

GÜBRE ÜRETİM VE TÜKETİMİNDE MEVCUT DURUM: GÜBRELER VE GÜBRELEMEDE YENİ TEKNOLOJİLER

Özge ŞAHİN¹, Hanife AKCA¹, Mehmet Burak TAŞKIN¹, Fatma GÖKMEN YILMAZ²,
Havva TAŞKIN³, Kadriye KALINBACAK³, Mehmet HAMURCU², Sait GEZGİN², Rıdvan
Batuhan KIZILKAYA¹, Aydın GÜNEŞ^{1*}

ÖZET

Kimyasal gübreler, bitkisel üretimin en önemli girdilerinden biridir ve ülkemizde gübre sanayisinin hammaddeleri büyük ölçüde ithalata dayanmaktadır. Bu durum, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği ve gübrelerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için kimyasal gübrelerin etkin kullanımı zorunlu hale getirmektedir. Son beş yıla baktığımızda gübre tüketiminde bir azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Ne yazık ki, bu azalma gübre kullanım etkinliğinin artmasından değil, çoğunlukla ekonomik yetersizliklerden kaynaklanmaktadır. Gübre kullanımını daha etkin hale getirmek için çeşitli yaklaşımlar geliştirilmelidir. Yavaş salımlı gübreler, organomineral gübreler, biyogübreler ve nano-gübreler gibi yenilikçi ürünler üzerinde araştırmalar yapılmalı; hassas tarım teknikleri daha etkin bir şekilde kullanılmalıdır. Ayrıca, yeterince değerlendirilmeyen organik ve inorganik tarımsal atıkların gübre veya gübre hammaddesi olarak değerlendirilmesi konusunda çalışmalar yoğunlaştırılmalıdır. Yeşil Mutabakat ve Nitrat Direktifi, gübre kullanımını azaltmaya yönelik tavsiyelerde bulunarak çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlamaktadır. Döngüsel ekonomi de bu bakımdan önemli bir perspektif sunmaktadır. Atıkların en aza indirilmesi, kaynakların yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesi gibi prensipler üzerine kurulu olan bu yaklaşım, gübre sektöründe de kaynakların verimli kullanılmasına olanak tanır. Bu bağlamda tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak için gübre kullanım etkinliğini artıracak yeni paradigmalara geliştirmek büyük önem taşımaktadır.

Anahtar sözcükler: Türkiye, kimyasal gübre, üretim, tüketim, alternatif gübre kaynakları

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimin en önemli girdisi kimyasal gübreler olup bitkilerin gübreleme yolu ile verim ve kalite noksanlıklarının giderilmesindeki çözüm yollarından bir tanesidir. İnsan nüfusu hızla artmakta ve 2050 yılında yaklaşık 8 milyar nüfusa ulaşılması beklenmektedir. Nüfusun bu kadar fazla olması sağlıklı beslenmenin kolay ve ucuz yolla ulaşılabilir olmasının önemini göstermektedir. Gübre sektörünün ekonomideki önemi ve tarımsal üretime katkısı büyük olup istihdam ve katma değere olan katkısı ile beraber ölçülür. Tarımın gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) içindeki yaklaşık %13 oranındaki payının 1/3'ü gübre kullanımı sonucu ortaya çıkmaktadır (İnal vd. 2020).

Gübreler toprakta kimyasal olarak aktif ve çok hareketli oldukları için önemli bir kısmı toprak tarafından bağlanmakta ve bitki tarafından alımı sınırlanmaktadır. Bunun yanında gübreleme pratikleri içerisinde daha ziyade N, P ve K'lu tek yönlü gübrelemenin yapılması ve yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi günümüz bitkilerinde sekonder besinler bakımından (N, P ve K'un dışındakiler) gerilemeye neden olmaktadır.

Türkiye topraklarının yaklaşık %77'si kireçli iken, %82'sinde pH 7 ve üzerinde ve %65'inde ise organik madde az ve çok az miktarda bulunmaktadır (Eyüpoğlu 1999). Gübreleri etkin kullanmak bir zorunluluk haline gelmiştir. Fosforlu gübre kaynakları gün geçtikçe azalan ve

¹ Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

² Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

³ Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

* Sorumlu Yazar: Prof.Dr. Aydın GÜNEŞ, e-mail: agunes@agri.ankara.edu.tr

yenilenemeyen gübre kaynağıdır. Bu sebeple fosforun toprakta yarayışlılığını artıracak ve uzun süre devam ettirecek yaklaşımlara ihtiyaç vardır.

Türkiye topraklarında elverişli fosfor (P) düzeyinin yetersiz olması ve buna bağlı olarak giderek artan aşırı P gübrelemesi önemli bitki besleme ve gübreleme sorunu olmaktadır. Topraklarımızın kireç, pH ve organik madde yönünden sahip olduğu özellikler P yarayışlılığını ciddi şekilde sınırlayabilecek durumdadır. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz ve Batı Asya ülkelerinde bitkisel üretimi sınırlandıran temel beslenme sorunlarının başında topraklardaki P'un bitkilere yarayışlılığının düşüklüğü gelmektedir. Topraklarımızın genel olumsuz karakteri nedeniyle P fiksasyonu artmakta ve buna bağlı olarak bitkilerin P'lu gübrelerden yararlanma oranı %20'nin altına düşmektedir. Toplam gübre tüketimimiz içerisinde %40'a yakın yer tutan P'lu gübreleri %20 etkili olarak kullanıyor olmamız daha etkin P kullanma tekniklerini geliştirmemizi zorunlu kılmaktadır. Bu tüketim hızı devam ederse mevcut fosfat kaynaklarının 60-90 yıl içinde tükeneceği öngörüsünde bulunmaktadır (Blackwell vd. 2019). Ayrıca, mevcut tüketimin çeşitli yollarla çevre kirliliğine yol açtığı da bilinmektedir.

Dünyadaki toplam gübre üretiminin yaklaşık %1'i Türkiye'den karşılanmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 2023 yılı verilerine göre, üretilen toplam N, P ve K'lu gübrelerdeki toplam üretim tüketimi karşılamamakta ve yaklaşık %57 oranında gübrenin ithal edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, alternatif kaynakların bulunmasının önemi bir kez daha stratejik hale gelmektedir. Gelişmiş ülkelerde kişi başı tahıl üretimi 49 kg, kimyasal gübre tüketimi ise 203 kg iken; gelişmekte olan ülkelere 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 çekilmektedir (Güneş vd. 2012). Bu sonuç gübrelerin etkin kullanılmadığını göstermektedir. Bu veriler sadece ekonomik anlamda olan kayıpları değil, aynı zamanda aşırı gübrelemenin çevre ve insan sağlığı üzerine etkilerinin düşünülmesi gerektiğini de ortaya koymaktadır. Öyle ki etkin kullanılan gübre, beklenen verimin karşılanmasında ve bitkinin besin elementinden yararlanma süresini artırarak gübre maliyetinin azalmasında etkili olacaktır.

Etkin gübre kullanımını etkileyen faktörler arasında uygulanacak gübre formu, çeşidi, uygulama şekli ve zamanı ile uygulanacak bitki tür ve çeşitleri ile toprakların yüksek kireç ve pH'sı gibi özellikler yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda P'lu gübrelerin kullanımında toprakta oluşan kayıplar göz önüne alındığında, gübrenin içerdiği P'un %5-20'si bitki tarafından kullanılmaktadır. Diğer bir sorunda azotun bitkiler tarafından alımını sınırlandıran etmenlerdir. Amonyum nitrat gübresi formu ve kullanılabilirliği sebebiyle en önemli azotlu gübre iken patlayıcı etkisi sebebiyle kullanımı sınırlanan bir gübre olmuştur. Bu gübre yerine alternatif olarak kireçli amonyum nitrat gübresi önerilmekle birlikte bu da kireçli ve pH'sı yüksek olan topraklarımız için uygun değildir. Bu gübrenin bu topraklarda uzun süre kullanımı verimi sınırlandıracak başka etmenlere sebep olacaktır. Amonyum nitrat gübresine alternatif olabilecek bir diğer gübrede günümüzde yaygın olarak kullanılan üre gübresidir. Üre gübresi yavaş etkili bir kaynak olduğundan bitki gelişiminin hızlı olduğu dönemlerde kullanımı çok doğru olmamakta, özellikle kurak ve alkalin koşullarda amonyak kaybına sebep olabilmektedir.

Gübrelerde dışa bağımlılık ve artan döviz kurları önemli sınırlayıcı etmenlerden birisidir. Ayrıca Ülkemizde yine en önemli sorunlardan biri toprak analizlerine dayanmadan, aşırı dozlarda yapılan gübrelemedir (Kalaycı 1999). Özellikle, fosforlu gübre üretiminde hammadde yönünden büyük ölçüde dışa bağımlı olmamız, dünyada P yataklarının giderek azalması, topraklarımızda biriken P'un yarattığı antagonistik etkileşimler ve ötrofikasyon gibi çevre sorunları P'lu gübreleri etkin kullanmamız için bir zorunluluktur. Yüksek verimi garantilemek uğruna tarım arazilerinde çoğu zaman bitki ihtiyacının 4-5 katı kadar kontrolsüz P gübrelemesine bağlı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Gelecekteki P'lu gübre varlığı ve küresel gıda güvenliği,

tarımın sürdürülebilirliği noktasında kritik bir sorun haline gelmiştir. Bu nedenle dünyanın bazı bölgelerinde yakın zamanda ortaya çıkan P'lu gübre sorunu ve küresel gıda güvenliği üzerindeki artan baskılar göz önüne alındığında, Fosfor Kullanım Etkinliğini artırmaya yönelik çalışmalar öncelikli olmalıdır.

Gübre kullanım etkinliği, azalan gübre hammaddeleri ile çevresel döngüdeki yeri atıkların geri dönüşümü ve artan fiyatlar ile alternatif kaynaklara olan ihtiyacı göstermektedir. Tarımsal faaliyetler sonucunda bitki kökenli atıklar ile hayvansal kökenli birçok atık tarımsal olarak kullanılsa da kullanımındaki bilinçsizlik sorun yaratmakta ve söz konusu atıkların en etkin şekilde değerlendirilmesi giderek önem taşımaktadır. Bu yaklaşımlardan birisi de zenginleştirilmiş bitkisel ve hayvansal atıkların kullanımınıdır. Fosfor ile zenginleştirilmiş biyokömür bu sorunlarla mücadele alternatif gübre kaynaklarından bir tanesidir (Gunes vd. 2015; Sahin vd. 2023, Sahin vd. 2024). Biyokömür, yüksek sıcaklıkta elde edildiği için ve bu aşamada asit fonksiyonel grupların kayba uğraması nedeniyle pH'sı oldukça yüksek bir materyaldir. Bu özelliği nedeniyle biyokömürün yüksek pH'ya sahip olan tarım topraklarımızda aslında doğrudan kullanımının faydası sınırlı kalmaktadır. Bu noktadan hareketle biyokömürün pH'sının asitler ile zenginleştirilerek düşürülmesiyle etkinliğinin daha da arttığı gözlenmiştir. Bu sayede hem alternatif gübre kaynağı olarak P kullanılırken, tarımsal bir atık değerlendirilmiş olacak ve aynı zamanda toprak kalitesi üzerine pozitif etki yapacaktır. Biyokömürün hem gübre hem de enerji üreten bu metot ile klasik yöntemlere göre sera gazı oluşumu engellenirken aynı zamanda topraklarda stabilitesi yüksek bir karbon kaynağı elde edilmektedir. Biyokütle elektrik santralleri ülkemizde ve dünyada giderek yayılmaktadır. Biyokütle santrallerinde yakıt olarak genellikle tavuk gübresi veya altlığı kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıkta yanma neticesinde atık olarak açığa çıkan küller tavuk gübresine göre neredeyse 10 kat konsantre hale gelmektedir. Başta fosfor olmak üzere bileşiminde yüksek düzeyde potasyum, magnezyum ve diğer elementleri içeren bu küller uygun bir işleme tabi tutulduğunda önemli ve alternatif bir gübre kaynağı olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Gunes vd., 2024; Kan vd., 2024).

Yeni teknolojilerin gelişmesi ile tarımsal atıkların birtakım fiziksel ya da kimyasal işlemlere tabii tutularak gübre potansiyeline ya da toprak düzenleyici olarak tarıma yeniden kazandırılması hem döngüsel ekonomiye katkı sunması hem de sağlıklı toprak yönetimine olanak vermesi gibi önemli sebepler ile kaçınılmaz olmaktadır. Bu amaçla kullanılabilecek yöntemlerden birisi de nanoteknolojik yöntemlerle üretilen gübrelerdir. Nanoteknoloji 21. yüzyılda dünya ekonomisi, endüstrisi ve insan yaşamı üzerine çok önemli bir etkiye sahiptir (Gruère vd. 2011). Nanomateryal, boyutu 1-100 nm arasındaki boyutlara sahip materyaller olarak tanımlanmıştır (Ditta vd. 2015). Nanoteknolojinin tarımsal amaçlı kullanımı ile kontrollü salınımlı gübre üretimi ve tüketimiyle iyon veya moleküllerin bitki tarafından alınımının kolaylaşması, istenilen yere taşınmasının sağlanması, bitki hastalıklarının moleküler düzeyde teşhis ve tedavisi, tarımsal mücadele ilaçlarının etkin kullanımı yoluyla çevre kirliliği riskinin azaltılması gibi birçok konuda gelişme sağlanacaktır (Güneş vd. 2013). Özellikle tarımsal atıkların birtakım işlemler sonrasında nano boyutlu gübre olarak değerlendirilmesi gübre kullanım etkinliklerinin düşük olduğu koşullarda bitkilerin ilgili elementlerce zenginleşmesini ve dolayısı ile verim artışının yüksek olmasını sağlayacaktır. Depolanması ve bertarafı noktasında büyük sorun teşkil eden çeltik kavuzu yüksek silisyum içeriği ile öne çıkmakta ve çeltik kavuzunun içerdiği selüloz ve lignin miktarının yüksek olması nedeni ile tarım topraklarında parçalanmasının çok zor olması ve bu nedenle bünyesinde biriktirdiği silisyumdan yararlanılmaması dikkati çeken bir unsur olmuştur. Çeltik kavuzu birtakım kimyasal ve ısı işlemlerine tabii tutularak içerdiği silisyum bitkiler tarafından alınabilir forma geçmekte ve nano boyutlu gübreleme potansiyeline sahip bir malzeme elde edilmektedir. Bunun yanı sıra sadece çeltik kavuzu değil, çeltik sapı, buğday sapı gibi atıklar da bu proses içerisinde değerlendirilebilmektedir. Silisyum gübrelemesi, fosforun

bitkiler tarafından alınımını ve bitki bünyesinde mobilitesini kontrol etmede kritik bir bileşen olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, tarım alanlarında özellikle fosfor yönetimini sürdürülebilir bir şekilde iyileştirmek amacıyla, silisyum uygulaması önerilmektedir (Schaller vd. 2019; Taskin vd. 2023; Akca vd. 2023a). Topraklarda besin elementlerinin kullanım etkinliğini artırmada diğer bir yol amino asit uygulamalarıdır. Özellikle ülkemiz topraklarında noksanlığını çokca yaşadığımız mikro besin elementleri amino asit uygulamaları sonucu, amino asitlerle birlikte şelat oluşturarak bitki kökleri tarafından alınımı kolaylaşmakta ve bitki hedef aksamalarına daha rahat bir şekilde taşınımı gerçekleşmektedir. Ancak amino asit uygulamaları pratikte maliyetli bir uygulama şekli olmaktadır. Bu maliyeti azaltmak amacıyla ise hayvanların kırılan yün yada tüylerinin alkali bileşenlerle kaynatılarak hidrolize edilmesi ile bünyelerinde yüksek miktarlarda bulunan keratin kökenli amino asitlerin açığa çıkarılarak gübreleme faaliyetlerine ilave edilmesi anlamlı olacaktır. Atıl durumdaki yün doğada çözünebilir olması nedeniyle ve yakılarak bertaraf edilmesi nedeniyle CH₄, CO₂ ve çeşitli kükürtlü bileşikler ortaya çıkararak küresel ısınmaya neden olmaktadır. Bu nedenle atıl halde depolanan yünün değerlendirilmesi (Fletcher 2013) hem üstün özelliklere sahip, düşük maliyetli materyale dönüşümü hem de kaynaklardan optimum yararlanılarak çevrenin korunması sağlanabilecektir (Eser vd. 2016). Özellikle koyun yünün veya hidrolizatının uygulanması ile bitkilerin beslenmesinde önemli faydalar sağladığı yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur (Zhelyazkov 2005, Akca vd. 2023b; Taskin 2024). Koyun yünü uygulamaları topraklarda sadece bitki beslenmesi üzerine etkili olmayıp, higroskopik özelliği ile toprakta nemi daha fazla tutarak bitkilerde verim artışını sağlamakta, toprakta pestisitler gibi kirleticilerin tutulumu artmaktadır (Hargreaves 2017). Yünün doğrudan toprağa uygulanması; toprağın kabarmasına, gözenekliliğin artmasına, oksijen ve su tutma kapasitelerinin artmasına neden olmaktadır (Kadam vd. 2014). Ayrıca, koyun yünü uygulamasının toprakta tane yoğunluğunu azalttığını, toplam gözenekliliği, kullanılabilir su kapasitesini, makroagregatları ve agregat stabilitesini artırdığı da yapılan çalışmalar (Abdullah vd. 2019) ile ortaya koyulmuştur. Dolayısıyla koyun yünü ve keratin içerikli benzer atıklar üzerinde çalışmaları yoğunlaştırmak, bu çok değerli materyali organo-mineral gübre üretiminde hammadde kaynağı olarak kullanmak kimyasal gübrelerin etkinliği ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır.

Bitki gelişim faktörlerini düzenleyen, kimyasal gübrelerin alımını kolaylaştıran, bitki için gerekli olan besin maddelerinin sağlanmasında ve çeşitli elementlerin biyolojik yolla yarayışlı hale gelmesinde rol oynayan canlı mikroorganizmaların ticari formülasyonları mikrobiyal gübre olarak adlandırılmaktadır (Özbay vd. 2018). Toprakların doğal yapılarında bulunan ve toprağa besin elementleri sağlayan veya onları bitkiye yarayışlı hale getiren, serbest veya simbiyotik yaşayarak, havanın serbest azotunu bağlayan bakteriler, mikorizalar, fosfor çözücü bakteriler, bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) mikrobiyal gübre olarak kullanılmaktadır (Baran ve Erbaş Köse 2023). Bu dost mikroorganizmalar topraklardan izole edilmekte, tanımlamaları yapılmakta, etkinliklerinin tespiti için testler yapılarak mikrobiyal gübre için başlangıç kültürü sağlanmaktadır. Başlangıç kültürünün ticari gübre formuna geçmesi içinde formülasyon çalışmaları yürütülmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda mikrobiyal gübre uygulamalarıyla fasulyede (Kaya Ozdogan vd. 2023) ve soya fasulyesinde (Bayraklı vd. 2017) olumlu sonuçlar verdiği ve mikrobiyal gübre olarak kullanılabilecekleri ifade edilmiştir.

Bitki besin elementi sağlama potansiyeli ve toprak özelliklerinin iyileştirilmesindeki etkisinden dolayı, kimyasal gübrelere en iyi alternatifin organomineral gübreler olduğu düşünülmektedir (Kominko vd. 2016). Gübre değeri veya toprak özelliklerini iyileştirici özellikleri bulunan organik atıklara mineral ilavesi ile oluşturulan organomineral gübreler, temel özellikleri açısından organik ve mineral gübrelerden farklı bir gübre sınıfı olarak kabul edilmektedir (Erdal 2018). Organomineral gübrelerin verime etkilerinin değişken olduğu, kimi durumlarda

mineral gübrelerden daha yüksek, kimi durumlarda ise daha düşük verim değerleri sağladığı, çoğunlukla da organomineral ve mineral gübre uygulamaları ile elde edilen verim değerlerinin birbirine yakın olduğu bildirilmektedir. Organomineral gübre uygulamalarının toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerinin olumlu olduğu bildirilmektedir. Organomineral gübrelerin toprak organik maddesi ve toprağın biyolojik dinamizmine önemli katkı sağladığı da rapor edilmektedir (Cengiz ve İrget 2018).

Geleneksel gübrelerin uygulanması ile yaklaşık %70'inin toprak, su, hava veya diğer yollarla sızıntı, ayrışma ve amonyak kaçıışı nedeniyle kaybolabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca, gübrelerin periyodik olarak fazla miktarda uygulanması, tarımsal ürünlerin büyümesini ve gıda güvenliğini olumsuz yönde etkilemekte ve sonuç olarak daha düşük gübreleme etkinliğine ve daha yüksek toksisite seviyesine yol açmaktadır (Naz ve Sulaiman, 2016). Kontrollü veya yavaş salımlı gübrelerin araştırılması ve geliştirilmesi, özellikle son yirmi yılda, aşırı gübre kullanımının neden olduğu çevre sorunu göz önünde bulundurularak ilgi çekmeye başlamıştır (Gil-Ortiz ve ark., 2020). İnhibitörlü gübreler üretimlerinde azot inhibitörü kullanılan (nitrifikasyon inhibitörü ve / veya üreaz inhibitörü) ve eklenen bu kimyasal maddeler sayesinde içeriklerindeki azot formunun toprakta üre (NH_2) yada amonyum (NH_4) formunda kalmasını sağlayarak etki sürelerini uzatan gübrelerdir (Maaz ve Snyder 2018). Ruser ve Schulz (2015), nitrifikasyon inhibitörlerinin, tarımsal sistemlerin azot kullanım etkinliğinin artırılabilmesi için, tarıma elverişli arazilerde yaşanan nitroz oksit (N_2O) emisyonunu ve nitrat (NO_3) yıkanması kayıplarını azaltmakta oldukça etkili araçlar olduğunu ifade etmişlerdir.

Tarım ve Orman Bakanlığı 2021-2025 Mastır Planında yer alan 'organik ve organomineral gübre üretiminin ve kullanımının teşvik edilerek kimyasal gübre ithalatının ve çevre kirliliğinin azaltılması, biyolojik ve biyoteknik mücadelenin yaygınlaştırılması için olup, yerli organik ve organomineral gübrelerin geliştirilmesinin desteklenmesi belirtilmektedir.

Dünya Toprak Kaynaklarının Durum raporunda, sürdürülemez yönetim uygulamaları nedeniyle, yeryüzündeki toprakların %33'ünün orta veya yüksek seviyede bozulmaya uğradığını göstermektedir (FAO ve ITPS 2015). Türkiye'nin 78 milyon hektarlık yüzey alanının 20 milyon hektarı kurak alanlardan; 31 milyon hektarı ise yarı-kurak alanlardan oluşmaktadır. Yanlış toprak işleme, bilinçsiz gübreleme ve sulama uygulamaları sonucunda tuzlu alanların toplam miktarı 2 milyon hektara ulaşmaktadır. Toprak ve su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımını ve güvenilir gıdaya ulaşılması amacıyla, kimyasalların kullanımının azaltılması ve çevre dostu organik, organomineral ve mikrobiyal gübrelerin geliştirilmesi ve organik atıkların değerlendirilmesi öncelikli konular arasında yer almaya başlamıştır.

2. KİMYASAL GÜBRE ÜRETİM VE TÜKETİMİ

Ülkemizde 2020 ve 2023 yılları arasında farklı gübre çeşitlerinin üretim miktarları Çizelge 1'de verilmişken, Çizelge 2'de aynı yıllar arasındaki tüketim miktarları verilmiştir. Azotlu gübrelerden amonyum nitrat (AN), amonyum sülfat (AS), kalsiyum amonyum nitrat (CAN) ve üre üretim miktarlarında azalış görülmektedir. Ülkemizde 2017 yılında amonyum nitrat gübresinin tarımsal amaçlı kullanımının tamamen yasaklanması son yıllarda üretim miktarının düşük olmasına neden olmuştur (Çizelge 1). Bununla beraber taban gübresi olarak yaygın olarak kullanılan Diamonyum fosfat (DAP) gübresinin de tüketim miktarında azalış görülmüştür. Bu azalıştaki en önemli faktör döviz kuruna bağlı olarak artan ve dışa dayalı olan hammadde fiyatlarıdır.

Çizelge 1. 2020- 2023 Yılları Arasındaki Gübre Çeşitlerine Göre Üretim Miktarları (Ton) (Bügem 2024)

GÜBRE ÇEŞİDİ	2020	2021	2022	2023
AMONYUM SÜLFAT	886.837	363.505	309.356	452.882
AMONYUM SÜLFAT NİTRAT	4.304	131	153	80
KALSİYUM AMONYUM NİTRAT (%26 N)	1.509.150	1.588.009	1.355.216	1.057.135
AMONYUM NİTRAT (%33 N)	200.869	112.826	41.742	28.877
ÜRE	546.778	520.469	238.264	224.821
KALSİYUM NİTRAT	2.820	2.519	3.882	4.299
NORMAL SÜPER FOSFAT	-	-	-	-
TRİPLE SÜPER FOSFAT	61.810	88.635	37.385	2.065
DİAMONYUM FOSFAT	706.307	564.095	408.113	436.402
18-18-18	21.735	18.159	5.184	3.887
20-20-0	706.310	771.826	795.649	587.841
20-20-0+Zn	398.319	391.219	269.810	302.423
13-24-12	67.355	105.501	49.150	64.643
15-15-15	241.921	274.991	170.441	152.253
15-15-15+Zn	138.282	154.675	69.719	96.643
13-25-5	65.077	114.510	44.685	23.141
16-8-24	19.886	2.823	4.238	10.095
13-18-15	17.239	15.110	21.355	15.885
12-30-12	32.352	46.030	37.400	52.496
12-16-12	9.490	8.655	9.190	2.610
10-25-20	22.765	7.585	75.442	33.433
20-20-20	8.862	2.400	7.543	29.874
15-25-10	3.755	9.060	2.550	-
20-10-0	-	29.446	27.781	31.553
12-20-10	-	8.797	23.022	7.614
18-16-15	3.270	7.925	2.700	113
25-5-10	75.564	62.872	36.504	54.782
20-12-15	15.905	16.405	3.450	9.182
MONOAMONYUM FOSFAT (MAP)	5.084	1.586		1.100
20-32-0	27.684	27.627	9.115	1.591
KALSİYUM KLORÜR	1.246	4.387	7.393	3.670
DİĞER**	590.621	871.794	922.650	607.741
MAGNEZYUM SÜLFAT	16.904	15.980	18.376	10.820
POTASYUM SÜLFAT	3.002	2.771	-	-

POTASYUM NİTRAT	-	-	16.520	2.767
AZOT (%33)	133.680	120.679	123.463	123.276
UAN	1.714	2.104	16.067	14.945
FİZİKİ TOPLAM	6.546.895	6.335.104	5.163.508	4.450.937
AZOTLU (%21 N)	6.995.795	6.312.032	4.828.975	4.390.763
FOSFORLU (%17 P2O5)	4.480.166	4.351.977	3.423.623	3.153.783
POTASYUMLU (%50 K2O)	225.740	309.627	265.376	205.035
EŞDEĞER TOPLAMI	11.701.701	10.973.636	8.517.974	7.749.581
AZOT (N)	1.469.117	1.325.527	1.014.085	922.060
FOSFOR (P2O5)	761.628	739.836	582.016	536.143
POTASYUM (K2O)	112.870	154.814	132.688	102.517
TOPLAM B.B.M.	2.343.615	2.220.177	1.728.789	1.560.721
N	1.469.117	1.325.527	1.014.085	922.060
P	332.527	323.012	254.108	234.080
K	93.660	128.465	110.104	85.069
N-P-K TOPLAM	1.895.303	1.777.004	1.378.297	1.241.209

Çizelge 1’de gübre üretim miktarı azalırken tüketim miktarlarında yıllara bağlı AS, üre ve DAP gübresinde 2021 ve 2022 yıllarında düşüş belirlenmiş 2023 yılında artış olsa da bu artış 2020 yılının altında kalmıştır (Çizelge 2). Kalsiyum amonyum nitrat gübresi tüketiminde düşüş belirlenmiştir. Amonyum nitratın gübre olarak kullanımın yasaklanması sebebiyle üretilen amonyum nitratın hammadde olarak kullanıldığı tüketim verilerinden anlaşılmaktadır. Üre ve DAP gübrelerinin 2023 yılı tüketim miktarında bir önceki yıla göre artış belirlenmiştir. Bu durumda özellikle amonyum nitrat gübresinin yasaklanması sonrasında üreticilerin azotu karşılama noktasında DAP ve üre gübrelerine daha fazla yöneldikleri sonucuna varılabilir. Amonyum nitrat gübresine alternatif olarak tercih edilen kalsiyum amonyum nitrat gübresi ülkemiz topraklarının genellikle yüksek pH’ya ve kireç içeriğine sahip olması gibi toprak yönetim tekniklerini sınırlı kıldığı durumlarda içerdiği %25 kireç ile ülkemiz topraklarında özellikle kuru tarım koşullarında tarım yapılan alanlarda uzun vadede kullanımına dikkat edilmelidir. Amonyum sülfat gübresinin genellikle kristal formda olması depolanma ve uygulanma hususunda üreticilere sorun çıkarmakta ancak pH’nın yüksek olduğu alanlarda azotlu gübrelemede amonyum nitrat gübresine alternatif olarak uygulanması önem taşımaktadır. Ülkemizde tahıl yetiştiriciliğinde genellikle üst gübre olarak tercih edilen bir diğer azotlu gübre kaynağı olan üre ise yine kuru tarım koşullarında amonyak formunda hızla kaybolmakta ve bu gübreden bitkiler gerekli düzeyde yararlanamamaktadırlar. Bu gibi sebepler topraklarımızda azot yönetimi hususunda etkili olmaktadır ve hem amonyum hem de nitrat formunda azot içeren amonyum nitrat gübresinin tarımda kullanımının ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sunmaktadır. Yasaklanan bu gübrenin farklı materyaller ile işlenerek bir takım fiziksel ya da kimyasal proseslere tabi tutulması sonucu patlama özelliğinin azaltılması ya da yok edilmesi gibi bilimsel çalışmalara mutlaka yer verilmelidir.

Kompoze gübrelerden ise son yıllarda en çok tüketilen gübre ise 20-20-0 olur iken bunu Zn katkılı 20-20-0 gübresi izlemektedir. Özellikle Orta Anadolu koşullarında kuru tarım yapılması, toprakların 7 ve hatta 7.5 üzerinde pH’ya sahip olmaları, kireç içeriklerinin orta ve yüksek olması ve genellikle kil bünyeli toprakların yaygın olması gibi nedenlerden dolayı bu topraklarda ve dolayısı ile bu topraklar üzerinde yetiştirilen bitkilerde çinko ve demir gibi mutlak gerekli ve

insan sağlığında da direkt rol oynayan bu elementlerin noksanlıkları çok fazla görülmektedir.

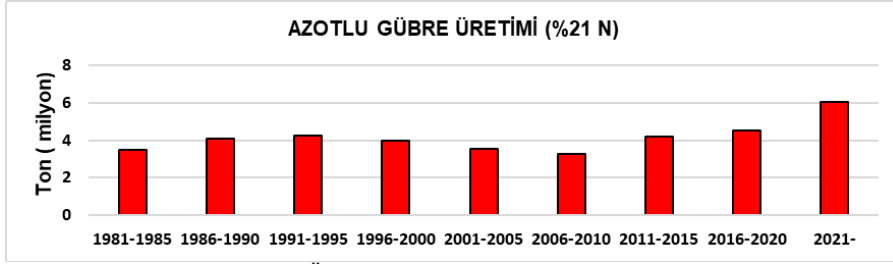
Çizelge 2. 2020- 2023 yılları arasındaki gübre çeşitlerine göre tüketim miktarları (Ton) (Bügem 2024)

GÜBRE ÇEŞİDİ	2020	2021	2022	2023
AMONYUM SÜLFAT	784.889	660.943	629.166	786.104
13-25-5	-	103.735	44.143	38.967
KALSİYUM AMONYUM NİTRAT (%26 N)	1.042.323	1.090.533	899.974	841.264
AMONYUM NİTRAT (%33 N)	-	-	-	-
ÜRE	2.259.587	1.774.950	1.551.976	2.109.610
18-18-18	-	28.472	25.381	25.000
NORMAL SÜPER FOSFAT	-	67	812	14
TRİPLE SÜPER FOSFAT	26.970	17.046	7.805	12.453
DİAMONYUM FOSFAT	839.551	385.565	456.715	642.850
13-24-12	-	95.272	60.258	77.935
20-20-0	942.688	868.235	841.569	808.654
20-20-0+Zn	384.875	363.008	272.576	326.972
20-10-0	-	45.125	36.156	41.013
15-15-15	309.183	323.634	195.252	219.639
15-15-15+Zn	161.910	158.496	92.253	120.266
20-10-10	8.002	5.987	7.035	5.972
12-16-12	2.181	8.171	8.306	2.783
12-30-12	32.819	52.438	37.538	54.853
MONOAMONYUM FOSFAT (MAP)	-	41.661	24.699	34.939
20-16-0	-	12.517	133	-
20-12-0	-	-	-	160.163
10-25-20	22.639	30	30.061	46.783
10-10-0	562	8.881	7.554	3.113
12-20-10	-	8.797	34.041	4.077
16-8-24	-	19.743	18.315	16.600
20-12-15	-	14.170	4.417	8.823
20-20-20	-	12.487	11.566	11.837
13-18-15	-	10.958	16.904	17.961
25-5-10	95.106	92.558	39.961	61.918
18-16-15	-	6.905	2.076	4.067
20-32-0	27.723	30.465	9.250	1.908
15-25-10	-	5.764	2.590	246
POTASYUM SÜLFAT	24.770	24.375	19.016	17.856
POTASYUM NİTRAT	26.712	37.698	30.089	34.223
AZOT (%33)	143.028	161.564	131.002	159.634
UAN	7.627	9.851	8.837	6.840
DİĞER**	-	-	345.114	325.440
FİZİKİ TOPLAM	7.143.144	6.480.101	5.902.539	7.030.779
AZOTLU (%21 N)	9.774.691	8.511.183	7.520.871	9.277.071
FOSFORLU (%17 P2O5)	4.491.994	3.726.914	3.550.343	4.328.555
POTASYUMLU (%50 K2O)	229.130	308.446	261.495	291.536

EŞDEĞER TOPLAMI	14.495.815	12.546.543	11.332.709	13.897.161
AZOT (N)	2.052.685	1.787.348	1.579.383	1.948.185
FOSFOR (P ₂ O ₅)	763.639	633.575	603.558	735.854
POTASYUM (K ₂ O)	114.565	154.223	130.747	145.768
TOPLAM B.B.M.	2.930.889	2.575.147	2.313.689	2.829.807
N	2.052.685	1.787.348	1.579.383	1.948.185
P	333.405	276.619	263.514	321.274
K	95.066	127.974	108.494	120.958
N-P-K TOPLAM	2.481.156	2.191.942	1.951.391	2.390.417

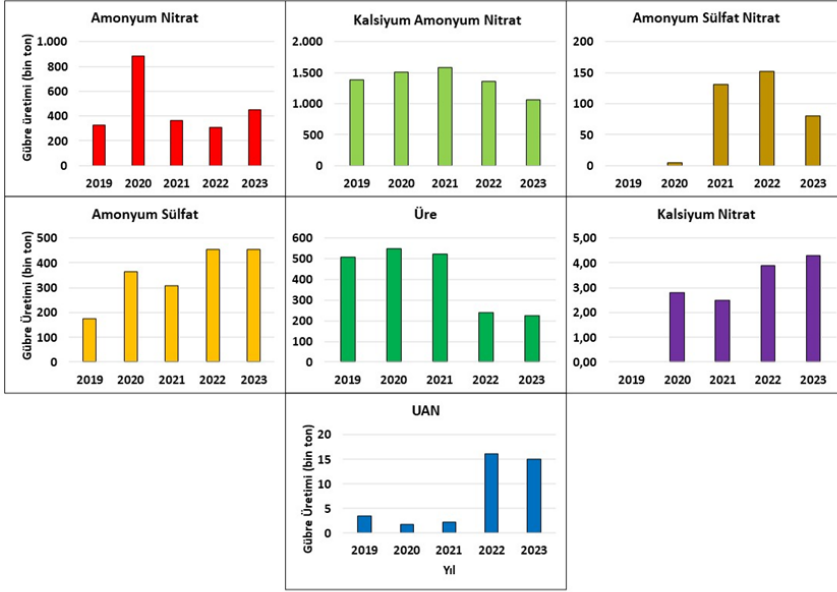
Çinko katkılı 20-20-0 gübresinin uygulanması çinkolu gübrelemenin de yapılmasına katkı sunmaktadır ancak anılan bu sebeplerden dolayı uygulanan bu çinkodan yeterince faydalanılamamaktadır. Özellikle tahıl tarımında tanede bulunan organik bir fosfor çeşidi olan fitik asit çinko ve demir gibi besin elementlerinin yarayışlılığını sınırlamakta ve dolayısı ile tahıl bitkilerinde tane verimi ve kalitesi düşmektedir. Özellikle kuru tarım koşullarında topraktan çinko gübrelemesinin bitkinin farklı fizyolojik gelişim dönemlerini (örneğin; kardeşlenme, sapa kalkma vb. gibi dönemler) göz önünde bulundurularak yapılması ya da yapraktan üre ya da aminoasitlerle birlikte çinkolu gübrelerin uygulanması çinko beslenmesinde etkin olarak fayda sağlamayı artırıcı tarımsal faaliyetler olacaktır (Akca ve Taban 2024).

Ülkemizde beşer yıllık bazda 1981'den günümüze kadar olan azotlu gübre üretim grafiği Şekil 1'de yer almaktadır. Bu grafiğe göre azotlu gübre üretimi 80'li yıllardan bu yana artış eğiliminde olmuş, yalnızca 2001 ile 2010 yılları arasında azalış göstermiştir.



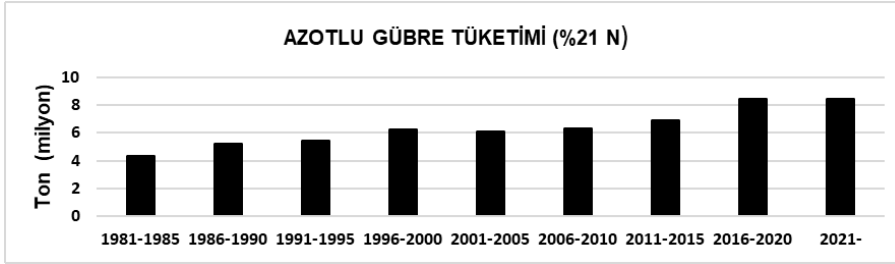
Şekil 1. Azotlu Gübre Üretiminin Yıllara Göre Fiziki Toplamdaki Değişimi

Azotlu gübrelerin çeşidine göre son beş yılda üretim grafikleri Şekil 2'de toplu olarak verilmiştir. İlk olarak, amonyum nitrat gübresi son beş yılda ortalama 467 bin ton üretilmiş ve bu üretim 2020 yılından sonra azalış göstermiştir. Amonyum sülfat gübresinin ise amonyum nitrat gübresinin tarımda kullanımının yasaklanması sonrası üretimi artış eğiliminde olmuştur. Amonyum sülfat gübresi son beş yılda ortalama 350 bin ton üretime ulaşmıştır. Amonyum nitrat gübresinin yasaklanması sonrasında bir diğer alternatif olarak yerini alan kalsiyum amonyum nitrat gübresi ise son beş yılda ortalama 1 milyon 377 bin ton üretime ulaşmıştır. Ülkemiz tarımında özellikle üst gübreleme dönemi kullanılan üre gübresi ise ortalama 408 bin ton üretilmiş, ancak son iki yılda bu üretim azalış eğilimine girmiştir. Bir diğer azotlu gübre olan amonyum sülfat nitrat gübresi ise 2020 yılı ve sonrasında üretilmiş, bu yıllar içerisinde ise ortalama üretim miktarı 92 bin ton olmuştur. Kalsiyum nitrat gübresi ise 2020 yılından itibaren üretime başlanmıştır ve 2020'den bu yana ortalama üretimi ise 3 bin ton'dur. Son olarak azotlu gübre çeşitleri arasında yer alan üre amonyum nitrat (UAN) gübresinin son beş yılda ortalama 8 bin ton üretimi gerçekleşmiş ve son iki yılda da üretimi artış göstermiştir (Şekil 2).



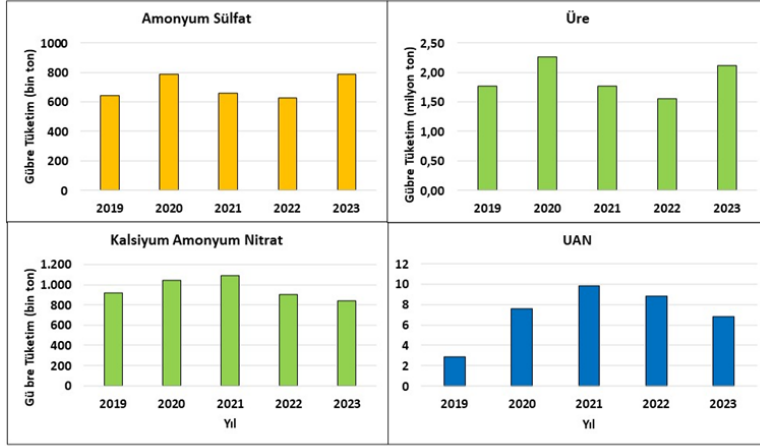
Şekil 2. Farklı Azotlu Gübrelerin Son Beş Yıl İçerisindeki Üretim Miktarları

Azotlu gübrelerin tüketim miktarları incelendiğinde, ülkemizde 80'li yıllardan günümüze kadar bu miktar artış göstermiştir (Şekil 3).



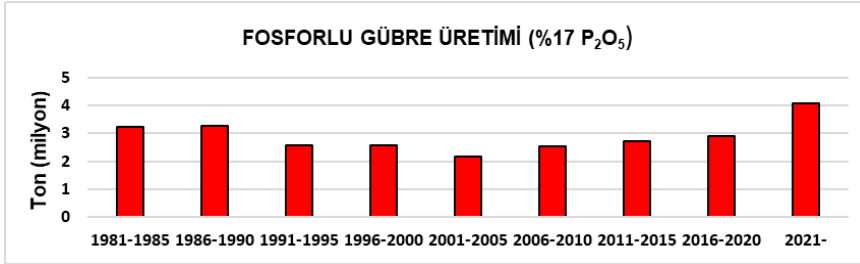
Şekil 3. Azotlu Gübre Tüketiminin Yıllara Göre Fiziki Toplamdaki Değişimi

Son beş yıl farklı azotlu gübrelerin tüketim miktarları ise Şekil 4'de verilmiştir. Bu süreçte tüketim miktarları kayıt altına alınabilen amonyum sülfat, kalsiyum amonyum nitrat, üre ve üre amonyum nitrat gübreleri olmuştur. Amonyum sülfat gübresi son beş yılda ortalama 700 bin ton tüketilmiş ve bu tüketim en yüksek 2020 (785 bin ton) ve 2023 (786 bin ton) yıllarında görülmüştür. Kalsiyum amonyum nitrat gübresi tüketim miktarları incelendiğinde ise son beş yılda ortalama 959 bin ton tüketimi gerçekleşmiş, ancak son iki yılda diğer yıllara göre tüketim azalmıştır. Bir diğer azotlu gübre olan üre gübresi ise son beş yılda ortalama 1 milyon 982 bin ton tüketilmiş ve tüketim miktarı yıllara göre dalgalı bir seyir izlemiştir. Yine amonyum nitrata alternatif olarak kullanılan üre amonyum nitrat gübresi ise son beş yılda ortalama 7 bin ton tüketim miktarına ulaşmış, tüketim miktarı en yüksek 2021 yılında elde edilmiş ve sonraki iki sene tüketimde düşüş yaşanmıştır (Şekil 4).



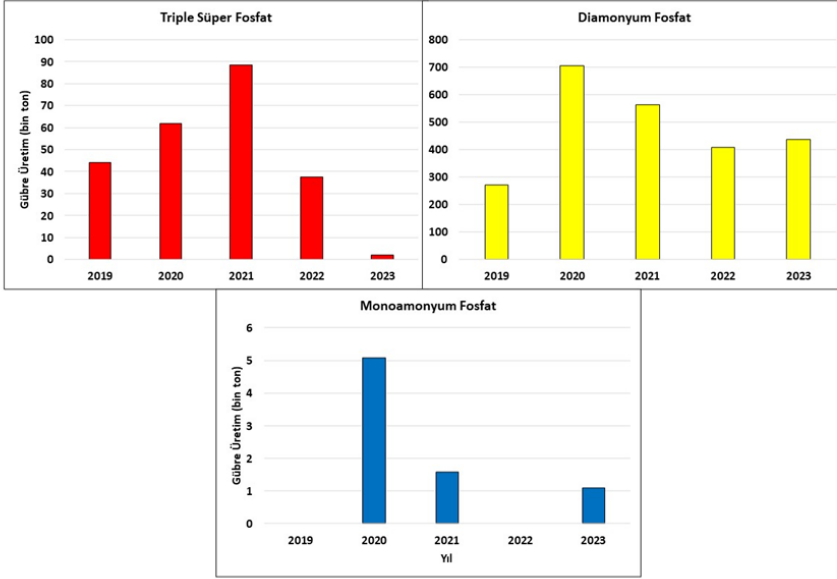
Şekil 4. Farklı Azotlu Gübrelerin Son Beş Yıl İçerisindeki Tüketim Miktarları

Ülkemizde fosforlu gübre üretimi 80'li yıllarda yaklaşık 4 milyon ton olmuş, 2001-2005 yıllarında en düşük miktar elde edilmiş ve son yıllarda bu miktar giderek artarak 2021 yılı sonrasında ise en yüksek üretim miktarı elde edilmiştir (Şekil 5). Özellikle son yıllarda görülen artış dikkate alındığında, fosforlu gübre elde edilmesinde kullanılan ve kendini yenileyemeyen doğal bir kaynak olan ham fosfat kayalarının fazla miktarlarda kullanılarak işlenmesi noktası dikkat çekmektedir. Bu sebeple fosforlu gübre uygulamalarında fosfor kullanım etkinliğini artıracak bir takım destekleyici uygulamalar kaçınılmaz olmalıdır.



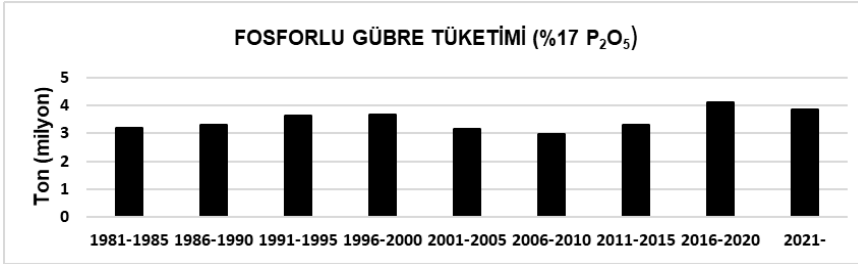
Şekil 5. Fosforlu Gübre Üretiminin Yıllara Göre Fiziki Toplamdaki Değişimi

Ülkemizde üretilen farklı fosforlu gübreler incelendiğinde; triple süper fosfat gübresi üretim miktarının son beş yılda ortalama 47 bin ton olduğu ve bu üretimin 2019 yılından 2021 yılına kadar artış gösterdiği, ancak 2022 ve 2023 yıllarında giderek azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 6). Bir diğer fosforlu gübre olan diamonyum fosfat gübresinin son beş yılda ortalama 478 bin ton üretildiği ve en yüksek 2020 yılında üretim miktarının elde edildiği orta koyulmuştur. Triple süper fosfat ve diamonyum fosfat gübreleri üretim grafikleri incelendiğinde üreticilerin daha çok diamonyum fosfat gübresine yöneldiği sonucuna varılmaktadır. Fosforlu gübreler arasında yer alan monoamonyum fosfat gübresi ise son beş yılda ortalama bin 554 ton üretilmiş ve fosforlu gübreler arasında en az üretimi yapılan gübre olmuştur (Şekil 6).



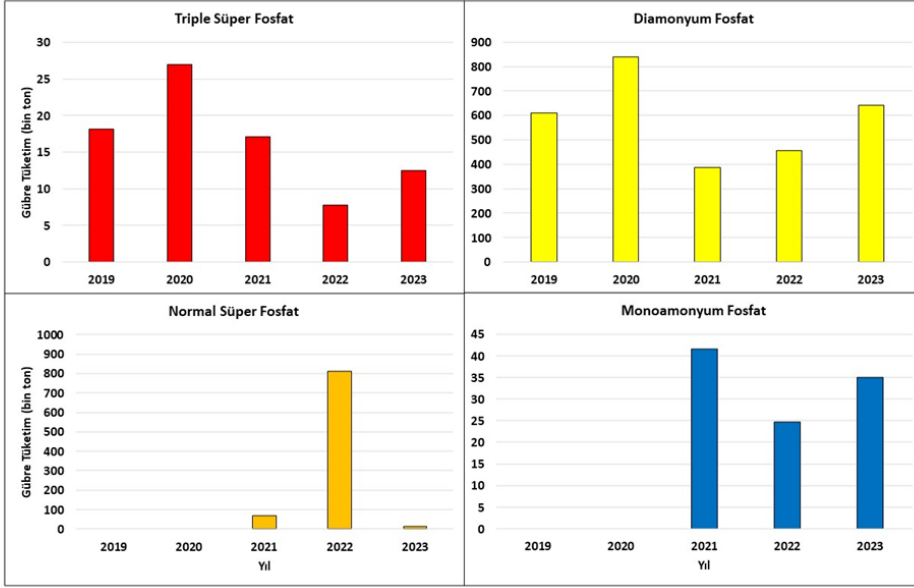
Şekil 6. Farklı Fosforlu Gübrelerin Son Beş Yıl İçerisindeki Üretim Miktarları

Fosforlu gübrelerin ülkemizde 80'li yılların başından günümüze kadar tüketim miktarları Şekil 7'de verilmiştir. Tüketim miktarları 2006-2010 yılları arasında en düşük ortalamaya sahip iken, 2016 sonrasında fosforlu gübrelere olan talep artış göstermiştir.



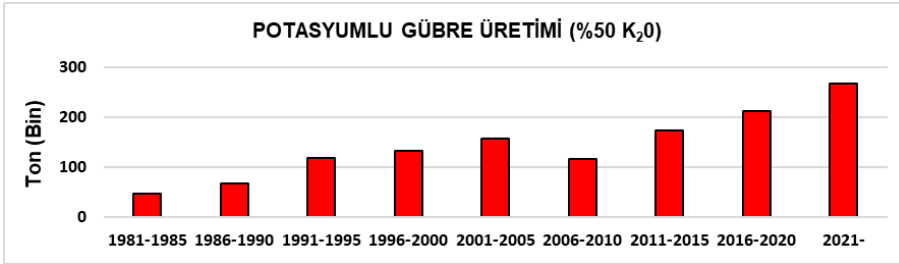
Şekil 7. Fosforlu Gübre Tüketiminin Yıllara Göre Fiziki Toplamdaki Değişimi

Şekil 8'de son beş yılda farklı fosforlu gübrelerin tüketim miktarları verilmiştir. Triple süper fosfat gübresinin ortalama 16.5 bin ton olmuş ve son yıllarda azalma eğilimine girmiştir. Diamonyum fosfat gübresi incelendiğinde son beş yıl ortalama tüketimi 588 bin ton olduğu tespit edilmiş ve farklı fosforlu gübreler arasında en yüksek tüketime sahip olduğu ortaya konulmuştur. Uzun yıllar normal süper fosfat gübresinin üretilmediği ancak az miktarlarda da olsa 2021 yılından sonra bu gübrenin kullanıldığı sonucuna varılmıştır. Maliyetli bir gübre olan monoamonyum fosfat gübresini ise son beş yılda ortalama 20 bin ton düzeyinde tüketildiği belirlenmiştir (Şekil 8).



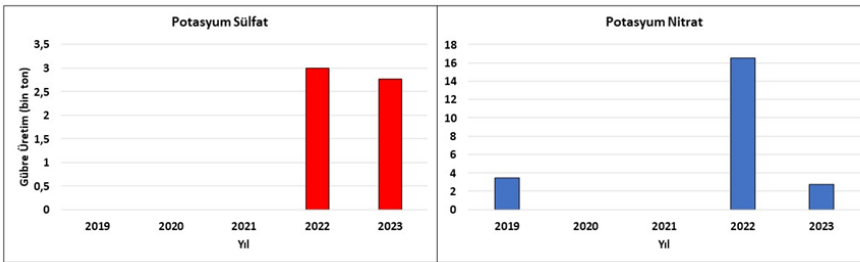
Şekil 8. Farklı Fosforlu Gübrelerin Son Beş Yıl İçerisindeki Tüketim Miktarları

Potasyumlu gübrelerin üretim miktarları Şekil 9'da verilmiştir. Elde edilen grafiğe göre 80'li yılların başından günümüze kadar potasyumlu gübrelerin üretim miktarları artış göstermiş ve bu artış 2021 yılından sonra en yüksek ortalamaya sahip olmuştur (Şekil 9).



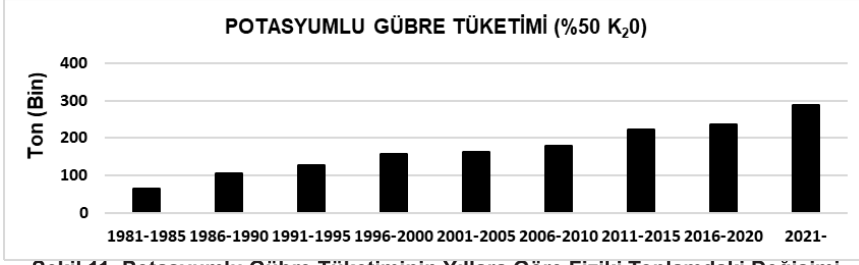
Şekil 9. Potasyumlu Gübre Üretiminin Yıllara Göre Fiziki Toplamdaki Değişimi

Son beş yılda tüketilen farklı potasyumlu gübrelerin üretim miktarları Şekil 10'da verilmiştir. Potasyum sülfat gübresinin 2019-2021 yılları arasında üretimi yapılmamışken, 2022 ve 2023 yıllarında bu gübrein üretimi yapılmış ve bu son iki yılın ortalaması ise yaklaşık 3 bin ton olmuştur. Bir diğer potasyumlu gübre olan potasyum nitrat gübresinin üretimi 2022 yılında son beş yılın en yüksek seviyesine ulaşmış ve ortalama 4 bin 500 ton üretim gerçekleştirilmiştir.



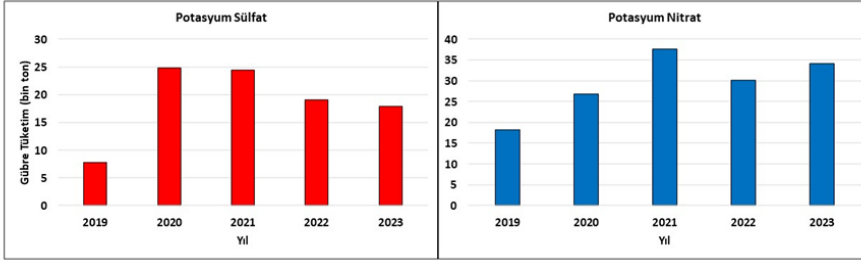
Şekil 10. Farklı Potasyumlu Gübrelerin Son Beş Yıl İçerisindeki Üretim Miktarları

Uzun yıllar potasyumlu gübre tüketimi incelendiğinde, her yıl giderek potasyumlu gübrelere olan talebin artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 11).



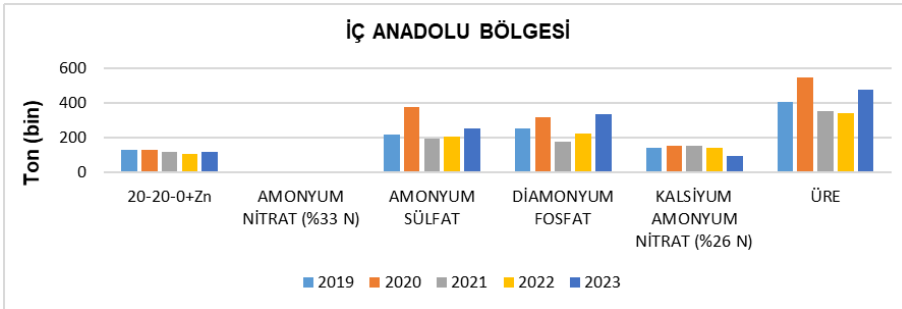
Şekil 11. Potasyumlu Gübre Tüketiminin Yıllara Göre Fiziki Toplamdaki Değişimi

Şekil 12’de farklı potasyumlu gübrelerin son beş yılda tüketim miktarları verilmiştir. Bu grafiğe göre öncelikle potasyum sülfat gübresinin ortalama 18 bin ton olduğu ve 2021 yılından sonra ise bu gübrenin tüketim miktarının azalma eğiliminde olduğu sonucuna varılmıştır. Potasyum nitrat gübresinin tüketim miktarı incelendiğinde ise son beş yılda ortalama 30 bin ton civarında ve 2019’dan 2021 yılına kadar tüketiminin artış halinde olduğu ve bu artışın tekrar 2023 yılında devam ettiği ortaya koyulmuştur (Şekil 12).



Şekil 12. Farklı Potasyumlu Gübrelerin Son Beş Yıl İçerisindeki Tüketim Miktarları

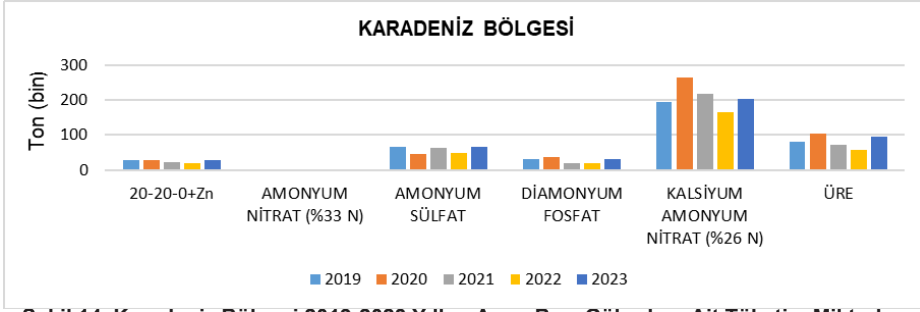
2019-2023 yılları arasında İç Anadolu Bölgesi amonyum nitrat, amonyum sülfat, CAN, ÜRE ve 20+20+0+Zn kompoze gübrelerine ait tüketim verileri verilmiştir. Gübre tüketim verileri değerlendirildiğinde amonyum sülfat, DAP ve üre tüketiminde 2021 ve 2022 yıllarından sonra 2023 yılında artış belirlenmiştir. Kompoze gübre tüketiminde ise yıllara göre önemli bir fark belirlenmemiştir (Şekil 13).



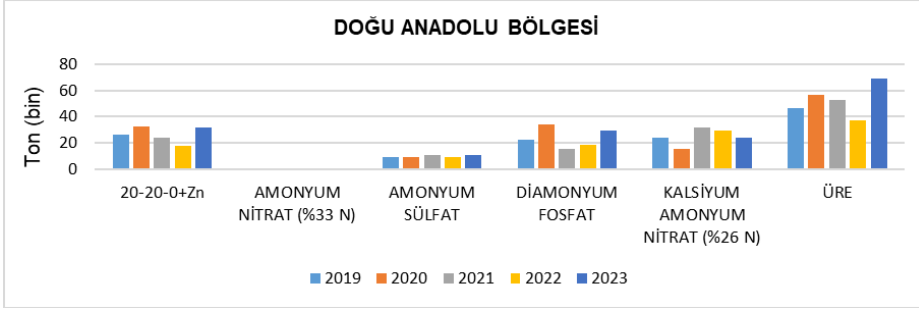
Şekil 13. İç Anadolu Bölgesi 2019-2023 Yılları Arası Bazı Gübrelere Ait Tüketim Miktarları

Şekil 14’e göre Karadeniz Bölgesinde bazı gübrelere ait gübre tüketimleri değerlendirildiğinde, en fazla kullanılan gübrenin CAN olduğu görülmektedir.

Doğu Anadolu Bölgesi AS, CAN, AN, Üre ve DAP gübrelerinin tüketimi değerlendirildiğinde 2023 yılında Üre gübresi diğer yıllara göre en yüksek miktarda tüketilirken, AS tüketimi 2019 yılında en yüksek olmuştur (Şekil 15).

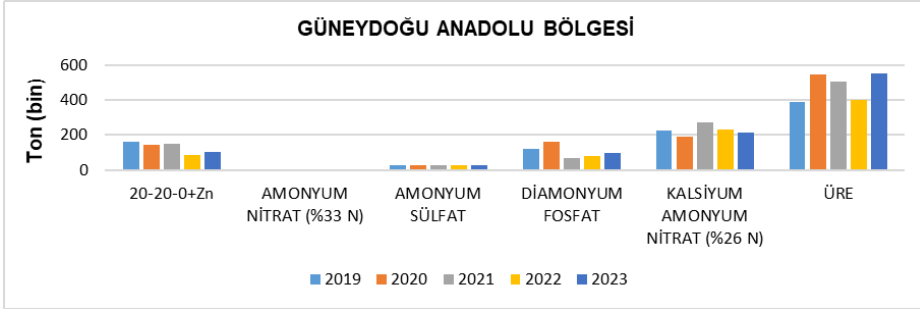


Şekil 14. Karadeniz Bölgesi 2019-2023 Yılları Arası Bazı Gübrelere Ait Tüketim Miktarları



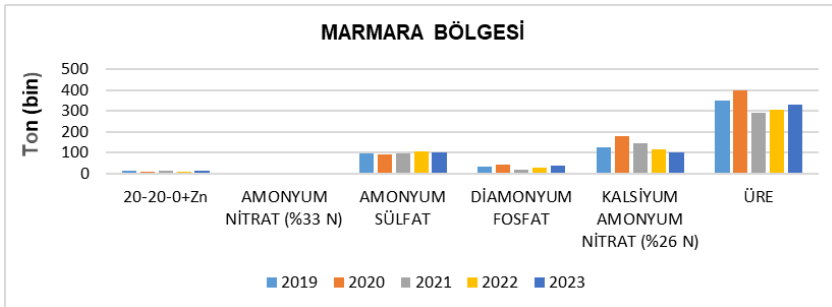
Şekil 15. Doğu Anadolu Bölgesi 2019-2023 Yılları Arası Bazı Gübrelere Ait Tüketim Miktarları

Şekil 16' ya göre Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Üre ve CAN en çok kullanılan gübreler olmuştur. Amonyum sülfat gübresi ise en az kullanılan gübre olmuştur. Bölge topraklarının kireç içeriği ve yüksek pH' sına bakıldığında CAN gübresi tüketimin risk olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 16. Güneydoğu Anadolu Bölgesi 2019-2023 Yılları Arası Bazı Gübrelere Ait Tüketim Miktarları

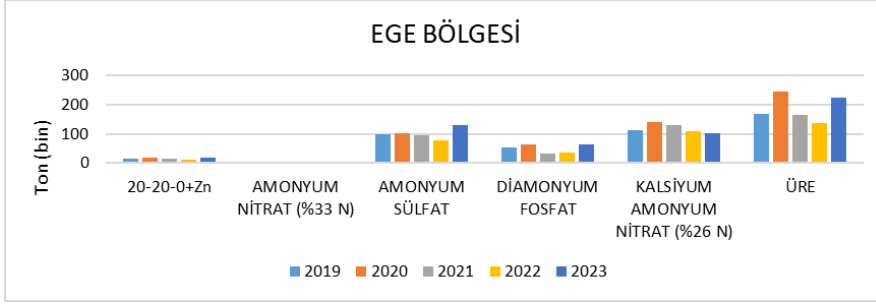
Şekil 17'ye göre Marmara Bölgesinde en çok tüketilen gübreler Üre ve CAN olurken, bu gübrelerin tüketimi 2020 yılından itibaren düşüş göstermiştir.



Şekil 17. Marmara Bölgesi 2019-2023 Yılları Arası Bazı Gübrelere Ait Tüketim Miktarları

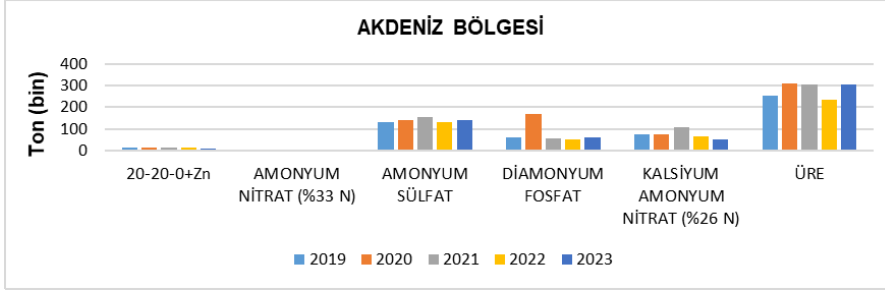
Tarımsal üretimin yaygın olduğu bölgelerden biri olan Ege Bölgesinde en çok tüketilen gübre

Üre olmuştur. Bunu CAN, AS ve DAP gübreleri izlemiştir. Tüketime genel olarak bakıldığında 2020 yılına göre gübre tüketiminde azalma belirlenmiş ve bunun olası sebebinin artan gübre fiyatları olabileceği değerlendirilmiştir (Şekil 18).



Şekil 18. Ege Bölgesi 2019-2023 Yılları Arası Bazı Gübrelere Ait Tüketim Miktarları

Şekil 19'da Akdeniz Bölgesi AS, CAN, DAP ve Üre tüketiminin yıllara göre değişimi değerlendirildiğinde, gübre tüketiminde 2020- 2021 yıllarından sonra bir düşüş olduğu ve bu düşüşün özellikle DAP gübresinde daha belirgin olduğu belirlenmiştir. Üre ise en çok tüketilen azotlu gübre kaynağı olmuştur.



Şekil 19. Akdeniz Bölgesi 2019-2023 Yılları Arası Bazı Gübrelere Ait Tüketim Miktarları

Türkiye ve Dünya toplam azot, fosfor (P_2O_5) ve potasyumlu (K_2O) gübre tüketimi Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde; 2022 yılında Dünya toplam azotlu gübre tüketiminin %1,4'ü; fosforlu gübre tüketiminin %0,8'i ve potasyumlu gübre tüketiminin %0,1'i ülkemiz tarafından tüketilmiştir.

Çizelge 3. 2022 Yılı Dünya ve Türkiye Gübre Tüketimi (Bin Ton) (IFA, 2022)

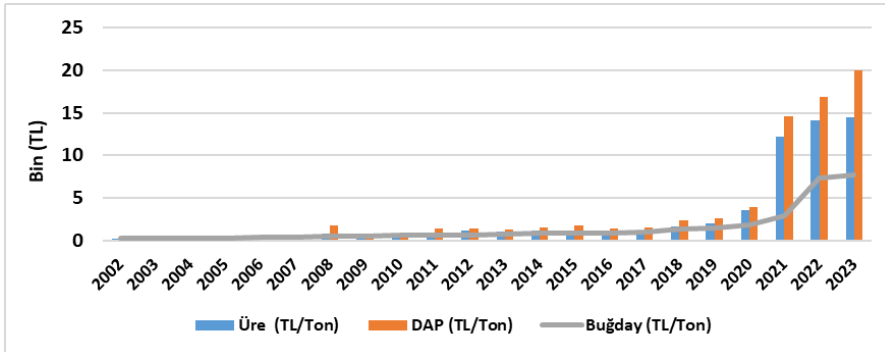
Toplam N	Türkiye	1180,7
Toplam N	Dünya	83878,2
Toplam P_2O_5	Türkiye	226,2
Toplam P_2O_5	Dünya	26709,4
Toplam K_2O	Türkiye	24,6
Toplam K_2O	Dünya	20999,5

Çizelge 4'te 2002- 2023 yılları arasında yaygın olarak kullanılan gübrelere ait fiyatlar verilmiştir. Buna göre gübre fiyatlarının yıllar içerisinde arttığı ve özellikle 2020 yılından itibaren gübre fiyatlarındaki artışın daha fazla olduğu belirlenmiştir. Fiyat oranındaki bu artış tarımsal üretimdeki gübre kullanım miktarının azalması sonucunu da desteklemektedir.

Çizelge 4. Yıllara Göre Gübre Fiyatlarındaki Değişim (Ton/TL)

Yıllar	Amonyum Sülfat	CAN	Amonyum Nitrat	Üre	DAP	20.20.0
2002	178	194	212	261	389	279
2003	214	253	276	340	427	314
2004	295	301	332	381	550	394
2005	276	323	343	463	553	411
2006	283	328	381	512	608	439
2007	362	385	451	662	798	542
2008	620	561	644	836	1839	1221
2009	358	480	527	693	758	572
2010	382	483	584	694	1.011	679
2011	585	617	746	982	1.498	1.060
2012	641	761	880	1.178	1.465	1.054
2013	623	813	920	1.120	1.330	960
2014	620	879	980	1.159	1.568	1.062
2015	681	853	982	1.176	1.825	1.260
2016	644	789	928	1.035	1.471	1.062
2017	708	855	1.220	1.156	1.538	1.096
2018	1.011	977	1.250	1.664	2.383	1.587
2019	1.219	1.222	1.850	2.018	2.654	1.892
2020	1.700	1.380	3.000	3.600	4.000	2.800
2021 (1. Yarı)	1.800	1.480	3.000	3.800	3.700	3.600
2021 (2. Yarı)	9.796	11.200	10.250	12.178	14.600	8.320
2022-1	13.780	11.300	-	14100	16800	12.160
2023	-	12.500	-	14514	20022	12.440

2002 ve 2023 yılları arasında bir ton buğday ile alınabilecek Üre ve DAP (ton) gübreleri karşılaştırılmasına ait veriler Şekil 21’de verilmiştir. Buna göre 2002- 2019 yılına kadar üre ve DAP fiyatlarına paralel olarak buğday alınabilirken 2019 yılı itibariyle gübre fiyatları hızla artmış ve 1 ton buğdaya karşılık alınabilecek gübre miktarları yarı yarıya azalmıştır. Bu durum artan maliyetlerin üretimi karşılamadığını göstermektedir.



Şekil 20. Bir Ton Üre ve DAP Gübresi ile Alınabilecek Buğday Miktarının Yıllara Göre Değişimi

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gübreler sınırlı kaynaklardan üretilmekte ve etkin olmayan kullanımı çevre üzerine olumsuz etkiler yaratmaktadır. Gübre kullanım etkinliğini artırmak, tarımda sürdürülebilirliği sağlamak

ve maliyetleri düşürmek için büyük önem taşımaktadır. Etkin gübre kullanımının en önemli yöntemi toprak ve bitki analizlerine dayalı gübreleme programlarıdır. Yavaş etkili veya kontrollü salımlı gübreler, nano-gübreler, biyogübreler, organomineral gübreler gibi yenilikçi teknolojiler ve yaklaşımlar ile gübre kullanım etkinliği sağlanabilir. Ayrıca güvenlik nedeniyle kullanımı yasaklanan amonyum nitrat gübresinin patlama özelliğini giderecek çalışmalara ağırlık verilmelidir. Döngüsel ekonominin de gereği yeterince değerlendirilemeyen koyun yünü vb organik atıklar ile biyokütle elektrik santrali atık külleri gibi inorganik kökenli atıklar gübre veya gübre hammadde olarak değerlendirilmelidir. Bütün bunlara ilave olarak yapay zeka destekli hassas gübreleme tekniklerinden yararlanmakta gübre kullanım etkinliği bakımından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Abdallah, A.M., Ugolini, F., Baronti, S., Maienza, A., Ungaro, F. and Camilli, F. 2019. Assessment of two sheep wool residues from textile industry as organic fertilizer in sunflower and maize cultivation. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 19, 793-807.
- Akca, H., Taskin, M.B. and Gunes, A. 2023a. Phosphorus makes silicon fertilization mandatory: effect of nano-silicon on the one-sided antagonisms of phosphorus fertilization in wheat-maize and maize-maize cropping system. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23(4), 5070-5083.
- Akca, H., Taskin, M.B., Tugrul, M., Babar, S.K. and Gunes, A. 2023b. Waste sheep wool and its hydrolysate as a nutritional support for sugar beet. *Sugar Tech*, 25(6), 1566-1577.
- Baran, M. ve Erbaş Köse, Ö.D. 2023. Mikrobiyal gübreler ve kullanım alanları. In 3rd International Congress of the Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology. 13-16 September 2023; Malatya/TÜRKİYE.
- Bayraklı, B. Özyazıcı, G. ve Özyazıcı, M.A. 2017. Samsun ilinden toplanan farklı nodozite bakteri kültürü ile sera ve tarla koşullarında aşılamanın soya fasulyesi (*Glycine max L.*)'nin verimine ve azot kapsamına etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(2), 131-142.
- Blackwell, M.S.A., Darch, T. and Haslam, R.P. 2019. Phosphorus use efficiency and fertilizers: future opportunities for improvements. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering-FASE*, 6(4), 332-340.
- Bügem2024. https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Belgeler/Uluslararası%C4%B1%20Kurulu%C5%9Flar/NATIONAL%20PATHWAY%20OF%20TURKEY_BOOKLET_28%20kas%C4%B1m%2002.pdf. Erişim Tarihi:02.10.2024.
- Cengiz A. ve İrget, M.E. 2018. Dünyada Organomineral Gübrelerin Tarımda Kullanımına İlişkin Çalışmalar: Sonuçlar ve Değerlendirme. *Organomineral Gübre Çalıştayı*. Mayıs 2018; İstanbul/TÜRKİYE
- Ditta, A., Arshad, M., Ibrahim, M. 2015. "Nanoparticles in sustainable agricultural crop production: applications and perspectives", In *Nanotechnology and plant sciences*. Ed. Siddiqui, M. H., Al-Wahaibi, M. H., Mohammad, F. Springer, Cham.
- Erdal, İ. 2018. Türkiye'de organomineral gübrelerin kullanıldığı araştırma çalışmaları ve elde edilen sonuçlar. *Organomineral Gübre Çalıştayı*. Mayıs 2018; İstanbul/TÜRKİYE
- Eser, B., Çelik, P., Çay, A. ve Akgümüş, D. 2016. "Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları". *Tekstil ve Mühendis Dergisi*, 23, 43 – 60.
- 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.
- Fletcher, K. 2013. *Sustainable Fashion and Design. Design Journeys*, Earth Scan, London.
- Gil-Ortiz, R., Naranjo, M.Á., Ruiz-Navarro, A., Atares, S., García, C., Zotarelli, L., San Bautista, A. and Vicente, O. 2020. Enhanced agronomic efficiency using a new controlled-released, polymeric-coated nitrogen fertilizer in rice. *Plants*, 9(9), 183.
- Gruère, G., Narrod, C., Abbott, L. 2011. *Agriculture, food, and water nanotechnologies for the poor opportunities and*

constraints. Policy brief. International food policy research institute (IFPRI). Washington DC, 19 June 2011

Gunes, A., Inal, A., Sahin, O., Taskin, M.B., Atakol, O. and Yilmaz, N. 2015. Variations in mineral element concentrations of poultry manure biochar obtained at different pyrolysis temperatures, and their effects on crop growth and mineral nutrition. *Soil Use and Management*, 31; 429-437.

Gunes, A., S. Kan, M. B. Taskin, F. G. Yilmaz, K. D. Yagcioglu, Y. K. Kadioglu, H. Akca, and S. Gezgin. 2024. Recycling and optimization of poultry manure incineration ash as a source of phosphorus and balanced mineral fertilization. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. 3509–24. doi: 10.1007/s10163-024-02062-x.

Güneş, A., İnal, A., Söylemezoğlu, G. 2013. Bitkilerde Nano-Fe'in Demir Beslenmesi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Teknopark ve Teknoloji Transfer Ofisi Projesi. 51s. Ankara.

Güneş, A., Turan, M., Şahin, F. ve Haliloğlu, K. 2012. "Organik Tarımda Biyogübrelerin Kullanımı". traglar.cu.edu.tr/objects/objectFile/objectFile/2J7C1Fof16122012-31.pdf.

Hargreaves, M. 2017. "Waste wool works wonders". *Countryside Magazine*, <https://www.utahfarmbureau.org/Article/Waste-Wool-Works-Wonders>. Son erişim tarihi: 04.09.2022.

ITPS, FAO. (2015). Status of the world's soil resources (SWSR)—Main report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and intergovernmental technical panel on soils, 650.

IFA 2022. <https://www.ifastat.org/databases/plant-nutrition>. Erişim Tarihi: 20.10.2024.

İnal, E.F., Gunes, A., İnal, A., Küçükyumuk Z., Esetlili B.Ç. 2020. Gübre üretim ve tüketiminde mevcut durum ve gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, Ocak 2020 Ankara.

Kadam, V.V., Meena, L.R., Singh, S., Shakyawar, D.B. Naqvi, S. M. K. 2014. Utilization of coarse wool in agriculture for soil moisture conservation. *Indian Journal of Small Ruminants*, 20, 83-86.

Kalaycı, M., Torun B., Eker S., Aydın M., Ozturk L., Cakmak I. 1999. Grain Yield, Zinc Deficiency and Zinc Concentrations of Wheat Cultivars Grown in A Zinc-Deficient Calcareous Soil in Field And Greenhouse. *Field Crops Research*, 63, 87-98.

Kan, S., Yilmaz, F.G., Yagcioglu, K.D. Kadioglu, Y.K., Gezgin, S., Gunes, A., Taskin, M.B., 2024. Valorization of Poultry Litter Incineration Ash as a Sustainable and Balanced Fertilizer Source. *J Soil Sci Plant Nutr* (2024). <https://doi.org/10.1007/s42729-024-02060-w>

Kominko, H., Gorazda, K. and Wzorek, Z. 2016. The Possibility of Organo-Mineral Fertilizer Production from Sewage Sludge. *Waste Biomass Valorization*. 8, 1781-1791.

Maaz, T.M. ve Snyder, C. 2018. The Identification of Management Strategies that Target Multiple Nitrogen Loss Pathways. *Better Crops*, 102, 4.

Naz, M.Y. and Sulaiman, S.A., 2016. Slow release coating remedy for nitrogen loss from conventional urea: a review. *Journal of Controlled Release*, 225, 109-120.

Özbay, N. Ergun, M. ve Demirkıran, A.R. 2018. Ticari Mikrobiyal Gübre Sim Derma (*Trichoderma harzianum*, Kuen 1585) Uygulamasının Ispanakta Çimlenme, Gelişme ve Verim Üzerine Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 482-491.

Özdoğan Kaya, D., Sagun, Ç. İncirkuş, V. Polat, A. and Karmaz, E. 2023. Genetic characterization of rhizobium bacteria isolated from bean (*Phaseolus vulgaris* L.) nodules and its effect on growth. *Soil Studies*, 12(2), 62-69.

Ruser, R. and Schulz, R. 2015. The effect of nitrification inhibitors on the nitrous oxide (N₂O) release from agricultural soils-a review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 178(2), 171-188.

Sahin, O., Gunes, A., Babar, S.K., Deniz, K., Kadioglu, Y.K., Ozturk, S., Inal, A. 2023. Phosphorus Enriched Rice Husk Biochar Affected Growth and Mineral Nutrition of Wheat and its Residual Effects on Maize Production. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 23, 3082-3094.

Sahin, O., Gunes, A., Babar, S.K., Deniz, K., Kadioglu, Y.K.. 2024. Primary and residual impacts of phosphoric acid modified biochar on growth and concentrations of essential and non- essential elements in lettuce and second crop

arugula. *Journal of Plant Nutrition*, 47, 2134-2148.

Schaller, J., Faucherre, S., Joss, H., Obst, M., Goeckede, M., Planer-Friedrich, B., 2019. Silicon increases the phosphorus availability of Arctic soils. *Scientific Reports*, 9, 449.

Taskin, M.B., Akca, H., Babar, S.K., Kadioglu, Y.K., Deniz, K., Kan, S. and Gunes, A. 2023. Evaluating the comparative effects of acid modified rice husk and nano-silicon derived from rice husk on phosphorus use efficiency in wheat and lettuce plants with differing silicon contents. *Journal of Plant Nutrition*, 46(10), 2329-2341.

Taskin, M.B., 2024. Reducing mineral fertilizer usage: Utilizing sheep wool and alkaline hydrolysate for enhanced sugar beet cultivation. *Sugar Tech*, 1-12.

Zheljazkov, V. D. 2005. Assessment of wool waste and hair waste as soil amendment and nutrient source. *Journal of Environmental Quality*, 34, 2310-2317.