

GÜBRE KULLANIMININ ÖYKÜSÜ

Prof. Dr. Süleyman TABAN, Dr. Özge ŞAHİN

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
(Suleyman.Taban@agri.ankra.edu.tr)

Geçmişten Günümüze Tarım

İnsanoğlu yaradılışından günümüze değin temelde 3 olgu için yaşamlarını sürdürmüştür. Bu olgular; beslenme, giyinme ve barınmadır.

Sıralama toplumların gelişme, sosyolojik yapısı vb. durumlarına göre değişiklik gösterebilir. Diğer yandan bu üç olgu incelendiğinde beslenme; doğrudan tarıma yani toprağa dayalı, barınma; üzerinde yaşam ev vb. yapıldığı için dolaylı olarak toprağa ve giyinme ise pamuk, lif, keten gibi tarımsal ürünler ile deri, yün vb. ile hayvansal ürünlere dayalı olduğu için yine dolaylı olarak tarıma dayalıdır. Bu nedenlerle insanoğlunun tarımdan vazgeçmesi ya da tarıma sırt çevirmesi düşünülemez.

Tarımsal amaçlı olarak toprak uzunca bir süre herhangi bir ıslah maddesi ya da gübre uygulaması yapılmadan kullanılmıştır. Zamanın ilerlemesiyle insanoğlu toprağı yakından tanımaya başlamış ve bazı girişimlerde bulunmuştur.

Arkeolojik araştırmalar toprağın insanlar tarafından bitki yetiştirmek amacıyla kullanılmasının Milattan öncesine (M.Ö.) dayandığını ortaya koymaktadır. Tarihte en eski tarımsal veriler M.Ö. 13.500 yılından kalma tarımsal alet kalıntılarında edinilmiştir. Hindistan'da M.Ö. 7000 yıllarında ve Mezopotamya'da M.Ö. 5000 yıllarında, Amman'da ise 10.000 yıllık bir köyde arpa, buğday, bezelye ve mercimek yetiştiriciliği yapılarak tarımla uğraşıldığı bilinmektedir (Anonim, 2017).

İnsanların topraklara yaptıkları ilk müdahalelerden birisi bitkisel üretim esnasında toprağı sulamak olmuştur. Bu bilgi, doğal taşkınların kültür bitkilerinde verimi artırmasının gözlemlenmesi sonucu oluşmuştur. Sulamanın günümüzden yaklaşık 3000-4000 sene önce Mısır ve Çin'de uygulanmakta olduğu bilinmektedir. O zamanlarda Mısır'da yaklaşık 2.500.000 hektar arazi sulanmaktaydı. O devir insanları kurdukları medeniyetlerde tarımsal faaliyetlerini sürdürebilmek için sulamaya büyük önem vermişler. Fırat ve Dicle nehirlerinin oluşturduğu vadide yer alan Mezopotamya'da ise sulama suyunun büyük kısmının Fırat Nehrinden sağlanması amacıyla kanallar inşa edilmiş ve o kanallardan bazılarının izlerine günümüzde de rastlamak mümkün olmuştur.

Toprağın gübrenmesi M.Ö. yıllarda da yetiştiriciler tarafından bilinmekteydi. Bu çağlarda, otlaklarda otlayan hayvanların dışkılarının bitkilerin büyümesi üzerine olan olumlu etkileri insanların gözlerinden kaçmamıştır. Denilebilir ki, bu şekil gübreleme ziraatın tarihi kadar eskidir. Kuzey Amerika yerlileri gübre olarak balık kullanırken, Güney Amerikalılar guano kullanmışlardır.

Yazılı kayıtlar Milattan 1500 sene kadar önce çiftçilerin devamlı tarım yaparak toprağın yorulacağını bildiklerini ve toprağın verim gücünün yenilenmesi için dinlendirme (nadas) sistemine başvurduklarını göstermektedir. Bu amaçla yedi yılda bir arazinin dinlendirilmesi benimsenmiştir.

Hayvan gübresi kullanımı yanında yeşil gübrelerin kullanımının faydalarına ve toprak ıslahındaki rolüne ilk defa Grek tarihçisi Xenophon (M.Ö. 430-355) tarafından işaret edilmiştir.

Romalıların yükselme devrinde tarım ve toprak hakkında değerli yazarların eserlerine rastlanmaktadır. Bunlardan Cato (M.E. 234-149) De Rustica adlı pratik bir kitap yazmıştır.

Cato bu kitabında soruyor: İyi ziraatın ilk prensibi nedir?

Cevap veriyor: İyi sürmek,

Tekrar soruyor: İkinci prensibi nedir?

Cevap veriyor: Yeniden sürmek ve üçüncü prensibi de gübrelemektir diyor.

Cato arazinin kullanımına göre toprakları kendine göre sınıflara ayırmıştır. Bu sınıflamada toprakları: İyi bağ toprağı, sulanabilen iyi bahçe arazisi, söğütlük arazi, zeytinlik arazi, çayır arazisi, mısır arazisi, orman arazisi, çalılık arazi ve palamut meşesi arazisi olmak üzere 9 sınıfa ayırmıştır (Aydeniz, 1985).

Orta çağ Avrupa'sında toprağın yorgunluğunu gidermek için münavebenin önemine vurgu yapılmış ve bu dönemlerde toprağın yorgunluğunu gidermek için üçlü bir münavebe sistemi uygulanmıştır. 1730'dan sonra İngiltere'de Norfolk münavebe sistemi adıyla anılan ve 4'lü münavebeden oluşan bir münavebe sistemini geliştirmişlerdir.

Orta Çağ Avrupa'sında tarım üzerine araştırmalar hız kazanmıştır. Örneğin, 1620'de Van Helmont suyun yegane bitki besin maddesi olduğu sonucuna varmıştır. 1699'da Woodward su kültürü ve saksı denemeleriyle bitkilerin sudan daha başka şeylere de ihtiyacı olduğunu kanıtlamıştır. 1799'da Ingen Housz bitkilerin hava karbondioksitini asimile ettiklerini ispat etmiştir. 1804'te de Saussure nitrojeni bitki materyalinin önemli bir kısmı olarak tespit etmiş ve amonyum tuzlarının bitki büyümesini teşvik ettiğini müşahade ederek bu suretle tarıma kantitatif deneysel metodu getirmiştir. De Saussure aynı zamanda azotun bitkiler tarafından doğrudan doğruya havadan alınmadığını göstermiştir.

“Vatan Toprağı Kutsaldır. Kaderine Terk Edilemez”.

Toprağı oluşturan ana materyal, topoğrafya, zaman, iklim ve biyosfer olarak sıralanan beş faktörün birleşik etkisi sonucu 1 cm verimli üst toprağın oluşabilmesi için yaklaşık 400 yıl süreye ihtiyaç vardır. Binlerce yıl süre içerisinde oluşan 1 m kalınlığındaki toprağın yanlış uygulamalar sonucunda bir günde ya da bir yılda elden çıkması çok acı verici bir durumdur. O nedenle toprağın erozyon, yanlış ve aşırı sulama, tek yanlı veya gereğinden fazla gübre kullanımı, uygun olmayan toprak işleme vb. gibi nedenlerle toprağın yitip kaybolmasına göz yummamak gerekmektedir. Ulu önder Atatürk'ün dediği gibi **“Vatan toprağı kutsaldır. Kaderine terk edilemez”.**

Dünya nüfusunun giderek artması, tarım topraklarının kentleşme ve sanayileşme tehdidi altında kalarak daralması, yaşam koşullarındaki artışlar, insan isteklerinin doyumsuzluğu tarım alanlarında giderek yeni ve ciddi sorunları yaratmaktadır. Anılan bu sorunların çözümlenebilmesi ve giderek artan dünya

nüfusunun beslenme gereksinimlerini karşılayabilmek için cevaplandırılması gereken soru dünyadaki ekilebilir toprak kaynaklarının yeterli olup olmadığıdır.

Yapılan tahminler dünya toplam arazi varlığı olan 15 milyar hektarın sadece % 30'unun tarıma elverişli iklim bölgelerinde olduğunu ortaya koymuştur. Bu toprakların bir bölümü doğrudan tarım yapmaya, bir bölümü ise alınacak iyileştirme çalışmaları sonucu tarıma uygun hale getirilebilecek topraklardan oluşmaktadır. Örneğin, dünyada toplam arazi yüzeyinin yaklaşık % 10'unu çorak topraklar oluşmaktadır. Çorak topraklar tarımı etkileyen temel sorunlardan biri olduğu gibi çevresel yönden de dünya sorunu olarak kabul edilmektedir.

Yapılan bir tahmine göre; önümüzdeki 75 yıl içinde tarım arazilerinin yaklaşık sadece % 10 artabileceği, buna karşın dünya nüfusunun iki katına çıkacağı ve bu artışın büyük kısmının, tuzluluğun çok yaygın olduğu dünyanın yarı kurak ve kurak bölgelerinde olacağı belirtilmektedir.

Modern anlayışa göre toprak verimliliği toprağın bitkiler için gerekli besin maddelerini sağlama kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Verimli toprak ise bitkilerin ihtiyacı olan bütün besin maddelerini adsorbe edebilen ve bu besin maddelerini alınabilir halde ve nispeten hareketsiz tutmak suretiyle yıkanarak ortamdaki uzaklaşmasını engelleyen topraklar olarak tanımlanabilir.

Türkiye Tarım Topraklarının Verimlilik Durumunu Biliyor muyuz?

Tarımsal faaliyetler toprakta yapılmaktadır. O halde ülkemizde tarım yapılan toprakların fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerini yeterince biliyor muyuz? ve gübreleme yaparken toprağın bu özelliklerini dikkate alıyor muyuz?

Türkiye tarım topraklarının tekstür (bünye) durumu incelendiğinde, toprakların % 47,9'unun tınlı ve % 44,3'ünün ise killi tınlı bünyeye sahip topraklardan oluştuğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Bölgeler arasında toprak tekstürü bakımından büyük ayrımlılıklar belirlenmemesine karşın Karadeniz Bölgesi topraklarının diğer bölgelere göre daha ağır bünyeli oldukları görülmektedir (Güçdemir, 2006).

Çizelge 1. Türkiye tarım topraklarının tarımsal bölgelere göre tekstür sınıflarının oransal dağılımı, %, (Güçdemir, 2006)

Bölgeler	Kumlu	Tınlı	Killi tınlı	Killi	Ağır killi
Trakya ve Marmara	4,7	43,6	46,5	5,1	0,1
Karadeniz	0,6	33,0	58,0	8,3	0,1
Orta Anadolu	2,7	60,8	33,6	2,8	0,1
Güneydoğu	4,3	42,4	47,5	5,7	0,1
Doğu Anadolu	3,6	51,0	39,6	5,7	0,1
Ege	2,2	49,0	42,8	6,0	0,0
Göller	2,5	46,7	47,6	2,0	0,0
Akdeniz	2,0	37,1	53,0	7,7	0,2
Ortalama	2,6	47,9	44,3	5,1	0,1

Trakya-Marmara, Karadeniz ve Ege bölgeleri hariç diğer bölge topraklarının büyük bir çoğunluğunda toprak pH'sı 7'nin üzerinde olduğu, diğer yandan toprak pH'sı genel olarak değerlendirildiğinde ise, Türkiye tarım topraklarının % 60'ında pH 7,5-8,5, % 30'unda ise pH 6,5-7,5 aralığında olduğu (Çizelge 2) belirlenmiştir (Güçdemir, 2006).

Çizelge 2. Türkiye tarım topraklarının tarımsal bölgelere göre reaksiyonlarının (pH) oransal dağılımı, %, (Güçdemir, 2006)

Bölgeler	Kuvvetli asit, <4.5*	Orta asit, 4,5-5,5	Hafif asit, 5,5-6,5	Nötr, 6,5-7,5	Hafif alkali, 7,5-8,5	Kuvvetli alkali, >8,5
Trakya ve Marmara	0,0	3,6	15,9	55,8	24,7	0,0
Karadeniz	2,7	9,2	16,1	31,4	40,3	0,3
Orta Anadolu	0,0	0,2	1,7	16,8	79,8	1,5
Güneydoğu	0,0	0,5	3,5	44,1	51,8	0,1
Doğu Anadolu	0,0	0,1	6,6	34,5	58,5	0,3
Ege	0,2	2,3	11,2	45,6	40,5	0,2
Göller	0,0	0,1	1,3	20,0	78,4	0,2
Akdeniz	0,0	0,1	1,3	14,6	83,6	0,4
Ortalama	0,4	2,2	6,6	29,9	60,3	0,6

* pH sınıf aralıklarını ifade etmektedir.

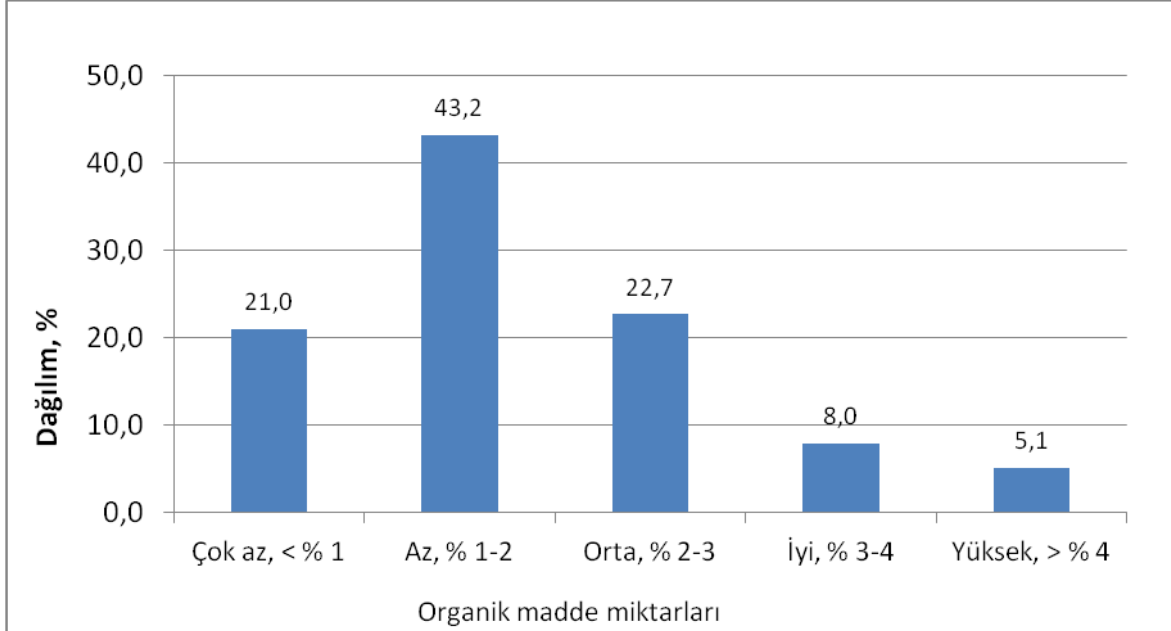
Türkiye geneli dikkate alındığında tarım topraklarının yaklaşık % 27'si az kireçli, % 19'u kireçli, % 24'ü orta kireçli, % 16'sı fazla kireçli ve % 16'sı çok fazla kireçli topraklar (Çizelge 3), grubunda yer aldığı belirlenmiştir (Eyüpoğlu, 1999; Güçdemir, 2006). Buna göre tarım topraklarımızın kireç kapsamı genelde yüksektir. Bu durum sedimentler kökenli ana materyale sahip olmanın yanında, yetersiz yağış sonucu kirecin yıkanmayıp toprak profilinin belirli katmanlarında birikmesinin önemli rolü vardır. Ülkemiz topraklarının kireç kapsamı yıllık yağışın fazla olduğu Doğu Karadeniz ve Trakya-Marmara bölgeleri hariç genelde yüksektir.

Çizelge 3. Türkiye tarım topraklarının tarımsal bölgelere göre kireç kapsamının oransal dağılımı, %, (Güçdemir, 2006)

Bölgeler	Az kireçli < % 1*	Kireçli % 1-5	Orta kireçli % 5-15	Fazla Kireçli % 15-25	Çok fazla kireçli > % 25
Trakya ve Marmara	58,0	19,2	15,6	5,0	2,2
Karadeniz	51,6	18,7	20,0	6,2	3,5
Orta Anadolu	7,2	17,2	27,9	22,1	25,6
Güneydoğu	14,8	22,7	18,9	20,5	13,1
Doğu Anadolu	33,2	29,5	21,6	7,8	7,9
Ege	45,5	17,7	16,0	10,7	10,1
Göller	16,6	19,0	29,3	18,1	17,0
Akdeniz	15,9	7,9	18,3	25,7	32,2
Ortalama	26,6	18,5	23,6	15,7	15,8

* kireç sınıf aralıklarını ifade etmektedir.

Türkiye tarım topraklarının organik madde içerikleri genelde çok düşük olup % 0,5-5,0 arasında değişmektedir (Şekil 1). Toprakta organik madde miktarını optimum % 3 olarak kabul ettiğimizde topraklarımızın % 87'sinde organik maddenin düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Türkiye topraklarının organik madde durumları

Bölgeler bazında organik madde kapsamaları incelendiğinde (Çizelge 4), düşük organik maddeye sahip toprakların sıcak iklimin hakim olduğu bölgelerde çok düşük buna karşın yağışın çok ve sıcaklığın nispeten düşük olduğu bölgelerde ise yüksek olduğu belirlenmiştir (Eyüpoğlu, 1999; Güçdemir, 2006).

Çizelge 4. Türkiye tarım topraklarının tarımsal bölgelere göre organik madde kapsamalarının oransal dağılımı, %, (Güçdemir, 2006)

Bölgeler	Çok az, <%1*	Az, % 1-2	Orta, % 2-3	İyi, % 3-4	Yüksek, > % 4
Trakya ve Marmara	20,0	42,5	23,6	8,9	5,0
Karadeniz	8,1	29,2	30,6	16,8	15,3
Orta Anadolu	24,5	50,2	19,2	4,3	1,8
Güneydoğu	20,5	48,0	22,7	5,6	3,2
Doğu Anadolu	10,7	42,2	28,1	11,8	7,2
Ege	35,7	43,7	15,3	3,9	1,4
Göller	26,3	40,0	21,9	7,9	3,9
Akdeniz	13,4	40,7	27,8	10,9	7,2

* Organik madde sınıf aralıklarını ifade etmektedir.

Toprak verimliliğini doğrudan etkileyen organik maddenin ülkemiz topraklarında çok düşük olmasının nedenleri arasında yağışın düşük ve sıcaklığın yüksek olması, anızın yakılması, ülkemizde uzun yıllar (8000-10000 yıl) tarımın yapıyor olması ve savaşlar-yangınlar sayılabilir.

Organik maddenin topraktaki işlevleri;

- a) Toprak tanelerinin kümeleşmesine yardımcı olur ve erozyon tehlikesini azaltır,
- b) Toprakların su tutma ve havalanma kapasitelerini arttırarak bitki gelişimine yardımcı olur,
- c) Yüksek katyon değişim kapasitesi özelliği ile bitki besin maddelerinin toprakta tutulmasına yardımcı olur ve toprakları olabilecek ekstrem tuzluluk ve pH değişimlerine karşı dirençli kılar,
- d) Toprakları daha kolay işlenebilir hale getirir ve bitki köklerinin toprak içerisinde kolay hareket etmesini teşvik eder,
- e) Toprak yüzeyinde kabuk tabakasının oluşumunu azaltarak, toprakta su infiltrasyonunu arttırır ve yüzey akışını azaltır,
- f) Düşük hacim ağırlığı ile toprakta sıkışmanın oluşumunu engeller,
- g) Toprakta tarım ilaçları, ağır metaller ve birçok kirleticinin olumsuz etkilerini azaltır,
- h) Azot, fosfor ve kükürt başta olmak üzere birçok besin maddesinin yayıllılığını arttırarak bitkilerin ve toprak canlılarının gelişimini hızlandırır,
- i) Topraktaki makro ve mikro organizmalar için besin kaynağı olur. Böylece toprak flora ve faunasının sağlıklı şekilde devam etmesini sağlar,
- j) Toprak mikroorganizmalarına karbon ve enerji kaynağı olarak hizmet eder.
- k) Yetiştirme ortamı olarak kullanılır,
- l) Eski maden ocaklarının ve kazı alanlarının ıslah edilmesinde kullanılır,
- m) Toprağın su tutma kapasitesini artırır,
- n) Peyzaj düzenlemelerinde kullanılır,
- o) Tarımsal üretimde her türlü tarla, bahçe ve sera bitkilerinin yetiştirilmesinde besin kaynağı olarak kullanılabilir,
- p) Malç olarak serildiğinde, yabancı otlanmayı azaltır, hastalık yapıcı patojenleri azaltır,
- q) Toprağın fiziksel ıslahında kullanılır. Kumlu topraklarda su ve besin maddelerinin tutulmasını artırır, killi topraklarda havalanmayı ve toprak işlemeyi kolaylaştırır.

Genel olarak tarım topraklarımızın % 55'inde fosfor açlığı buna karşın % 17,8'inde ise fosfor fazlalığı görülmektedir. Fosfor noksanlığı özellikle Güney Doğu Anadolu bölgesi ilk sırada olmak üzere buğday-nadas münavebe sisteminin uygulandığı ve eğitim düzeyinin düşük olduğu Orta Anadolu, Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde daha yoğun olarak görülmektedir. Gerçekten de Doğu Karadeniz bölgesinde çay tarımı yapılan toprakların % 21,9'unda, çay yapraklarının ise % 81,8'sinde fosfor noksanlığı saptanmıştır (Taşkın vd., 2015).

Yoğun ve sulu tarımın yapıldığı bölgelerde fosfor noksanlığının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum fosforlu gübre kullanımındaki dengesizliği, diğer bir ifadeyle gübre kullanım bilincinin tam olarak yerleşmediğini göstermektedir. Önceki yıllarda fosfor fazlalığının görüldüğü toprakların oranı % 17,4 iken (Eyüpoğlu, 1999) günümüzde bu oranın % 17,8'e çıkması bu savı doğrulamaktadır.

Türkiye tarım toprakları potasyum bakımından zengindir. Bu durum, ülkemizin jeolojik yapısı ve iklim durumu ile kurak-yarı kurak ve sıcak sayılabilecek iklim kuşağında yer alması sonucu yüksek kil kapsamına sahip olmasıyla açıklanabilir. Özellikle yağışın yetersiz olduğu bölgelerde potasyumun yıkanmayarak toprakta birikmesi toprakların potasyumca varsıllaşmasına yol açmaktadır. Tüm faktörlerin sonucunda topraklarımızın % 92'sinde bitkiye yarayışlı potasyumun yeter ve yüksek düzeyde olduğu, sadece % 8'lik bir bölümünde potasyum açlığının var olduğu ortaya konulmuştur (Eyüpoğlu, 1999). Potasyum noksanlığı özellikle asit tepkimeli topraklara sahip olan Doğu Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak görülmektedir (Taşkın vd., 2015)

Tarım topraklarımızın bitkiye yarayışlı mikro element kapsamı incelendiğinde durumun çokta iyi olmadığı görülür. Bu duruma topraklarımızın düşük organik madde içermesi yanında, kireç ve kil kapsamı ile pH'nın yüksek olması neden olmaktadır. Türkiye topraklarının bitkiye yarayışlı demir kapsamı incelendiğinde toprakların % 26,9'unda demir kapsamının $4,5 \text{ mg kg}^{-1}$ 'in altında demir içerdiği ve dolayısıyla bu topraklarda demir noksanlığının olduğu belirlenmiştir. Dolayısı ile bu topraklarda optimum ürün alınabilmesi için mutlaka gübreleme programına dahil edilmesi gereklidir. Türkiye topraklarının yarayışlı bakır kapsamı yönünden bir sorunu yoktur. Diğer bir ifadeyle toprakta bulunan bakır miktarı optimum bitki gelişimi için yeterlidir. Türkiye tarım topraklarının önemli bir bölümünde (tüm toprakların % 49,8'ü) bitkiye yarayışlı çinko noksanlığı söz konusudur. Doğu Karadeniz bölgesinde çay tarımı yapılan toprakların % 49,6'sında , çay yapraklarının ise % 97,6'sında çinkonun (Balcı vd., 2016) ve toprakların % 96,6'sında ve yaprakların ise % 97,6'sında borun (Taban vd., 2015) noksan olduğu saptanmıştır. Bu durum ülke genelinde optimum ürün alınmasını engellemekte ve çinko eksikliği özellikle gübreleme ile giderilmediği taktirde ciddi miktarlarda ürün kaybının olması kaçınılmazdır. Türkiye topraklarının yarayışlı mangan kapsamı yönünden önemli sayılabilecek bir sorunu yoktur. Diğer bir ifadeyle toprakların % 0,7'lik bölümü hariç toprakta bulunan mangan miktarı optimum bitki gelişimi için yeterlidir (Eyüpoğlu vd., 1998).

Tüm bu faktörler birlikte değerlendirildiğinde; tarım topraklarımızın verimlilik açısından sanıldığı kadar iyi durumda olmadığı anlaşılmaktadır. Kullandığımız gübreleri ne kadar etkin kullanıyoruz bunun bilincinde değiliz ve bilimsel anlamda tarım yapılabilmesi için, toprakların özelliklerinin iyi bir şekilde bilinmesi ve buna göre toprak ve bitki analizleri sonuçlarına göre gübreleme programlarının yapılması gerekir.

Geçmişten Günümüze Gübre Kullanımı

Gübre, bitkinin beslenmesi ve yaşamını sürdürebilmesi için toprağa ya da bitkiye uygulanan doğal ya da yapay maddelerdir.

İnsanlar gübrenin önemini yaptıkları gözlemlerle tarihten önceki dönemlerde anlamışlardır. Üzgünüz ki, bu dönemlerden kalma kayıtlara sahip olmadığımızdan, bunu kanıtlayamıyoruz. Ancak bazı Atasözleri ve tarihin başladığı dönemlerdeki anlaşma ya da yazıtlardaki ifadeler, alışkanlıklar bu durumu kanıtlar niteliktedir.

Dünyada insanların yaptıkları ilk heykelticiler Anadolu'da bulunan Verimlilik Tanrıçalarına ait heykelticilerdir.

Hitit yazıtlarında düşmanların saldırıları sonucu ürünün heba olmasına değinilirken, gübreleme için yapılan emek ve masrafların boşa gitmesinden de yakınılmaktadır.

Hommer (M.Ö.800 yıl)'in Odysse'sinde ahır gübresi ve bitki artıklarının gübre olarak kullanılmasının Yunanlılarda organik gübrelerin ve özellikle ahır gübresinin çok eskiye dayandığını gösterir (Aydeniz, 1985'den alıntı). Ayrıca ahır gübresinin ilk önce Helenler'de kullanılmaya başlanıldığını ve gübre kullanımının çok eski bir alışkanlık olduğu yazılıdır (Aydeniz, 1985'den alıntı).

Xenophen (M.Ö. 430-355) "Gübre her şeyden daha yararlıdır" diyordu. Aristo (M.Ö. 384-322) bitkilerin, gelişmeleri için gerekli maddeleri topraktan olduğu gibi aldıklarını ileri sürüyordu. Theophrastus (M.Ö. 372-287) verimsiz toprakları bol miktarda ahır gübresiyle gübrelemenin yerinde olacağını bildirerek idrarı adsorbe etmesi için yataklığın kullanılmasını ilk kez öne sürmüştür (Aydeniz, 1985'den alıntı).

Romalı ilk tarım yazarlarından Cato (M.Ö. 234-149) kuş gübresinin değerine işaret ederken ahır gübresinin çok dikkatle saklanması gerektiğini ileri sürmüştür. Columella (M.Ö. 45) ahır gübresi, yeşil gübre (lügen), marn, alçı ve kil verildiği sürece toprağın verim gücünü asla yitirmeyeceğini öne sürmüştür ve "Ahır gübresinin kullanıldığı toprak ne güçsüzleşir ne de verimliliğini yitirir" demiştir (Kaçar ve Katkat, 2007 alıntı).

Çin'de M.Ö. 5. yüzyılda yaşamış olan Chia Szu Hsich'in Ts'i Min Yoe Shu'sunda ahır gübresi ve yeşil gübreleme hakkında günümüz bilgilerine paralel görüşleri vardır (Pieters, 1927; Aydeniz, 1985'den alıntı).

Amerika'da Aztek'ler bitki artıklarına, İnka'lar ise guano ve hayvan gübrelerine büyük önem vermiş ve kullanmışlardır. Kızılderililerin mısır tarımında balık başlarını gübre olarak kullandıkları bilinmektedir. Güney Amerika'da yaşayan yerliler deniz kuşlarının dışkısına (Guano) büyük önem vermişler ve bunları mısır, patates tarımında kullanmışlardır. Çin ve Japonya'da insan dışkıları daha yaygın şekilde kullanılmıştır. Öyle ki büyük kentlerden toplanan insan dışkıları özel kalıplara konmuş ve uzak yerlere ticaret materyali olarak gönderilmiştir.

Türklerin "Kadı yalan söyler gübre yalan söylemez" "gübreyi kösenin yüzüne sürmüşler sakal çıkmış" gibi atasözleri ile gübreye verdikleri önemi açıkça göstermektedir. Bu konuda, Atasözlerimizdeki güzel tümce ve dizeler ulusumuzca

gübrenin rol ve öneminin ne kadar iyi ve doğru olarak bilindiğinin açık belgeleri olmaktadır.

Türklerin genellikle yaşadıkları bozkır karakterindeki alanlarda enerji gereksinmesini gidermek için gübreyi tezek olarak yakmak zorunda kalmaları onların küle daha fazla önem vermeleri sonucunu oluşturmuş ve küller özellikle arpalıklara gübre olarak çekilmiştir.

Anadolu'da kuş dışkıları da önemli gübre kaynağı olmuştur. Bunların daha açık belgeleri ise Anadolu'nun hemen her yöresinde rastlanan boranhane-güvercinlikler- olmaktadır. Güneydoğu Anadolu'da boranhaneler "boran" denen yabancı güvercinlerin barınakları olarak kurulduğu ve sırf gübrelerinden yararlanmak için yapıldığı ve gübrelerin özellikle görkemli Diyarbakır karpuz ve kavunlarının yetiştirilmelerinde kullanıldığını çok eskiden beri bilinmektedir. Günümüzde ise bu güzel alışkanlık kentleşme ile terkedilmiş ve kuş gübresi yerini kimyasal gübrelere bırakmıştır.

Ancak gübre ve gübrelemenin bugün kazandığı anlam ve niteliğin kökeni oldukça yeni buluşlara dayanmaktadır.

18. yüzyıldan sonra insanların hızla çoğalmaya başladığı, kıtlıkların sıklaşması sonucunu doğurduğu dönemde, soruna doğru bir yaklaşımla, Justus Von Liebig (1803-1873); "bu durumun toprak soygunculuğundan ileri geldiğini ve yüzlerce yıldır topraktan sömürülen bitki besin maddelerinin gübrelerle tekrar toprağa verilmesi gerektiğini" belirtiyordu (Evliya, 1964). Liebig'in bu fikirleri açıkladığı 1840 yılından hemen sonra 19. yüzyılın ikinci yarısından bugüne değin gübre tüketimi düzenli olarak hızla artmaya başlamıştır (Evliya, 1964). Liebig, Thiers'li köylülerin bıçak sapı fabrikası artıklarını tarlalarına verdikleri zaman ürünün artış nedenini araştırarak bulgularını sağlamıştır. Liebig'in çabaları sonucu kimyasal gübrelerin üretimine ve bunların tarımda kullanılmasına başlanmıştır. Liebig gübrelerin kimyası konusunu, kömür gazından sulu amonyağın üretilmesi ve amonyağın tutulması için amonyak çözeltisinin jips ile işleme sokulması; potasyum, silisyum ve magnezyum gereksiniminin karşılanması için odun külünün kullanılması, fosfat ve kirecin etkinliğini arttırabilmek için öğütülmüş kemiğin sülfürik asit ile işleme tabi tutulması ve süper fosfatın amonyağı tutma özelliği gibi başlıklar altında ayrıntılı şekilde açıklamıştır. Liebig 1839 yılında Almanya'da kuyu suyunda potasyum tuzlarının varlığını saptamıştır. Bu uğraş Almanya'da potasyum yataklarının bulunmasına öncülük etmiş ve bu yatakların işletmeye açılması ise 1861 yılında gerçekleştirilebilmiştir. Potasyum klorür ve potasyum sülfat üretimi çoğunlukla fiziksel olarak yapılmıştır (Anonim, 2017). Yine 19. yüzyılın ikinci yarısında Almanya'da Stassfurt'da Dünyanın en zengin potasyum yatakları bulunmuş ve böylece 1860 yılında toprağa ihtiyacı olan azot-fosfor-potasyum verilmeye başlanmıştır (Rousseau, 1972; Aydeniz, 1985 alıntı).

Tarımsal üretimin bu kadar eskiye dayandığı insan varoluşu için gerekli olan beslenme ihtiyacının giderek arttığı geçmişten günümüze ve geleceğimize değişmeyen bir unsurdur. Çağın ilerleyişi ile birlikte bitkilerin beslenmeleriyle ilgili tarımsal kimyanın gelişmeye başladığı 19. yüzyılın başlarında gübre ve gübrelemenin esasları belirlenmeye başlanmıştır (Anonim, 2017).

Neden Gübre Kullanıyoruz?

Özellikle 20. yüzyılda hızla artan dünya nüfusunun, yüzyılın başında 1 milyar dolayında iken, 2020 yılında 7,5 milyarı bulacağı sanılmaktadır. Ülkemizin nüfusu 1927'lerde 12-13 milyon iken bu gün 6 katına yaklaşmış bulunmakta 2023 yılında ise aynı hız devam ederse 85 milyona ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Dünyadaki milyarlarca aç ve ülkemiz halkının belli belirsiz açlık çeken büyük çoğunluğu, tarımda daha fazla üretimi kaçınılmaz kılmaktadır.

Mevcut nüfusun daha iyi beslenme, barınma, donanma, kuşanma ve beslenmesini sağlamak ve yılda 1 milyondan fazla artan nüfusun bütün gereksinmesini sağlamak yanında dış ticaret açığımızın kapatılması, borçlarımızın ödenmesi, emekleme dönemindeki endüstrimizin gereksinmesi olan hammaddelerin üretilmesi ve yatırımlar için gerekli dövizin sağlanması hep tarımsal üretimin artırılmasına bağımlı bulunmaktadır. Nüfus artışı yanında gereksinmeler de uygarlığa paralel olarak artmakta, eskinin bir hırka bir lokma felsefesi yerini, moda uyup giysiler değiştirmeye terk etmektedir.

Dünyada ve ülkemizde gereksinmedeki bu artışın karşılanması önceleri yeni alanların tarıma açılması suretiyle sağlanmaya çalışılmış ancak bugün ülkemizde de bu sınıra varıldığından, hatta bu sınır zorlandığı, aşıldığından gereksinmelerin karşılanması, tarımsal üretimin artırılması, için tek yol kalmış bulunmaktadır. Bu da birim alandan sağlanan verimin artırılması olmaktadır.

Topraktan en yüksek verim ortam koşullarını göz önünde tutarak yapılacak bir tarımda, etkenler harmonisi ve kapsamlar dengesinin kurulması ile alınabilecektir.

Tarımla uğraşanların temel amacı nedir? Bu soruya hemen hemen herkesin kolaylıkla verebileceği yanıt "çevreye ve toprağa zarar vermeden nitelikli bol ürün almak ve gelirini artırmak" şeklinde olacaktır. Bunun için de tarımla uğraşanların her şeyden önce, bitkilerin gelişebilmeleri için nelere gereksinim duyduklarını çok iyi bir şekilde bilmeleri gerekir.

Bitkiler sağlıklı olarak gelişebilmeleri için bazı maddelere gereksinim duyarlar. Bitkilerin gelişmeleri için gereksinim duydukları bu mineral maddelere "mutlak gerekli bitki besin maddeleri" denir. Bu elementler karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, kükürt, demir, çinko, mangan, bakır, molibden, bor ve klor olarak sıralanmaktadır. Anılan bu mutlak gerekli bitki besin maddelerinden birinin ya da bir kaçının yetişme ortamında bulunmaması, bitkilerin normal gelişimlerini tamamlayamamasına ya da bitkilerde anormal gelişmelerin görülmesine neden olmaktadır. Bu da üründe verim ve kalite kaybı demektir.

Bitki gelişimini doğrudan etkileyen bitki besin maddeleri toprakta her zaman yeter düzeyde midir? Bu sorunun cevabı elbette hayırdır. Eğer bu sorunun cevabı evet olsaydı o zaman tarım çok kolay olurdu ve tarım bilimine çok fazla gereksinim duyulmazdı.

Toprakta verimliliği sürekli kılabilmek için; topraktan ya da yetişme ortamından eksilen besin maddelerinin toprağa ya da yetişme ortamına mutlaka geri verilmesi gereklidir. Diğer bir ifadeyle, tarım topraklarının verimli olması ve verim güçlerinin

korunması, çeşitli şekillerde topraktan uzaklaşan besin elementlerinin toprağa geri verilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu işlem ise gübreleme ile sağlanmaktadır.

Ülkemiz topraklarının verimlilik durumu ile iklim ve topografik özellikleri birlikte değerlendirildiğinde evet gübre kullanımı gereklidir. Çünkü;

- a) Genetik biliminin gelişmesiyle hibrit çeşitler geliştirilmiş ve buna paralel olarak bitkilerin gübre ihtiyacının artması,
- b) Ülkemizde yaklaşık 10000 yıldır tarım yapılması nedeniyle topraklarımız fakirleşmesi,
- c) Toprak erozyonu ile besin maddesi kayıplarının oluşması,
- d) Tarım yapılan toprağın yapısının farklı olması ve yetiştirilen bitkinin cinsi ile besin maddesi isteklerin ayrımlı olması,
- e) Bitkiler tarafından sömürülerek besin maddelerinin zamanla toprakta azalması,
- f) Yıkanarak besin maddelerinin topraktan uzaklaştırılması,
- g) Özellikle azotlu gübrelerde görülen gaz halindeki kayıplar gibi nedenlerden dolayı toprakta bulunan besin maddeleri miktarı sürekli azalması,
- h) Toprağın sahip olduğu fiziksel ve kimyasal özellikleri ile tek yanlı ve dengesiz gübrelemeden kaynaklanan beslenme problemlerinin görülmesi gibi nedenlerden dolayı tarım topraklarımızın gübrenmesi gerekmektedir.

Toprak verimliliğinin sürdürülebilirliği gübrelerin dengeli bir biçimde kullanılmasıyla orantılıdır. O halde topraklarımıza ihtiyacı olan gübreyi yeter düzeyde veriyor muyuz? Bu sorunun yanıtı ne yazık ki hayırdır. Çizelge 5'in incelendiğinde ancak verilmesi gereken azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübrelerin ancak yaklaşık yarısını verebiliyoruz. Bu da önemli miktarda verim kaybı demektir.

Çizelge 5. Ülkemiz tarım topraklarına verilmesi gereken ve verilen gübre miktarları (Eyüpoğlu, 1999)

Gübre cinsi	Verilmesi gereken miktar, kg ha ⁻¹	Verilen miktar (1972-2000 yılları arası), kg ha ⁻¹	Eksik kalan miktar, kg ha ⁻¹
Azot (N)	83,7	42,8	40,9
Fosfor (P ₂ O ₅)	57,3	24,6	32,7
Potasyum (K ₂ O)	5,7	2,13	3,6

Ne kadar Gübre Tüketiyoruz?

İnsan nüfusunun hızla artması ve buna bağlı olarak artan besin maddesi ihtiyacını karşılayabilmek için verim artışı sağlamak gerekliliği insanların daha fazla kimyasal gübre kullanmasına yol açmaktadır. Bu aynı zamanda ekonomik anlamda elde edilecek kardaki artış olarak da düşünülmektedir. Fakat teorikte geçerli olan bu olgu pratikte bekleneni karşılamamaktadır.

Dünyada en eski tarım alanlarının bulunduğu ve tarımın ilk yapıldığı yerlerden birisi olan ülkemizde kimyasal gübre üretimi pek çok ülkeye oranla oldukça geç başlamıştır. İlk olarak 1939 yılında amonyum sülfat (NH₄)₂SO₄, gübresinin üretimi

Türkiye Demir ve Çelik İşletmeleri Karabük tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Anılan fabrikada demir ve çelik üretimi sürecinde yan ürün olarak 182 ton amonyum sülfat üretilmiştir. Aynı tesislerde 1944 yılında süperfosfat üretimine geçilmiş ve yılda 2846 ton gübre üretilmiştir.

Ülkemizde kurulan ilk gübre fabrikası Gübre Fabrikaları T.A.Ş.'nin 1954 yılında İskenderun-Sarıseki'de kurduğu süperfosfat fabrikasıdır. Anılan fabrikada ilk yıl 19500 ton süperfosfat üretimi gerçekleştirilmiştir.

Türkiye Gübre Sanayi A.Ş. (eski adıyla Azot Sanayi) tarafından 1961 yılında Kütahya'da kurulan gübre fabrikalarında amonyum sülfat ve amonyum nitrat gübreleri üretilmiştir. Yine aynı yıl Gübre Fabrikaları T.A.Ş. tarafından İzmit-Yarımca'da süperfosfat fabrikası işletmeye açılmıştır.

Türkiye'de 1970'li yıllara gelindiğinde kimyasal gübrelerin önemi giderek artmış ve gübre üretimine hız verilmiştir. Bunun sonucu olarak gübre fabrikalarının kurulması ile ilgili çalışmaların giderek arttığı görülmektedir. Sırasıyla 1972 yılında Akdeniz gübre, 1976 yılında Petrokimya, 1977 yılında Ege gübre, 1980 yılında Bandırma Gübre Fabrikası A.Ş. (Bağfaş) ve 1981 yılında Toros Gübre kimyasal gübre üretimini başlatmıştır.

Ülkemizde besin maddesi cinsinden (N+P₂O₅+K₂O) gübre tüketimimiz incelendiğinde (Çizelge 6.) 1960 yılından 1980 yılına kadar gübre kullanımı giderek artmış ve 1960 yılında toplam tüketim 20.600 ton iken bu değer 1979 yılında 1.467.000 tona ulaşmıştır. 1980 yılından günümüze değin yıllara göre gübre tüketiminde ekonomik krizin, döviz kurundaki değişimlerin ve devlet desteklemelerindeki olumlu ya da olumsuzlukların etkisiyle dalgalanmalar görülmektedir.

Ülkemizde 1960 yılından itibaren 10'ar yıllık ortalama besin maddesi cinsinden (N+P₂O₅+K₂O) tüketilen gübre miktarı sırasıyla 1960-1969 yılları arası için 183.630 ton, 1970-1979 yılları arası için 891.890 ton, 1980-1989 yılları arası için 1.529.890 ton, 1990-1999 yılları arası için 1.901.350 ton, 2000-2009 yılları için 1.929.400 ton ve 2010-2012 yılları arası için ise 1.951.800 ton olarak gerçekleştirilmiştir.

1960 yılından itibaren 2012 yılına kadar ki süreçte 10'ar yıllık ortalama fiziki olarak tüketilen gübre miktarı sırasıyla 1960-1969 yılları arası için 470.100 ton, 1970-1979 yılları arası için 2.283.240 ton, 1980-1989 yılları arası için 4.141.970 ton, 1990-1999 yılları arası için 4.864.310 ton, 2000-2009 yılları için 4.947.310 ton ve 2010-2012 yılları arası için ise 5.006.967 ton olarak gerçekleştirilmiştir.

Ülkemizde yıllık en fazla gübre tüketimi 1993 ve 1999 yıllarında gerçekleşmiş ve bu yıllarda tüketilen yıllık gübre miktarı fiziki olarak 5,5 milyon tonu geçmiştir.

Çizelge 6. Planlı dönem öncesi (1963'den önce) ve planlı dönem sonrası (1963'den sonra) besin maddesi cinsinden (N+P₂O₅+K₂O) ve fiziki kimyasal gübre tüketim durumu (x1000 ton) (<http://www.bugem.gov.tr>)

Yıl	Tüketilen gübre			Toplam (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)	Fiziki toplam
	Azotlu (N)	Fosforlu (P ₂ O ₅)	Potasyumlu (K ₂ O)		
1960	9,7	10,2	0,7	20,6	52,7
1961	29,4	13,1	0,0	42,5	108,8

1962	37,9	17,8	5,3	61,0	156,2
1963	39,2	37,2	10,5	86,9	222,5
1964	54,2	45,1	4,6	103,9	266,0
1965	73,5	76,8	5,4	155,7	398,6
1966	98,3	92,9	5,7	196,9	504,1
1967	141,9	143,6	7,5	293,0	750,1
1968	193,0	200,2	10,1	403,3	1032,4
1969	246,7	213,7	12,1	472,5	1209,6
1970	243,0	175,9	11,6	430,5	1102,1
1971	286,6	194,7	13,2	494,5	1265,9
1972	374,3	246,1	27,1	647,5	1657,6
1973	430,2	279,9	12,7	722,8	1850,4
1974	382,7	217,6	16,7	617,0	1579,5
1975	367,5	324,7	15,8	708,0	1812,5
1976	590,7	521,8	31,1	1143,6	2927,6
1977	665,5	572,7	19,6	1257,8	3220,0
1978	776,4	633,0	20,8	1430,2	3661,3
1979	778,9	659,8	28,3	1467,0	3755,5
1980	638,1	482,8	44,5	1165,4	2983,4
1981	776,4	495,4	37,5	1309,3	3480,8
1982	847,3	569,6	33,3	1450,2	3882,2
1983	990,8	618,0	24,6	1633,4	4391,2
1984	998,4	574,7	31,4	1604,5	4426,9
1985	917,2	476,0	34,0	1427,2	3997,7
1986	953,2	519,7	47,3	1520,2	4114,5
1987	1141,5	584,8	50,7	1777,0	4862,4
1988	1081,6	490,2	41,8	1613,6	4482,3
1989	1140,4	599,7	58,0	1798,1	4798,3
1990	1199,7	624,8	63,4	1887,9	4995,4
1991	1103,7	618,2	47,5	1769,4	4539,8
1992	1206,2	658,1	63,3	1927,6	4936,2
1993	1335,3	787,0	85,0	2207,3	5503,0
1994	1006,6	444,3	56,3	1507,2	3997,8
1995	1053,7	579,6	67,1	1700,4	4386,1
1996	1147,4	578,0	73,4	1798,8	4596,3
1997	1167,0	591,8	66,5	1825,3	4642,5
1998	1394,9	702,0	88,5	2185,4	5464,9
1999	1485,6	637,9	80,7	2204,2	5581,1
2000	1378,6	628,8	82,1	2089,5	5294,2
2001	1132,6	470,3	67,8	1670,7	4262,3
2002	1199,1	474,4	73,6	1747,1	4528,9
2003	1340,9	546,1	83,6	1970,6	5093,7
2004	1366,6	590,4	87,6	2044,6	5175,2
2005	1372,4	601,0	93,8	2067,2	5198,8
2006	1406,7	605,5	98,9	2111,1	5367,0
2007	1355,8	516,4	109,4	1981,5	5148,1
2008	1133,1	328,8	89,5	1551,4	4129,3
2009	1413,8	581,1	65,5	2060,3	5275,6
2010	1343,7	515,1	83,5	1942,3	4968,1

2011	1259,4	490,2	98,3	1847,8	4766,4
2012	1431,9	532,2	101,2	2065,3	5286,4
2013	1386,6	435,4	85,42	1386,6	3576,6
2014	1492,8	570,2	117,2	2180,2	5471,5
2015	1486,6	584,6	131,6	2202,7	5507,8
2016	1893,4	790,6	118,2	2802,2	6732,2

Gübre fiyatının ucuz olduğu veya devlet desteğinin devam ettiği yıllarda tüketilen gübre miktarı fazla olmuştur. Kriz yıllarında ise (1994 ve 2001 yılları) tüketilen gübre miktarlarında sert düşüşler olmuştur.

Hükümetlerin tarım politikalarındaki olumlu yaklaşımlar ile gübre kullanımı arasında doğrusal bir ilişki gözlemlenmiştir. Olumlu politikaların olduğu dönemlerde (örneğin gübre desteğinin, tarımsal üretimlerde bitki çeşidine göre desteklemenin olması, pazarda uygun fiyatın yakalanması vb. gibi) kullanılan gübre miktarları artmış ya da istikrarlı bir seyir izlemiştir.

Gübre kullanımında en önemli nokta, bitkilerin ihtiyacı kadar gübrenin kullanılması ve kullandırılmasının teşvik edilmesidir. Ne yazık ki ülkemizde hala fazla gübre kullanırsam fazla ürün alırım düşüncesi hakimiyetini sürdürmektedir.

Ülkemizde üretilen gübre, tüketilen miktarını karşılayamamaktadır. Dolayısı ile eksik kalan miktar dış alım yoluyla sağlanmaktadır. Diğer yandan ülkemizde üretilen gübrelerin ham maddeleri de ithal edilmektedir. Gerek gübrenin gerekse de gübre ham maddesinin dışarıdan alınması önemli miktarda döviz kaybına neden olmaktadır. Neredeyse petrolden sonra en fazla döviz gübre ithaline gitmektedir.

Gübre üretiminin tüketimi karşılama oranı % 50'nin altına düşmemiştir. 1981 yılından itibaren 2012 yılına kadarki süreçte 10'ar yıllık ortalama fiziki olarak üretilen gübre miktarının tüketimi karşılama oranları sırasıyla 1981-1989 yılları arası için % 83,3, 1990-1999 yılları arası için % 77,5, 2000-2009 yılları için % 63,1 ve 2010-2012 yılları arası için ise % 72,2 olarak gerçekleştirilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Ülkemizde üretilen gübre miktarının (ton) tüketilen gübre miktarını (ton) karşılama oranları, % (<http://www.bugem.gov.tr>)

Yıllar	Üretilen	Tüketilen	Üretim/Tüketim
1981	3299851	3480812	94,8
1982	2933053	3882196	75,6
1983	3599083	4391239	82,0
1984	3754515	4426927	84,8
1985	3694074	3997735	92,4
1986	3438397	4114526	83,6
1987	3832202	4862392	78,8
1988	3827602	4482266	85,4
1989	3458091	4798273	72,1
1990	4301038	4995407	86,1
1991	3460564	4539804	76,2
1992	4106062	4936241	83,2
1993	4362589	5502999	79,3
1994	2865934	3997809	71,7

1995	3770701	4386066	86,0
1996	3818856	4596314	83,1
1997	3746092	4642455	80,7
1998	3820162	5464908	69,9
1999	3301135	5581069	59,1
2000	3162709	5294202	59,7
2001	2627986	4262343	61,7
2002	3471816	4528859	76,7
2003	3317743	5093693	65,1
2004	3192103	5175184	61,7
2005	3157574	5198779	60,7
2006	3133420	5367045	58,4
2007	3113767	5148059	60,5
2008	2960929	4129256	71,7
2009	2878452	5275619	54,6
2010	3446765	4968058	69,4
2011	3749921	4766356	78,7
2012	3661156	5339893	68,6
2013	3576598	5813612	61,5
2014	3547796	5471518	64,8
2015	3674262	5507779	66,7
2016	3351983	6732177	49,8

Çizelge 3. Dünya’da ve Türkiye’de islenen birim tarım arazisi ilkesine göre etkili bitki besin maddesi tüketimi (FAO, 2009)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Ortalama
	N, kg ha⁻¹						
Dünya	56.62	60.86	63.18	63.37	66.95	71.20	63.69
Asya	94.43	96.90	98.65	101.43	111.96	107.40	101.80
Afrika	10.71	13.14	13.21	14.13	10.38	10.85	12.07
Amerika	44.36	54.47	57.42	57.40	58.20	76.65	58.08
AB Ülkeleri	88.13	92.95	101.53	90.76	91.50	102.59	94.58
TÜRKİYE	47.67	64.61	66.59	66.50	69.78	64.59	63.29
	P₂O₅, kg ha⁻¹						
Dünya	22.30	24.51	25.91	26.46	26.81	26.70	24.45
Asya	33.51	34.09	35.99	38.44	42.60	39.13	37.29
Afrika	4.21	4.22	4.68	4.49	4.13	3.21	4.16
Amerika	21.74	29.78	31.79	30.01	26.78	31.17	28.55
AB Ülkeleri	31.23	28.46	30.14	28.96	27.11	28.31	29.04
TÜRKİYE	12.77	26.46	28.99	30.10	27.69	17.77	23.96
	K₂O, kg ha⁻¹						
Dünya	16.34	14.94	16.73	16.71	17.87	17.61	16.37
Asya	17.60	11.20	13.34	15.66	14.73	15.21	14.62
Afrika	2.04	2.11	2.05	1.50	1.86	1.81	1.90

Amerika	22.02	27.63	30.72	29.39	27.47	33.04	28.38
AB Ülkeleri	18.92	16.47	17.79	16.27	16.21	16.97	32.15
TÜRKİYE	3.19	3.92	4.57	4.49	4.22	5.96	4.39
Toplam (N+ P₂O₅+ K₂O), kg ha⁻¹							
Dünya	95.26	100.31	105.81	106.54	109.63	115.51	105.51
Asya	145.54	142.19	147.98	155.53	169.29	161.74	153.71
Afrika	16.97	19.47	19.94	20.12	16.36	15.87	18.52
Amerika	88.11	111.88	119.93	116.80	112.44	140.86	115.00
AB Ülkeleri	153.31	154.37	166.51	150.84	147.48	162.02	155.76
TÜRKİYE	63.64	94.99	100.15	101.08	101.69	88.32	91.64

Birim alanda fosforlu gübre tüketimimiz (23,96 kg ha⁻¹) dünya ortalamasına (24,45 kg ha⁻¹) oldukça yakın iken, potasyumlu gübre tüketimimiz (4,39 kg ha⁻¹) dünya ortalamasının (16,37 kg ha⁻¹) 1/4' ü, AB ülkelerinin (32,15 kg ha⁻¹) ise 1/16'sı seviyesinde kalmıştır (Çizelge 3). Toplam etkili BBM olarak birim alanda gübre tüketimi değerlendirildiğinde ülkemizde 91,64 kg ha⁻¹ gübre tüketilirken dünyada 105,51 kg ha⁻¹ ve AB ülkelerinde ise 155,76 kg ha⁻¹ seviyelerinde gübre tüketildiği görülmektedir (Eraslan vd., 2010). Diğer bir deyişle, gübre tüketimimiz Afrika ülkeleri hariç dünyanın gerisinde kalmıştır.

FAO'nun 2005-2014 yılları arasındaki istatistiklerine göre Türkiye toplam azot ve K₂O gübreleri sırasıyla 1.372,053 ve 93.816 tondan 1.492,492 ve 117,167 tona çıkmıştır. P₂O₅ ise 601.606 tondan 570.028 tona düşmüştür. Dünya da ise toplam azot, P₂O₅, K₂O sırasıyla 89.448.708, 38.822.619, 29.601.435 tondan 107.080.313, 45.689.436 ve 35.502.214 tona çıkmıştır. Dünya ve Türkiye'de en fazla üretimi yapılan tahıl grubu olan buğday ise yine aynı yıllarda dünyada 28.557 tondan 33.074 tona, Türkiye de ise 23.213 tondan 24.294 tona çıkmıştır. Gübre tüketimindeki artış buğday verimini karşılayamamış olup dünyada yaklaşık %16, Türkiye'de ise % 4,5'lik bir artışa neden olmuştur. Benzer şekilde gelişmiş ülkelerde kişi başı tahıl üretimi 49 kg, kimyasal gübre tüketimi ise 203 kg iken gelişmekte olan ülkelerde tahıl üretimi 4,9 kg ve kimyasal gübre tüketimi 615 kg olduğu özetle 10 kat daha az verime 3 kat daha fazla gübre tüketildiğine dikkat çekmektedir (Güneş vd., 2012). Böyle bir sonuç bize gübrelerden maksimum verimi elde edemediğimizi yani gübreleri etkin kullanamadığımızı göstermektedir. Bu veriler sadece ekonomik anlamda olan kayıplarımızı değil aşırı gübrelemenin çevre ve insan sağlığı üzerine etkilerini düşünmemiz gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Bu amaçla gübrelerin etkin kullanımı önem kazanmaktadır. Etkin olarak kullanılan gübre hem beklenen verimin karşılanmasında hem de bitkinin besin elementinden yararlanma süresini arttırarak gübre maliyetinin de azalmasına neden olacaktır. Etkin gübre kullanımını etkileyen faktörler arasında; uygulanacak gübre formu, çeşidi, uygulama şekli ve zamanı ile uygulanacak bitki tür ve çeşitleri ile toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri sıralanabilir. Örneğin en çok tüketilen gübre çeşidi olan azot topraktan yıkanma veya gaz halinde uzaklaşmakta ve bitkinin ihtiyacını karşılayamadan topraktan

uzaklaşmaktadır. Azotlu gübre kullanımında asit karakterli alanlarda amonyum sülfat yerine amonyum nitrat kullanımı daha faydalı olacaktır. Kullanılan bitki çeşitleri arasında farklılık gösterebilir örneğin çeltik yetiştiriciliğinde öncelik amonyum sülfat uygulaması olmalı iken yağışlı bölgelerde üre gübresi, gübrenin etkinliği açısından daha faydalı olacaktır. Fosforlu gübreler Türkiye topraklarının yüksek kireç içeriği nedeniyle fikse olmaktadır. Bu nedenle fosforlu gübre seçiminde suda erime oranı yüksek gübreleri seçilmesi daha yararlı olacaktır. Ayrıca DAP gübresi de P_2O_5/N oranının üç olması nedeniyle iç bölgelerdeki kurak tarım alanları içinde uygun olmaktadır. Türkiye topraklarının büyük kısmında potasyum noksanlığına sık rastlanılmamaktadır. Potasyumlu gübrelemede ise potasyum klorürün klor konsantrasyonunu artırabilecek olması nedeniyle potasyum sülfat kullanımı daha faydalı olacaktır.

Gübre ve Çevre Etkileşimi

Son yıllarda ülkemizde birim alana kullanılan gübre miktarı dünya ortalamasının üzerinde Avrupa ülkelerinin ise oldukça altındadır (FAO, 2009). Bitkisel üretimde miktar olarak en çok kullanılan gübreler azotlu ve fosforlu gübrelerdir. Türkiye topraklarının potasyum içerikleri çoğunlukla bitkisel üretim için yeter veya zengin durumdadır (Güçdemir, 2006). Bu nedenle potasyumlu gübre kullanımı ülkemizde sınırlı seviyededir.

Ülkemizde kimyasal gübre kullanımının Avrupa ülkelerine oranla oldukça düşük olması bizleri rahatlatmamalıdır. Unutulmamalıdır ki dikkat edilmesi gereken noktalardan birisi de, kullanılan kimyasal gübrenin miktarından çok iklim, toprak, bitki faktörlerinin dikkate alınarak topraktaki bitki besin elementleri dengesinin korunduğu ve toprak analizlerine dayalı bir gübreleme programının izlenmesidir (Taban ve Turan, 2012).

Kimyasal gübre kullanımına bağlı olarak çevrenin bundan olumsuz etkilenmesi, gübrelerin gereğinden fazla ve uygun olmayan yöntemlerle uygulanmasına bağlıdır. Dünyada ve ülkemizde tarımsal üretimde en fazla kullanılan gübreler azotlu ve fosforlu gübrelerdir. Gübrelerin olumsuz etkileri içerdikleri kimyasal maddelerin doğal kaynaklara karışmasıyla meydana gelebildiği gibi, üretiminde kullanılan ham maddenin sahip olduğu kimyasal maddeler de olabilir. Bu duruma güzel bir örnek olarak Karadeniz bölgesi çay tarımı alanları gösterilebilir. Bu bölgede çay tarımı yapılan alanlara toprak ve bitki özellikleri dikkate alınmadan bilinçsizce uzun yıllar tek yanlı ve aşırı amonyum sülfat gübresinin uygulanması sonucu söz konusu çaylıklarda toprak asitliği giderek artmış ve pH 4'ler civarına inmiştir. Bunun sonucunda bitki gelişimi olumsuz şekilde etkilenmiş ve nitelikli ve bol yaprak ürünü almak imkansız hale gelmiştir. Unutulmamalıdır ki topraklardaki fiziko-kimyasal dengeler yanlış uygulamalar sonucu bozulduğunda tekrar yapılandırılmaları oldukça zor olmaktadır (Taban ve Turan, 2012).

Yapılan çalışmalarda azotlu ve fosforlu gübrelerin kullanımında toprakta oluşan kayıplar göz önüne alındığında, gübrenin içerdiği azotun % 40-80'i fosforun ise % 5-20'si bitki tarafından kullanılmaktadır. Diğer taraftan toprak profilinden drene

olma, yüzeysel akış ve erozyon sebebiyle oluşan kayıpların uygulanan fosforun % 0.5–5'i ile azotun % 5-30'u arasında değiştiğini belirlenmiştir (Oenema ve Roest, 1998; Bottcher ve Rhue, 2000). Ancak bu değerlendirme iklim koşullarına, toprak özelliklerine, yetiştirilen ürüne, uygulanan gübrenin yapısına ve uygulama yöntemine bağlıdır.

Gübrelemenin toprak kirliliği ve çevre üzerine neden olduğu olumsuz etkiler şu şekilde sıralanabilir (Karaçal, 1980);

- a) Azotlu gübre kullanımının artması ile topraktan olan yıkanmaların artması ve sonuçta sularda nitrat (NO_3^-) konsantrasyonunun yükselmesi,
- b) Özellikle yüzey toprağının taşınması ile fosforlu gübrelerin sulara karışması ve su kaynaklarında fosfor konsantrasyonunun artmasıyla ötrifikasyon olayının meydana gelmesi,
- c) Aşırı gübre kullanımı sonucu, bitkilerde kimi elementlerin birikmesi sonucu bu bitkileri yiyen canlılarda olumsuz etkilerin ortaya çıkması,
- d) Azotlu gübrelerin toprağa uygulanması ile atmosfere N_2O ve NH_3 gibi gazların karışması nedeniyle sera etkisinin oluşması.

Aşırı ve usulüne uygun olmayan şekilde azotlu gübre kullanımı sonucu tarımsal ürünlerde ve özellikle marul, lahanaya gibi yaprakları yenen bitkilerde ortaya çıkan nitrat birikimi insan sağlığı açısından son derece tehlikelidir.

Topraklara uygulanan aşırı miktardaki azotlu gübreler sadece bitki bünyesinde birikmemektedir. Aynı zamanda özellikle taban suyu yüzeye yakın bölgelerde nitratın su kaynaklarına karışması da söz konusu olmaktadır.

Azotlu gübreler gibi fosforlu gübrelerde bitkisel üretimde fazla miktarlarda kullanılmaktadır. Fosfor toprak profilinden yıkanarak uzaklaşmaz. Tam tersine toprakta kolloidler tarafından kuvvetli şekilde tutulur. Erozyon sonucunda yüzey tarım topraklarının taşınarak su kaynaklarına karışması, sulardaki fosfor miktarının artmasına, alg ve bitki popülasyonunun hızla yükselmesine neden olabilir. Yüksek düzeydeki alg popülasyonu suda çözülmüş oksijen miktarının azalmasına ve zehirli bileşiklerin oluşmasına neden olarak başta balıklar olmak üzere hayvansal yaşamı tehlikeye sokabilir.

Kimyasal gübre kullanımında gübre-çevre açısından dikkat edilmesi gereken diğer bir husus ise bu gübrelerin içermiş olduğu ağır metallerdir. Gereğinden fazla kimyasal gübre kullanımında tarım topraklarında ağır metal birikimi meydana gelebilir. Bu toksik elementlerden en önemlileri kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), nikel (Ni), arsenik (As) ve bakırdır (Cu). Yapılan araştırmalarda fosforlu gübre üretmek için yurt dışından ithal edilen bazı ham fosfat kayalarının yüksek düzeyde Cd ve As içerdiği belirlenmiştir. Bu hammadde kullanılarak üretilen DAP, TSP ve kompoze gübrelerin Cd konsantrasyonunun sınır değerinin (8 mg Cd kg^{-1}) üzerinde olduğu belirlenmiştir (Köleli ve Kantar, 2005). Toprak ve su kaynaklarındaki Cd konsantrasyonunun artması başta su canlıları olmak üzere, toprak verimliliğini, bitkide fotosentez, solunum, iyon alınımı, büyüme ve gelişme gibi metabolik faaliyetleri olumsuz yönde etkilemektedir (Asri vd., 2007).

Gübre seçimi kadar gübrenin etkin kullanımındaki bir diğer hususta besin elementi yani gübreden daha fazla faydalanacak tür ve/veya çeşitlerin seçimidir (Eraslan vd., 2010). Bölgelerde ekonomik olarak yetiştiriciliği yapılan bitki çeşitlerine özgü bölge iklim koşulları, toprak yapısı, toprak pH'sı ve vejetasyon dönemi gözönünde bulundurularak uygun gübreleme zamanı, doz ve uygulama yöntemi ile gübrelerin etkin kullanıldığı gübreleme planlamaları hazırlanmalıdır. Yapılan yanlış gübreleme topraklarda tuzlanma, besin elementi dengesizliği, ağır metal birikimi, yeraltı ve yerüstü sularının kirlenmesi, havaya azot ve kükürt salınımının artması gibi çevre ve insan sağlığını doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilecek sorunların ortaya çıkmasına neden olabilecektir. Bu olumsuzluklara ilave olarak aşırı gübreleme ile oluşabilecek nitrat birikimi ayrıca önem taşımaktadır. Nitrat kamuoyunda her ne kadar bomba üretimindeki kullanım şekli ile ilk olarak akla gelse de 'Avrupa Birliği Nitrat Direktifi' üzerinde önemle durulması gereken bir gündem konusudur. Ülkemizin içinde bulunduğu Avrupa Birliği' ne giriş sürecinde çerçevesinde 'Avrupa Birliği Nitrat Direktifi' için 2 Aralık 1991 tarihli ve 91/676/AET sayılı konsey direktifi ve 18 Şubat 2004 tarihli Resmi Gazete ile Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği' ile hava, toprak, yeraltı ve yerüstü sularında azot kirliliği için alınacak önlemler ve strateji planlamaları belirlenmiştir. Bu kapsamda yapılan tarım uygulamalarını insan ve çevre sağlığı üzerine etkileri nedeniyle gübre, sulama ve arazi yönetimi ile nitratın neden olabileceği kirliliğin önlenmesi amaçlanmaktadır. Bu kapsamda nitrat kirliliğine maruz kalacak olan ya da olabilecek olan su kaynaklarının belirlenmesi, Nitrat Hassas Bölgelerinin (NHB) Tanımlanması/belirlenmesi, İyi tarım uygulaması kodunun geliştirilmesi ve uygulanması, Her bir NHB için "Eylem Planının" geliştirilmesi, Ulusal Tarım Kirliliği İzleme Ağının kurulması çalışmaları yürütülmektedir (Güzelordu, 2008).

Ne yapmalıyız!

Gelişen tarım sektörü ile artan ve özellikle bilinçsizce yapılan gübreleme ile hava, toprak ve sularımız kirlenmekte, topraklarımızın kalitesi bozulmaktadır. Bu sadece günümüz için bir sorun olmayıp Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2023 yılında 84.247.088, 2050 yılında 93.475.575 olması planlanan gelecek nüfusumuzun beslenme ihtiyacının karşılanmasında da sorunların oluşmasına neden olacaktır. Bu nedenle gübrenin etkin kullanılması sağlanarak maksimum verim ve kar ile minimum çevre ve insan sağlığı zararı ve maliyet hedeflenmelidir. Yapılacak gübrelemeler için bölgesel, çeşitsel farklılıkların göz önünde bulundurulduğu rehberler hazırlanmalı, bitkilerin topraktan aldığı besin maddesi miktar ve süresinin uzatılması sağlanmalıdır. Bunun yapılmasında öncü faktör ise toprak ve bitki analizlerine dayalı gübreleme programlarının oluşturulmasıdır. Diğer yandan istatistikler artan kimyasal gübre tüketiminin bitki verimi de aynı düzeyde arttırmadığını göstermektedir. Sonuçta gereğinden fazla gübre kullanımı sadece çevre-insan-ekonomi döngüsünü olumsuz etkilemektedir.

Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak tarımsal üretimin de artırılması zorunluluğu daha çok girdi kullanımını gündeme getirmekte ve bu girdilerin başında

yer alan gübrelerin bazı riskler taşıması ikilem yaratmaktadır. Riskleri azaltmak veya en aza indirmek için gübre önerisinin toprak analizlerine dayalı olması ve bir uzman tarafından yönlendirilmesi gerekmektedir. Birim alandan yüksek miktarda, sağlıklı ve kaliteli ürün alınabilmesi için yapılması gerekenler, gübre ihtiyacının doğru olarak belirlenmesi yanında, uygulanacak gübre çeşidinin ve miktarının belirlenmesi, doğru gübre uygulama yönteminin seçilmesi ve uygulama sıklığı ile zamanının belirlenmesidir. Tarımsal verimlilik yanında çevrenin korunması için de çok büyük önem taşımaktadır.

Gübreleme sürdürülebilir tarımın olmazsa olmaz bir gereksinimidir. Tarımsal faaliyetlerde kullanılacak olan gerek organik ve gerekse kimyasal kökenli gübre miktarının belirlenmesinde toprak analizleri ile toprakların sahip olduğu besin maddesi düzeylerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Toprak analizleri yardımıyla uygun gübre dozlarının belirlenmesi, gübre kullanımında tasarrufa gidilmesinin yanında, üreticilerde gübre kullanım bilincinin de yerleşmesine yardımcı olacaktır. Diğer yandan, gübrelerin gereken dozlarda ve bilinçli kullanılması, gereksiz yere gübre masraflarının artmasını önlemesinin yanında, kimi zararlı bileşiklerin toprakta ve bitkide birikmesi sonucu ciddi beslenme problemlerinin ortaya çıkmasına da engel olacaktır (Taban ve Turan, 2012).

Gübrenin tek yanlı veya aşırı kullanılması durumunda hem parasal yönden zarar edilmekte hem de topraklarda kalıcı zararlara neden olmaktadır. Diğer yandan toprak analizlerine dayalı olarak yapılan gübreleme hem tasarrufu hem de bilinçli gübre kullanımını teşvik etmektedir.

Toprak analizlerine dayalı gübre kullanımının güzel bir örneğini Doğu Karadeniz Bölgesi çay tarımı yapılan alanlardır. Doğu Karadeniz bölgesinde 766.392 dekar alanda çay tarımı yapılmaktadır. Bu alanlarda toprak analizlerine dayalı olarak yapılan bilinçli bir gübreleme sonucunda gübreden yapılacak tasarrufu ortaya koyabilmek için yörede yaygın olarak kullanılan 25-5-10 gübresi örnek alındığında; dekara yapılacak 1 kg saf azot tasarrufunun ekonomik kazancı: 1 kg saf azot 4 kg 25-5-10 gübresine karşılık gelmektedir.

766.392 da alanda $766.392 \times 4 = 3.065.568$ kg 25-5-10 gübresi eder.

1 kg 25-5-10 gübresinin ortalama fiyatı 1,2 TL ile 3.678.681,6 TL olacaktır.

1 USD=3.50 TL hesabıyla 1.051.051,9 USD sadece gübreden tasarruf edilmiş olunacaktır (Taban vd., 2015). Dolayısıyla tasarruf edilen para ekonomiye artı değer olarak dönecektir. Ayrıca, bilinçli gübreleme sonunda girdi maliyetinin düşmesi karlılık oluşturması yanında, çayda kaliteli ürün elde edilmesi ile gerek fiyat gerekse dış pazar bulma yönünden avantajlı duruma geçecektir. Bunun bir diğer sonucu olarak, son yıllarda ithalat veya diğer yollarla ülkemize giren çay ile rekabet edebilme şansını da yakalanacaktır.

Gübre kullanım etkinliğinin artırılması, gübre kullanım risklerinin azaltılmasında önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Gübre etkinliğini artıracak önlemler ürün açısından, çevresel etki açısından ve ekonomik açıdan değerlendirilerek alınmalıdır (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010).

Sonuç olarak; çevre ve insan sağlığına zarar vermeyen, doğal kaynakları koruyan, gıda güvenliğini sağlayan, tüm aşamaları izlenebilir tarımsal üretim yapan

üreticiler yetiştirmek en büyük toplumsal hizmet olarak değerlendirilmelidir. İyi Tarım Uygulamaları gibi çağdaş kalite yönetim sistemlerinin ülkemizde de uygulanmaya başlanması ve kısa zamanda kaydedilen gelişmeler gelecek için ümit vermektedir (Karaçal ve Tüfenkçi, 2010). Toprak analizleri amacına uygun kurulmuş laboratuvarlarda kimyasal yollarla yapılır. Amacı ise; toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirleyerek toprak işleme, gübreleme, sulama gibi kültürel işlemlerin doğru zamanda ve doğru şekilde yapılmasını sağlamaktır. Toprak analizi yaptırılmadığı takdirde karşılaşılabilecek muhtemel zararlar;

- a) Gerekli olandan daha çok gübre kullanılabilir. Bu da daha fazla masraf demektir. Ayrıca fazla gübre kullanımı toprağın tuzlulaşmasına neden olmaktadır.
- b) Bitkinin isteğinden daha az gübre kullanımı nedeniyle bitki yeterince gelişemez.
- c) Yanlış zamanda ve yanlış gübreleme, bitkinin gübreyi bünyesine alamamasına neden olur.
- d) Yanlış cins gübre kullanımı, yüksek verim yerine verim düşüşüne neden olabilir.
- e) Gerekli olandan daha çok gübre kullanılabilir. Bu da daha fazla masraf demektir. Bitkide toksik etki görülebilir ve verim kaybına neden olabilir.
- f) Bazı gübrelerin gereğinden fazla verilmesi, bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığını azaltır.
- g) Bitkiler tarafından alınamayan fazla gübreler, yağmur ve sulamayla yeraltı sularına karışarak akarsuları ve denizlerimizi kirletmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2017. <http://www.alpates.com.tr/Gubrelerin-Tarihi-Gelisimi.pdf>.
- Aydeniz, A. 1985. Toprak Amenajmanı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 928, Ders kitabı: 263, 554 s.
- Asri, F.Ö., Sönmez, S. ve Çıtak, S. 2007. Kadmiyumun çevre ve insan sağlığı üzerine etkileri. Derim Dergisi, 24, 34-41.
- Balcı, M., Taşkın, M.B., Kaya, E.C., Soba, M.R., Özer, S.P., Kabaoğlu, A., Turan, M.A., Taban, S., 2016. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin demir, bakır, çinko ve mangan durumları. Toprak Su Dergisi, 5(2), 65-74.
- Bottcher, D. ve Rhue, D. 2000. Fertilizer management-key to a sound water quality program, Circular 816, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, April 2000. <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Eraslan, F., İnal, A., Güneş, A., Erdal, İ. ve Coşkan, A. 2010. Türkiye'de kimyasal gübre üretim ve tüketim durumu, sorunlar, çözüm önerileri ve yenilikler. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Evliya, H. 1964. Kültür Bitkilerinin Beslenmesi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 36, 656 s.

- Eyüpoğlu, F., Kurucu, N. ve Talaz, S. 1998. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. 72s.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No. 220, sf 221, Ankara
- FAO, 2009. <http://faostat.fao.org/site/575/default.aspx#ancor>.
- Güçdemir, İ.H. 2006. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi (Güncelleştirilmiş ve genişletilmiş 5. Baskı). T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü yayınları. Genel yayın no: 231, teknik yayınlar no: T.69.424 s.
- Güneş, A., Turan, M., Şahin, F. ve Haliloğlu, K. 2012. Organik Tarımda Biyogübrelerin Kullanımı. traglor.cu.edu.tr/objects/objectFile/2J7CIFof16122012-31.pdf.
- Güzelordu, T. 2008. Avrupa Birliği'nde nitrat direktifi uygulamaları ve Türkiye'de uygulanabilirliği. Avrupa Birliği Uzmanlık Tezi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Dış İlişkiler ve AB Koordinasyon Dairesi Başkanlığı. http://www.bugem.gov.tr/Bilgi_veri/Kimyevi%20gübre%20üretim,%20tüketim,%20ithalat%20ve%20ihracat%20istatistikleri.xls. Erişim tarihi: 07.07.2017.
- Kacar, B. ve Katkat, A.V. 2007. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. (2. baskı). Nobel yayın no: 1119. ISBN: 978-9944-77-159-7. 559 s.
- Karaçal, İ. 1980. Gübreleme ve çevre kirlenmesi. Tübitak Doğa Bilim Dergisi, 4, 77-84.
- Karaçal, İ ve Tüfenkçi, Ş. 2010. Bitki beslemede yeni yaklaşımlar ve gübre çevre ilişkisi. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı, 1-2, 257-268.
- Köleli, N. ve Kantar, Ç. 2005. Fosforlu gübrelerde ağır metal tehlikesi. Ekoloji Dergisi, 55, 1-5.
- Oenema, O. ve Roest, W.J. 1998. Nitrogen and phosphorous losses from agriculture into surface waters: the effects of policies and measures in the Netherlands, Water Science and Technology, 37, 19-30.
- Taban, S. ve Turan, M.A. 2012. Tarımda gübre çevre ilişkileri. Tarım Türk Türkiye'nin Bitkisel Üretim ve Hayvancılık Dergisi, 34 (Mart-Nisan 2012), 10-14.
- Taban, S., Turan, M.A., Soba, M.R., Taşkın, M.B., Balcı, M., Kabaoğlu, A., Özer, S.P., Kalcıoğlu, Z., Tanyel, G. ve Müezzinoğlu, N. 2015. Çay tarımı yapılan toprakların bor durumu ile çay bitkisine uygulanacak bor form ve dozlarının belirlenmesi ve bor verim-kalite ilişkisi. Ulusal Bor araştırma Enstitüsü Başkanlığı (BOREN) Proje No: 2012-Ç0319.
- Taşkın, M.B., Balcı, M., Soba, M.R., Kaya, E.C., Özer, S.P., Tanyel, G., Kabaoğlu, A., Turan, M.A., Taban, S., 2015. Doğu Karadeniz Bölgesinde çay tarımı yapılan toprakların ve çay bitkisinin azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt durumları. Toprak Su Dergisi, 4(2), 30-40.