

GÜBRELEME VE ÇEVRE KİRLENMESİ

Orhan Aydemir 1

Ö Z E T

Tarımda kullanılan gübreler, çevre kirlenmesinde önemli payı olan bir kaynak olarak son yıllarda üzerinde çok sık tartışılan ve hatta hiç kullanılmaması gerektiği ileri sürülen maddeler olarak gösterilmeye çalışılmaktadır. Bu yazıda, tarımda gübre kullanımı ve yapay mineral gübrelerden kaynaklanan yeraltı su kaynakları, göl ve akarsuların kirlenmesi, sorunun boyutları ve alınması gereken önlemler tartışılmıştır.

1. GİRİŞ

Yaşadığımız yüzyılda hızlı endüstrileşme, bir yandan insanlığa refah ve mutluluk getirirken, öte yandan kirlenme yoluyla toprak, su ve havanın doğal dengesinin bozulmasına yol açarak, tüm canlı yaşamını her geçen gün biraz daha artarak tehdit eder duruma girmektedir. Hızlı endüstrileşme ve dünya nüfusunun hızla artışı, endüstriye ham madde sağlayan kaynaklardan biri olan ve aynı zamanda insanoglunun yiyecek ve giyecek gereksinimini karşılayan tarım kesiminde de üretim artışını zorunlu kılmaktadır. Yoğun tarım sistemi yoluyla tarımsal üretimin artırılması, öteki kültürel önlemler yanında, giderek artan bir gübre kullanımı zorunluluğunu da birlikte

getirmektedir. Ancak, çevre kirlenmesine yolaçan öteki kaynaklara ek olarak, gübre kullanımının da bu konuda önemli bir payı olduğu ve özellikle yapay gübrelerin tarımda kullanılmaması gerektiği, son yıllarda kimi çevrelerde çok sık tartışılan bir konu durumuna gelmiştir.

Değişik kaynaklara göre (Viets, 1970; Viets, 1972; İbach ve Lindberg, 1958) günümüz tarımsal üretim artışındaki katkısı 1/5 ile 1/2 arasında değişen yapay gübrelerin kullanımından vazgeçilmesi, en azından şimdilik olası görünmemektedir. Bu durumda en akılcı yol, yapay gübrelerin tarımda kullanımından kaynaklanan çevre kirlenmesinin boyutlarının belirlenmesi

1 Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak İlimi Bölümü Öğretim Üyesi, Erzurum.

ve bu yolla ortaya çıkan kirlenmenin azaltılması için gerekli önlemlerin alınmasıdır.

Çevre kirlenmesi ile ilgili olarak Dam Kofoed (1974) gübrelemenin üç temel etkisine dikkati çekmektedir.

Bunlar: 1. İçme sularının kirlenmesi; 2. Göl ve akarsuların kirlenmesi veya oksijence yoksullaşması (eutrofiksasyon); ve 3. Bitkisel ürünlerin niteliklerindeki denge bozuklukları. Çevre kirlenmesi yönünden en çok dikkat çeken gübre elementleri, azot ve fosfordur (Viets, 1972). Öteki gübre elementleri de zaman zaman çevre kirlenmesine yol açmakta iselerde, çok seyrek görülen ve önemli boyutlara varmayan bu durumların ele alınması, azot ve fosforun yarattığı kirlenme sorunlarının önemine gölge düşürür. Toprakta taşınarak sulara karışabildiği durumlarda, gübrelere içerdiği mikrobesein elementleri

2. İÇME SULARININ KİRLENMESİ

İçme sularının niteliği üzerinde olumsuz etki yapan temel gübre bileşeni nitrattır. (Mengel ve Kirkby, 1978). Fosfor, potasyum ve magnezyum gibi öteki bitki besin elementlerinin içme sularındaki varlığı, bu elementlerin insan ve hayvan beslenmesi için doğrudan gerekli olması nedeniyle, zararlı olmaları bir yana, yararlı bile olmakta ve içme sularının niteliğini iyileştirmektedir. Nitratin kendisi zehir etkisi yapmamakta, fakat bu iyonun indirgenmesinden kaynaklanan nitrit, bebeklerde methaemoglobinemia hastalığına yol açmaktadır. Nitroz asit, OH^- ve NO^+ iyonlarına dissosiyeye olabilmekte ve NO^+ katyonu, kandaki hemoglobinin iki değer-

de birçok canlı için zehir etkisi yapabilmektedir. Ancak, bunlardan sadece B ve Mo topraklarda yeterli hareketliliğe sahiptir ve suların kirlenmesi yönünden önem taşıyabilir. Fakat bugüne değin söz konusu iki elementin gübrelerde kullanılmasından kaynaklanan herhangi bir kirlenme sorunu rapor edilmemiştir. Gübre olarak kullanılmamasında kirlenme sorunlarının ortaya çıkmamasına karşın, herbisit olarak kullanılan bor bileşiklerinin akarsulara karışarak süt ve et sığırlarının ölümlerine yol açtığı konusunda örnekler oldukça yaygındır.

Bu yazıda, gübrelemenin çevre kirlenmesine olduğundan fazla abartılan katkısı, sorunun boyutları ve gübrelemeden kaynaklanan çevre kirlenmesini önleme veya azaltmada alınması gereken önlemler tartışılacaktır.

likli demirini (Fe^{2+}) üç değerlikli ferrik demirine (Fe^{3+}) oksitlemektedir. Bu durumda, kandaki demir oksijeni adsorbe edememekte ve yukarıda sözü edilen hastalık ortaya çıkmaktadır.

İçme sularında mücadele edilebilir nitrat düzeyine ilişkin çelişkili görüşler bulunmaktadır. (Cooke, 1972). Dünya Sağlık Kurulu nun (WHO) içme suları için mücadele edilebilir NO_3^- N'u sınır değeri 10 ppm'dir. Avrupa ülkelerinde ve A.B.D.'inde ise mücadele edilebilir NO_3^- N'u değerleri, sırasıyla 23 ve 45 ppm'dir.

Bilindiği gibi, toprakta hiçbir şekilde tutulma özelliğine sahip olmayan NO_3^- , yıkanma yoluyla topraktan ko-

layca uzaklaşmaktadır. Günümüz tarımında nitratlı gübrelerin her geçen gün artarak kullanılması, bir kısım gübre nitratının tarımsal topraklardan yıkanarak, içme sularının sağlandığı derin su akiferlerine karışabileceği yönünde ciddi kaygılar uyandırmaktadır. Hollanda'da içme sularının niteliği ile ilgili olarak sürdürülen 40 yıl gibi uzun süreli bir çalışmanın sonuçlarını değerlendiren Kollenbrander (1972) araştırmaya konu olan içme suyu kaynaklarının yaklaşık üçte birindeki artırılmamış suların nitrat kapsamlarında, 1920 yılından bu yana yaklaşık olarak 0.57 ppm nitrat artışı olduğunu; geri kalan üçte ikilik bölümünde ise hiç nitrat artışı olmadığını belirtmektedir. Yine aynı araştırmada, 1966 yılında araştırmaya konu olan içme sularındaki nitratın dağılımı, 1921 yılındakinden pek farklı bulunmamıştır. Halbuki aynı dönem içinde gübre azotu uygulaması, yaklaşık olarak 150kg/ha/yıl düzeyinde bir artış göstermiştir.

Toprağa uygulanan inorganik azot gübrelerinin içerdiği azotun tümünden bitkilerin yararlanmadığı ve artan düzeylerdeki uygulamanın, bu yararlanma oranını daha da düşürdüğü bir gerçektir. Yıkanma olayının, toprağa uygulanan azotlu gübrelerden azot kaybında oynadığı rolün boyutları pek açık ve kesin değildir. Mengel ve Kirkby'e (1978) göre, tarla bitkileri gübrelerle toprağa uygulanan azotun % 20 ile 60'ından yararlanmakta, çayır bitkileri için ise koşut değerler, % 40 ile 80 arasında değişmektedir. Ayrıca bu değerler, toprak ve iklim koşullarına bağlı olarak da önemli değişim gösterirler. Parker'a (1972) göre orta batı USA iklim ve tarım ko-

şulların altında, gübrelerle toprağa uygulanan azotun yaklaşık olarak % 50'si bitkilerce ilk yılda alınmakta, % 30'u mikroorganizmalarca fikse edilmekte, % 15'i denitrifikasyonla kaybolmakta ve sadece % 5'i yıkanma yoluyla daha derin toprak katmanlarına taşınmaktadır.

Bolton ve çalışma arkadaşlarının (1970) Kanadanın Güney-Batı Ontario eyaletinde Brookston killi toprağı üzerinde, değişik ekim sistemleri uygulanan gübreli ve gübresiz parsellerden elde ettikleri drenaj sularının N kapsamalarına ilişkin veriler çizelge 1. 'de sergilenmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, azotlu gübre ile gübreleme, hem azot kayıplarını ve hem de drenaj suyunun N konsantrasyonunu artırmıştır. Ancak, azotla gübrelenmemiş parsellerden de doğal bir süreç olan organik maddenin mineralizasyonu yoluyla önemli azot kayıplarının olduğu ve drenaj suyuna önemli ölçüde nitrat azotu karıştığı gözden kaçırılmamalıdır.

Yukarda değinilen deneysel bulgular, azotlu gübre kullanımının çok yüksek düzeylere ulaştığı yoğun tarım sistemlerinde bile, gübre azotunun içme ve yeraltı sularının kirlenmesinde zannedildiği kadar çok büyük bir etki yapmadığına işaret eder durumdadır. Ancak durum böyle bile olsa, toprağa gübrelerle uygulanan gübre azotundan bitkilerin yararlanma düzeyinin, toprak ve iklim koşulları göz önüne alınarak artırılması, söz konusu kirlenme düzeyini daha da azaltacağı gibi, ekonomik açıdan da çiftçinin çıkarına olacaktır. Bitkilerin gübre azotundan yararlanma düzeyinin artırılmasında, gübre çeşidinin

Çizelge 1. Gübrelili (F) ve gübresiz (NF) parsellerden meydana gelen N kayıpları ve bu parsellerden elde edilen drenaj suyunun N kapsamı (Bolton ve çal. ark., 1970).

Sistem	Uygulanan N-P	N Kaybı		N Konsantrasyonu	
		NF	F	NF	F
Ekim nöbeti:		kg/ ha / yıl		ppm	
Mısır (1)	129-29.6	5.6	15.1	8.5	14.0
Yulaf ve yonca (2)	17-29.6	4.3	5.7	6.4	8.5
Yonca (3)	0-0	4.8	3.9	6.3	5.8
Yonca (4)	0-0	4.7	8.6	9.3	10.1
Sürekli mısır	129-29.6	6.6	14.0	4.4	8.9
Sürekli çayır	17-29.6	0.3	0.7	3.5	1.1

seçimi, uygulama zamanı, bitki gereksinmesine göre miktarının belirlenmesi, gübre uygulama biçimi, ekim nöbeti, sulama suyunun etkili biçimde kulla-

nılarak yıkanmanın azaltılması, alınması gereken tarımsal önlemlerin başlıcaları olarak sayılabilir.

3. GÖL VE AKARSULARIN KİRLENMESİ

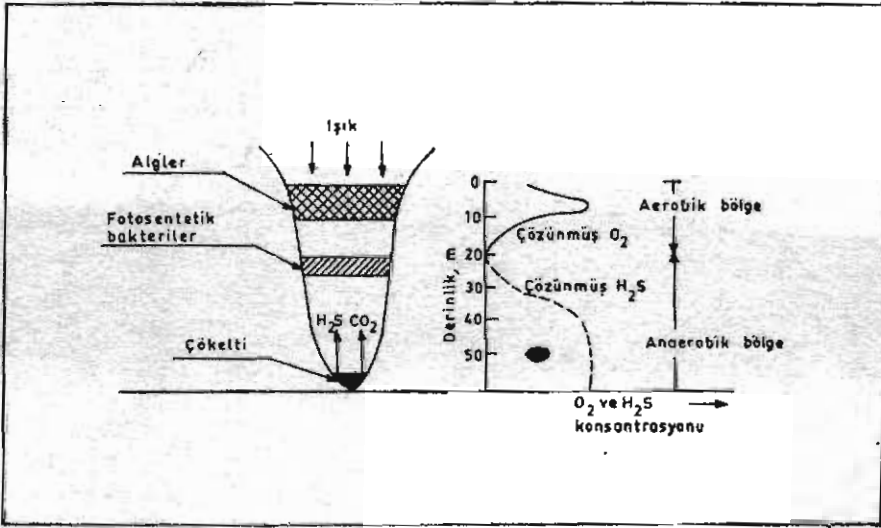
Göl ve akarsularda bitki, hayvan ve mikroorganizmaların büyümesi veya eutrofikasyon doğal bir süreçtir. Bu olayın kesintiye uğramadan sürmesine olanak sağlanırsa, suyun giderek artan düzeyde oksijence yoksullaşması sonucu doğar. Böylece, havasız koşullarda yaşayan mikroorganizmalar için havalı (aerobik) mikroorganizmaların zararına, daha iyi koşullar yaratılmış olur. Bu koşullar altında, organik maddenin H₂O ve CO₂'e ayrışarak tümüyle parçalanması mümkün olmadığından, daha çok indirgenmiş organik bileşikler biçiminde birikerek göl ve akarsuların dolması hızlandırılmış olur. Bu koşullar altında ayrıca anaerobik mikroorganizmaların metabolik son ürünleri olan metan, etilen, H₂S, bütirik asit ve küçük moleküler yapıtı bileşikler üretilir. Söz konusu

bu maddeler, havalı koşullarda yaşayan mikroorganizmalar için zehirlidir. Bu da göl ve akarsuların eutrofikasyonunun neden bu denli önem taşıdığını açıkça ortaya koymaktadır.

Eutrofikasyon sürecini daha iyi anlayabilmek için, değişik tip ve çeşitlerdeki organizmalar arasındaki etkilerin ayrıntılı olarak incelenmesi gerekir. Su hareketi daha çok üst katmanlarında sınırlı kalan derin göllerde yaşayan yosun, fotosentetik bakteriler ve anaerobik bakteriler arasındaki ilişkiler, Stainer ve arkadaşlarına (1971) dayanılarak şekil 1'de sergilenmiştir. Şeklin incelenmesinden de görüleceği gibi, gölün üst katman veya kesimlerinde algler ve fotosentetik olarak aktif yeşil bitkiler bulunmaktadır. Fotosentetik aktivite, bu katmanın havalı olduğunu ve suda çözünmüş ok-

sijence varıl olduğunu gösterir. Havalı su katmanı ve daha derindeki havasız kuşak arasındaki sınır, fotosentetik bakterilerin gelişmesini teşvik eder. Çünkü bu sınır kuşağı, fotosentezin cereyanını sağlayacak kadar yüksek düzeyde ışık şiddetine sahip olduğu gibi, tüm fotosentetik bakteriler tarafından gerek duyulduğu biçimde anaerobik koşullar egemendir. Bu kuşakta yaşayan pembe kükürt bakterileri gibi fotosentetik bakteriler, gölün daha çok çamursu dip birikintisi altında yaşayan anaerobik mikroorganizmaların metabolizma son ürünleriyle beslenirler. Fotosentetik bakteriler, yeşil bitkiler için zehir etkisi yapan H_2S , bütirik asit ve öteki yağ asit-

leri gibi metabolizma son ürünlerini, fotosentez olayında elektron vericisi olarak kullanırlar ve onların parçalanmasını sağlarlar. Bu ince fotosentetik bakteri kuşağı, zehirli maddeler için bir süzgeç işlevi yaparak, zehirli maddelerin gölün üst katmanına ulaşmasını önler. Söz konusu bu organizmalar arasındaki denge bozulursa, daha fazla zehirli madde gölün üst yüzeyine ulaşabilir ve burada yaşayan yeşil bitkilerin büyüme ve aktivitelerini olumsuz yönde etkileyebilir. Böylece, fotosentetik O_2 üretimi azalır, göl yüzey katmanı giderek havasızlaşır ve balıklar da dahil olmak üzere, bu katmanda yaşayan havalı organizmaların yaşamları tehlikeye girer.



Şekil 1. Değişik organizmaların gelişmeleriyle ilgili olarak dar ve derin bir su gölünde O_2 ve H_2S konsantrasyonları (Stainer ve çal. ark., 1971).

Biyolojik dengede böylesi bir bozulma, göl veya akarsularda gür bir yosun (alg) büyümesi sonucu gerçekleşebilir. Fazla miktarda ölü alg materyali göl tabanında biriktiği zaman,

burada yaşayan anaerobik mikroorganizmalar için sonsuz bir besin kaynağı sağlanmış olur. Böylece, fazla miktarda zehirli madde üretilmiş olur. Üretilen bu zehirli maddeler, fotosen-

etik bakterilerin tüketim kapasitesini aşarsa, bu organizmaların süzme etkisi azalır veya tümüyle yok olur ve zehirli maddeler gölün yüzeyine ulaşır.

Göl ve akarsularda alg büyümesini sınırlayan en önemli gübre elementi fosfattır ve sulardaki eutrofikasyon derecesi, çoğunlukla suyun P kapsamındaki artışa paralel olarak artış göstermektedir (Mengel ve Kirkby, 1978). Daha altındaki düzeylerde alg büyümesinin durduğu eutrofikasyon sınırı değeri, 0.01 ppm P olarak kabul edilmektedir. Kimi zaman fosforlu gübre kullanılmasındaki artış, eutrofikasyon artışının başlıca nedeni olarak gösterilmektedir.

Ancak bilindiği gibi, fosfor toprak parçacıkları tarafından çok kuvvetli bir biçimde tutulmakta ve bu nedenle de gübrelere toprağa uygulanan fosforun yıkanma yoluyla göl ve akarsulara karışma olasılığı çok düşük bulunmaktadır. Bu durum, Bolton ve arkadaşları (1970) tarafından Kanada'da gerçekleştirilen ve sonuçları çizelge 2'de sergilenen deneysel bulgulardan da açıkça görülmektedir. Söz konusu çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, gübrenilmiş ve gübrenilmemiş parsellerden gerçekleşen P kayıpları ve drenaj suyunun P kapsamı arasında önemli farklar bulunmamaktadır.

Çizelge 2. Gübresiz (NF) ve gübrenilmiş (F) parsellerden gerçekleşen P kayıpları ve bu parsellerden elde edilen drenaj sularının P kapsamı (Bolton ve çal. ark., 1970).

Sistem	Uygulanan N-P	P Kaybı		P Kapsamı	
		NF	F	NF	F
		kg/ha/yıl		ppm	
Ekim nöbeti:					
Mısır (1)	129-29.6	0.13	0.24	0.20	0.22
Yulaf-yonca (2)	17-29.6	0.13	0.13	0.20	0.19
Yonca (3)	0-0	0.13	0.15	0.18	0.21
Yonca (4)	0-0	0.08	0.22	0.17	0.27
Sür. mısır	129-29.6	0.26	0.29	0.17	0.19
Sür. çayır	17-29.6	0.01	0.12	0.17	0.19

Göl ve akarsuların fosforla kirlenmesinde, yıkanmadan çok yüzey akışı ve erozyon önem kazanmaktadır. Gübreleme, erozyona uğrayacak materyalin besin elementlerince zenginleşmesini sağlaması yönünden göl ve akarsuların kirlenmesinde olumsuz bir etki yapmasına karşın, daha fazla bitki örtüsü oluşmasını sağlamak suretiyle de erozyon düzeyini azaltmakta-

dır. Bilindiği gibi erozyonla taşınan madde miktarını etkileyen faktörlerden birisi de, toprak yüzeyindeki bitki örtüsüdür ve bitki örtüsü sıklaştıkça erozyon miktarı azalmaktadır. Ayrıca gübreleme tarımsal üretimi artırdığı için, erozyona çok daha açık olan kültür topraklarının düzeyini azaltma, buna karşın erozyona daha az açık olan sürekli çayır ve orman örtüsünün

artmasını sağlamak yoluyla da göl ve akarsuların kirlenmesini önleyici yönde olumlu bir etkiye sahiptir. Ayrıca, kullanım biçimi ne olursa olsun, göl ve akarsuların besin elementlerince zenginleşmesinde sadece gübrelenmiş tarım topraklarının değil, fakat her türlü arazinin belli ölçülerde katkıda bulunduğu gerçeği unutulmamalıdır. Kollenbrander'e (1972) göre, toprak fosforu, yüzey sularına yıkanan toplam fosforun sadece % 4 ile 5'ini oluşturmaya karşın, çok daha büyük bir bulaşma payı, tarımsal kökenli olmayan kentsel atıklar ve deterjanlardan kaynaklanmaktadır.

Alg büyümesi için nitrat da gerekli bir besindir. Ancak alg büyümesi için kritik düzey olarak kabul edilen 0.3 ppm N konsantrasyonunun yağmur suyunda genellikle belirlenen 0.7 ppm N düzeyinden düşük olması nedeniyle, NO₃ yıkanması göl ve akarsuların eutrofikasyonu yönünden çok büyük bir önem taşımamaktadır (Mengel ve Kirkby, 1978), Öteki gübre elementlerinin su bitkilerinin büyümelerinde önemli bir etkiye sahip olmalarını nedeniyle, göl ve akarsuların eutrofikasyonunda önemli değillerdir.

4. GÜBRELEMEDEN KAYNAKLANAN ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİ İÇİN ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Günümüzde ve mineral gübre kullanımının yok denecek kadar az olduğu geçen yüzyılın sonlarında Almanyada elde edilen tarımsal ürün düzeyleri, çizelge 3'te örnek olarak verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de görüleceği gibi, çağdaş ölçülere göre, mineral gübrelerin tarımda kullanılmasından önceki üretim düzey-

leri çok düşük kalmaktadır. Günümüz tarımında yapay mineral gübrelerin kullanımından tümüyle vazgeçilmesi, düşük verim düzeyli o eski günlere yeniden dönmek anlamını taşır. Bu olgu aynı zamanda, açlık ve tarımsal ürün fiyatlarının korkunç düzeylere varması sorunlarını da birlikte getirecektir.

Çizelge 3. Günümüzde ve mineral yapay gübrelerin tarımda kullanılmaya henüz başlanmadığı geçen yüzyılda Almanyada elde edilen ortalama ürün düzeyleri (Mengel ve Kirkby, 1978).

Ürün çeşidi	Ürün verimi (ton/ha)	
	1878/88	1965/70
Buğday (dane)	1.3	3.8
Çavdar (dane)	1.4	3.0
Arpa (dane)	1.3	3.4
Yulaf (dane)	1.2	3.2
Patates(yumru)	8.2	27.0
Şeker pancarı (Taze yumru)	22.0	43.4
Ot	3.1	6.7

Yapılan bir araştırmada A.B.D.'nin Teksas, Kansas ve İova eyaletlerinde sırasıyla pumuk, buğday ve mısır için gübre kullanımına son verilmesinin ilk yılında, ürün düzeylerindeki düşme sırasıyla % 28.7, 20.3 ve 29 olarak saptanmıştır (Viets, 1972) Başka bir deyişle, gübre kullanıldığı zamanki ürün düzeylerinin sağlanabilmesi için, tarımsal üretimde kullanılması gereken alan artışı, sırasıyla % 28.7 20.3 ve 29.0 dolayındadır. Gübreleme yapılmaksızın elde edileceği tahmin edilen bu ürün düzeyleri, gübrelemeye son verilen ilk yıldaki değerlerdir. Bilindiği gibi, bu ilk yılda daha önce yapılan gübreleme işlemlerinin kalıntı etkileri üretime önemli katkıda bulunmaya devam etmektedir. Başka bir deyişle, gübreleme yapılmaksızın aynı üretim düzeylerini sağlayabilmek için gerekli tarımsal alan artışı, yukarıda verilen değerlerden çok daha yüksek olacaktır.

Günümüzde dünyanın birçok yerinde tarıma elverişli alanların tümüyle tarımda kullanıldığı ve hatta birçok ülkede bu sınırın da aşılarak tarımda kullanılmaması gereken alanların bile tarıma alınmış olması, gübreleme yapılmadığı durumda bugünkü üretim düzeyini sağlayabilmek için ortaya çıkacak arazi açığını karşılamının olanaksız olduğunu göstermektedir. Buna göre, çevre kirlenmesine yol açtığı gerekçesi ile tarımda gübre kullanımına son verilmesi, yada sınırlandırılması gibi bir durumda, bugün dünyamızın birçok ülkesinde var olan açlık ve beslenme sorunu çok daha

büyük boyutlar kazanacak, tüketicinin yiyecek ve giyecek maddelerine ödediği fiyatlar korkunç düzeylere yükselecek ve tarıma uygun olmayan orman ve çayır arazilerinin tarıma alınması sonucu, erozyonun artması daha büyük kirlenme sorunlarına neden olacaktır. Bu görüşün ışığı altında, tarımda gübrelemeye son verilerek üretimin düşürülmesi, yada tarımsal alanların genişletilerek bugünkü üretim düzeyini korumaya çalışmak gibi önlemler yerine, gübrelemeyi de içeren yoğun tarım sistemlerini uygulayarak tarımsal üretimin artırılması izlenecek ana yol olmalıdır. Ancak bunu gerçekleştirirken, yine tarımsal önlemlerle yüzey akışları ve erozyonun daha düşük düzeylere indirilmesi gerekir. Böylece, doğal olarak besin elementlerini içeren ve gübreleme yoluyla da zenginleştirilen tarım topraklarının üretim yeteneklerinin azalması önlediği gibi, göl ve akarsuların tarımdan kaynaklanan kirlenmesi de azaltılmış olur. Ayrıca, gübrelerle toprağa uygulanan bitki besin elementlerinden bitkilerin yararlanma düzeylerinin, ekim nöbeti, gübre çeşidinin uygun seçimi, gübre uygulama zaman ve yönteminin iyi saptanması, bitki çeşidine göre gübre gereksinmesinin belirlenmesi gibi tarımsal önlemlerle yükseltimesi de, yıkanma yoluyla besin elementlerinin yeraltı suları, göl ve akarsulara karışarak onların kirlenmelerini azaltacağı gibi, çiftçi ve ülke ekonomisi yönünden de, çok önem taşıyan bir kaynağın savurgan kullanımı önlenmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- Bolton, E.F., j.W. Aylesworth, and F.R. Hore. 1970. Nutrient losses through tile lines under three cropping systems and two fertility levels on a Brookston clay soil. *Can. journal of Soil Science*. 50:275-279
- Cooke, G.W. 1972. Fertilizing for Maximum Yield. Crosby Lockwood and Son Ltd.
- Dam Kofoed, A. 1974. Potassium and the environment, p. 331-350. In *Potassium Ressearch and Agricultural Production*. Int. Potash Institute, Berne.
- Ibach, D.B. and R.C. Lindberg. 1958. Tehe economic position of fertilizer use in tehe United States. U.S. Dep. Agr. Inf. Bull. 202.
- Kolenbrander, G.j. 1972 Does leaching of fertilizers affect the quality of ground water at waterworks? *Stikstof* 15:8-15
- Parker, j.H. 1972. How fertilizer moves and reacts in the soil. *Crops and Soils Magazine*, Nov. 1972.
- Stainer, R.Y., M. Doudoroff and E.A. Adelberg. 1972. *General Microbiology*, 3rd ed.
- Viets, F.G., jr. 1970. Soil use and water quality.-a look into the future. *J. Agr. Food Chem.* 18:789-792.
- Viets, F.G., jr. 1972. Fertilizer Use in Relation to Surface and Ground Water Pollution. In *Fertilizer Technology and Use*. Second Edition. p: 517:532. Soil Sci Soc. Amer, Inc., Madison, Wisconsin.