



# BİTKİ BESLEMEDE YENİ YAKLAŞIMLAR VE GÜBRE - ÇEVRE İLİŞKİSİ

İlhan KARAÇAL<sup>1</sup> Şefik TÜFENKÇİ<sup>2</sup>

## ÖZET

Tarımsal üretim bir enerji dönüşüm sistemidir. Bitkiler güneş enerjisini kimyasal enerjiye, gıda enerjisine dönüştüren organizmalardır. Yeşil bitki yapraklarında güneşten gelen ışık enerjisi fotosentez ile kimyasal enerji olarak organik maddede bağlanmaktadır. Bu olaydaki diğer girişkenler su ve bitki besinleridir. Toprağın su ve bitki besinlerini yeterince bitkiye sağlayamaması durumunda yapılması gereken işlemler sulama ve gübrelemedir. Dünya su kaynaklarının kritik düzeye gelmesi, insanlarda çevre bilincinin gelişmesi, konvansiyonel sulama ve gübreleme yöntemlerinin terk edilerek yeni yöntemlerin uygulanmasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Bunlarla birlikte, tarımsal üretimdeki diğer uygulamalar da günümüzde artık doğal kaynakları ve canlı yaşamı koruyan, gıda güvenliğini gözetecek şekilde sistematik olarak düzenlenmekte, uygulanmakta ve izlenmektedir. Artık tarımsal üretimde kullanılan girdilerin iklim değişikliği, asidifikasyon, ötrofikasyon gibi çevresel etkilerini ortaya koyan yöntemler (*Life Cycle Impact Assessment – LCIA - Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi*) pek çok ülkede kullanılmaya başlanmış ve kalite standartları içerisine girmiş bulunmaktadır. Günümüzün “Bitki Besleme ve Gübreleme Uygulamaları” da bu nedenle, sadece yüksek ürün sağlayan işlemler şeklinde değil, aynı zamanda yüksek kaliteli ve sağlıklı tarımsal üretime yönelik, çevre ve doğal kaynakları koruyan, izlenebilir olacak şekilde planlanarak yürütülmelidir. Genel olarak İyi Tarım Uygulamaları (İTU) veya uluslar arası adı ile GLOBALGAP olarak tanımlanan tarımsal kalite yönetim sistemleri için Türk tarım dünyası da kendisini hazırlamak zorundadır.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki Besleme, Gübre, Gübreleme, Çevre Kirliliği

## 1.GİRİŞ

Tarımda “Yeşil Devrim” olarak tanımlanan ve 1960-70’li yıllarda olabildiğince fazla üretmeyi hedefleyen anlayış günümüzde artık terk edilmiştir. Bitkisel üretimde 21. yüzyılda hakim olan yaklaşım artık kaliteli üretimdir. Aslında “Kalite” kavramı günümüzde bir felsefe olarak tanımlanmakta ve bir yaşam biçimi olarak algılanmaktadır. Kalite kavramının önemini vurgulayan, Toplam Kalite Yönetimi (TKY) yöntemi ile bu anlayışı hayata geçiren ve bir Amerikalı olmasına karşın, düşünceleri ilk kez Japonya’da uygulama alanı bulan, bu nedenle de “Japon Mucizesi”nin öncüsü kabul edilen W.E.DEMING (1900-1993) tir. Daha çok endüstriyel üretimde kaliteyi hedefleyen prensipleri ortaya koyan Deming’ in söylediği şu söz günümüzde artık tarım için de geçerlidir; “*Sanki yaşamak için çok gerekliymiş gibi, bozuk ve hatalı ürünler ile dolu bir dünyada yaşamayı öğrendik. Artık yeni bir felsefeyi hayata geçirmenin zamanı gelmiştir: KALİTE*” (Dereli ve Baykasoğlu, 2003).

Tüm yaşamı kapsayan bir kalite yönetimi anlayışı içerisinde tarımsal üretim nerede durmaktadır? Doğayı, toprağı, suyu ve canlıları kullanan bir üretim biçimi olan tarım elbette bu anlayışın, bu felsefenin dışında kalamazdı. Nitekim kalite yönetimi yaklaşımı sonucunda ortaya çıkan “Sürdürülebilir Tarım”, “Ekolojik Tarım”, “Organik Tarım”, “Biyolojik Tarım”, “İyi Tarım Uygulamaları” gibi isimlendirmeler ile günümüzde yürütülen tarımsal üretim biçimleri tamamen kalite yönetimine dayanan uygulamalardır. Genel anlamı ile insan ve hayvan sağlığına önem veren, çevreyi, başta toprak olmak üzere doğal kaynakları ve tüm canlı yaşamı koruyan, gıda güvenliğini sağlayan, tüm aşamaları izlenebilir olan tarımsal üretim uygulamaları ve hasat sonrası işlemleri yukarıdaki isimlendirmeler ile anılmaktadır.

Tarımsal üretimde kalite yönetimi anlayışının benimsenmesi, özellikle gelişmiş ülkelerde çevre sorunlarının yoğunlaşması, gıda kaynaklı hastalıkların artması sonucunda ortaya çıkmış bir gelişmedir. Bu ülkelerde tarımsal kaynaklı kirleticilerin yoğun biçimde kullanımı ve doğal dengeyi bozan tarım teknikleri uygulamalarının olumsuz etkileri dikkati çekmeye başlamış ve çevre ile uyumlu teknikleri

<sup>1</sup> Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara

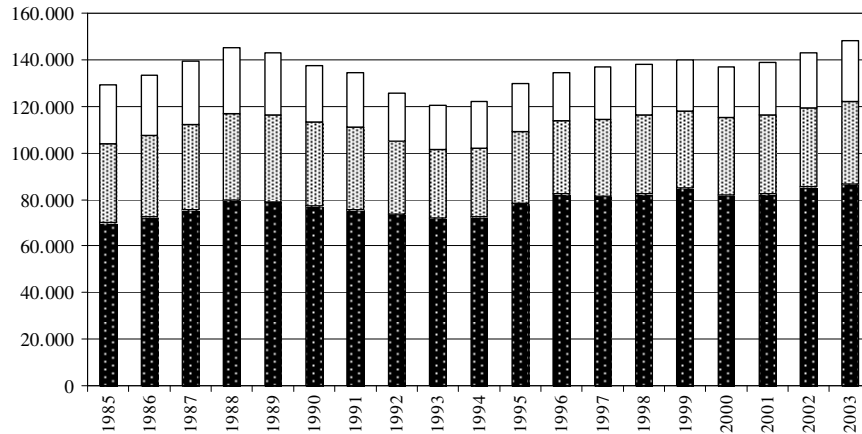
<sup>2</sup> Prof. Dr., Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Van

içeren yukarıda söz edilen tarımsal üretim sistemleri 1990 lı yıllarda geliştirilmeye başlanmıştır. Bunlardan EUREPGAP adı ile başlayan, artık 2007 yılından beri evrenselleşerek GLOBALGAP adını alan İyi Tarım Uygulamaları (İTU), başta aday olduğumuz Avrupa Birliği ülkeleri olmak üzere dünyada pek çok ülkenin yasalarına girmiş, yönetmelik ve talimatlar ile uygulamalar detaylandırılmış bulunmaktadır. Türkiye de bu gelişmelerin dışında kalmamış, gerekli yasal uygulamalar gerçekleştirilerek üretimde kalite yönetimi sistemleri özendirilmeye başlanılmıştır.

Tüm bunlar yapılırken gözden kaçırılmaması gereken husus, tarımsal üretimde verimliliğin geliştirilmesi gerçeğidir. Zira artan nüfusa paralel olarak gıda üretiminin de artırılması bir zorunluluktur. Bu zorunluluk elbette bitkisel ve hayvansal gıdaların üretiminde kalite yönetim sistemleri uygulanarak yerine getirilecektir. Verimliliğin artırılması daha çok girdi kullanımı anlamına geldiğine göre, bu anlamda aşırı girdi kullanarak doyum noktasına gelmiş bulunan gelişmiş ülkelerde üretim artışı çok olası gözükmemektedir. Türkiye gibi tarımı gelişme potansiyeline sahip ülkelerin, gelecekteki gıda gereksinimini karşılamaya aday olduğu görülmektedir (Fresco,2004). Bizim şansımız, bilinçsiz ve yoğun girdi kullanan ülkelerin düştüğü hataları yapmadan, doğayı ve çevreyi tahrip etmeden verimliliği artırma şansına sahip olmamızdır. Çünkü günümüzde özellikle bitki beslenmesinde ve gübrelemede geliştirilen yeni yöntemler, bu konuda sürdürülen çalışmalar, topraktan sofraya kadar sağlıklı tarımsal ürünleri yüksek düzeyde üretebileceğimizi göstermektedir.

## 1. GÜBRE - ÇEVRE İLİŞKİSİ

Şili'deki Güherçile yataklarının 1840 lı yıllarda işletilmesi ile başlayan tarımdaki ticari anlamda gübre üretimi ve tüketimi son yıllarda yavaşlama eğilimine girmiş bulunmaktadır. Şekil 1 de görüldüğü gibi,1990 yılların başındaki dalgalanma dışında genellikle dünyadaki gübre tüketimi uzun yıllardır etkili madde bazında 140 milyon ton civarındadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), artan dünya nüfusunu günümüzdeki düzeyde besleyecek tarımsal üretim için 2015'de 175 milyon ton, 2030'da ise 199 milyon ton gübre kullanılması gerektiğini bildirmektedir. Yine FAO nun rakamlarına göre dünyada tüketilen gübrenin %69 u gelişmiş ülkelerde, % 31 i ise gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkelerde tüketilmektedir.



(Kaynak: <http://www.fertilizer.org>)

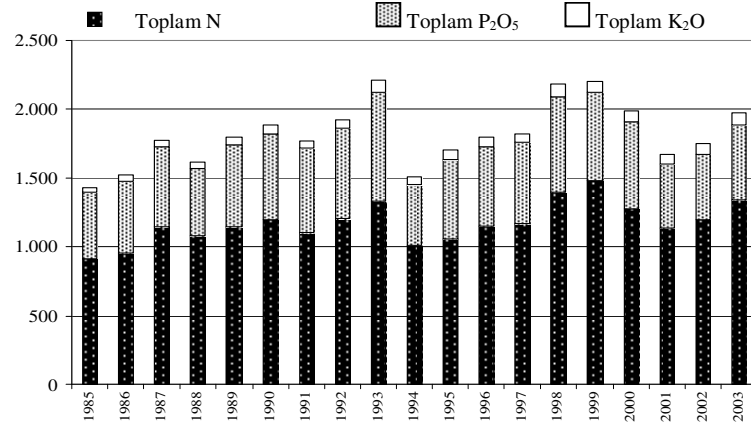
**Şekil 1. Yıllara Göre Etkili Madde Bazında Dünyada Tüketilen Gübre Miktarı, 1000 Ton**

Gelişmekte olan ülkeler arasında sayılan Türkiye'de yine etkili madde bazında yıllara göre tüketilen kimyasal gübre miktarları ekonomik krizlerin yaşandığı dönemlerde büyük düşüşler göstermiş, son yıllarda yeniden artma eğilimine girmiştir (Şekil 2).

Dünya nüfus artışı dağılımı dikkate alındığında ve tarımsal üretimde, başta gübre olmak üzere kullanılan girdi miktarı göz önünde bulundurulduğunda, gelecekte gübre tüketim trendinin artacağı ülkeler gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkeler olacaktır. Özellikle tahıl üretiminde artış öngörülen

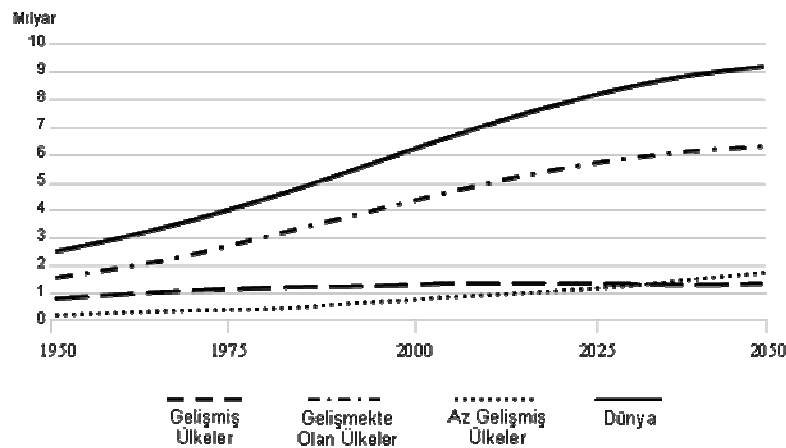
ülkeler Afrika, Asya ve Latin Amerika da bulunmaktadır. Son 40 yılda 3.3 milyar artan dünya nüfusu, önümüzdeki 40 yılda 2.3 milyar artacaktır. Bu artış az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde olacaktır (Şekil 3). Bu orandaki bir nüfus artışı, günümüzde 2.1 milyar ton olan gıda ve yem üretiminin, 2050 yılında 3 milyar tona çıkartılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluğa karşın, günümüzde en çok tartışılan konu nüfus artışı ve ekonomik gelişmeye paralel olarak doğal kaynaklardaki tükeniştir. Nüfus artışı ile ekonomik gelişme, enerji tüketimi ve karbon dioksit emisyonu paralel seyretmektedir (Çizelge 1). Son 200 yılda dünya nüfusu 6 kat artarken Global Gayrisafi Hasıla (GGH) 72 kat, enerji tüketimi 37 kat, CO<sub>2</sub> salınımı ise 21 kat artmış bulunmaktadır (Çizelge 1).

Nüfus artışının hızlı olduğu, dolayısı ile gıda üretimini de artırmak zorunluluğu bulunan ülkeler arasında yer alan Türkiye’de gereksinme duyulan gübre miktarı ile tüketilen gübre miktarları arasında büyük fark bulunduğu bilinmektedir (Eyüpoğlu, 2002). Örnek olarak, ülkemizin 9 tarım bölgesinde ortalama yıllık azotlu gübre gereksinimi ve tüketimi Şekil 4 de gösterilmiştir. Topraklarımızın azot kapsamlarına göre belirlenen gübre gereksinimi ile, kullanılan ortalama değerler karşılaştırıldığında, bölgelerin gelişmişlik düzeyine bağlı olarak farklılıklar bulunmakla birlikte, tüm bölgelerimizde gerekenden çok az miktarlarda gübre kullanıldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Yıllara Göre Etkili Madde Bazında Türkiye’de Tüketilen Gübre Miktarı,1000 Ton.

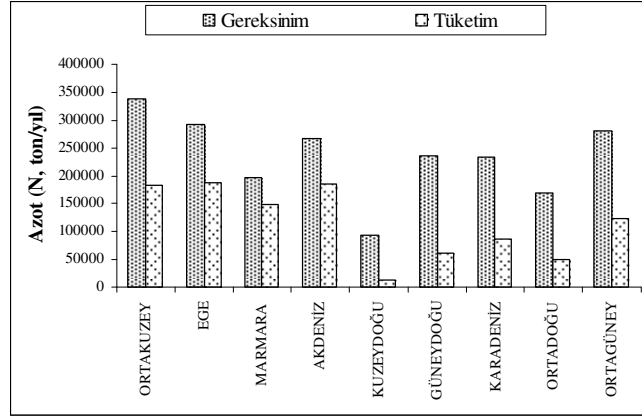
(Kaynak: <http://www.fertilizer>)



Şekil 3. Dünya Nüfus Artışı (FAO, 2009).

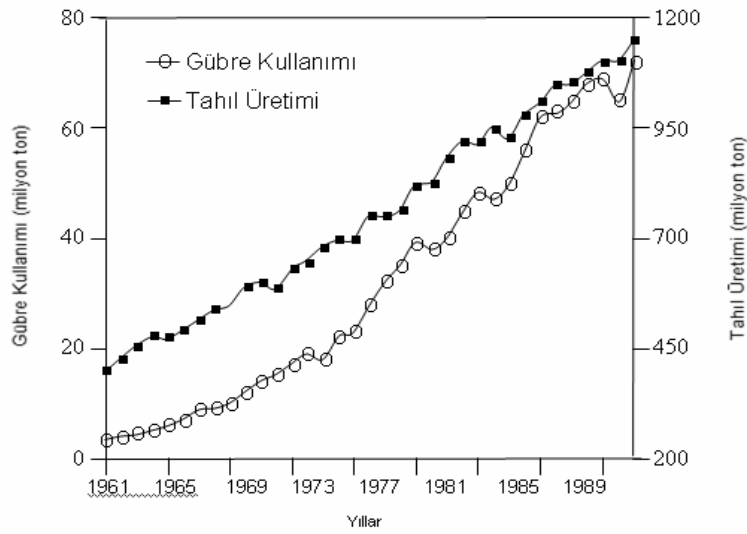
**Çizelge 1. Global Nüfus, Ekonomi, Enerji ve Karbondioksit Emisyonlarındaki Değişimler (Jiang and Hardee, 2009).**

	1800	2000	FAKTÖR
Nüfus (milyar)	1	6	x6
GGH (PPP trilyon \$)	0,5	36	x72
Temel Enerji (EJ)	12	440	x37
CO2 Emisyonu (GtC)	0.3	6.4	x21



**Şekil 4. Türkiye Tarım Bölgelerinin 1972-2000 Dönemi Ortalama Yıllık Azotlu Gübre Gereksinimi ve Tüketimi (Eyüpoğlu, 2002).**

Gelişmekte olan ülkelerdeki gübre kullanımı ile tahıl üretimi arasındaki ilişki incelendiğinde (Şekil 5), gübre tüketimi ile üretim arasında paralellik bulunduğu görülmektedir. Bu durum gelecekte tarımsal üretimde öngörülen artış için bizim gibi ülkelerde daha fazla gübre kullanımını zorunlu kılmaktadır. Elbette duyarlı davranılması koşulu ile. Duyarlı davranılmasının gerekliliği, gübrelemedeki artışla birlikte kimi risklerin ortaya çıkabilmesinden kaynaklanmaktadır. Özellikle çevre açısından gübrelemenin neden olabileceği olumsuz etkiler şöyle sıralanmaktadır (Karaçal, 2008).



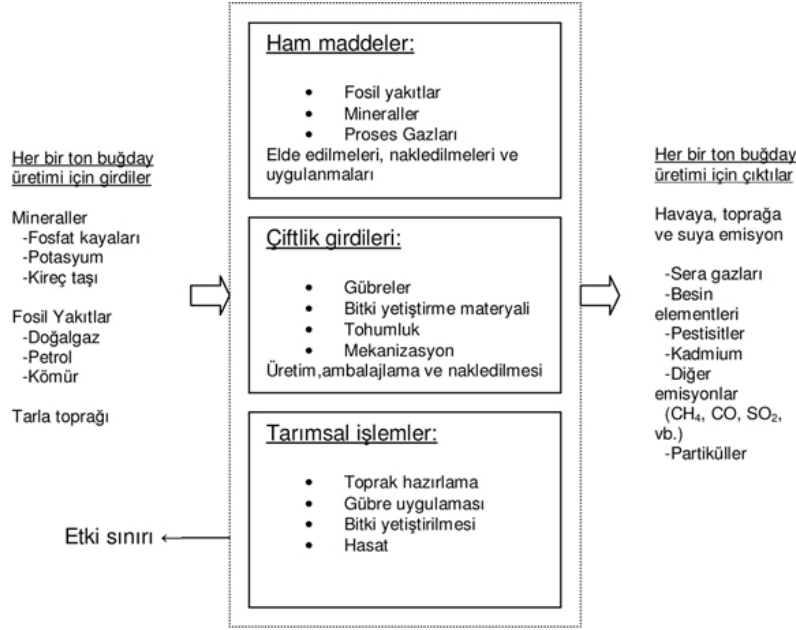
**Şekil 5. Gelişmekte Olan Ülkelerde Gübre Tüketimi ile Tahıl Üretimi Arasındaki İlişki (Çakmak, 2002)**

- Azotlu gübre kullanımının artması ile topraktan olan yıkanmaların da artması ve sonuçta sularda nitrat miktarının yükselmesi,
- Özellikle yüzey toprağının taşınması sonucu azotlu ve fosforlu gübrelerin sulara karışması ile durgun ve akarsularda besin elementleri konsantrasyonunun yükselmesi (Ötrofikasyon), buna bağlı olarak sularda algler ve bitkisel yaşamın artması ile oksijen azalması sonucu başta balıklar olmak üzere hayvansal yaşamın tehlikeye girmesi,
- Aşırı ve yanlış gübre uygulamaları sonucu bitkilerde kimi maddelerin yığılması,
- Azotlu gübrelerin toprağına uygulanması ile gazlaşma sonucu atmosfere azot oksitler gibi gazların katılmasının sera etkisi oluşturmaması,
- Fosforlu gübre üretiminde ham madde olarak kullanılan fosforlu kayaların (Ham Fosfat) bileşiminde ağır metaller, özellikle kadmiyum (Cd) bulunması durumunda toprak kirliliğı riski.

İşte bu durum, çevresel olumsuzluklara neden olmadan yeterli düzeyde ve sağlıklı gıda üretimi için yeni arayışları gündeme getirmekte, bitki beslemede yeni yaklaşımlar ortaya çıkmaktadır.

### 3. BİTKİ BESLEMEDE YENİ YAKLAŞIMLAR

Çevreci tarımsal uygulamaları tanımlayan “Agroekoloji” terimi geçtiğimiz yüzyılın sonlarında tarım literatürüne girmiş bir kavramdır ve günümüzde pek çok ülke üniversitesinde bilim dalı olarak çalışma alanını oluşturmaktadır. Bu konuda çalışmalar yapan ve kamu oyu oluşturan dernekler, vakıflar gibi sivil toplum örgütleri yanında, yapılan çalışmaları yayımlayan dergiler bulunmakta, yayınevleri bu konudaki kitapları basmak için yarış etmektedirler. Böylece, giderek gelişeceği anlaşılan ekolojik yaklaşımın bir sonucu olarak 21. yüzyılda tarımsal üretimde de duyarlılığın artacağı tahmin edilmektedir. Ekolojik kısıtlamalara paralel olarak, su ve enerji kaynaklarındaki azalmalar ve son birkaç yıldır tüm dünyayı etkisi altına alan ekonomik kısıtlar da duyarlı tarım uygulamalarının gittikçe önem kazanacağını göstermektedir. Bu konudaki duyarlılığı vurgulaması açısından yine son yıllarda üretim yapan sektörlerde yürütülen çalışmaların, kullanılan girdilerin yaşam üzerine etkilerini belirlemek amacıyla geliştirilen LCA veya LCIA yönteminden bahsetmek yararlı olacaktır. *Life Cycle Assessment* veya *Life Cycle Impact Assessment* ( Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi veya Yaşam Döngüsü Etki Değerlendirmesi) kelimelerinin baş harflerinden oluşan bu kavram bir metodoloji olup, üretim sürecinde yapılan tüm aktivitelerin canlı yaşam üzerine doğrudan veya dolaylı olarak etki yapan sonuçlarını hesaplayan ve ekolojik indikatör olarak tanımlanan bir uygulamadır (Brentrup ve ark. 2001). Bu yöntem tarımsal üretime de uyarlanmakta ve sadece tarlada yapılan uygulamaları değil, kullanılan girdilerin üretiminde, nakledilmesinde ve depolanmasındaki çevresel etkilerini de dikkate almaktadır. Örneğın, kullanılan azotlu bir gübrenin üretiminde tüketilen ham materyalin çevresel etkisi yanında, gübrenin üretiminde kullanılan enerji ve çevreye yapılan salınımlar da hesap edilmektedir.



**Şekil 6: Buğday Üretim Sisteminde, Girdi ve Çıktılar ( Brentrup ve ark. 2001)**

Yukarıda söz edilen çevresel duyarlılık, bitkisel üretimi artırma zorunluluğu karşısında gereksinme duyulan girdilerin karşılanması için yeni arayışları gündeme getirmiştir. Bunun sonucunda bitkilerin beslenmesinde ve gübrelerin minimum risk ile kullanımı konusunda yapılan çalışmaların, yeni gelişmelerin kaydedildiği alanlar aşağıdaki gibi gruplandırılarak özetlenebilir:

### 3.1. Biyoteknoloji

Tarımsal üretimde ortaya çıkabilecek çevresel baskının azaltılmasına yönelik çalışmaların başında, yetiştirilecek bitkinin girdi gereksiniminin azaltılması gelmektedir. Biyoteknoloji alanındaki çalışmalar, hastalıklara dayanıklı bitki türlerinin geliştirilerek pestisid tüketiminin azaltılmasına benzer şekilde, bitki besin maddesi gereksinimi düşük bitki türlerinin geliştirilerek gübre tüketiminin azaltılmasına doğru yönelmiştir. Özellikle, bodur meyve türlerinde olduğu gibi, bitkilerde minimum vegetatif gelişme ile maksimum generatif gelişme hedeflenmektedir. Ancak, gen transferi konusundaki endişeler bu yöndeki çalışmaların kuşku ile karşılanmasına neden olmaktadır. Genetik yapısı doğal dölllenme veya doğal rekombinasyon ile oluşmayacak şekilde değiştirilmiş bitkiler (Transgenik Bitkiler) veya daha geniş anlamda GDO (Genetiği Değiştirilmiş Organizma) lar günümüzde en çok tartışılan konuların başında gelmektedir. Bu tür biyoteknolojik çalışmaların amacı, yüksek verim ve yüksek kalite kriterlerine sahip bitkilerin geliştirilmesi yanında, bitkilerin besin ihtiyacının daha kolay karşılanması, kuraklığa, sıcağa, soğuğa, böceklere, virüslere, hastalıklara karşı dirençli bitkiler geliştirmektir. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin ticari amaçla kullanılmaya başlanması konunun sağlık, çevre, hukuk ve etik boyutlarının tartışılmasını da beraberinde getirmiştir. Gen kaynaklarının korunması, biyogüvenlik, insanlarda alerjik reaksiyonların artma riski, antibiyotiğe dirençli mikroorganizmaların gelişmesi gibi konular bu tür çalışmalara mesafeli yaklaşılmasına neden olmaktadır. Ancak, günümüz bilgi düzeyinin ve teknolojik gelişiminin bir sonucu olan GDO veya GMG (Genetik Modifiye Gıda) konusunda yapılan çalışmaların daha da gelişeceği görülmektedir. Bu durum, çevresel endişeler ile başlatılan çalışmaların, başka çevresel riskler ortaya çıkarabileceğinin en güzel örneğini oluşturmaktadır.

Bunun dışında, Biyoteknoloji alanında bitkilerin beslenmesi ile ilgili olarak ümit veren araştırmalar iki yönde odaklanmış bulunmaktadır. Bunlar, baklagil bitkilerinin köklerinde olduğu gibi, biyolojik azot fiksasyonu yapabilecek mikroorganizmaların geliştirilmesi ve bitki köklerinin besin maddesi absorpsiyon kapasitelerinin artırılmasına yönelik çalışmalardır. Atmosfer azotunun toprağa bağlanmasının artırılması, azotlu gübre kullanımında belirli ölçüde bir azalma sağlanacağını

göstermektedir. Biyolojik Gübreleme olarak tanımlanan ve genellikle mikroorganizmaların kullanıldığı uygulamalar aşağıda açıklanacaktır.

İn vitro kültürlerde bitki ıslah yolu ile sömürme gücü artırılmış genotiplerin geliştirilmesi sonucunda, topraktaki bitki besinlerinden daha çok yararlanılması amaçlanmaktadır. Böylece toprakta bulunan bitkiler için yarıyışsız formlardaki bitki besini rezervi değerlendirilmiş olacaktır. Böyle bir uygulamada sürdürülebilirliğin önemi de elbette artmaktadır. Başka bir anlatım ile, toprak koruma önlemlerinin artırılması, verimliliğin korunması gelecekte bitkilerin beslenmesinde girdi kullanımını azaltacak en kolay yöntemdir. Bu amaçla, toprağın doğal yapısını korumak, toprak canlı yaşamına zarar vermemek ve enerjiden tasarruf için toprak işlemenin azaltılması gerekecektir. Hatta, son zamanlarda sıkça gündeme gelen “ Sıfır Toprak İşleme” tarımsal üretimde ironik bir yöntem haline gelebilecektir.

### 3.2. Biyolojik Gübreleme

Toprağın doğal yapısı içerisinde canlı organizmalar önemli bir yere sahiptir.. Toprak verimliliği açısından büyük öneme sahip olan toprak organizmalarının dünyası, yani edafon, toprak florası ve toprak faunasından oluşmaktadır. Toprak florası yani bitkisel canlılar etkinlik yönünden birinci sırada yer almaktadır. Bu grup içerisinde; bakteriler, mantarlar, aktinomisetler ve algler yer almaktadır. Toprak faunası, yani toprak hayvanları içerisinde; protozoalar, nematodlar, toprak solucanları ve diğer hayvanlar yer almaktadır. Toprakların üretkenliği açısından bunların her birinin farklı yararları bulunmaktadır. Örneğin bakteriler toprakların verimliliği açısından büyük öneme sahip olan azot döngüsünde önemli bir yere sahiptir. Gerek simbiyoz oluşturan gerekse bağımsız yaşayan bakteriler atmosfer azotunu bitkiye yarıyışlı hale dönüştürmektedirler. Bunun yanı sıra topraklara herhangi bir yol ile karışan organik maddelerin parçalanmasında büyük öneme sahiptirler. Aktinomisetler ayrışmada ve huminifikasyonda rol alırlar. Frankia cinsi aktinomisetler odunsu bitkiler ile simbiyoz oluşturarak havanın serbest azotunu bağlarlar. Funguslar özellikle mikoriza fungusları toprak verimliliği açısından farklı bir yere sahiptirler. Algler ve bazı türleri atmosfer azotunu fikse etmektedirler.

Başta bakteriler olmak üzere, mantar, aktinomiset, alg gibi mikroorganizmalar biyolojik gübre olarak değerlendirilerek tarımsal üretimde çevresel risk azaltılmaktadır. Biyogübre kullanımında karşılaşılan iki büyük güçlükten burada söz etmek yararlı olacaktır. Bunlardan birincisi, bu gübrelerin uygun koşullarda saklanamaması durumunda mikroorganizmanın canlılığını kaybetmesi ve gübrenin işlevini yerine getirememesidir. İkincisi ise, toprak koşullarının uygulanan biyolojik gübredeki canlılar için elverişli olmaması halinde gübrenin etkisinin istenilen düzeye ulaşmamasıdır. Bu nedenle, biyogübre uygulamalarında toprakların nem, organik madde, pH gibi mikroorganizma yaşamını etkileyen özelliklerinin kontrol edilmesi gerekir. Böylece doğal ekosistemin oluşması toprakta sağlanmış olur ve yapılan uygulama yıllarca etkisini sürdürür. Başka bir deyim ile mikroorganizmalar bitkilerin beslenmesinde etkinliklerini kendiliklerinden geliştirirler.

Etkin mikroorganizma (*EM-Effective Microorganisms*) kavramı Japon bilim adamı Teruo Higa tarafından geliştirilmiştir (Higa, 1991). Etkin mikroorganizmalar doğada var olan faydalı mikroorganizmalardan oluşturulan karışımdır. Bu karışım inokulant olarak topraklara uygulanarak toprakların mikrobiyal yoğunluğunu artırmak için kullanılmaktadır. Bu sayede toprak kalitesi, toprak sağlığı düzeltilmekte, bitki büyümesi, verimi ve kalitesi artmaktadır (Higa ve Paar, 1994). Etkin mikroorganizmalar seçilmiş mikroorganizma türlerinden oluşturulmaktadır. Bu mikroorganizmalar birbirleri ile uyum içerisinde yaşayabilen, birbirleri üzerinde antagonistik etkiye neden olmayan canlılar olup sıvı kültür içerisinde hazırlanırlar. Bunlar, laktik asit bakterileri, foto sentetik bakteriler, mayalar, aktinomisetler gibi organizmalardan oluşturulmakta ve uygun bir organik taşıyıcıya aktarılarak biyolojik gübre haline getirilmektedirler. Etkin mikroorganizmalar daha çok, pestisitlerin biyokontrolü, ürün artıklarının geri dönüşümü, koruyucu çiftçilik uygulamaları, organik ıslah uygulamaları, ürün rotasyonu gibi tarımsal uygulamalarda yarar sağlayarak verim artışını desteklemektedirler.

Biyolojik gübre olarak değerlendirilen bir diğer grup mikroorganizma ise PGPR olarak tanımlananlardır. PGPR tanımı “*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*”nın kısaltılmışı olup Türkçesi “Bitki Gelişmesini Teşvik Eden Bakteriler” olarak tanımlanabilir. PGPR’lar çok geniş toprak bakterilerinden oluşmakta olup, o alanda yetişen bitkiler ile birlikte bulunurlar ve bitki gelişimini desteklerler. Bu tür bakterilerin biyolojik gübre olarak kullanımı ile, bitkilerin besin elementi alımı arttığı



gibi toprağın mikroorganizma yarayırlılığı da artmaktadır. Ayrıca bitkilerin patojenik mikroorganizmaları kontrol altına almasına yardımcı olmaktadır. Bitki gelişiminin uyarılmasının mekanizması, atmosfer azotunun tespitini, siderofor üretimini, auxin, sitokinin, giberellin gibi fitohormonların üretimini, fosfor gibi minerallerin çözünürlüğünü ve enzimlerin sentezini içerir. Biyostimülatör adı verilen bu bileşikler bitki gelişiminin düzenlenmesinde ve etkinleştirilmesinde önemli roller oynamaktadırlar (Çakmakçı, 2005). Örneğin, mikroorganizmalar tarafından salgılanan maddeler içerisinde yer alan sideroforlar, avenik ve mugineik asit gibi protein oluşturmeyen amino asitlerden oluşmakta ve özellikle bitki tarafından alımı güç olan demir gibi mikro elementler ile kilyet oluşturarak alınımı kolaylaştırmaktadır. Siderofor gibi etkin maddeleri kimi bitkiler de kökleri ile salgılayabilmekte ve bu tür bitkiler "Demir Etkin Bitkiler" olarak tanımlanmaktadır.

PGPR bakterileri içerisinde özellikle fosfat çözücü bakteriler (PSB veya PSM) önemli bir yere sahiptir. Uygulanan fosforlu gübrelerin yaklaşık % 75-90'ı Fe, Al ve Ca bileşikleri şeklinde topraklarda fiksasyonu uğramaktadır (Gyaneshwar ve ark. 2002). İşte böyle topraklarda yetiştiricilik esnasında bitki tohumlarının P çözücü bakterilerle aşılması ile toprakta fiksasyona uğramış fosforun veya uygulanan gübre fosforunun alınabilirliğini artırarak bitki gelişmesi teşvik edilebilir (Jones ve Darrah, 1994). Bazı bakteriler, organik asit salgılayarak (Kucey ve ark. 1989) veya farklı mekanizmalarla (Nautiyal ve ark. 2000) inorganik P çözünürlüğünü artırarak alınabilir forma dönüştürmekte ve bu sayede bitki gelişmesini stimüle etmektedirler (Kumar ve Narula 1999).

Fosfor çözünürlüğünü artırma konusunda biyolojik gübreler içerisinde mikoriza (*Mycorrhizae*) önemli bir yer tutmaktadır. Bitki kökleri ile belirli fungusların ortaklaşa yaşamları sonucu oluşturdukları yapıya mikoriza denilmektedir. Bu yaşam şekli, mikroorganizmalar ile bitkiler arasındaki en yaygın simbiyotik yaşam şekillerinden biridir. Bu simbiyotik ilişkide, bitki fungusa karbonhidrat ve bazı besin maddelerini vermekte, fungus ise bitkinin başta fosfor olmak üzere besin elementleri ve su alınımını artırmaktadır (Demir, 1998). Mikorizal funguslar, ektotrofik mikorizalar (ektomikoriza) ve endotrofik mikorizalar (endomikoriza) olmak üzere ikiye ayrılır. Ektotrofik mikorizal funguslar, kökün korteks tabakası içerisine misellerinin bir kısmını sokarlar ve kökü kılıf gibi çevirirler. Burada hifler korteks içerisine fazlaca girme yerine, bir ağ şeklinde (Hartig ağı) korteks hücrelerini kuşatırlar. Ektotrof mikorizal funguslar, gymnosperm ve odunsu angiosperm gibi ağaçsı türleri enfekte ederler. Endotrof mikorizalar, ektotrofik mikorizalardan farklı olarak, kökün etrafında tam bir kılıf oluşturmazlar. Bunun yerine kökün içerisine doğru ve kökten toprağa doğru uzanırlar. Epidermis ve kök tüyünden köke giren hifler, sadece korteks hücrelerinin arasındaki alanlarda değil, korteks hücrelerine de girerek ilerlerler. Endotrofik mikorizaların en yaygın tipi arbusküler mikorizalardır. Bu isim, hücreler içerisinde arbuskül (cüce ağaç) olarak adlandırılan dallanmış yapıların oluşmasından kaynaklanır. Arbusküllerin, konukçu bitki ile fungus arasındaki besin transfer yerleri oldukları sanılmaktadır. Ayrıca kökün birkaç cm dışına miseller uzanabilir ve spor taşıyan yapılar oluşabilir. Arbusküler mikorizalar, fosfor alınımı ile çinko ve bakır gibi iz elementlerinin alınımı kolaylaştırırlar. Bu mikroorganizmayı içeren biyogübre AMF (*Arbuscular Mycorrhizal Fungus*) olarak adlandırılmakta olup, içeriğindeki funguslar besin elementi alınımını arttırmak yoluyla rizosferdeki fizyolojik ve mikrobiyal değişimlerle bitkinin morfolojik yapısını kuvvetlendirmekte ve bitki dokularındaki kimyasal bileşikler değiştirerek, fungal kök hastalıklarını ve nematodları baskı altında tutmaktadır. Ayrıca mikorizaların etkin kök genişliğini arttırdığı da bilinmektedir. Ülkemizde yapılan bir çalışmada da Tüfenkçi ve ark. (2006), nohutta mikoriza uygulamasının P alınımına etkisini araştırmışlar ve inokulasyonun yapıldığı örneklerden elde edilen değerlerin kontrol parsellerine göre %10.3'lük bir artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Biyolojik gübrelemede kullanılan bir diğer grup mikroorganizma "Fotosentez Bakterisi" veya "Fotosentetik Bakteri" olarak tanımlananlardır. Bu tür bakteriler, bağımsız yaşayan kendi beslek bakteriler olup, güneş ışınlarını ve toprak ısısını enerji kaynağı olarak kullanıp bitki kök salgılarından, toprak organik maddesinden ve toprakta oluşan hidrojen sülfür (H<sub>2</sub>S) gibi gazlardan amino asitler ve nükleik asitler üretebilirler. Böylece, bitkilere fotosentez ürünü hazır organik bileşikler sunularak bitki tarafından yapılan özümlemeyi desteklemek yoluyla gelişim hızlandırılır. Güneş enerjisi bakteriler tarafından kullanılarak bitkinin yararlanmasına organik bileşikler halinde sunulduğundan, bu bakterilere fotosentez bakterisi adı verilmiştir. Fotosentez bakterilerinin toprak verimliliğine bir diğer olumlu etkisi de, ürettikleri organik bileşiklerin diğer yararlı mikroorganizmalar için gelişme ortamı işlevi görmesi ve bunların sayılarının artmasını sağlamasıdır.

Biyolojik gübre tanımlamasına girmese de konu ile ilişkisi açısından son dönemde agroekolojistlerin sıkça gündeme getirdikleri ve kullanımı gittikçe yaygınlaşmakta olan “Solucan Gübresi” nden burada bahsetmek yararlı olacaktır. Topraklardaki hayvansal organizmalar arasında önemli bir yer tutan solucanların beslenmek için vücutlarından geçirdikleri toprağın kapsadığı mineralleri çözerek dışarı atması ve bu atıkların bitki besin değerinin yüksek olması araştırmacıların her zaman dikkatini çeken bir konudur. Ekolojik tarımda kaydedilen gelişmeye paralel olarak, solucanların bu özelliklerinin değerlendirilmesi sonucunda “Biohumus” veya “Vermikompost” adı ile de anılan solucan gübresi üretimi ve kullanımı hız kazanmış bulunmaktadır. Solucanların hızlı üremelerinden yararlanılarak kurulan solucan çiftliklerinde, daha çok Kaliforniya Solucanı, *Humbricus rubellis* ve *Eisenia foetida*, *Dendrobena veneta* türlerindeki solucanlar yetiştirilmektedir. Bu solucan türlerinin organik gübreler ve bitkisel materyal ( ağaç kabukları, yaprak, saman, sebze ve meyve artıkları ) ile beslenmeleri ve bu organik materyali vücutlarından geçirmeleri ile ürettikleri yüksek değerli gübre, organik bir kompostlaşma sonucu ortaya çıktığından Biohumus veya Vermikompost olarak adlandırılmaktadır. Bu gübrenin yüksek değerli olmasının nedeni, bitki besin elementlerini çözümlü ve bitkiler için hemen yararlanılabilir formda içermesi yanında, bitki gelişimi için önem taşıyan pek çok organik bileşiği ve bakteri, fungus gibi yararlı mikroorganizmaları içermesidir. Solucanların sindirim sisteminden geçen organik atıklardaki mikro besin elementleri doğal bir şekilde kileylenerek dışarı atıldığından ve koloidal formda olduklarından toprakta kayba uğramadan bitkiler tarafından kolay bir şekilde alınabilmektedir. Bu gübre ayrıca amino asit, enzim, humik asit, fulvik asit gibi bitki gelişimini hızlandıran organik bileşikler kapsadığından bitkilere uygulandığında fitohormon aktivitesini yükseltmekte ve hastalıklara karşı direnci artırmaktadır. Biohumus simbiotik azot bağlaması yapan *Rhizobium* bakterilerini ve asimbiotik azot bağlayan bakterileri de içerir. Bu nedenle topraklara uygulandığında azot kazancını artırmaktadır. Tüm bu özellikleri ile solucan gübresi biyolojik gübre materyali olarak değerlendirilmekte, üretilmekte ve pazarlanmaktadır.

### 3.3. Humin Maddeleri

Toprakta doğal olarak bulunan ve toprak organik maddesinin humuslaşması sırasında “Humifikasyon” veya “Huminleşme” adı verilen reaksiyonlar sonucu değişime uğraması ile ortaya çıkan yan ürünlere genel olarak Humin maddeleri adı verilir. Bu organik bileşiklerin topraklardaki olumlu etkileri şöyle sıralanmaktadır (Karaçal, 2004).

- Bitki besinleri ile organik yapı oluşturmaları (Kileyt),
- Bitkilerin besin maddesi alımını, özellikle azot, fosfor ve kükürt alımını artırması,
- Toprak mikrobiyolojik aktivitesini artırması,
- Minerallerin çözünürlüğünü artırarak bitki besinlerinin açığa çıkmasını sağlaması,
- Kök hücrelerini uyatarak bitki besini alımını artırması,
- Toprak strüktürünü iyileştirmesi,
- Toprak su tutma kapasitesini artırması

Humin maddeleri içerisinde özellikle “Humik Asit” bitki beslenmesinde gübre olarak değerlendirilmektedir. Linyit kömüründen veya leonardit den ekstraksiyon yöntemi ile üretilen humik asit, kil veya kompostta emdirilerek pelet şeklinde, ya da konsantre halde sıvı olarak organik gübre adı altında pazarlanmaktadır. Humin maddeleri, özellikle azotlu ve fosforlu gübrelerin parçalanmasını sağlayarak bunlardan yararlanma oranını artırması ile bitki beslenmesinde önem taşımaktadır.

### 3.4. Gübre Etkinliğinin Artırılması

Bitki besleme programlarının başarısı, gelişme periyodu boyunca toprakta bulundurulan yararlı besin elementleri miktarının, bitkilerin gereksinme duydukları miktar ile örtüşmesine bağlıdır. Buradaki en kritik nokta, bitki gelişme sürecinde besin elementinin topraktaki miktarının bitki için noksanlık sınırının üzerinde, ancak fazlalık sınırının altında tutulmasıdır. Böylece, optimal gelişme ve ürün sağlanırken çevre üzerindeki olumsuzluklar da ortaya çıkmayacak, ekonomik kayıplar söz konusu olmayacaktır. Bu durumun sağlanması ancak gübre etkinliğinin artırılması yolu ile başarılabilir. Bitkiden, topraktan, gübreden, iklimden, tarım tekniklerinden kaynaklanan nedenlerle gübreden

yararlanma oranı değişmekte olup, bu etmenleri dikkate almadan yapılan uygulamalar sonucunda bitki için yetersiz veya aşırı bir bitki besini arzı gerçekleşirken, düşük ve kalitesiz ürün hasadı ile amaç sağlanamamakta veya ekolojik olumsuzluklar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle, günümüzde artık gübre uygulamalarında teknolojik uygulamalar gerçekleştirilerek gübre etkinliği artırılmaya çalışılmaktadır. Özellikle, gübreden yararlanma oranlarının veya kayıpların doğrudan ölçülmesine olanak sağlayan radyoizotop tekniği (izleme tekniği) gibi ileri teknolojik yöntemler bu çalışmaları desteklemektedir. Ülkemizde bu tür araştırmalara ağırlık verilmesi, kaynak ayrılması ve en önemlisi bu teknolojileri kullanacak ve uygulayacak insan kaynağının yetiştirilmesi, mevcut araştırmacı sayısının artırılması gerekmektedir. Aksi takdirde, yukarıda söz edildiği gibi, üretimi artırma endişesi ile aşırı gübre kullanılması uygulamaları ile karşılaşmamız kaçınılmaz olarak ortaya çıkacaktır.

Bitkilerin gübre kullanım etkinliğinin artırılması amacı ile geliştirilen yöntemlerin başında "Fertigasyon" gelmektedir. Kimyasal gübrelerin (bitki besinlerinin) sulama suyuna katılarak toprağa uygulanması anlamına gelen fertigasyon, gübre etkinliğinin artırılmasında kullanılan önemli bir yöntemdir. Son yıllarda sulama ekipmanlarındaki gelişmeye paralel olarak büyük aşamalar kaydedilen fertigasyon konusunda özellikle mikro sulama sistemleri tercih edilmektedir. Damla sulama, mini yağmurlama ve mikro-jet gibi az su tüketimine yönelik modern sulama sistemlerindeki gelişmeler sonucunda kimyasalların sulama sistemleri ile uygulanması giderek artmaktadır. Gübreler dışında tarım ilaçları gibi kimyasallar da bu yolla toprağa katılabildiğinden sulama suyu ile yapılan bu tür uygulamalar "Kemigasyon" adı ile de anılmaktadır. Günümüzde artık bilgisayar kontrolünde gerçekleşen fertigasyon uygulamalarında optimal su kullanımı ile gübre etkinliği arttığı için minimal gübre uygulanması gerçekleşmekte, böylece bitkinin besin elementi gereksinimi istediği oranda ve zamanında karşılanırken çevresel olumsuzluklar ortadan kalkmış olmaktadır. Özellikle bitkinin isteği doğrultusunda, bitki besin elementlerinin istenilen konsantrasyonlarda ve zamanlarda uygulanması ile daha yüksek ürün, daha kaliteli ürün elde edilmesine olanak sağlanması fertigasyonun en olumlu yanı olarak değerlendirilmektedir. Fertigasyon uygulamalarının diğer avantajları arasında, gübrelerin sulanan alanın tümüne üniform olarak dağıtılması, yüzey akışı ve yıkanma yolu ile gübre kayıplarını engellemesi, böylece gübre-gübreleme maliyetinin düşmesi ve çok az miktarlarda uygulanması gereken mikro element gübrelemesini kolaylaştırması gibi özellikleri sayılabilir. Tüm bunlar fertigasyonun bitkilerin gübreden yararlanma oranlarını artıran, buna karşılık gübre uygulamaları sonucunda çevre üzerinde ortaya çıkabilecek olumsuzluklara neden olmayan özellikleri arasında sayılmaktadır.

Fertigasyon konusunda karşılaşılan en büyük güçlük, oldukça kompleks bir uygulama olan sistemi düzenli işletebilecek bilgi düzeyine sahip üretici tipine sahip olmaktır. Gerçekten gübre ve diğer kimyasalların etkin ve doğru biçimde uygulanabilmesi, bunların yetiştirilecek bitki çeşidine, toprak ve iklim özelliklerine göre ayarlanması, programlanması, gerektiğinde bu verilerin bilgisayar programları ile desteklenmesi bilinçli üretici tipine olan gereksinmeyi artırmaktadır. Bu durum, beklenen hedefin gerçekleşmesi için teknik destek yanında, eğitim desteğinin şart olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, sistemin ilk kuruluş maliyetinin yüksek oluşu da ekonomik destek konusunu gündeme getirecektir.

Gübrelerin etkinliğini artırarak kapsadıkları besin elementlerinden bitkilerin yüksek oranda yararlanmalarını sağlamak, böylece kayıpları en aza indirerek çevre üzerinde ortaya çıkabilecek olumsuzlukları azaltacak yöntemlerden bir diğeri gübreleri yavaş çözünür formlarda üretmektir. Kimyasal gübrelerin toprakta yavaş çözünmesi, bitkinin gereksinme duyduğu besin elementleri salınımının geniş bir döneme yayılması sonucunu doğurmaktadır. Böylece bitki yararlanması artmakta, çözünme yavaş olduğundan yıkanma yoluyla veya gazlaşarak kayıplar da azalmaktadır. Yıkanma ve gazlaşma yolu ile kayıplar daha çok azotlu gübre uygulamalarında ortaya çıktığından, yavaş etkili gübre üretimi azotlu gübreleri kapsamaktadır.

Gübrelerin yavaş etkili hale getirilmesinde iki yöntem uygulanmaktadır:

- Gübrelerin çözünmeyi geciktirecek bir madde ile kaplanması veya muamele edilmesi,
- Gübrelerin çok iri granüller ( Süper Granül) halinde üretilmesi.

Gübre fabrikalarında bilinen proseslerle üretilen gübrelerin, ikinci bir işlemde geçirilerek granüllerin dış yüzeyinin kaplanması en yaygın olarak kullanılan madde kükürttür ve bu işlem

genellikle üre gübresinde uygulanmaktadır. Kükürt, ürenin toprakta ayrışması ile oluşan NH<sub>4</sub> ve NO<sub>3</sub> ın ortaya çıkmasını geciktirmekte, bunların salınımını yavaşlatmaktadır. Ayrıca gübrenin S kapsar hale gelmesi bir anlamda kompoze gübre üretimini de sağlamaktadır. Kükürt kaplı üre, son yıllarda ülkemizde de sıkça karşılaşılan topraktaki kükürt eksikliğine çözüm getirme şansını da vermektedir. Gerçekten, doğal gaz kullanımının yaygınlaşması ve buna bağlı olarak da daha az fosil yakıt tüketimi ile bütün dünyada atmosfere gittikçe daha az SO<sub>2</sub> emisyonu olmakta, bunun sonucunda da toprağa ulaşan S miktarı düşmektedir. Yine tarımsal mücadele amacı ile kullanılan kükürtlü bileşik uygulamalarının azalması, aynı şekilde amonyum sülfat gübresi kullanımının azalması topraklarda ortaya çıkmaya başlayan kükürt eksikliğinin nedenleri arasında sayılmaktadır. Bu nedenle, kükürt kaplı gübrelerin kükürt noksanlığı belirlenmiş topraklarımızda, özellikle buğday ekim alanlarında uygulanması ek bir yarar sağlayabilecektir.

Azotlu gübreler bazı kimyasallarla muamele edilerek de yavaş etkili hale getirilmektedir. Bu maddeler arasında formaldehit ile işlem gören azotlu gübreler Üreform veya Nitroform gibi isimler ile anılırken, Crotodur ( *Crotonyliden diüre veya CD-Üre* ) , İsdur ( *İsobutyliden diüre veya ID-Üre* ) uygulanan çözünmeyi geciktirici maddelere göre isim almış yavaş etkili gübrelerdir. Ayrıca, gübrelerin çözünmesini fiziksel önlemlerle yavaşlatan işlemler de bu tür gübrelerin üretiminde kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan yöntemler arasında gübre granüllerin bir film tabakası halinde plastik veya mumla kaplanması da sayılabilir.

Çeşitli kimyasallar veya plastik, mum gibi kaplayıcılar ile işlem görmüş gübrelerin kullanımının artması, çevreci bakış açısından sakıncalar taşıyabilmektedir. Çünkü kaplama materyalinin ve ilave kimyasalların toprakta birikerek çevre kirlenmesini başka bir boyuta taşıma riski bulunmaktadır. Aynı durum, toprak mikroorganizmasını baskı altında tutarak gübreden çözünmeyi yavaşlatan uygulamalar için de geçerlidir. Bu kimyasalların hem bitkilere hem de sulara bulaşma riski yanında, toprak mikrobiyolojik özelliklerinin değişmesi veya tümünden ortadan kalkması gibi bir sonucu doğurması da olasıdır. Bu konu ile ilgili olarak söylenmesi gereken bir diğer durum, gübrelerin yavaş etkili forma dönüştürülmesinin ek bir maliyeti bulunduğu ve buna bağlı olarak bu ürünlerin daha pahalı olmalarıdır.

Bu nedenle, gübreleri yavaş etkili hale getirmenin mekanik yollarla yapılması agroekolojik açıdan daha çok tercih edilen bir yöntemdir. Gübre granüllerinin irileştirilmesi, başka bir deyim ile büyüklüklerinin artırılması, çözünmenin geniş bir zamana yayılması sonucuna doğurmaktadır. Böylece toprağa birkaç defa gübre uygulama zorunluluğu ortadan kalktığı gibi, bitki kök bölgesine yakın verilen iri taneli gübreden yararlanma artarken toprağa yayılmamış gübreden olacak fiksasyon ve kayıplar da azalmaktadır. Fındık veya ceviz iriliğinde üretilen bu tür gübreler "Süper Granül" olarak anılmaktadır.

### 3.5. Hassas Tarım Teknikleri

Bir önceki bölümde açıklandığı şekilde, gübrelerin etkinliğini artırmak, böylece agroekolojik sistemde gelişebilecek olumsuzlukları azaltmak amacı ile yapılan uygulamaların da çoğu kez başka olumsuzluklara yol açması diğer seçeneklere yönelmeyi de zorunlu kılmaktadır. Toprak yönetim sistemleri içerisinde çoğu kez ortaya çıkan bu tür paradoksları aşmanın yolu olarak yine doğal (klasik) yöntemlerin kullanılması önerilmektedir (Van Noordwijk ve Cadisch, 2002). Bu nedenle, gübrelerin doğal yollarla yavaş etkili hale getirilmeleri veya topraktaki bitki besinlerinin etkinliğini doğal yollarla artırma konusunda son dönemlerde yapılan çalışmalar artmış bulunmaktadır Terminoloji olarak sıkça gündemimize gelmekte olan "Hassas Tarım" (*Precision Agriculture*) teknikleri bitki besin maddeleri kullanım etkinliğinin artırılmasında önerilen yollardan birisidir (Robert, 2001). Aslında tarımsal üretimde kullanılması doğal olan hassas tarım uygulamaları, çağımızın intensif tarım sistemi sonucunda terk edilmiş eski yöntemlerdir. Örneğin ekim nöbeti (münavebe) uygulamalarına ağırlık verilmesi, karışık ekim sistemi, toprakta organik madde birikiminin sağlanması, etkin sulama uygulamaları, toprak işlemenin azaltılarak minimum düzeyde yapılması gibi uygulamalar toprak bitki besin maddeleri yönetiminde önerilen hassas tarım uygulamaları arasında sayılmaktadır. Bu uygulamalar tarımın kendisi olup alternatif bir tarımsal üretim modeli değildir. Gübre, ilaç gibi kimyasallar, etkileri göz önünde bulundurularak entegre ürün yönetimi prensiplerine göre uygulanmaktadır.

## 4.SONUÇ

Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak tarımsal üretimin de artırılması zorunluluğu daha çok girdi kullanımını gündeme getirmekte, bu girdilerin başında yer alan yapay gübrelerin kimi riskler

taşıması ikilem yaratmaktadır. Ancak, gübrelemeye bir uzman tarafından karar verilmesi, uzmandan yararlanılmıyor, üretici bunu kendi gerçekleştiriyor ise, bu konuda yetkin olması çevresel olumsuzlukları azaltacak en etkili yol olarak değerlendirilmektedir. Bitki beslenmesi yolu ile yüksek verim, kaliteli ve sağlıklı ürün için yapılması gerekenler, gübre gereksiniminin belirlenmesi, gübre çeşidi ve miktarı, uygulama yöntemi, uygulama sıklığı ve zamanı, uygulama kayıtları, gübre depolanması, organik gübre ile ilgili kayıtlar önem taşımaktadır. Gübre kullanım etkinliğinin artırılmasının, riskleri azaltarak bitki besini gereksinimin karşılanmasında önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Gübre etkinliğini artıracak önlemler hem ürün açısından, hem çevresel açıdan, hem de ekonomik açıdan değerlendirilmektedir. Özellikle bilgi düzeyinde ve teknolojideki gelişmeye paralel olarak ortaya çıkan yeni uygulamalar, çağımız insanının beklediği sağlıklı ve kaliteli tarımsal ürünler elde edilmesinin bilinçli üreticiler ile yapılabileceğini göstermektedir. 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.

#### KAYNAKLAR

- Brentrup, F., Küsters, J., Kuhlmann, H. and Lammel, J. (2001). *Application of the Life Cycle Assessment methodology to agricultural production: an example of sugar beet production with different forms of nitrogen fertilisers*. European J. of Agronomy, 14: 221-233.
- FAO (2009). *How to feed the world 2050*. Global agriculture towards 2050. High Level Expert Forum, Rome, 12-13 October 2009.
- Çakmak, İ. (2002). *Plant nutrition research: Priorities to meet human needs for food in sustainable ways*. Plant and Soil, 247: 3-24.
- Çakmakçı, R., (2005). *Bitki Gelişiminde Fosfat Çözücü Bakterilerin Önemi*. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 19 (35): 93-108.
- Demir, S. (1998). *Bazı Kültür Bitkilerinde Vesiküler Arbusküler Mikorhiza (VAM) oluşumu ve Bunun Bitki Gelişimi ve Dayanıklılıktaki Rolü Üzerinde Araştırmalar*, E.Ü. Fen Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi 144 S.
- Dereli, T. ve Baykasoğlu, A. (2003). *Kalite ve Hayata İzdüşümleri*. Nobel Yayın No: 561, Ankara.
- Eyüpoğlu, F. (2002). *Türkiye Gübre Gereksinimi, Tüketimi ve Geleceği*. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü İşletme Müdürlüğü Yayınları, No: 2, Ankara.
- Fresco, L.O. (2004). *Fertilizer and the Future*. FAO Agriculture Department. www.fao.org.
- Gyaneshwar, P., Kumar, G.N, Parekh, L.J.and Poole, P.S.(2002). *Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants*. Plant and Soil, 245: 83-93.
- Higa, T. (1991). *Effective microorganisms: A biotechnology for mankind*. p.8-14. In J.F. Parr, S.B. Hornick, and C.E. Whitman (ed.) Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., USA.
- Higa, T., J. F., Parr, (1994). *Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment*. International Nature Farming Research Center Atami, Japan.
- Jiang, L. and Hardee, K. (2009). *How do recent population trends matter to climate change*. Population Action International. www.populationaction.org.
- Jones, D.L. and Darrah, P.R. (1994). *Role of root derived organic acids in the mobilization of nutrients from the rhizosphere*. Plant Soil, 166: 247-257.
- Karaçal, İ. (2004). *Gübrelemede Çevreci Yaklaşımlar*. 3.Ulusal Gübre Kongresi Bildiri Kitabı, s. 647-654, Tokat.
- Karaçal, İ. (2008). *Toprak Verimliliği*. Nobel Yayın No: 1335, Ankara
- Kucey, R. M. N., Janzen, H. H. and Legett, M. E. (1989). *Microbially mediated increases in plant available phosphorus*. Advances in Agronomy, 42: 199-228.
- Kumar, V. and Narula, N. (1999) *Solubilization of inorganic phosphates and growth emergence of wheat as affected by Azotobacter chroococcum*. Biol. Fert. Soils, 28, 301-305.
- Nautiyal, C. S., Bhadauria, S., Kumar, P., Lal, H., Mondal, R. and Verma, D. (2000). *Stress induced phosphate solubilization in bacteria isolated from alkaline soils*. FEMS Microb Lett 182, 291-296.
- Robert, P.C. (2001). *Precision agriculture: a challenge for crop nutrient management*. Plant Nutrition-food security and Sustainability of Agroecosystems. Kluwer Academic Pub. p.692-693.
- Tüfenkçi, Ş., Demir, S. ve Erdal, İ. (2000). *Vesiküler-Arbusküler Mikorhiza (VAM) aşılmasının azotlu ve fosforlu gübrelerle gübrelenmiş nohut bitkisinin N ve P içeriği üzerine etkisi*. YYÜ Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 10:19-23.
- Van Noordwijk, M. and Cadisch, G. (2002). *Access and excess problems in plant nutrition*. Plant and Soil, 247: 25-40.