaya çıkabilir. Ancak söz konusu azot türevi bileşiklerinin mikrobiyal kökenli olanları sanayiden kaynaklanandan çok daha fazladır. Ancak mikrobiyal kökenli olarak

ortay çıkan azot oksit gazları havasız şartlarda kullanılan nitrat formundaki azotlu gübrelerden kaynaklanır. Buda ozon için zararlı gaz üretimini artırmaktadır. Ortaya çıkan azot gazları stratosfer tabakasında bulunan ozon tabakası ile etkileşime girerek incelmesine veya delinmesine neden olmaktadır (Şekil 3).

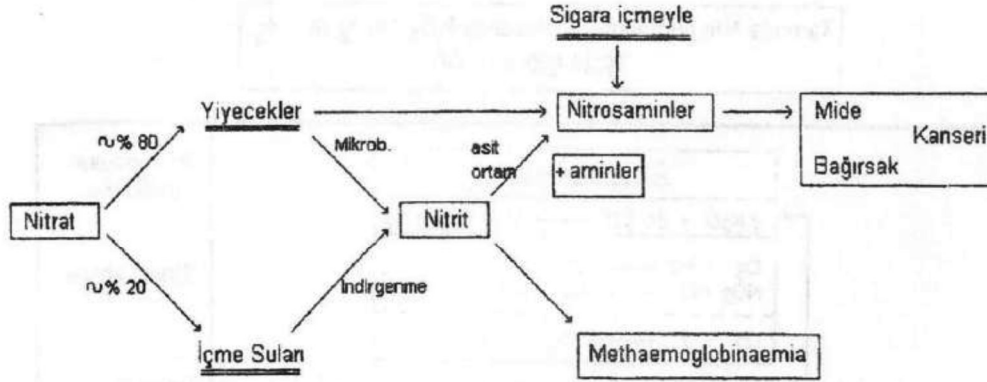


Şekil 3. Azot gübrelemesi sonucu topraktan NO_x / N_2O ve NH_3 gazlarının çıkışı ve bu gazların troposphere ve stratosphere'deki reaksiyonları (Isermann, 1983).

Bu tabakanın incilmesi veya delinmesi sonucunda zararlı olan ultraviyole (300 nm'den daha az dalga boylu olanlar) ışınları yer yüzüne ulaşarak insan ve hayvanlarda deri kanserlerine ve hatta bitkisel üretimin azalmasına neden olmaktadır.

2. 8. Sebzelerin Nitrat Birikimi: Gübreler iyi kullanıldığında ürün miktarı ve bitki kalitesi artmaktadır. Ancak sebzelere susuz ve ışıksız ortamlarda gereğinden fazla uygulanan nitrat asimile edilmeyerek iyon halinde akümüle

olabilir. Nitrat içeriği yüksek içme suları ve sebzeler insan sağlığına zararlı olup mide ve bağırsak kanserine ve küçük çocuklarda methemoglobinemia ve cyanosis denilen hastalığa neden olabilmektedir (Şekil 4). Bu hastalıklarda günlük nitrat alımı kontrol edici faktör olduğundan yiyeceklerdeki ve içme suyundaki nitrat konsantrasyonu önemli rol oynamaktadır (Isermann, 1983).



Şekil 4. Nitratın vücuttaki metabolizması (Isermann, 1983).

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gübresiz tarımın düşünülmemeyeceği günümüzde gübre mutlaka kullanılması gerekli önemli bir girdidir. Ancak, gübre kullanımı esnasında gerek ekonomik açıdan kaybı azaltmak ve gerekse göl ve nehirlerin özellikle N ve P'lu gübrelere zenginleşmesini önlemek için gübre kullanırken gerekli hassasiyeti göstermek gerekir. Bu durum bazı tedbirleri gerektirir. Bunlar şunlardır.

1. Meyilli arazilerde toprak su muhafaza tedbirleri alınmalıdır. Meyilli arazilerde meyil derecesine ve toprak derinliğine bağlı olarak teras yapılmalı, arazide düzeç eğrilerine paralel karıklar açılmalıdır.
2. Kontür tarım uygulanmalı, topraklar düzeç eğrilerine paralel işlenmelidir.
3. Eğimli arazilerde şeritsel tarım uygulanmalı, daha fazla bilgi için ilgililere başvurulmalıdır.
4. Toprak, su, gübre ve yaprak analizlerinin devamlı ve kontrollü bir şekilde yapılmasını sağlanmalıdır.
5. Gübreler kar veya donmuş toprak üzerine atılmamalıdır.
6. Şiddetli yağmurlu havalarda yüzeye atılacak gübrenin meyilli tarlalarda yüzey akışlarıyla nehir ve göllere taşınacağı unutulmamalıdır.

7. N'lu ve P'lu gübreler mutlaka toprakla karıştırılmalıdır.
8. N'lu gübrelerin hepsi bir defada uygulanmamalı, bitkinin en fazla ihtiyaç duyduğu dönemlerde verilmelidir.
9. Gereğinden fazla gübre kullanılmamalıdır.
10. Hasattan sonra nitrat yıkanmasını önlemek için sap, saman artıklarını toprağa karıştırılmalıdır. Bu atıklar mikroorganizma aktivitesini artırarak nitratin mikroorganizmaların bünyesine girmesini sağlamakta, yıkanmasını önlemektedir.
11. Hasattan sonra toprakta kalan nitratin yer altı sularına veya yüzey sularına taşınmasını önlemek için yeşil gübre bitkileri kullanılmalıdır. Arazi boş bırakılmamalıdır.
12. İçme suyu kanallarını açık bir şekilde gübrelenen, işlenen arazilerden geçirmemelidir. İçme suyu geçirimsiz borularla taşınmalıdır.
13. Asit reaksiyonlu ağır bünyeli topraklarda iyi bir strüktür için kireçleme yapılmalıdır. Toprakların organik madde kapsamı sürekli optimum düzeyde tutulmalı bu amaçla ahır gübresinin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.
14. Sebzelerde ve içme sularında nitrat ve nitrit analizleri yaparak sağlığa zararlı miktarda ise kullanılmasına izin verilmemelidir.

4. KAYNAKLAR

- Aktaş, M. 1994. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Ankara Ün. Zir. Fak. Yayın. No:1361.
- Brohi, A., A. Aydeniz ve M.R. Karaman, 1995. Toprak Verimliliği. GOP Ün. Zir. Fak. No.5
- De Haan, F.A.M. and P.J. Zwerman, 1976. Pollution of Soil. In: Bolt and Bruggenwert (Ed). Soil Chemistry. Elsevier Pub. Com. Amsterdam, Oxford, New York. Pp. 192-271.
- Gunnarsson, O., 1983. Heavy metals in Fertilizers Do they cause Environmental and Health Problems. Fertilizer and Agriculture. 85:27-42.
- Isermann, K., 1982. Bewertung natürlicher und antropogener Stoffeinträge über die Atmosphäre als Standortfaktoren hinsichtlich der Versauerung land - und forstwirtschaftlich genutzter Böden. Report Jahrestagung 1982, Freiburg. Dtsch. Bot. Gesellschaft and Vereinigung für Angew. Botanik, September 1982.
- Isermann, K., 1983. The extent to which agriculture is involved in environmental problems in modern industrial society. Fertilizer and Agriculture. 85:3-25.
- JPNL Roorda, V.E. 1984. Nitrate and glasshouse vegetables. Fertilizer Research. 5: 149-156.
- Kabata-Pendias, A., H. Pendias, 1984. Trace elements in soils and plants. CRC Press, Inc. Florida.