



AR-GE BÜLTENİ

Eylül 2021 / Sayı 1



"Toros AR-GE Bülteni" ilk sayısını sizler ile paylaşmanın mutluluğunu yaşıyoruz.

Toros AR-GE Bülteni'nin hazırlık aşamalarında belirlemiş olduğumuz tema, konu başlıkları ve çalışma ekiplerinin oluşturulmasının ardından, bülten içerik ve tasarım çalışmalarının gerçekleştirilmesi ile birlikte "Toros AR-GE Bülteni" ilk sayısını sizler ile paylaşmanın mutluluğunu yaşıyoruz.

Tarımsal sanayi sektörünün en büyük kuruluşu olan Toros Tarım, Mersin Üretim Tesisi bünyesinde bitki besleme alanında Türkiye'nin ilk Ar-Ge merkezini kurmuştur.

Toros Tarım AR-GE Merkezi olarak bilginin yayılım faaliyetleri kapsamında, belirli periyotlarda tarım ve bitki besleme (gübre) alanında literatürel ve teknik bilgilerin ağırlıklı olarak yer aldığı, ülkemizde ve dünyada yaşanan gelişmeleri yakından takip eden, bilimsel çalışmalar doğrultusunda kurumsal hafızaya katkı sunan ve katma değer yaratılması için yürütülen araştırma-geliştirme

çalışmalarımızın yanı sıra bilimsel, güncel gelişmelerin yer aldığı birbirinden farklı içeriğe sahip konulara Toros AR-GE Bülteni'nde yer vereceğiz.

Toros AR-GE Bülteni'nde;

- bilimsel çalışmalar,
- teknik bilgi ve metotlar,
- iyi uygulama örnekleri,
- AR-GE ile ilgili gelişmelerin olduğu birbirinden farklı içerikler yer alacaktır.



Toros Tarım AR-GE Merkezi, Mersin İşletme Tesisi (Tekfen Holding T-Bülten 51.Sayı'dan alınmıştır.)

Toros Tarım AR-GE Merkezi

Gıda zincirinin başlangıç noktası olan tarımın gelişmesini çok yönlü bir süreç olarak gören ve kurulduğu günden bu yana bu süreçte etkin rol alarak öncü olmayı şirket politikası olarak benimseyen Toros Tarım, sürdürülebilir tarımın en önemli unsurlarından olan gübre üretimi alanında ürün portföyünü yeni ürünlerle desteklemeyi ve Türk tarımını teknolojik yeniliklerle tanıştırmayı ana sorumlulukları arasında görmektedir.

Sektörün talep ve gereksinimlerini karşılamaya yönelik bilimsel çalışmalar yürütülmekte olan Ar-Ge Merkezi'nde, yeni teknolojilerle bitki besleme konusundaki verimliliğe katkı yapacak yeni ürünler geliştirilmesine öncelik verilmesi planlanmıştır. T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından Ağustos 2017 yılında onaylanan sektörün ilk Ar-Ge Merkezi'nde, bu amaca yönelik olarak ürün geliştirme, mevcut ürünleri iyileştirme ve süreç geliştirme çalışmaları yapılmaktadır.

Ar-Ge Merkezi'nde gerçekleştirilen formülasyon ve geliştirme faaliyetleri ile Toros Tarım'ın mevcut ürün portföyünün farklı özelliklere sahip ve çiftçinin verimliliğine katkı sağlayacak yeni ürünlerle geliştirilmesi hedeflenmektedir. Özel gübre çeşitlerinin geliştirilmesi ve ülkemizde imal edilmeyen ürünlerin yerli olarak üretilmesi gibi çalışmaların yanı sıra mevcut ürünlerin fiziksel ve kimyasal etkinliğinin,

mukavemet ve bekleme sürelerinin artırılması gibi çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Üretim süreçlerinin geliştirilmesi, optimizasyon, üretimde enerji tasarrufu ve çevresel etkilerin azaltılması gibi konular da Ar-Ge Merkezi'nin hedefleri arasında yer almaktadır. Ar-Ge Merkezi bünyesinde bulunan araştırma laboratuvarı, gübre analizleri başta olmak üzere birçok farklı parametreyi ölçebilecek nitelikte donanımına sahiptir. Merkezde geliştirilen yeni ürünlerin bilimsel denemeleri, Mersin Üretim Tesisi bünyesinde yatırım süreci tamamlanarak 2020 yılının ilk yarısında faaliyete geçen Ar-Ge Serası'nda yapılmaktadır.

Ar-Ge Merkezi'nde atık geri dönüşümü, inorganik/kati ve organik/organomineral gübrelere ek olarak sıvı organik/organomineral ile mikrobiyal gübreler olmak üzere TÜBİTAK 2244 projelerinin yanı sıra TAGEM destekli ulusal katma değeri yüksek bazı projeler yürütülmektedir. Tekfen Holding-TÜBİTAK MAM iş birliği ile yerli çözümler geliştirilmesine yönelik potansiyel proje çalışmalarına da devam edilmektedir.

Ar-Ge Merkezi tarafından patent faydalı model kapsamında ilk başvuru 2019 yılında gerçekleştirilmiş olup, Toros Tarım'da bugüne kadar toplam 4 patent ve 9 faydalı model başvurusu gerçekleştirilerek kurumsal hafızaya katkılar sağlanmaktadır. 2020 yılında AR-GE Merkezi tarafından yapılan çalışmalar doğrultusunda 7 makale ve 3 sözlü bildiri sunumu gerçekleştirilerek birçok uluslararası akademik yayın ile bitki besleme ve tarım sektörüne katkılar sağlanmaktadır.



Yeni Nesil Gübre Üretim Teknolojileri: Hidrojeller

Dr. Ahmet Ozan Gezerman / ARGE ŞEFİ



Suyla etkileştiklerinde yapılarındaki çapraz bağlanma nedeniyle reaksiyon ortamında bulunan diğer maddeleri içine alarak şişen polimerik yapıdaki materyallere verilen isimdir. Bir diğer adı ile poliakrilit olarak bilinirler. Tarımda çeşitli şekillerde kullanımı mevcuttur. Tohum çimlenmesi ve çıkışı desteklediği gibi erken büyüme sağlamaktadır. İçerdikleri yoğun potasyum (%18) konsantrasyonları nedeniyle çok iyi gübre özeliği göstermektedir. Bununla birlikte ortamdaki gübre çözeltisini bünyesine alması nedeniyle besin elementleri kayıplarını azaltıcı etkisi bulunmaktadır. Uygulama sahası içerisindeki su tutma kapasitesini %85 oranında artırabilmektedir. Bu yönüyle verim artışlarında %70'e varan sonuçlar elde edilmiştir [1]. Hidrojel yapının su emme kabiliyeti topraktan fazla ancak bitki köklerinden daha azdır. Bu nedenle toprağa uygulama sonrası bitkinin su ihtiyacının karşılanması açısından önemli bir özellik olarak kabul edilebilir. Hidrojel yapılar suyu, kökleri su emme basıncına göre daha düşük basınçta su tuttukları için kökler hidrojel yapı içerisindeki suyu kolayca kendi bünyesine çekebilirler (Şekil 1).

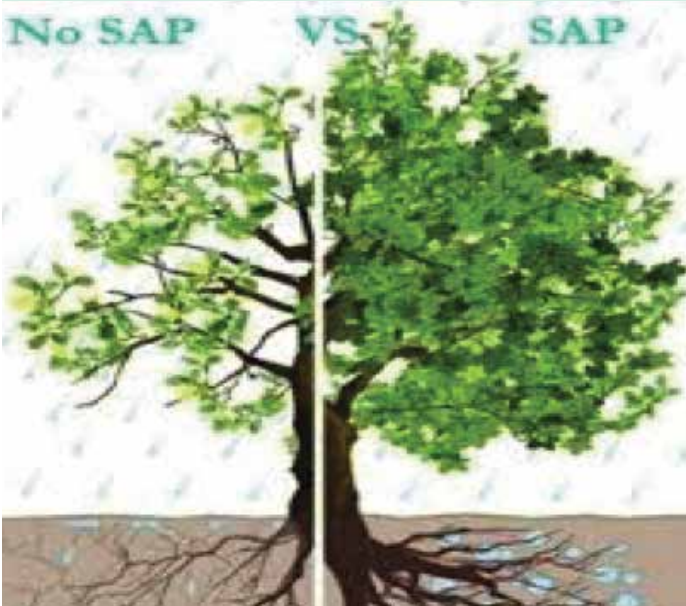
Yaygın olarak uygulaması, tohum yatağına ve 15-30 kg/ha dozajlaması şeklinde yapılmaktadır. Bununla birlikte, tohum çimlenme oranı ve fidan büyümesini önemli ölçüde iyileştirdiği tespit edilmiştir (Şekil 2). Hidrojel uygulamalarında ABD'de mısır, Moğolistan ve Afrika'da patates üretiminde %70'e varan verim artışları gözlenmiştir.

Hidrojellerin tarımsal uygulaması olarak bir başka çalışma tohum kaplama üzerine yapılmaktadır. Özellikle hastalıklara ve zararlılara karşı korumak, ayrıca çıkış hızını artırmak amacıyla tohum kaplama uygulamalarında kullanılmaktadır. Oldukça düşük maliyetli gerçekleştirilen bu işlem tarımsal uygulamalarda verimi geliştirmek amacıyla gelecek vaat eden materyaller olarak ifade edilmektedir.

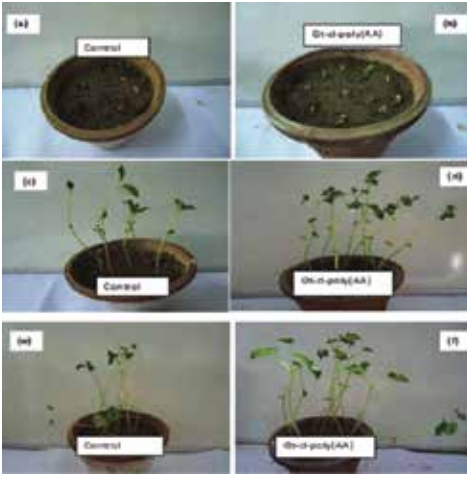
Hidrojellerin tarımda kullanılan bir diğer uygulaması süs bitkileri ve peyzaj alanlarıdır. Bu tür bitkileri için kuraklık ve solma riskini azalttığı gibi, bitkilerin sulama aralığının uzamasına neden olur. Bir diğer uygulama şekli ile hidrojeller, çim ve golf sahalarında uygulanarak %70'e varan su tasarrufu sağlamaktadır. Böylece bakım maliyetlerinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu çimlenmenin daha hızlı oluşmasını ve daha uzun süre yeşil kalmasını sağlar. Böylece gübre kaybının daha az gerçekleşmesi sağlanır (Şekil 3).

Hidrojeller tarımsal uygulama olarak ağaçlarda fidan boyutunda uygulandığında maksimum 20 g/ağaç konsantrasyonunda hayatta kalma oranını iki katına çıkarmaktadır. Aynı zamanda yetişkin ağaçlarda organik gübrelerle birlikte uygulandığında verimin etkilendiği önemli sonuçlar alınmıştır.

Hidrojellerin tarımsal uygulamaları sadece gübre kullanım şekli ile sınırlı değildir. Su ve toprak kirliliğine neden olan endüstriyel sıvı atıkların hidrojeller aracılığı ile absorbe edilerek bertaraf edilmesine yönelik kullanılmaktadır.



Şekil 1. Hidrojinin çalışma prensibi ve uygulama mekanizması



Şekil 2. Gt-Cl-poly hidrojelinin toprak uygulaması ile bitkinin gelişim süreci (Kaith, et.al, 2015)



Şekil 3. Golf / çim saha hidrojel uygulaması

Bununla birlikte dere yataklarına yerleştirilen hidrojellerin sel baskınlarına karşı suyu emmesi ile sel riski minimize edilebilmektedir. Tüm bu açılardan bakıldığında, tarımsal alanlarda bitkisel üretimde verim ve toprak kaybının minimize edilmesi açısından hidrojeller birçok şekilde gelecek vadeden materyaller olarak göze çarpmaktadır.

Hidrojel uygulamalarında, toprak nitrifikasyonun ve nitrat düzeyinin artırılarak verimde artışa neden olduğu, hidrojin topraktaki etkinliğinin, toprak yapısına göre 2 ile 4 yıllı zaman zarflarında değiştiği bildirilmiştir (Polyakova, 1976). Bir toprak düzenleyici olarak uygulanan hidrojellerin kimyasal olarak sülfonat yapısında olduğu, bununla birlikte toprak agregatlarını birbirine bağlayan poliakrilamid ve polisakaritlerden oluşup, toprak yüzeyini stabilize etmek için kullanılmaktadırlar (Demiralay, 1977).

Benzer şekilde hidrojel materyallerinin su tutma kapasitesini ve poroziteyi artırarak hacim ağırlığını azalttığı, böylece toprağın işlenme kapasitesini artırarak tohum ekimini kolaylaştırdığı rapor edilmiştir (Azam, 1980; Teyel, 1981; Helalia, 1988).

Hidrojellerin su tutma kapasitesinin artması nedeniyle çimlenmeyi geciktirdiği ve tohumların çürümesine neden olduğu da bilinmektedir (Bradford, 1981).

Hidrojinin polimerik yapısı nedeniyle toprağa direkt

uygulandığı durumda, toprak erozyonunu engellemektedir. Bununla birlikte, hidrojel uygulamasının toprakta amonyum tutulmasını artırdığı ve nitrat kaybı üzerinde etkili olmadığı ifade edilmektedir (Henderson, 1985). Ayrıca hidrojel uygulaması ile birlikte topraktaki ısı akışını etkilediği ve gece gündüz ısı farkının azalttığı, ısı farkını koruduğu böylece soğuk iklimlerde ve yaz aylarında ani soğumalara karşı bitki ve köklerini koruduğu belirlenmiştir (Roule, 1992).

Bir başka çalışmada ise hidrojel bitki besin maddelerini tutarak bu maddelerin yıkanmasını önlediği ve yavaş salınım mekanizmasına hizmet ettiği rapor edilmiştir (Mikkessen, 1994). Bir diğer uygulama çalışmasında hidrojel ilave edilen toprakta, özellikle ayçiçeği bitkisinde, çimlenme zamanı, gelişme süresi, bitki yüksekliği, sulama aralığı gibi özelliklerin hidrojel miktarı ile orantılı olduğu tespit edilmiştir (Rigas, 1999). Bununla birlikte hidrojel uygulamasının farklı konsantrasyonlarda tuz stresini azaltmada etkili olduğu tespit edilmiştir. Böyle bir tespit çalışması, fasulye bitkisi için toprak nemini bitki tarafından etkin kullanımında hidrojel yapının önemli rol oynadığını, bu açıdan hümik asite benzer etki yaptığı ancak uygulama esnasında maliyet dezavantajının bulunduğu tespit edilmiştir (Kant, 2008).

Kaynak: <https://www.igdir.edu.tr/Addons/Resmi/uploads/files/aras%CC%A7-go%CC%88r-faruk-tohumcu-hidrojellerin-tarimda-kullanimi.pptx> [1]

Kaith, B. S., Jindal, R., & Kumar, V. (2015). Biodegradation of Gum tragacanth acrylic acid based hydrogel and its impact on soil fertility. *Polymer degradation and stability*, 115, 24-31.

Polyakova, Y.Y., (1976). Polymers-soil conditioners and nitrogen fertilizers. *Soviet Soil Science*. 8 (4): 443-446.

Demiralay, İ., (1977). Toprak Fiziği. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Notu, Erzurum

Azam, R.A.I., (1980). Agricultural polymers. Polyacrylamide preparation, application, and prospects in soil conditioning. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 11(8):767-834 Teyel. M.Y., and El-Hady, O.A., (1981). Super gel as a soil conditioner. *Acta Horticulture*. 119:247-256

Helalia, A. and J. Letey, 1988. Cationic polymer effects on infiltration rates with a rainfall simulator. *Soil Science Society of America Journal*. 52: 247-250. Bradford, K.J., and Yang, S.F. (1981). Physiological responses of plants to waterlogging. *Hort. Science* 16(1) : 25-30

Henderson, J.C. and Hensly, D.L., (1985). Ammonium and nitrate retention by a hydrophilic gel. *Hortscience* 20 (4) 667-668

Roule, D.A., (1992). The complexities of water management. *Golf Course Management*. June: 8-10

Gübrelerin Fiziksel Özellikleri Ve Önemi

Aysu Ulusal, Yüksek Kimya Mühendisi / ARGE UZMANI



Gübreler, fiziksel özellikleri ve kalitesi açısından uzun bir evrim geçirmiştir. Modern tarımın başlangıcında, yetiştiricilerin pek de ideal olmayan çok az seçeneği vardı. Ancak ileri üretim yöntemleri, besin maddeleri ve granül performansının daha iyi anlaşılmasıyla birleştiğinde, gübre üreticilerinin tam olarak istenen şekilde performans gösteren gübreler üretmek için belirli ürün spesifikasyonlarına odaklanması gerekti. Kalite spesifikasyonlarına göre uygun fiziksel özelliklere sahip olmayan gübre birtakım sorunlara neden olabilir. Bunlar, gübrenin çok çabuk parçalanması, çok yavaş parçalanması, nakliye veya elleçleme sırasında kırılması, aşırı tozlaşması ve

dolayısıyla ürün kaybı ve sağlıksız bir çalışma ortamı oluşturması, depolamada kekleşmesi ve serbest akış özelliğinin bozularak uygulama zorluğu yaratması gibi sorunları içerebilmektedir. Bir gübrenin fiziksel özellikleri, kimyasal bileşimi ve nasıl üretildiği ile belirlenir. Gübrelerin özelliklerinin anlaşılması, gübrenin taşınması, depolanması ve kullanımı için oldukça önemlidir. En kritik gübre özellikleri olarak higroskopiklik, kekleşme eğilimi veya serbest akış özelliği, taneciklerinin şekil ve boyut dağılımı, taneciklerinin mekanik dayanımı, tozlaşmaya ve ufalanmaya yatkınlığı, yığın yoğunluğu ve homojenliği sayabiliriz.



Kaynak: Mikkesen, R.L., (1994). Using hydrophilic polymers to control nutrient release. Fertilizer Research. 38: 53-59.

Rigas, F., Sachini, E., Chatzodis, G., Kanellopoulos, N., (1999). Effects of a Polymeric Soil Conditioner on The Early Growth of Some Flowers. Canadian Journal of Soil Sci. 79(1), 225-231

Kant, C., (2008). Toprakta Oluşturulan Tuz Stresi Koşullarında Hümik Asit Ve Hidrojel Uygulamasının Bazı Toprak Özellikleri İle Bazı Fizyolojik Bitki Parametreleri Üzerine Etkisi Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi Erzurum



Higroskopiklik

Higroskopik maddeler bulunduğu ortamın atmosferi ile nem alışverişi yapabilirler. Bu durum, maddelerin amaçlanan şekilde performans göstermeyen ve spesifikasyon dışı ürünlerle dönüşmesine neden olabilir. Benzer şekilde, parçacıklar arasında kristal köprülerin oluşmasını da teşvik ederek kekleşmeye neden olabilir (Şekil-1).

Hava, su buharı olarak nem içerir ve bu nedenle nem ve sıcaklık tarafından belirlenen bir su buharı basıncı (p_{H_2O}) uygular. Sıcak hava, soğuk havadan daha fazla su içerebilir. Su içeriği ise bağıl nem (RH) ile ifade edilir. Hava, su buharıyla doyurulduğunda bağıl nem %100 ve yarı doymuşsa %50 RH' dir. Tüm gübreler az ya da çok higroskopiktir, yani belirli bir nemde veya belirli bir su buharı basıncında nemi emmeye başlarlar.

Belirli sıcaklıkta nemi emmeye başladıkları kritik sınır değeri, kritik nem değeri (CRH) olarak tanımlanır. Sıcaklık arttığında kritik nem düşer. Bazı çok higroskopik gübreler, nemi diğerlerinden çok daha kolay ve daha düşük nemde çeker.

Gübrelerin CRH değerleri onların higroskopikliği hakkında bize bilgi verir. 30°C sıcaklıkta farklı gübrelerin ve bulk karışımlarının CRH değerleri grafikten okunabilir (Şekil-2). Grafikte görüldüğü gibi, iki bileşenin bulk karışımı, bileşenlerin kendi başlarına olduğundan daha higroskopik olabilir.

Depolama ve taşıma sırasında nemin emilmesi fiziksel kaliteyi düşürecektir. Önemli miktarda su alımının gübre ürünleri için istenmeyen sonuçları vardır. Granüller yavaş yavaş yumuşak ve yapışkan hale gelir. Parçacıkların hacmi artar ve çatlamaya başlar. Ağarma gibi bir renk değişimi görülür. Kekleşmeler gözlemlenebilir. Tozlaşma ve ufalanmalar gerçekleşir. Depo zeminleri nemli ve kaygan hale gelir. Gübrenin hava sıcaklığı ve nemi ile yüzey sıcaklığı bilinerek su emmenin gerçekleşip gerçekleşmeyeceği belirlenebilir. Higroskopiklik genellikle bir ürünün kimyasal bileşimi ile ve ayrıca nem emilimini engellemek için yüzey işlemleri veya kaplamalar yoluyla kontrol edilir.



Şekil 1. Understanding Caking Phenomena in Industrial Fertilizers, Toros Tarım AR-GE Merkezi (Ulusal ve Avşar, 2020)

Kekleşme Eğilimi

Gübre gibi katı malzemelerin en zorlu sorunlarından biri, topaklanma ve aglomerasyon gösteren doğal yapılarıdır. Kekleşme, gübre partikülleri veya granülleri arasında oluşan temas noktalarından dolayı oluşan aglomerik görünüm olarak tanımlanır (Şekil-3). Depolama sırasında istenmeyen aglomeraların oluşması olarak da tanımlanabilir. Tarif edilen temas noktaları, gübrenin iç yapısından kaynaklanan ve depolama süresince çevresel faktörlerin de tetiklediği bazı reaksiyonların gerçekleştiği yerlerdir. Parçacıklar arasındaki bu temas etkileşimlerinin büyümesiyle, topaklanma yapısı çarpıcı biçimde oluşmaya başlar.

Fertilizer	N	P	K	S	Other	70	65	60	55	50	45	<45
Urea 46-0-0	70					18						
Ammonium Nitrate AN 34-0-0	55					45	55					
Amm. Nitrate Limestone CAN 26-0-0	55					55	55	55				
Ammonium Sulfate AS 21-0-0	75					50	50	50	50			
Ammonium Chloride* 26-0-0	75					70	55	55	50			
Triple Superphosphate TSP 0-46-0	>80					65	70	60	55	50		
Diammonium Phosphate DAP 18-46-0	70					89	65	70	-	60	<45	
Monoammonium Phosphate MAP 12-50-0	70					65	65	68	55	55	50	45
Potassium Chloride MOP 0-0-60	70					65	-	50	55	55	55	<45
Potassium Sulfate SOP 0-0-50	75					67	55	55	60	70	50	<45
Sodium Nitrate 16-0-0	72					55	60	55	65	60	50	
Nitric Phosphate 20-20-0	55					-	55	70	50	50		
Nitrate NPK 20-10-10	55					55	-	70	45	55		
Nitrate NPK 17-17-17	55					-	55	-	<45			
Sulfate NPK 13-13-13	70					-	<45	<45				
Urea Ammonium Phosphate UAP 28-28-0	50					-	<45					
Urea Ammonium Phosphate UAP 35-17-0	55					-						

Şekil 2. Humidity factors affecting storage and handling of fertilizers. (Clayton, 1984)



Şekil 3. Understanding Caking Phenomena in Industrial Fertilizers, Toros Tarım AR-GE Merkezi (Ulusal ve Avşar, 2020)

Topaklanma, temel olarak, kılcal yoğunlaşma, devam eden kimyasal reaksiyonlar, çözünme ve gübre yapısındaki moleküler çekimler nedeniyle sıvı ve katı köprülerin oluşumundan kaynaklanır.

Çoğu gübre, depolama sırasında kek yapma eğilimindedir. Bu tür kekleşme, granüller arasında güçlü kristal köprülerin ve adhezyon kuvvetlerinin oluşması nedeniyle ortaya çıkar. Birkaç mekanizma bu noktada söz konusu olabilir. En önemli olanlar aşağıdaki gibidir:

- Son üründe fazla su kalması veya son sıcaklığının uygun olmaması nedeniyle devam eden kimyasal reaksiyonlar,
- granül yüzeyinde uygunsuz ortam koşulları nedeniyle gübre tuzlarının çözünmesi ve yine değişen koşullar ile yeniden kristalleşmesi,
- granüller arasında gerçekleşebilecek parçacık çekim kuvvetleri,
- uzun süreleri temas ve uygun olmayan depolama yüksekliklerinin yarattığı basınç.

Kekleşme eğilimi ise temelde hava koşulları, depolama şekli, süresi ve yüksekliği gibi çevresel koşulların yanında; ürünün nem içeriği, kristal/amorf yapısı, kimyasal bileşimi, son sıcaklığı (kurutma verimi), antikek/kaplama gibi koruyucu madde kullanımı, granül boyutu ve şekli, son olarak granül mekanik dayanımı gibi gübreye ait özelliklerden etkilenir. Bu parametreler kontrol edilirse kekleşme eğilimi önemli oranda düşük kalır.

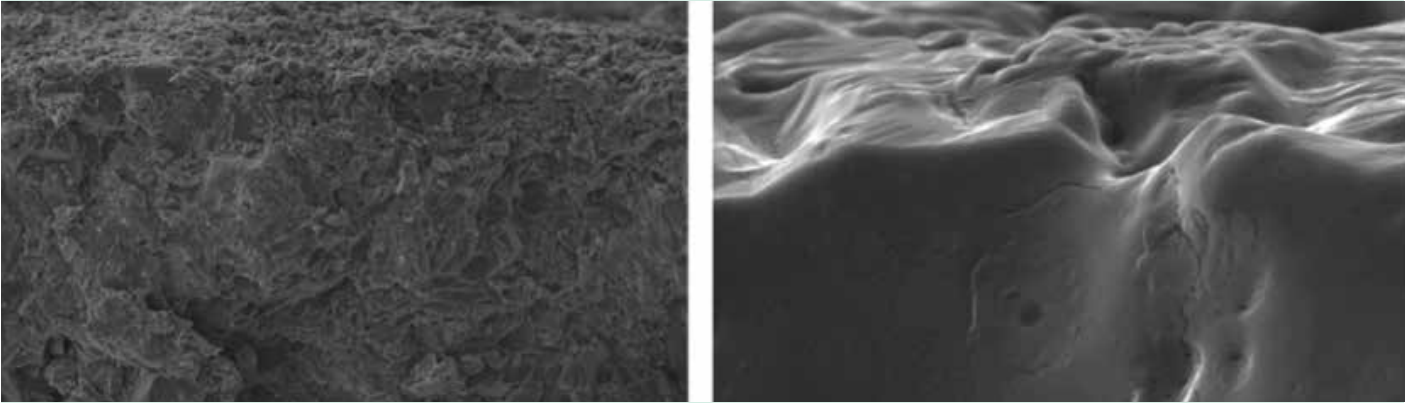
Ek olarak, uygun bir antikek önleyici maddenin uygulanmasına sıklıkla ihtiyaç duyulmaktadır. Kalsiyum amonyum nitratta (CAN) düşük kekleşme eğilimleri varken, NPK, AN ve ürede kekleşme çok önemli bir fenomendir.



Parçacık Şekli ve Boyut Dağılımı

Gübre prilleri genellikle pürüzsüz ve camsı bir yüzeye sahiptir, ancak granüllerin yüzeyi daha farklı olabilir; normalde granüller, prillerden daha pürüzlü ve düzensizdir. Partikül yüzeyinin rengi, proseste uygulanan hammaddelere göre değişebilir. Gübrenin yüzey profilini anlamak için mikroskobik görüntüleme büyük önem taşımaktadır (Şekil-4).

Partiküllerin boyutu, şekli ve homojenliği, spesifik yüzey alanını doğrudan etkiledikleri için temas mekanizmaları için önemli parametrelerdir. Gübre, sınırlı boyut dağılımı ve nispeten büyük boyutlar gibi iyi bir granül yapısına sahipse topraklanma riskiyle birlikte temas yüzey alanı azalacaktır. Nispeten büyük gübre partikülleri, partiküller arasındaki temas noktaları olduğundan topraklanma eğilimini azaltır. Bu etki bilinerek toz gübreler veya daha küçük taneli gübreler yerine daha büyük taneli gübrelerin üretimi tercih edilir. Yüzey pürüzlülüğü, temas alanı ve partiküller arasındaki pürüzlülük temasının doğası ile ilgili olduğundan, partikül etkileşimlerini ve kekleşme eğilimini etkileyen diğer bir parametredir.



Şekil 4. 20-20-0 ve AN laboratuvar çalışmaları, Toros Tarım AR-GE Merkezi

Kırılma Dayanımı

Kırılma dayanımı, Uluslararası Gübre Geliştirme Merkezi tarafından granüllerin basınç altında deforme olmaya veya kırılmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanır (IFDC, 1986). Şekil-5'teki gibi enstrümanlar ile ölçülebilir ve kg/granül veya N/granül birimi ile ifade edilir. Kırılma dayanımı, granül bir malzemenin taşıma ve depolama özelliklerinin ölçülmesinde ve torba ve yığın depolama sırasında uygulanan basınç sınırlarının belirlenmesinde özellikle yararlıdır.

Depolama, taşıma ve uygulama sırasındaki elleçleme gübrenin parçacık yoğunluğunu ve boyutunu etkileyebilir. Bu fiziksel özelliklerde ezilmeye bağlı değişkenlik, kompoze gübrelerde tekli gübrelerle göre daha fazla görülür ve ince taneler ve tozla ilgili sorunlar ortaya çıkar. Bu nedenle, sahada eşit bir yayılmanın elde edilebilmesi için granül kırılma dayanımının hesaba katılması önemlidir. Kırılma dayanımının iyileştirilmesi için gübre üretimi sırasında destekleyici katkı maddeleri kullanılabilir.

Tozluluk

Gübredeki aşırı tozlaşma iş güvenliğini engellemesi ve uygulamayı zorlaştırması nedeniyle önemli bir fiziksel bozukluk olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle, çoğu ülkede elleçleme işlemlerinden kaynaklanan toz emisyonu yasalarla sınırlandırılmıştır. Tozlaşma genellikle gübrenin nemlenmesi, zayıf yüzey özellikleri, kırılma, gübre kaplamasının uygunsuzluğu, aşırı elleçleme gibi sebeplerden kaynaklanmaktadır (Şekil-6).



Şekil 5. 20-20-0 ve AN laboratuvar çalışmaları, Toros Tarım AR-GE Merkezi

Şekil 6. 20-20-0 ve AN laboratuvar çalışmaları, Toros Tarım AR-GE Merkezi

Yığın Yoğunluk

Gübreler için yığın yoğunluk da kritik bir fiziksel özelliktir. Yığın yoğunluğu, belirli bir dökme katı malzemenin ağırlığı ve hacmi arasındaki ilişkidir. Bir malzemenin yığın yoğunluğunun, paketleme, nakliye, ölçüm ve yayma ile ilgili etkileri ile son ürün performansı ve taşıma üzerinde önemli bir etkisi vardır. Yığın yoğunluğu, belirli bir hacimdeki bir malzemenin ağırlığı olarak ölçülür. Bu nedenle, bir malzemenin kütle yoğunluğu bir diğer değişkenle birlikte biliniyorsa eksik değişken (ağırlık veya hacim) hesaplanabilir.

Bir malzemenin yığın yoğunluğunu etkileyen sayısız faktör, onu üretimde kontrol edilmesi gereken karmaşık bir özellik haline getirir. En etkili parametreler ise nem içeriği, her bir partikülün (pril veya granül) yoğunluğu ve parçacık şeklidir.

Genel olarak, bir malzemenin nem içeriği arttıkça kütle yoğunluğu da artar. Bunun nedeni, nemin ağırlık eklemesidir. Ancak bu her malzeme için geçerli değildir; bentonit kil gibi bazı malzemeler eklenen nemle şişer, bu da parçacığın hem ağırlığının hem de boyutunun arttığı anlamına gelir. Aynı malzemeden ve aynı boyuttaki iki parçacık farklı kütle yoğunluklarına sahip olabilir. Bunun nedeni, aynı boyuttaki partikülün içine daha büyük bir malzeme hacminin paketlenmesidir. Parçacık şekli, parçacıklar arasındaki boşlukların hacmi üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğu için, bir malzemenin yığın yoğunluğunda bir başka önemli faktördür.

Üretim yöntemleri de parçacıkların yoğunluğunu büyük ölçüde etkileyebilir. Örneğin; bir pimli karıştırıcı, homojen bir katı ve sıvı besleme karışımı oluşturmak için yoğun bir döndürme hareketi kullanır. Bu yoğun döndürme hareketi, parçacıkların tek başına bir disk

peletleyici veya granülasyon tamburunda oluşturulduğundan daha yoğun olmasına neden olur.

Gübre endüstrisi nispeten iyi gelişmiş olmasına rağmen, kesin ürün spesifikasyonları üretmek için birlikte çalışacak süreç parametrelerinin belirlenmesi, mevcut ürünlerin iyileştirilmesi ve süreçlerin verimliliştirilmesi çoğu zaman kapsamlı Ar-Ge çalışmaları gerektiren bir süreçtir. Hammaddelerdeki çeşitlilik, üretim miktarlarındaki değişiklikler ve pazar beklentisi bir süreci tanımlamayı önemli ölçüde zorlaştırmaktadır.

Özel gübreler üretmeye yönelik artan ilgi ile birlikte gübrelerle ilgili süreç ve ürün geliştirmede bir artış görülmektedir. Dünyada birçok inovasyon ve ar-ge merkezi bu alanda iyileştirmeler yapmaktadır. Gübre tesislerinde prilleme, granülasyon gibi proseslerinin başarısı için giderek daha kritik hale gelmiştir. Bazı şirketler, sürekli genişleyen ürün geliştirme ihtiyaçlarını karşılamak için kendi granülasyon pilot tesislerine yatırım yapmaktadır, Toros Tarım da bunların öncülerinden biridir.

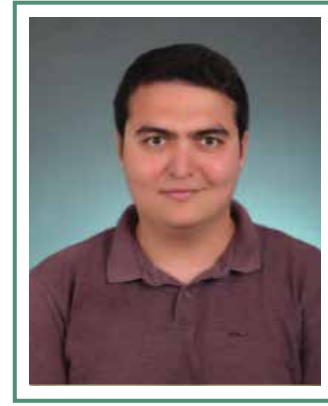
Toros Tarım Ar-Ge Merkezindeki uzmanlar, ticari ölçekte amaçlanan son ürünü uygun kalitede üretebilecek bir süreç geliştirmek için hammadde, ekipman, metot, katkı maddeleri ve sayısız diğer süreç parametrelerini test etmek için laboratuvar ve pilot ölçekte çalışmalar yürütmektedir.

Özetle; granül gübrelerin taşınması, depolanması ve uygulanması, ürünün fiziksel özelliklerinden büyük oranda etkilenir. Gübrelerin fiziksel özellikleri, o ürünün ticari vizyonundan mahsul verimine ve kârlılığına kadar etkili olabilecek kritik öneme sahiptir.



Deniz Müsilajının Yayılımı Ve Etkisi

Ali Yetgin, Moleküler Biyolog, Biyoteknolog / ARGE UZMANI



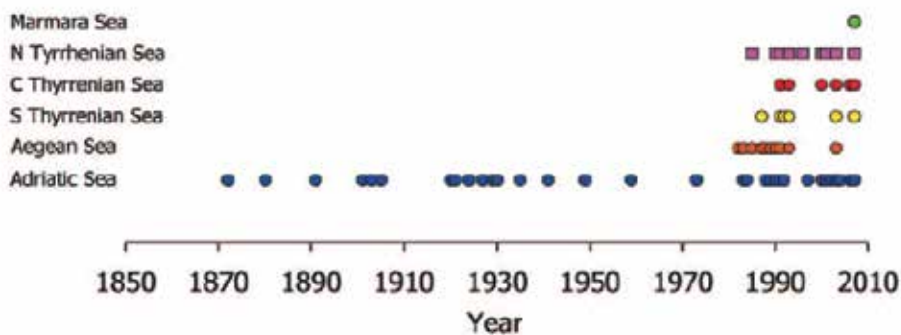
Deniz müsilajı denizlerde görülen sümük benzeri organik madde topluluğudur. Müsilajlar, birçok ototrofik (makroalg, fitoplankton) ve heterotrofik organizma (bakteri, mercan, zooplankton) tarafından deniz ortamında mikro ölçekli olarak üremektedir. Bununla birlikte, müslaj maddesinin toplanması, Yeni Zelanda ve Adriyatik Denizi de dahil olmak üzere dünya çapında sadece birkaç belirli alanda tekrarlayan epizodik bir olaydır. Kremsi ve jelatinimsi olabilen bu topluluklar genellikle zararlı değildir. Ancak, bazı virüsleri ve bakterileri kendisine çekerek riskli bir örtü haline gelir. Deniz karı (yani, birkaç milimetre ile birkaç metre arasında değişen amorf agregalar) Dünya okyanuslarında her yerde bulunur. Yaz koşullarında küçük boyutlu agregaların, toplu olarak deniz müsilajı olarak bilinen büyük tabakalar halinde aşamalı birleşmesi söz konusu olabilmektedir. Müsilaj, yüzlerce kilometrelik kıyı şeridinde büyük boyutlara ulaşabilen ve alanları kaplayabilen deniz karının jelatinli gelişen bir aşamasıdır (Şekil 1).

Akdeniz'in farklı bölgelerinde müsilaj topluluk oluşumu gözlenmiştir (Şekil 6). 19. yüzyıldan beri müsilaj

topluluklarının varlığı kaydedilmiştir; ancak 1980'lerin sonundan bu yana gözlem sayısı artmıştır. Adriyatik Denizi, Tiren Denizi, İyon Denizi'nde müsilaj topluluklarının varlığı tanımlanmıştır (Flander-Putrl ve Malej, 2008). Daha yakın zamanda, kuzeybatı Akdeniz; Ege Denizi ve Marmara Denizi'nde müsilaj toplulukları gözlenmiştir.

Dünya çapında, Akdeniz havzası içindeki son derece verimli ve sığ Adriyatik Denizi (özellikle Kuzey kısmı), büyük deniz müsilajı salgınından en ciddi şekilde etkilenen bölgedir. Müsilaj ilk kez 1729'da burada rapor edildi ve başlangıçta balık ağlarının tıkanmasına neden olduğu için "kirli deniz" fenomeni (mare sporco) olarak tanımlandı. O zamandan beri, müsilajın varlığı düzensiz olarak bildirilmiştir. Ancak son otuz yılda, bu fenomenin sıklığı önemli ölçüde artmış görünmektedir. Yüzeyde bulunan deniz müsilajı uzun bir süre (2-3 aya kadar) görüntülenebilir ve daha sonrasında bu büyük agregalar çökerek deniz tabanını kaplamaktadır. Belirli durumlarda müsilaj kilometreler boyunca uzanabilmektedir (Giani ve ark., 2012).

Mucilage appearance (1850-2007)



Şekil 2. Akdeniz'de müsilajın belgelendiği alanlar ve ortaya çıkış yılları (Danovaro et al., 2009)



Müsilaj, stresli koşullar altında üretilen türetilmiş karbonhidratların fitoplankton eksüdasyonu (örneğin, büyük miktarlarda polisakkarit üreten diatomlar) ve hücre duvarı kalıntılarının ölümü ve ayrışması yoluyla deniz organizmaları tarafından farklı süreçler yoluyla salınan yüksek kolloidal özelliklere sahip eksopolimik bileşiklerden oluşmaktadır. Böyle bir salınım, prokaryotların bu eksopolimerleri, sistemde büyük moleküler ağırlık bileşiklerinin salınmasını ve birikmesine yol açan hücre dışı enzimler yoluyla hidrolize etme kabiliyeti ile birleşebilir. Bu süreçler, prokaryotların ve fitoplanktonların viral enfeksiyonları ve bunun sonucunda ortaya çıkan hücre lizisi ile ilişkilendirilebilir. Bu da çözünmüş organik maddenin salınmasını ve birikmesini daha da katkıda bulunur. Deniz müsilajının oluşumunu tetikleyen nedenler ne olursa olsun, bu fenomen sosyoekonomik sonuçları nedeniyle kıyı bölgelerinde artan bir endişe yaratmaktadır.

Deniz fitoplanktonları, balıkçılık verimi ve sürdürülebilir deniz ekosistemleri açısından küresel birincil üretimin yaklaşık yarısını oluşturur ve deniz yaşamının kaderini etkiler. Eysel ve endüstriyel deşarjlar besin zenginleşmesine ve dolayısıyla birçok

kıyı bölgesinde biyoçeşitlilik ve bolluk açısından fitoplankton bileşiminde değişikliklere neden olur. Ekosistemlere yıllık azot ve fosfor girişi son elli yılda küresel olarak iki kattan fazla artmıştır.

Fitoplanktonların büyümesi ve çoğaltılması için gerekli olan besinlerin mevcudiyeti genellikle biyolojik talepten daha düşük olduğundan, fitoplankton büyümesi için ek besin kaynağı gereklidir.

Bu nedenle, yaygın kaynaklara ek olarak (karasal girişler, havadaki partiküller) antropojenik akıntılar (endüstriyel, evsel ve tarımsal atıklar) besin zenginleşmesini etkiler ve fitoplankton bolluğunda bir artışa neden olur. Uygun koşullar altında (sıcaklık ve tuzluluk), yeterli besin seviyeleri aşın fitoplankton üremesine neden olabilir ve zararlı alg sahaları oluşabilir. Bu zenginleşmeler çoğunlukla kentleşmiş ve sanayileşmiş yerleşim yerlerine yakın kıyılarda gerçekleşir (Ergül ve ark., 2018).

Müsilajın parçalanabilmesi için suda çözünmüş oksijene ihtiyaç vardır. Sudaki oksijen seviyesinin dengelenebilmesi için ideal sıcaklıkta olması gerekmektedir. Ancak, küresel ısınma ve deniz sularının kirlenmesiyle beraber deniz suları ısınır ve oksijen seviyesi düşer.

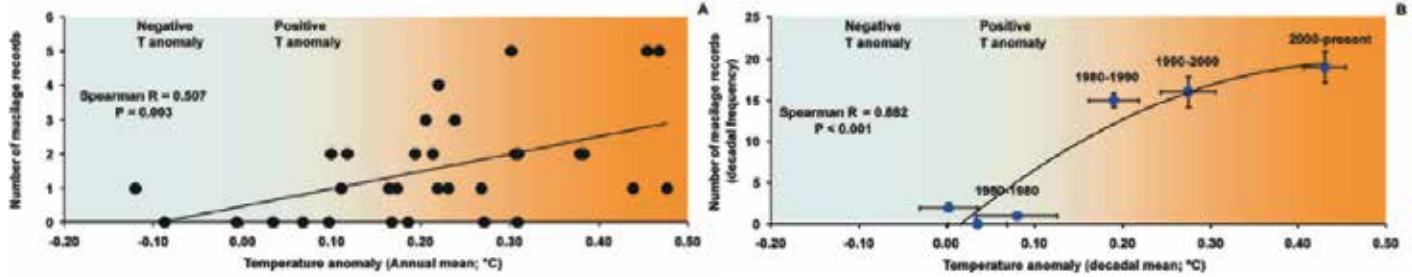
Akdeniz'de yaklaşık 60 yıllık müsilaj oluşumuna (1950-2008) dayanan analizde, iklim anomali örüntülerinin (yüzey sıcaklığındaki artışlar) müsilaj salgınlarında yıllık ve on yıllık bazda artışa neden olduğu görülmektedir (Şekil 4).

Genellikle müsilajın kendisi zararsızdır, ancak bakteri ve virüsleri çekebilir. Müsilajın yeni mikrobiyal çeşitliliğe ev sahipliği yapma ve/veya deniz hastalıkların yayma potansiyelini araştırmıştır. Deniz müsilajın geniş bir mikrobiyal çeşitlilik içerdiğini ve çevredeki deniz suyunda bulunmayan patojen türleri içerdiğini gösterilmiştir (Danovaro ve ark.,2009). Yapışkan bir yapıya sahip olan müsilaj, deniz yüzeyinde yüzer hâlde olan balık yumurtalarını hapsederek yaşamlarına engel olur. Deniz içerisindeki hayvansal besini (zooplanktonu) içine hapsettiğinden larvaların beslenmelerini engeller. Deniz çayırlarının üzerine örtterek dipteki bazı canlıların (midye, istiridye vb.) ışıkla temasını kesip beslenmelerini ve solunumlarını engellediğinden canlı çeşitliliğini azaltır. Ayrıca müsilaj yayılımının artması öncelikle kıyı bölgelerinde

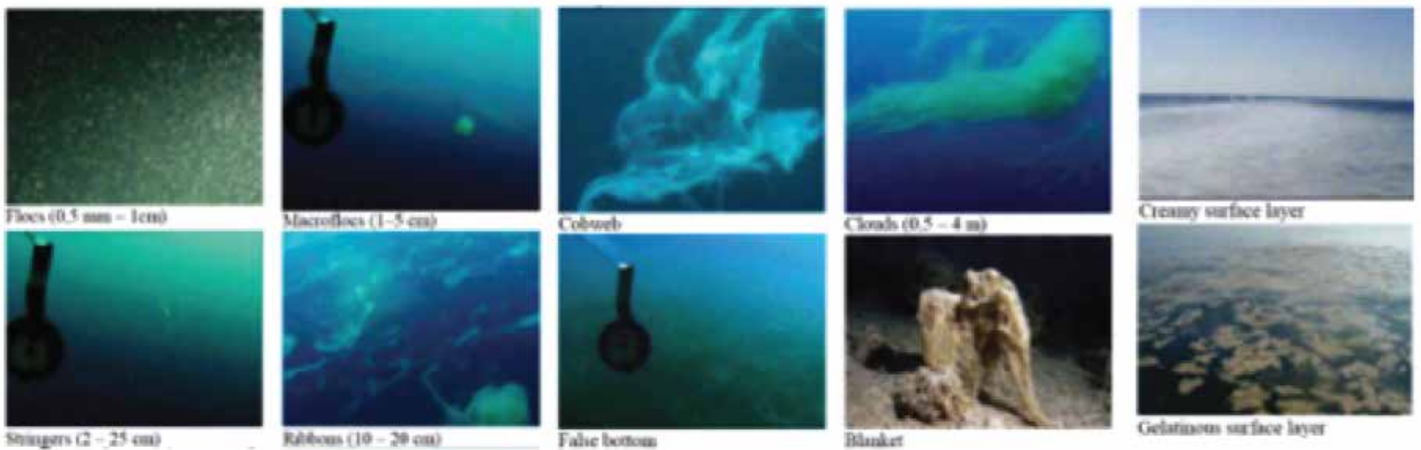
başlayarak ciddi ekolojik sorunlara dönüşerek çevre ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir (Michoacan, 2008).

Müsilaj oluşumu belirtilen bu nedenlerden dolayı ekolojik bozulmaya neden olabilmektedir. Ani ve yoğun müsilaj gelişimi nedeniyle bitkilerin ve hayvanların deniz tabanında yok olmaları kaçınılmazdır. Böylece ekosistemin dayanıklılığı, yani kendini yenileme kapasitesi azalır ve ciddi şekilde zarar görür. Ekosistemde meydana getirdiği bu olumsuz durumlardan dolayı müsilajın etkilerinin araştırma ve izleme teknikleriyle değerlendirilmesi gerekmektedir. Çalışmalar bize müsilajın yapısı ve oluşumu hakkında gerekli bilgileri sağlasa da mekanizmasının karmaşık olması bu oluşumun tek bir neden sonucu olmadığını göstermektedir. Çevre ve toplum sağlığının korunması için müsilaj oluşumunun önlenmesine yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Kamu, üniversite ve sanayi iş birliklerini içeren araştırmalarla bu soruna kalıcı çözümler ortaya konulmalıdır.

Şekil 4. Akdeniz'de müsilaj oluşumu ile iklim değişikliği (termal anomalilerin büyüklüğü) arasındaki ilişkiler: (A) Yıllık bazda, (B) On yıllık bazda (Danovaro et al., 2009).



Şekil 5. Kuzey Adriyatik Denizi'nde gözlenen müsilaj türleri (Precali ve ark. 2005).



Kaynak: Flander-Putrlle, V., & Malej, A. (2008). The evolution and phytoplankton composition of mucilaginous aggregates in the northern Adriatic Sea. *Harmful Algae*, 7(6), 752-761. Giani, M., Sist, P., Berto, D., Serrazanetti, G. P., Ventrella, V., & Urbani, R. (2012). The organic matrix of pelagic mucilaginous aggregates in the Tyrrhenian Sea (Mediterranean Sea). *Marine Chemistry*, 132, 83-94.

Ergül, H. A., Aksan, S., & İpşiroğlu, M. (2018). Assessment of the consecutive harmful dinoflagellate blooms during 2015 in the Izmit Bay (the Marmara Sea). *Acta Oceanologica Sinica*, 37(8), 91-101. Danovaro, R., Umani, S. F., & Pusceddu, A. (2009). Climate change and the potential spreading of marine mucilage and microbial pathogens in the Mediterranean Sea. *PLoS One*, 4(9), e7006. Michoacan, P. M. (2008). Mucilage event associated with diatoms and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey. *Harmful Algae News*. Precali, R., Giani, M., Marini, M., Grilli, F., Ferrari, C. R., Pečar, O., & Paschini, E. (2005). Mucilaginous aggregates in the northern Adriatic in the period 1999-2002: typology and distribution. *Science of the Total Environment*, 353(1-3), 10-23.

Geliştirilmiş Etkili Yeni Nesil Gübre Teknolojileri

Nadide Miray Yaşlı, Kimyager / ARGE UZMANI



EEF (Enhanced Efficiency Fertilizers), Smart Fertilizer Technologies ya da üreticiler tarafından Akıllı gübre olarak adlandırılan bitki besleme ürünlerinin, Dünyada ve ülkemizde uygulama miktarları %1,5 - 2'ler seviyesinde, hâlâ toplam gübre tüketiminin çok gerisindedir. Bununla birlikte çevresel hassasiyetler, dünyadaki tarım alanlarının azalması ve beraberinde birim alandan alınan verim miktarlarının arttırılmasının zorunluluğundan dolayı, yakın gelecekte genel gübre kullanım miktarları içerisindeki oranın artacağı düşünülmektedir.

Öncelikle belirtmek gerekirse, yeni nesil gübre teknolojileri konusu, dünya genelinde uzun yıllardır birçok kimya şirketinin ciddi bir şekilde Ar-Ge çalışmalarına yatırım yaptığı ve zaman ayırdığı bir konudur. Yapılan tüm çalışmaların ve yatırımların en önemli amacı, tarımsal üretimde en belirleyici girdilerden biri olan azot kayıplarının önüne geçerek birim alandan elde edilecek verimin artırılması ve uygulama sayılarının azaltılarak işçilik-mazot vb. giderlerden tasarruf edilebilmesidir.

Azot kayıpları her yıl, uygulaması yapılan tarım alanlarında farklı formlarda, gerek buharlaşma yolu ile gerekse de yıkanma şekli ile yeraltı sularına karışmaktadır.

Bu kayıplar, uygulama zamanına, uygulama yapılan toprak tipine ve dönemine göre değişkenlik göstermektedir fakat yapılan araştırmalarda, uygulaması yapılan azotlu gübrelerden %50'lere varan farklı formlarda azot kayıplarının yaşandığı tespit edilmiştir. Uygulaması yapılan azotlu gübrelerden, toplamda %50'ye varan azot kayıpları olduğu üzerinden yola çıkıldığında oluşan muhtemel kayıplar sırasıyla:

- Buharlaşma Yolu ile Atmosfere: Üre uygulamalarında Amonyak (NH_3) formunda, toplamda uygulaması yapılan Üre azotunun %80'ine varan kayıplar söz

konusu olup, Nitrifikasyon ve Denitrifikasyon sürecinde Nitroz (N_2O) oksitleri halinde %3'e varan ve Nitrifikasyon sürecinde ise (N_2) formunda %20'lere varan oranlarda buharlaşma şeklinde azot kayıpları gerçekleşmektedir.

- Yıkanma Yolu ile Yeraltı Sularına: Nitrifikasyon sürecinde, uygulaması yapılan toplam azotun %25'e varan miktarları ise yıkanma yoluyla Nitrat azotu (NO_3) olarak kök bölgesinden uzaklaşmaktadır. Üreticiler ve ülkemiz tarım pazarında çoğunlukla bu tip yeni nesil gübre teknolojilerinin geneli her ne kadar yavaş salınımlı olarak tanımlansa da, yavaş salınımlı sağlayan (Üre Formaldehit, IBDU ve CDU gibi) bileşikler içeren, daha yoğunlukla çim-peyzaj alanlarında kullanılan, gerçek anlamda yavaş salınımlı gübreler, diğer tüm yeni nesil gübre teknolojileri içerisinde oran olarak %4-5'lik bir payı oluşturmaktadır.

Yeni nesil gübre teknolojilerinin çeşitleri sırasıyla;

1-Nitrifikasyon İnhibitörlü Gübreler (Nitrification Inhibitors) (DMPP, DCD, DCD+Triazole, Nitrapyrin vb.) Nitrifikasyon sürecinde, uygulaması yapılan toplam azotun %25'lere varan miktarları, yıkanma yoluyla Nitrat azotu (NO_3) halinde kök bölgesinden uzaklaşmaktadır.

Şekil 1. Nitrifikasyon inhibitörlü gübrelerin toprakta çalışma şekli, BASF

Şekil 2. Nitrifikasyon inhibitörü DMPP'nin azot kayıpları üzerine etkisi (Ottow et al., 1999)

2-Üreaz İnhibitörlü Gübreler (Urease Inhibitors) (NBPT veya NBPT+NPPT)

Üre uygulamalarında, uygulama zamanı ve iklim şartlarına göre değişmekle birlikte %80'lere varan amonyak formunda (NH_3) azot kayıpları görülmektedir.

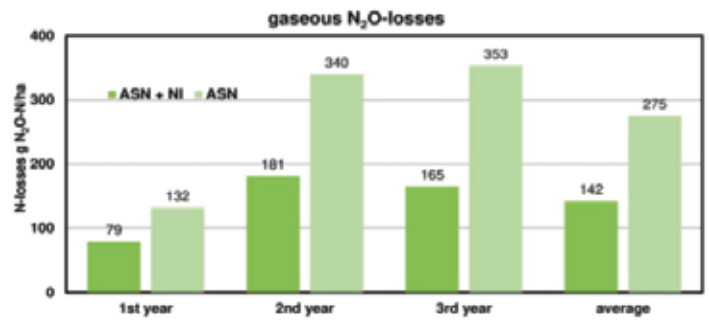
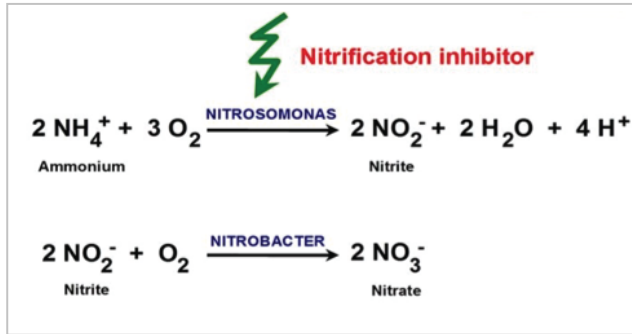
3-Kontrollü Salımlı Gübreler (Controlled Release)
(Polimer veya Reçine kaplı)

4-Yavaş Salımlı Gübreler (Slow Release) (Üre Formaldehit, IBDU ve CDU)

Öte taraftan özellikle ülkemizde, bu tip gübrelerde kullanılan azot etkinliğini artıran, gerek inhibitör olarak adlandırılan ya da farklı çalışma mekanizmalarına sahip kimyasal maddelerin en doğru uygulama şekilleri, son kullanıcıları olan üreticilere tam anlamıyla anlatılamamaktadır. Bunun yanı sıra, inhibitör analizlerini en doğru sonuçlarla gerçekleştirebilecek laboratuvar altyapısının yetersizliği ya da üreticinin kullanımına

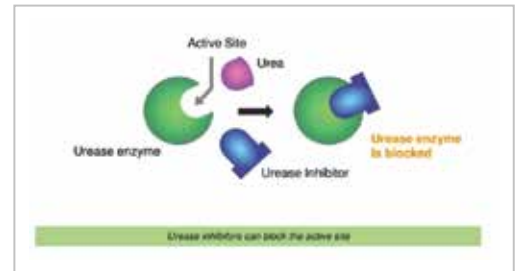
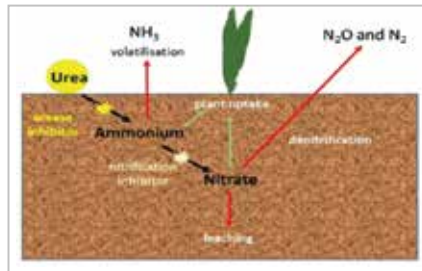
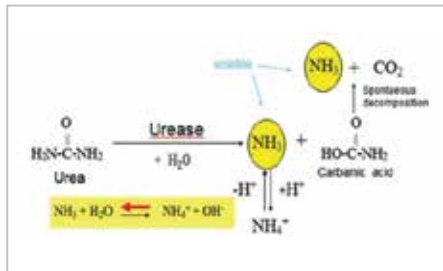
sunulan ürünlerin hammadde kalitesindeki farklılıkları da başka sorunları beraberinde getirmektedir.

Ülkemizde son 10 yıldır tarım alanlarında kullanılmaya başlanan yeni nesil gübre teknolojilerinin daha çok tanınması ve son yıllarda üreticiler tarafından artan bir oranda kullanılıyor olması ülkemiz tarımı açısından ümit verici gelişmelerdir. Bu sevindirici gelişmeler ile birlikte üreticilerimiz bu özelliklerde hangi ürünleri kullanırlarsa kullansınlar, konunun uzmanı ve uzun yıllardır tecrübe sahibi ziraat mühendislerinin önerilerini dikkate almalıdırlar. Aksi takdirde, uygun olmayan miktarlarda ve dönemlerde kullanılmaları durumunda, beklentilerinin uzağında sonuçlarla karşılaşabileceklerdir.



Şekil 1. Nitrifikasyon inhibitörlü gübrelerin topraktaki çalışma şekli, BASF

Şekil 2. Nitrifikasyon inhibitörü DMPP'nin azot kayıplar üzerine etkisi (Ottow et al., 1999)



Şekil 3. Üre azotunun, üreaz enzimi ile topraktaki etkileşimi (hidrolizi), BASF

Şekil 4. Üreaz inhibitörlü gübrelerin topraktaki çalışma şekli

Şekil 5. Üreaz inhibitörlerinin üre azotu üzerindeki etki şekli, BASF

