

TARIMSAL SORUNLARLA MÜCADELEDE SOSYALİST PLANLAMANIN VADETTİĞİ GELECEK: YERALTI SUYU NİTRAT KİRLİLİĞİ ÖRNEĞİ

Güray Hatipoğlu

Doktora Öğrencisi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Yer Sistem Bilimleri
gurayhatipoglu@gmail.com

ÖZET

Bu yazıda Türkiye'deki nitratla kirli yeraltı sularının tarımda kullanılarak temizlenebilmesi üzerine yapılan hipotetik model çalışmaları ve gerek bu gibi durumların oluşmasını önlemede, gerekse bu durumun çözülmesinde sosyalist planlamanın önemi açıklanmıştır. Yeraltı suyundaki nitrat, neredeyse dünyanın her yerinde çeşitli şiddetlerde karşılaşılan bir sorun olup, Türkiye gibi yoğunlukla toprağa dünya geneline oranla daha az gübre uygulandığı söylenen bir coğrafyada da önemli bir sorun olmayı sürdürmektedir. Düzen içi çözüm önerileri arasında; bakterilerle, alglerle, demir nanoparçacıklarıyla, iyon-değiştirici reçinelerle ya da aktif karbon gibi tutucu malzemelerle yeraltı suyunun muamele edilmesi bulunmaktadır. Bunların hiçbiri sorunun asıl nedenine yönelmemektedir. Yeraltı suyunun çekilip bizzat tarım için kullanılması durumunda ise iyi planlanmış bir sulama yönetimiyle nitrat kirliliği giderilebileceği gibi tarımsal gübre gereksinimi de azalacaktır. Günümüz ekonomik sisteminde bu yalnızca Şanlıurfa-Harran Ovası civarlarında avantajlı görünmektedir, hâlbuki Türkiye'nin birçok yerinde bu uygulama için yüksek bir potansiyel vardır. Fakat kapsamlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi ülke çapında bütünüyle merkezi bir planlama ile olası görülmektedir.

Anahtar sözcükler: tarımsal nitrat kirliliği, azotlu gübre, sudaki azot

THE PROMISED FUTURE OF SOCIALIST PLANNING IN THE STRUGGLE OF AGRICULTURAL PROBLEMS: THE CASE OF GROUNDWATER NITRATE POLLUTION

ABSTRACT

The manuscript explains the hypothetical model studies on decontamination of nitrate-contaminated groundwater in Turkey, and the critical importance of socialist planning on both the prevention of such groundwater contamination and remediation of the contaminated groundwater. Nitrate in groundwater is a widespread problem in the entire world with differing severities, and even in countries like Turkey where the farmers usually apply fertilizer less than world average, it remains as a serious problem. There are various solutions in the current economic system; such as treating with bacteria, algae, zero-valent iron nanoparticles, ion-exchange resins or sorbents like active carbon. Unfortunately, none of them solves the actual problem. Whereas, in the case where the contaminated groundwater is pumped and used for irrigation, with a good management not only the groundwater is decontaminated but also the fertilizer requirement of the farm decreases. In the current economic system, only Şanlıurfa-Harran Basin looks promising for this process, albeit there are many places in Turkey which have considerable potential. It is possible to realize it only in a country with a complete central planning.

Keywords: agricultural nitrate pollution, nitrogen fertilizer, nitrogen in water

GİRİŞ

Tarımsal kaynaklı su kirliliği dünya çapında oldukça ciddi bir sorundur. Bu durum birçok yerde olduğu gibi ABD (FAO, 2018) ve birçok OECD ülkesi için de (Parris, 2011) belgelenmiştir. Tabii bu kirliliklerin arasında gübre kaynaklı olanlar da yer almaktadır (Merrington ve ark., 2003). Gübre, özellikle bu çalışmada da odaklandığı üzere azot (nitrat formu), birçok kaynaktan gelip yeraltı suyunu kirletebilir. Atık su deşarjı (Górski ve ark., 2017), kanalizasyon sistemi (Reynolds-Vargas ve ark., 2006), kayaçtaki potasyum nitrat kaynaklı doğal sızıntı (Sünel ve Erşahin, 2012), septik sızıntısı (Czekaj ve ark., 2016) tarımsal kaynakların yanında yeraltı suyunu azot açısından kirleten diğer örneklerdir. Yine de yeraltı suyu nitrat kirliliği yoğunlukla gübre kullanımına atfedilebilir (Commoner, 1970; Hansen ve ark., 2017).

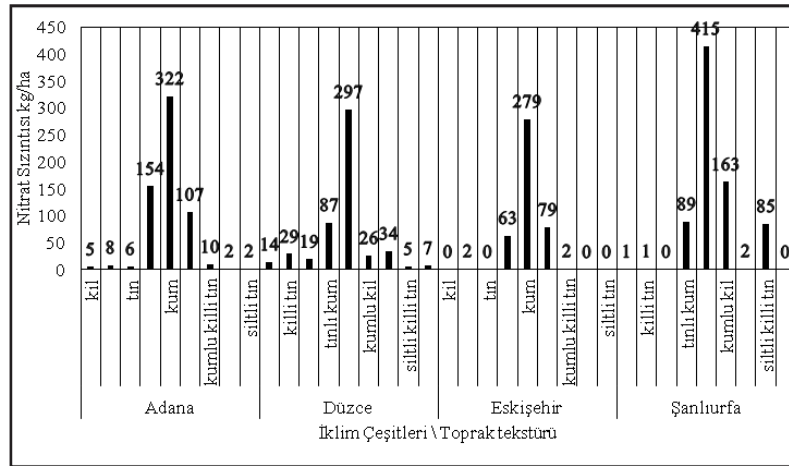
Durum her ne kadar böyle olsa da, ikinci bölümde ayrıntılı inceleneceği üzere, sorununun çözümü üzerine pek fazla çalışma yapılmamıştır. Sorun tarımda suyla gelen azotun hesaba katılmaması ve farklı toprak tekstürlerinin azotlu gübrelerin yeraltı suyuna sızmasındaki etkisinin yeterince ciddiye alınmamasıdır. Türkiye'de birim tarım alanı başına azotlu gübre kullanımı genel olarak dünya ortalamasının altında ya da yakınlarında seyretmektedir (Eraslan ve ark., 2009). Bir başka deyişle, Türkiye'de genel olarak aşırı gübre kullanımı olmadığı için çok ciddi gübre kaynaklı yeraltı suyu kirlenmesi beklenmemektedir. Fakat gübrelemenin uygulama miktarı kadar önemli olan bir başka değişken uygulama sıklığıdır. Bitki farklı evrelerinde farklı miktarlarda gübreyi emdiği ve farklı kök uzunluğuna sahip olduğu için (Do-

erge ve ark., 1991) bir ya da iki kez azotlu gübre uygulanması sistemi her halükarda yeraltı suyuna sızmalara neden olmaktadır. Türkiye kapsamında hangi iklim/toprak koşullarındaki mısır üretiminde yeraltı suyundaki nitratın etkili biçimde gübre olarak kullanılabilmesine dair hipotetik modeller oluşturulmuş ve beklenen nitrat sızıntıları da Şekil 1’de gösterilmiştir (Hatipoğlu, 2018). Bu makalede ise bu sonuçların tarımsal üretim açısından ve çevre sorunları yönünden ne ifade ettiği, sosyalist üretim sisteminin bu soruna ne gibi bir alternatif ürettiği irdelenmiştir. Makalenin özgün olduğu nokta, çok az çalışılmış bir yeraltı suyu temizleme yönteminin (“pump & fertilize” - pompala ve gübrele yöntemi) önemli sonuçlar alabilmesi için merkezi planlama ile yürütülen bir tarım uygulamasının gerekliliğinin tartışılmasıdır. Bu çalışmada öncelikle Türkiye’deki yeraltı suyu nitrat kirliliği sorunu açıklanmış (1. bölüm), bu soruna literatürde yapılan çalışmalar ışığında ne gibi yöntemlerle çözüm üretileceği derlenmiştir (2. bölüm). Üçüncü bölümde nitratla kirliliği yeraltı suyunun tarımda kullanılması üzerine odaklanılmış ve bunun için hangi verilere gereksinim duyulduğu ortaya konulmuştur. Dördüncü yani tartışma bölümünde ise, bu gerekli verilerin günümüzdeki ekonomik düzende ne düzeyde toplanabileceği ve yöntem büyük ölçekte uygulandığı zaman ne derece başarılı olma şansının olduğu, merkezi planlama sisteminin sağlayabileceği olanaklarla da karşılaştırılarak irdelenmiştir. Bu bölümde aynı zamanda genel olarak merkezi planlama ile geçmişte tarım pratikleri sonucunda oluşmuş çevresel zararlara getirilen eleştiriler de detaylandırılmıştır.

1. YERALTI SUYUNDA NİTRAT SORUNU VE TÜRKİYE

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın yayınladığı İl, Çevre, Durum Raporları’nda, en azından Türkiye illerinin önemli bir kısmı için 2016-2017 yıllarında ölçülmüş nitrat düzeyleri paylaşılmıştır (ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü, 2017). Bu sorunun nasıl çözüleceği konusunda, bildiğimiz kadarıyla net bir planlama henüz bulunmazken, tarımsal etkinlikler sonucu yeraltı suyu kirliliğini önlemeyle dolaylı olarak ilişkilendirilebilecek, Toprak, Su ve Gübre Tavsiyeleri Rehberi (Güçdemir, 2006) ise bitki desenleri tavsiyelerini ve toprak organik maddesini dikkate almaktadır. Yine bu belge iklimler açısından da bir ayırım yapmışsa da bu yeterli değildir. Çünkü söz gelimi Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye’deki iklimleri incelediğimizde (Öztürk ve ark., 2017) genel sınıflandırmalarda bile üstteki bölgelerin oldukça heterojen bir durumda olduğunu, kısaca “Doğu Anadolu Bölgesi”, “Karadeniz Bölgesi” gibi iklimlere ayırmanın yeterli bir yaklaşım olmadığını görebiliriz. Söz gelimi, Batı Karadeniz Bölgesi’ndeki Düzce ilinde 1 hektar mısır bitkisinin ömrü boyunca su gerekliliği son ortalama iklim verilerine göre 2950 m³ iken, Rize için bu rakam 150 m³’tür (Hatipoğlu, 2018) ve bu durum bitkinin davranışlarını ciddi bir şekilde değiştirecektir. Toprak tekstürü için de benzer bir eksiklik söz konusudur. Organik madde içeriği her ne ka-

dar gerekecek azot miktarı için önemli olsa da, toprak tekstürü de birçok nedenden dolayı nitrat sızıntısını ve gübre gereksinimini etkilemektedir (Cambouris ve ark., 2016; Liang ve MacKenzie, 1997). Sonuç olarak Türkiye’de tam olarak neredeki tarım uygulamalarında nitrat sızıntılarından dolayı sorun yaşanacağı, nerede yeraltı suyunda nitratın artma riskinin olacağı net değildir. Bu yüzden, Hatipoğlu (2018) tarafından, dünya genelinde en çok miktarda yetiştirilen bitkilerden biri olan mısır bitkisi model olarak seçilip, Türkiye’nin çeşitli bölgelerinde, mısır için önerilen (Doerge ve ark., 1991) 239 kg azota karşılık gelecek şekilde ~1058 kg nitratın sulama suyuyla birlikte tarlaya uygulanması hipotetik olarak modellenmiştir. Bu modeller bir boyutlu yeraltı suyu modelleri olup mısırın kök boyutunun yaklaşık olarak en derin 1 metreye ulaşacağını varsayarak 120 cm toprak derinliği kapsamında oluşturulmuştur. Bu koşullarda nitrat azotlu gübresinin akıbeti 1) bitki kökleri tarafından emilmek, 2) denitrifikasyon (denitrifikasyon bu bölgede oksijenin varlığından dolayı çoğunlukla yok sayılabilir), 3) toprakta kalmak, 4) yeraltı suyuna sızmaaktır. Damlama sulama sistemi düşünülerek ve Türkiye’nin son iklim verileri ve toprak tekstürleri dikkate alınarak yapılan modeller sonucunda nitrat sızıntısının düzeyleri Şekil 1’de verilmiştir. HYDRUS 1D (Simunek ve ark., 2013) sonlu elemanlar yöntemini kullanarak yeraltı suyunun akışını ve bu süreçte kimyasalların taşınımını modelleyebilmektedir. Bitki gelişimini ve su/besin alımını da modelleyebildiği için literatürde tarımsal uygulamaların modellenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Yöntemle ilgili varsayımlar, veriler ve diğer detaylar için Hatipoğlu (2018)’nin tezine ulaşılabilir.



Şekil 1. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM, 2018) ve Meteoblue (Meteoblue, 2018) web sitelerinden alınmış iklim verileri Criwar 3.0 (Bos ve ark., 2008)’da işlenmesi ve Rosetta Lite programı ile elde edilen tekstür hidrolik verilerinin mısır tarımı fertigasyon uygulamasının HYDRUS 1D (Simunek ve ark., 2013)’de hipotetik olarak modellenmesi sonucu elde edilen yıllık nitrat sızıntısı miktarları (uygulanan nitrat ~1048 kg/ha/yıl = 239 kg/ha/yıl azot)

Elbette, bu sonuçların peşine kurulabilecek çok çeşitli hipotezler olup, sonuçta birçok yeni bilimsel çalışma alanı bulunabilir. Yalnız, burada özellikle vurgulanmak istenen iki noktadan birincisi, farklı toprak tekstürleri arasında çok ciddi nitrat sızıntısı farkının olabilmesi,

ikincisi ise belli bir tekstür tipinin farklı iklim koşulları altında son derece farklı davranabilmesidir (kumlu kil, siltli killi kum). Sonuçta, Türkiye’de yeraltı suyu tarımsal nitrat kirliliğinin toprak tekstürü ve iklime bağlı olarak oldukça önemli derecede değişebildiği ve belli bölgelerde daha ciddi sorunlara yol açtığı açık bir şekilde görülmektedir. Bir sonraki adım, olası nitrat kirliliğinin Türkiye’nin farklı bölgelerinde ne düzeyde temizlenebileceğini tahmin etmekle ilişkilidir.

2. ÇÖZÜM YOLLARI

Araştırmacılar tarafından yeraltı suyundaki nitratın giderilmesi üstüne yapılan çalışmalar, çok büyük bir çoğunlukla nitratın dinitrojen denilen, havada serbest halde bulunan azota çevrilmesi üstüne odaklanmıştır. Bunlardan ilk grup bakterilerle yapılan çalışmalardan oluşur. Luo ve ark. (2018) denitrifikasyon yapıcı anaerobik metan oksidasyon bakterisi ve bazı heterotrofik denitrifikasyon bakterilerinden oluşan bir biyofilm ile içme suyu sağlık sınırı olan 50 mg/L nitrat düzeyini <10 mg/L ‘ye çekebilmiştir. Yu ve ark. (2010) bakteri ortamının sıcaklığı düştükçe denitrifikasyon işleminin hızının da ciddi olarak düştüğünü rapor etmiştir. Abiyotik yöntemlerde ise sıfır değerlikli demir nanoparçacıkları öne çıkmaktadır (Liu ve ark., 2014; Mueller ve ark., 2012). Bu çalışmalardaki bir diğer risk, nitratın azottan da öte amonyağa çevrilmesi ve yine bir çevre sorunu teşkil edebilmesidir. Bunun dışında doğrudan elektriği kullanarak nitratı havadaki azota çevirmek de mümkündür (Raghu Prasad ve ark., 2005).

Nitratı parçalamadan yalnızca bir yere hapseden ve sudan ayıran yöntemler de vardır, söz gelimi tutucu (sorbent) maddeler. Bunları deneyen çalışmalara granül aktif karbonla (Mosneag ve ark., 2013) ve iyon değiştirici (de Heredia, 2006) ile yapılanlar verilebilir. Burada her ne kadar nitrat doğrudan yok edilmeye çalışılmasa da, sorbentlerle tutulduktan sonra nitratın nasıl değerlendirileceği bilinmemektedir.

Literatürdeki çalışmalar yalnızca hâlihazırda kontamine olmuş yeraltı suyunu temizlemeye odaklanmış olup, büyük resim görülmeye çalışıldığında durumu bir kısır döngüye sokmaktadırlar. Yani önerilen temizleme yöntemleri genel olarak uygulandığında, bir yerden sürekli olarak uygunsuz gübre kullanımı sonucunda yeraltı suyuna azot girdisi olurken, öbür taraftan da sürekli olarak pahalı ya da kaynak gerektiren işlemler sonucu nitrat, havadaki inert azota dönüştürülmektedir. Daha sonra bu azot yine yüksek basınç ve sıcaklık altında, doğal gazla birlikte yeniden gübreye dönüştürülmeye çalışılır. Her yıl yalnızca azotlu gübre üretiminin toplam sera gazı salınımının %1’ine karşılık geldiği hesaplanmıştır (Gilbert, 2012). Ve elbette buğday, pamuk, mısır gibi ürünleri yetiştirirken gübre kullanmamak söz konusu olamayacağından, her yıl toprağa azot girdisi de olacaktır. Sonuçta azotu bir bütün olarak değerlendirmeyen bütün “çözüm” önerilerinin kısa vadede dahi gerçekten bir yarar sağlayıp sağlamayacağı bilinmemektedir.

Nitrat yeraltında görece hızlı ilerleyen bir kimyasaldır, söz gelimi Belçika’da yapılmış bir çalışmada yaklaşık -1 metre/yıl hıza sahip olduğu ölçülmüştür (Batlle Aguilar ve ark., 2007). Genel olarak da toprağa ve minerallere tutunan bir madde olmadığından, yeraltı suyundan dahi daha hızlı olduğu varsayılır (Benbi ve ark., 1991; Dash Ch ve ark., 2016; Mahbod ve ark., 2015). Türkiye’de yeraltı suyunda nitrat tespit edilmiş birçok noktada bu nitrat seviyesi mevsimsel olarak ciddi değişimler göstermektedir (Çakmak, 2007; Kahraman, 2015; Karadavut, 2017; Özgül, 2018; Yinanç, 2013). 50 yıllık süreleri bulabilen fiziksel, biyolojik, kimyasal temizleme yöntemlerinden ziyade, doğrudan bu suyun gübre olarak değerlendirilmesi ve tarımsal uygulamanın düzgün bir şekilde yönetilmesi kısa sürede bütün yeraltı suyu nitrat problemini çözmeye adaydır.

3. KİRLİ YERALTI SUYUNUN TARIMDA KULLANILMASI

Metnin geri kalanından da görülebileceği üzere, yeraltı suyunda hâlihazırda bulunan nitratı değerlendirerek tarımsal sulama yapmak ve gübre ihtiyacını azaltmak kulağa oldukça mantıklı gelmektedir ve bunun yaygın olarak kullanılan bir yöntem olduğu düşünülebilir. Ne yazık ki durum bunun tam tersi. Literatürde deneysel bazı çalışmalar oldukça kısıtlı ve bölgesel iken (tek tip toprak, iklim, bitki) (Francis ve Schepers, 1994; Liang ve ark., 2016; Libutti ve Monteleone, 2017), sistematik olarak bu yöntemin uygulanması içme suyundaki nitrat miktarını azaltmaya çalışan bir ekipten gelmiştir (King ve ark., 2012). Kaliforniya’da yapılan bu çalışmada en mantıklı çözümün sudaki nitratı gübre yerine kullanmak olduğu öne sürülmüştür. Arazide brokoli ve marul üstüne yapılan çalışmalarda suyla gelen nitratın katı olarak verilen azotlu gübreye aynı, hatta bazen daha verimli bir gübreleme işlevi gördüğü ortaya çıkmıştır, yani 1 kg azot suda çözünmüş durumda uygulandığında, bitki tarafından katı olarak toprağa konulandan daha fazla emilebilmiştir. Fakat bu çalışmaların hepsi birleştirildiğinde dahi, genel olarak hangi tip iklim/topraklarda hangi bitki için nitratla kirliliği yeraltı sularının bu yöntemle değerlendirilebileceği belli olmamaktadır. Bu genel yaklaşım ilk olarak Hatipoğlu (2018)’nin yüksek lisans tezinde, Türkiye’de mısır yetiştirmeyle ilişkilendirilecek beş adet iklimin seçildiği ve çoğu toprak tekstürlerinin hipotetik olarak modellendiği çalışmada görülmektedir. Bu çalışma sonucunda, bütün yapılan modellerde bir hektarlık mısır tarlası için çekilen yeraltı suyu ile yılda 119,5 ile 430,5 kg aralığında nitratın akiferden (yeraltı suyu kaynağı jeolojik birimler) temizlenme potansiyeli olduğu belirlenmiştir. Özellikle Harran Ovası’nda çok yüksek miktarda nitrat içeriği olan yeraltı suyunun tarım için kullanılabilmesi mümkünken (Kahraman, 2015), 2017 Şanlıurfa İl, Çevre, Durum raporunda belirtildiği üzere Harran Ovası’nda tahsis edilen yeraltı suyu dahi şu anda kullanılmamaktadır. Yine adı geçen raporda, toprak tuzlanması bu bölgelerde ciddi bir sorun olduğu, çözüm arayışlarının sürdüğü bildirilmektedir. Toprak tuzlanması sorunu, yanlış su-

lama uygulamaları sonucunda suyun buharlaşım için-deki iyonların tuz olarak toprakta kalması ve bitkilerin bundan kötü etkilenmesidir. Mısır gibi sıralar halinde dikilen bitkilerde damlama sulama sistemi gerekli su miktarını azaltacağından çözümün önemli bir parçasıdır. Ziraat Mühendisleri Odası'nın verilerine (2018) göre toplam mısır ekim miktarları içinde Şanlıurfa Türkiye'de üçüncü sıradadır. Buradaki mısır arazilerinde nitratlı yeraltı suyunun damlama sulama ve fertigasyon (gübrenin suda çözünmüş durumda uygulanması) yöntemiyle uygulanması; toprak tuzlanması azalması, gübre ihtiyacının azalması ve yeraltı suyunun temizlenmesi açısından oldukça elverişli görünmektedir. Şu an itibarıyla, bilginiz dahilinde hükümet tarafından sudaki azot yönetimi konusunda sağlanan bir düzenleme/destek yoktur. Çiftçi Kayıt Sistemi uygulamasında, önemli bir parametre olan toprak analizi çok kez vurgulansa da, su analizine yönelik bir bilgiye rastlanmamaktadır, halbuki belirtildiği üzere uygulanması gereken gübre miktarı ve sonuçta oluşacak yeraltı suyu kirliliği ve olası sera gazı salınımı buna da bağlıdır. Bu eksiklik yine "Toprak, Su ve Gübre Tavsiyeleri" rehberinde de görülmektedir (Güçdemir, 2006). Detaylı arazi çalışmaları eşliğinde bu yöntemin uygulanabilirliğinin test edilmesi ve duruma göre yasal düzenlemelerin de özellikle sulama suyundaki azotu dikkate almaya başlaması çevre sorunları açısından da elzemdir.

4. TARTIŞMA

Öte yandan, yasal düzenlemelere ve teşviklere sudaki azot miktarı dahil edilse dahi bunun çiftçi açısından ve tarımsal üretim açısından ne derece başarılı olabileceği günümüz ekonomik sisteminde oldukça belirsizdir. Bir çiftçinin sulama suyunda gübre işi görebilecek azot belirlenmesi olası bir gübre teşviğini düşürecek ya da önleyecekse, haliyle çiftçinin tek seçeneği en çok su isteyen bitkiyi ekmek ya da gereğinden çok daha fazla su kullanarak bir şekilde gübre gereksinimini azaltmak olabilir. Bu da ekim tercihlerine ekstra kısıtlama getirdiğinden ciddi ekonomik zorluklara yol açabilir. İkinci de, yeraltı suyu modellerinin tarla, havza ölçeğinde detaylı olarak çalıştırılabilmesi için çok ciddi miktarda veriye, arazi çalışmasına gereksinim duyulması gerçeğidir. Hatipoğlu'nun (2018) tezindeki hipotetik modeller hangi bölgelerin daha gelecek vaadedici olduğunu belirlemek adına, salt bir ön eleme amacı güdebilmekte, ötesine yorum yapılması ve sağlam öneriler getirilmesi için bizzat araziden alınacak verilerle ayarlanmış yeraltı suyu modelleri gerekmektedir. Özellikle arazi miktarı ve çiftçinin ekonomik gücü düştükçe hizmet alımı yapılmayacağından, bunun genel olarak devlet tarafından sağlanması kalıcı bir çözüm olabilir. Tarımsal üretimde doğrudan devlet müdahalesi ile serbest piyasa koşulları ortadan kalkar. Üretimin şu anki, çiftçi tercihlerine kalmış serbest piyasa modelinde yalnızca mısır örneğinde dahi ciddi ithalat/ihracat açıkları görülmektedir (ZMO, 2018). Sosyalist bir yönetim sisteminde merkezi planlama ile yapılacak tarımsal üretimde ülke gereğinin

çevre sorunlarını göz ardı etmeden, kendi kaynakları ile sağlanması umudu vardır ve bu durum daha detaylı ve kapsamlı çalışmalarla irdelenmelidir. Tarımın merkezi yönetimi aynı zamanda yağmur suyu ile gelen azotun tarımsal potansiyelinin değerlendirilmesine de yardımcı olabilecektir. Üreticinin çoğunlukla böyle bir bilgiye ulaşamadığı, ulaştığında da küçük çiftçilerin yine yok sayabileceği bu azot girdisi, zaman zaman ciddi boyutlara varabilir (Húnová ve ark., 2017). Yağmurdaki azot içeriğinin Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile sürekli olarak izlenip, ne düzeyde gübre niteliği taşıyacağı ve nereye bunun ulaştığı hesaplandıktan sonra ilgili bölgenin gübreleme rejiminde değişikliğe gidilebilmelidir. Benzer bir diğer konu yine tozlar ve kuru çökeltme ile gelen azotun hesaplanmasıdır. Bu çalışmada yapılmış modeller 1 hektar tarla üzerindeki varsayımlardan yapıldığından bunlar yok sayılmıştır, fakat tüm Türkiye'yi göz önünde bulunduracak bir kurgulama düşünüldüğünde havadan çökeltme ile ciddi bir azot girdisi olabilir.

Özet olarak, merkezi planlama günümüzdeki düzenin aksine çok hızlı karar alabilme ve ülke genelinde aynı amaca hizmet edecek şekilde hareket edebilme potansiyelinden dolayı şimdiki Türkiye'ye kıyasla daha etkili bir çözüm sunabilmektedir. Genel olarak karşılaştırmak gerekirse, sosyalizm içerisinde merkezi planlama ile azotlu gübre uygulamasının getirebileceği yararlar şöyle sıralanabilir:

- Kullanılacak bitki türüne yönelik hangi iklim ve toprak koşullarında, ne düzeyde su ve azot gerekeceği bilinecek, bu gereksinimlerin en kolay şekilde sağlanacağı bölgelerde bu bitkiler yetiştirilecektir. Mevcut durumda hangi bölgeye hangi bitkinin ekileceği kişisel ekonomik kaygılarla belirlenmektedir (ucuz arazi, pahalı satılabilecek ürün vb.).
- Türkiye genelinde ve bölgelerde ne düzeyde gıda gereksinimi olacağı bilinip ekimler buna göre hızlı bir şekilde düzenlenebileceğinden, israf olan gıdalar ve fiyatı artması umulacağı için depoya kapatılan gıdalar gibi sorunlar azalacaktır. Bölgesel ve ülkesel ihtiyaç üzerine tarım yapıp ithalat gereksinimi de azalabilecektir. Bunun yanında net olarak ne kadar azotlu gübre gereksinim duyacağımız ve hangi bölgelerde bunu yeraltı suyundaki kirlilikle ne kadar süreyle sağlayabileceğimiz de belli olacaktır. Aksi takdirde bir bölgenin gereksinimi bilinse bile bireyler ancak doğrudan kullanabildikleri yüzey/yeraltı suyunun içeriğini bilebilirler ve belki de hemen yanı başlarındaki nitratlı kirli yeraltı suyunu ıskalayabilirler.
- Üstte de belirtildiği gibi Türkiye'deki yasal düzenlemelerde sulama suyundaki azotun gübre etkisi henüz göz önünde bulundurulmamaktadır. Halbuki pahalı ve uzun süre gerektirecek başka yöntemlerle temizlenmeye çalışılırsa, bu nitratlı yeraltı suları doğrudan tarım sektöründe kullanıma bağlanabilir. Güçlü bir merkezi planlamada yeraltı suyu-

nun nitrattan arındırılması tarımla ilgili bakanlıkların da etkin bir şekilde katılım sağlayacağı bir eylem olacaktır. An itibarıyla salt kirlilik önleme girişimleri ön plana çıkmaktadır. Kirli yeraltı sularının bulunduğu noktalarda birim zamanda daha çok azotu emebilecek ve genel olarak daha çok azota gereksinim duyan bitkiler yetiştirilebilir, bu bütünüyle merkezi planlama sayesinde gerçekleştirilebilecek bir olgudur. Münferit birey ve kurumlara bırakıldığında, çiftçiler ekim tercihlerini harcamak isteyecekleri kaynak/enerji ve paraya ve sonuçta elde edebilecekleri kâra göre yapmaya meyilli olacaklardır.

Bu aşamadan itibaren özellikle belirtilmesi gereken iki önemli nokta vardır. Birincisi üstte belirtilen üç adet yarar, yalnızca yeraltı suyu nitrat kirliliği düşünüldüğünde belirlenenlerdir. Birçok evsel ve sanayi atıkları, atıksular ve hatta yağmurdan gelecek makro ve mikro besinler de tarım üzerinde etkili olmuş ve olabilecektir. Başka ve daha kapsamlı gelecek çalışmaların konusu olmakla birlikte merkezi planlama bu konularda da benzer nedenlerden ötürü çok daha verimli bir üretim/çevre temizliği ile sonuçlanabilecektir.

İkinci nokta ise merkezi planlamanın tarımsal (ve sanayi) üretimde bu zamana kadar aldığı eleştirilerin gözden geçirilmesi gerekliliğidir. Briquets ve López'in (1998) sosyalizm ve çevrenin bozulmasına yönelik yaptığı konferans bildirisinde ilgili eleştiriler kapsamlı bir şekilde sunulmuştur. Özel olarak tarımda Sovyetler Birliği'nin ve diğer merkezi planlama uygulamış ülkelerin karşılaştığı sorunlar beş başlıkta toplanmıştır: büyük ölçekli üretim birimleri, ekstansif (geniş alanda) tarım uygulamaları, mekanizasyon, teknolojik müdahaleler; aşırı gübre/pestisit uygulaması. Burada birinci ve ikinci başlık birbirine çok bağlı olup, genel sorun olarak toprak için bir kira gerekmediğinden tarımsal üretimi artırmak için sürekli daha büyük ölçekte toprakların kullanılmasını ve bundan kaynaklanan sorunları işaret etmektedir. Temel olarak arazi gereksinimi, daha çok alanın sulanması, daha büyük alanların işlenmesi bu sorunların başındadır. Çözümü de entansif (yoğun, sıkı) ölçekli bir tarım uygulamasını takip etmektir ve bunun merkezi planlamada yapılamaması için bir olanaksızlık söz konusu değildir. Mekanizasyonda genel olarak mekanize tarımın bir sorun teşkil etmesinden öte, Sovyetler Birliği'nde mekanizasyonun dengesiz bir biçimde gerçekleştiği, örnek olarak buğdayın hasat edilmesinin çok mekanize olmuş olmasına rağmen, ürünün daha sonra temizlenmesi ve kurutulmasının doğrudan insan eliyle yapılması verilmiştir (Volin, 1962). Aynı zamanda traktör ve araçları elinde bulunduran kurumun tarlayı bizzat işleyenden farklı olması durumunda çok büyük bir güce sahip olduğu da belirtilmiştir. Üretim aracı bizzat bölgenin toprak/su ve ikliminin günlük koşullarını ve ilgili gıda/tohum gereksinimini bilen kurumun elinde olduğunda bu durum önlenemez. Teknolojik müdahalelerle ilgili eleştiriler de yine bu son durumla benzer olup, merkezden yerelin koşulunu hesaba katmadan verilecek kararlar sonucunda üretimin zayıflaması ve

başarısız olmasına vurgu yapılmıştır. Buna örnek olarak, bitki o yıl hangi şekilde ve düzeyde yetişmiş olursa olsun, henüz toplanma aşamasına gelmemişse de daha önceden belirlenmiş tarihte belirlenmiş tekniklerle hasat edilmesi gerekliliği verilmiştir. Sonuç olarak işteki başarının değerlendirilmesi toplam verimle değil de bu belirlenen tarihin ne ölçüde yakalanabildiği ile yapılmıştır. Önerdiğimiz yöntem ise sürekli olarak bölgenin kaynakları ve gereksinimini takip etmeyi zorunlu kıldığından bu gibi bir problemin de süreç içerisinde önüne geçilmesi beklenmektedir. Son olarak tarım ilaçları ve gübrelerin aşırı kullanımı kaynaklı sorunlar da yine merkezi planlamanın tarımdaki başarısızlıklarına örnek olarak gösterilmiştir. Toprak, sulama suyu, yağmur suyu ve genel olarak tarlaya çöken tozların da birim zamanda sağladığı gübre miktarı takip edilebildiğinde ve modellenildiğinde gereğinden az ya da fazla gübre kullanılmasının önüne geçilebilir. Bu da bireylere ve işletmelere bırakılmaktansa tek bir elden çok daha standart bir şekilde yapılabilecek bir eylemdir. Geniş alanda tarımdan yoğun tarım uygulamasına geçildiğinde ve damlama sulama gibi daha etkili yöntemler kullanıldığında tarım zararlılarıyla mücadele de kolaylaşacağından bu ilaçların kullanılması gerekliliği de azalacaktır.

Tarım özelinde belirtilen bu beş sorunun dışında, yine aynı kaynaktan sosyalist sistemin çevre kirliliğinin nasıl önünü açabileceğine yönelik birçok konuya değinilmiştir. Bunlar, Marksizm'de doğal kaynakların ücretsiz (bir nevi değersiz) olarak kabul edilmesi, merkezi planlamada üretim miktarına odaklanılıp çevrenin es geçilmesi, yine aynı nedenle çevresel altyapı tamamlanmadan sanayileşme, özel mülkiyetteki gibi çevresel kirlilikten etkilenen grubun durumunu savunamaması çünkü karar vericilerin çevresel etkiden uzak olması, yönetmeliğin genel olarak iyi işlemeyen sistemleri de ne pahasına olursa olsun ayakta tutmaya çalışması, merkezi çevre teşkilatının olmayıp üretimden sorumlu kurumun ilgili çevre yönetiminden de sorumlu olması, ekonomik gücün düşüklüğünden dolayı doğrudan ekonomik katkı sağlamayan atık su arıtma tesisi gibi yapıların es geçilmesi ve son olarak da çok başlıklı diye nitelendirdiğimiz karar mekanizmasıyla sürekli olarak karşılaşılmıştır. Çevre koruması ve kalitesinin tamamen ekonomik hesaplarda içselleştirilmesi buradaki birçok sorunu çözmeye adaydır, çünkü söz gelimi artırılmadan deşarj edilen bir atık su hem başka bir bölüm toprak ve suyun kullanılabilme miktarını düşürecek, oradaki canlılığı etkileyecek, hastalıkları artırıp sağlık masraflarını yükseltebilecek ve büyük olasılıkla barındırdığı kimyasallar ve diğer içeriklerle başka bir üretime girdi olabilecekken boşa gitmiş olacaktır. Bir diğer örnek de nitrat ile kirli yeraltı suyunu olduğu gibi bırakmanın bir su kaynağından mahrum olmayı ve bunun zamanla başka su kaynaklarına da sızabilip kullanılamaz hale getirebileceğini ve aynı zamanda da bu suyun barındırdığı azotun zamanla denitrifikasyona uğrayıp sera gazı salınımı yapacağına göz yummaktır, ki sonuç olarak küresel ısınma oluştuğunda bütün yetiştirilen bitkilerin su gereksinimi de belli miktarlarda artmaya başlayacaktır. Diğer sorunlar

da geçmişten alınan derslerin günümüzde yinelenmesi için çalışıldığında aşılabilecek durumlardır, fakat bunlar bütünüyle başka çalışmaların alanı ve dahiline girmektedir.

Kritik nokta, bizim bu makalede savunduğumuz yaklaşımla merkezi planlamanın "tanımı gereği" çevreyi koruyacağı ve ekonomik olarak da üstün olacağı, değildir. Sonuçta bu da bir araçtır ve bilimsel veriler ışığında, bütünüyle toplum için kullanıldığı ölçüde yararlı olacaktır. Göstermeye çalıştığımız şey bunun pratik olarak olası olduğudur ve detaylı olarak incelediğimiz nitratla kirliliğin yeraltı sularının temizlenmesi ve yeniden kirlenmesinin önlenmesinde de merkezi planlamanın çok güzel bir gelecek vadettiğidir.

SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye'deki nitratla kirliliğin yeraltı sularının tarımsal sulamada kullanılmasının, yeraltı suyunu temizleme ve aynı zamanda gübre gereksinimini azaltmada ne derece yardımcı olacağını tahmin etmeye çalışan hipotetik modeller sunulmuştur. Bulguların ve literatür bilgisinin ışığında, toprak organik maddesinin yanı sıra iklim verilerinin, toprağın tekstür çeşidinin de tarımsal uygulama sonrası nitrat sızıntısını ciddi biçimde etkilediği açıktır. Bu durum toprak tipine ve iklime dikkat ederek bitki yetiştirilmesi gerektiğini ve sonuçta tercihlerin münferit küçük ya da büyük üreticinin ekonomik çıkarlarından öte ülkedeki bütün insanların ihtiyacını ve sağlığını, aynı zamanda çevre koşullarını dikkate alarak yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Serbest piyasa sisteminde belli bölgelerde belli ürünleri yetiştirmenin zorunlu kılınması düzenin tanımı gereği olanaksızken, genel olarak çevre düzenlemeleriyle belirtilen çevre kirliliği azaltılmaya ve önlenmeye çalışıldığında da kişi ve kurumlar istedikleri ürünleri ekememeye başlayacaklarından durumdan olumsuz etkileneceklerdir. Tarımda merkezi planlamanın uygulanması bu açmazlara bir çözümdür.

KAYNAKLAR

Battle Aguilar, J., Orban, P., Dassargues, A., & Brouyère, S. (2007). Identification of groundwater quality trends in a chalk aquifer threatened by intensive agriculture in Belgium. *Hydrogeology Journal*, 15(8), 1615. doi: 10.1007/s10040-007-0204-y

Benbi, D. K., Prihar, S. S., & Cheema, H. S. (1991). A model to predict changes in soil moisture, NO₃-N content and N uptake by wheat. *Fertilizer Research*, 28(1), 73-84. doi:10.1007/bf01048858

Bos, M. G., Kselik, R. A. L., Allen, R. G., & Molden, D. (2008). *Water requirements for irrigation and the environment*: Springer Netherlands.

Briquets, S. D., & López, J. P. (1998). *Socialism and Environmental Disruption: Implications for Cuba*. Cuba in Transition. ASCE.

Çakmak, Ö. (2007). Eskişehir ilinde yeraltı ve yüzeysel sularındaki nitrat kirliliğinin kirlenme kaynakları göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi, On Dokuz Mayıs University). Erişim Tarihi: <http://tez.yok.gov.tr>

Cambouris, A. N., Ziadi, N., Perron, I., Alotaibi, K. D., St. Luce, M., & Tremblay, N. (2016). Corn yield components response to nitrogen fertilizer as a function of soil texture. *Canadian Journal of Soil Science*, 96(4), 386-399. doi: 10.1139/cjss-2015-0134

ÇED, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü. (2017). İl çevre durum raporları. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Erişim Tarihi: 19 Kasım 2018 : <http://ced.csb.gov.tr/il-cevre-durum-raporlari-i-82671>

Commoner B. (1970) Threats to the integrity of the nitrogen cycle: nitrogen compounds in soil, water, atmosphere and precipitation. In: Singer S.F. (Eds) *Global Effects of Environmental Pollution*. (pp. 70-95). Springer, Dordrecht

Czekaj, J., Jakóbczyk-Karpierz, S., Rubin, H., Sitek, S., & Witkowski, A. J. (2016). Identification of nitrate sources in groundwater and potential impact on drinking water reservoir (goczałkowice reservoir, poland). *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 94, 35-46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2015.11.005>

Dash Ch, J., Sarangi, A., Adhikary Partha, P., & Singh, D. K. (2016). Simulation of nitrate leaching under maize-wheat cropping system in a semiarid irrigated area of the indo-gangetic plain, india. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 142(2), 04015053. doi: 10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000965

de Heredia, J. B., Domínguez, J. R., Cano, Y., & Jiménez, I. (2006). Nitrate removal from groundwater using Amberlite IRN-78: Modelling the system. *Applied Surface Science*, 252(17), 6031-6035. doi: 10.1016/j.apsusc.2005.11.030

Doerge, TA, Roth, RL, & Gardner, BR. (1991) Nitrogen fertilizer management in arizona. University of Arizona College of Agriculture. Arizona. USA. 191025. Erişim Tarihi: September 1, 2018 from <https://cals.arizona.edu/crop/soils/nitfertmgAZ.pdf>

Eraslan, F., Inal, A., Gunes, A., Coskan, A., & Erdal, I. (2009). Türkiye'de kimyasal gübre üretim ve tüketim durumu, sorunlar, çözüm önerileri ve yenilikler. Tmmob ziraat mühendisleri odası, ziraat mühendisliği vii. Teknik kongresi. 11- 15 Ocak 2010, Ankara, 1-21.

FAO. (2018). Chapter 1: Introduction to agricultural water pollution. Erişim Tarihi: 15 Kasım 2018 : <http://www.fao.org/docrep/w2598e/w2598e04.htm#agricultural%20impacts%20on%20water%20quality>

Francis, D. D., & Schepers, J. S. (1994). Nitrogen uptake efficiency in maize production using irrigation water high in nitrate. *Fertilizer research*, 39(3), 239-244. doi: 10.1007/BF00750252

Gilbert, N. (2012). One-third of our greenhouse gas emissions come from agriculture. *Nature*. Erişim Tarihi: 15.11.2018. <https://www.nature.com/news/one-third-of-our-greenhouse-gas-emissions-come-from-agriculture-1.11708>

Gorski, J., Dragon, K., & Kaczmarek, P. M. J. (2017). Nitrate pollution in the warta river (Poland) between 1958 and 2016: Trends and causes. *Environ Sci Pollut Res Int*. doi: 10.1007/s11356-017-9798-3

Güçdemir, İ. (2006). Toprak gübre ve gübreleme rehberi. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü. Teknik Yayın. Ankara.

Hansen, B., Thorling, L., Schullehner, J., Termansen, M., & Dalgaard, T. (2017). Groundwater nitrate response to sustainable nitrogen management. *Scientific Reports*, 7(1), 8566. doi: 10.1038/s41598-017-07147-2

Hatipoğlu, Y. G. (2018). Modeling the effects of irrigation by contaminated groundwater. (Master Thesis). Middle East Technical University. Ankara, Turkey. Erişim Tarihi: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12622682/index.pdf>

Hůnová, I., P. Kurfürst, V. Stráňík & M. Modlík (2017). Nitrogen deposition to forest ecosystems with focus on its different forms. *Science of The Total Environment*, 575: 791-798.

Kahraman, N. (2015). Harran Ovası serbest akiferinde nitrat kirlenmesinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Harran Üniversitesi, Şanlıurfa

Karadavut, İ. S. (2007) Melendiz Havzası yüzey ve yeraltı suyu kirliliğinin araştırılması. (Doktora Tezi, Hacettepe University). Erişim Tarihi: <http://>

- King A.M., Jensen V.B., Fogg G., & Harter T. (2012). Addressing nitrate in California's drinking water: Technical Report 5 - Remediation of groundwater nitrate. Erişim Tarihi: September 1, 2018 from <http://groundwater-nitrate.ucdavis.edu/files/139112.pdf>
- Liang, B. C., & MacKenzie, A. F. (1997). Seasonal denitrification rates under corn (zea mays l.) in two quebec soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 77(1), 21-25. doi: 10.4141/S96-018
- Liang, H., Qi, Z., Hu, K., Prasher, S. O., & Zhang, Y. (2016). Can nitrate contaminated groundwater be remediated by optimizing flood irrigation rate with high nitrate water in a desert oasis using the WHCNS model? *Journal of Environmental Management*, 181, 16-25. doi: 10.1016/j.jenvman.2016.05.082
- Libutti, A., & Monteleone, M. (2017). Soil vs. groundwater: The quality dilemma. Managing nitrogen leaching and salinity control under irrigated agriculture in Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management*, 186, 40-50. doi: 10.1016/j.agwat.2017.02.019
- Liu, H., Guo, M., & Zhang, Y. (2014). Nitrate removal by Fe0/Pd/Cu nano-composite in groundwater. *Environmental Technology*, 35(7), 917-924. doi: 10.1080/09593330.2013.856926
- Luo, J.-H., Chen, H., Yuan, Z., & Guo, J. (2018). Methane-supported nitrate removal from groundwater in a membrane biofilm reactor. *Water Research*, 132, 71-78. doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.12.064>
- Mahbod, M., Zand-Parsa, S., & Sepaskhah, A. R. (2015). Modification of maize simulation model for predicting growth and yield of winter wheat under different applied water and nitrogen. *Agricultural Water Management*, 150, 18-34. doi: 10.1016/j.agwat.2014.11.009
- Merrington, G., Nfa, L. W., Parkinson, R., Redman, M., & Winder, L. (2003). *Agricultural pollution: Environmental problems and practical solutions*: Taylor & Francis.
- Meteoblue. (n.d.). Meteorolojik arşiv Adana. Erişim Tarihi: 12.06.2018: <https://www.meteoblue.com/tr/hava/tahmin/archive/36.970N35.314E?fcstlength=1m&year=2017&month=1>
- Meteoblue. (n.d.). Meteorolojik arşiv Düzce. Erişim Tarihi: 12.06.2018: https://www.meteoblue.com/tr/hava/tahmin/archive/d%C3%BCzce_t%C3%BCrkiye_747764?fcstlength=1m&year=2017&month=1
- Meteoblue. (n.d.). Meteorolojik arşiv Eskişehir. Erişim Tarihi: 12.06.2018: https://www.meteoblue.com/tr/hava/tahmin/archive/eskişehir_türkiye_315202?fcstlength=1m&year=2017&month=1
- Meteoblue. (n.d.). Meteorolojik arşiv Rize. Erişim Tarihi: 12.06.2018: https://www.meteoblue.com/tr/hava/tahmin/archive/rize_t%C3%BCrkiye_740483?fcstlength=1m&year=2017&month=1
- Meteoblue. (n.d.). Meteorolojik arşiv Şanlıurfa. Erişim Tarihi: 12.06.2018: https://www.meteoblue.com/tr/hava/tahmin/archive/%C5%9Eanl%C4%B1urfa_t%C3%BCrkiye_298333?fcstlength=1m&year=2017&month=1
- MGM. (n.d.). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 12.06.2018: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=ADANA>
- MGM. (n.d.). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 12.06.2018: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=ESKISEHIR>
- MGM. (n.d.). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 12.06.2018: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=SANLIURFA>
- MGM. (n.d.). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim Tarihi: 12.06.2018: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=DUZCE>
- Mosneag, S. C., Popescu, V., Dinescu, A., & Borodi, G. (2013). Utilization of granular activated carbon adsorber for nitrates removal from groundwater of the Cluj region. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*, 48(8), 918-924. doi: 10.1080/10934529.2013.762735
- Mueller, N. C., Braun, J., Bruns, J., Černík, M., Rissing, P., Rickerby, D., & Nowack, B. (2012). Application of nanoscale zero valent iron (nzvi) for groundwater remediation in europe. *Environmental Science and Pollution Research*, 19(2), 550-558. doi: 10.1007/s11356-011-0576-3
- Özgül, H. Y. (2018). Kızılırmak deltası kıyı bölgesi yeraltı sularında kalite ve kirlilik parametrelerinin incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, On Dokuz Mayıs University). Erişim Tarihi: <http://tez.yok.gov.tr>
- Öztürk, M., Çetinkaya, G., & Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi / Journal of Geography*, 35, 17-27. Erişim Tarihi: <http://dergipark.gov.tr/iucografya/issue/32204/330955>
- Parris, K. (2011). Impact of agriculture on water pollution in oecd countries: Recent trends and future prospects. *International Journal of Water Resources Development*, 27(1), 33-52. doi: 10.1080/07900627.2010.531898
- Raghu Prasad, P. K., Nisha Priya, M., & Palanivelu, K. (2005). Nitrate removal from groundwater using electrolytic reduction method. *Indian Journal of Chemical Technology* 12. 164-169.
- Reynolds-Vargas, J., Fraile-Merino, J., & Hirata, R. (2006). Trends in nitrate concentrations and determination of its origin using stable isotopes (18O and 15N) in groundwater of the Western Central Valley, Costa Rica. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 35(5), 229-236. doi: 10.1579/05-r-046r1.1
- Simunek, J. J., Šejna, M., Saito, H., Sakai, M., & Van Genuchten, M. (2013). The Hydrus-1d software package for simulating the movement of water, heat, and multiple solutes in variably saturated media, version 4.17, Hydrus software series 3. Department of Environmental Sciences, University of California Riverside, Riverside, California.
- Sünel, S., & Erşahin, S. (2012). Türkiye'de tarımsal kaynaklı yeraltı suyu nitrat kirliliği. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 5(2). 116-118.
- Volin, L. (1962). *Agricultural Policy of the Soviet Union*. M. Bornstein ve D. Fushfeld (Ed.) *The Soviet Economy: A Book of Readings*, ss.243-276. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin.
- Yınanç, K. (2013). Kahramanmaraş Sağ Sahil Sulama Alanında Yeraltı Suyu Kalitesi ve Sulamada Kullanılabilirliğin Araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam University). Erişim Tarihi: <http://tez.yok.gov.tr>
- Yu, X., Huang, B. C., Xing, L. J., Xu, Z. J., & Wang, X. M. (2010). Effect of environmental conditions on nitrate removal from groundwater using biodenitrification supported by biodegradable snack ware. *Advanced Materials Research*, 113-116, 1349-1352. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.113-116.1349
- Ziraat Mühendisleri Odası. (2018). Mısır Raporu. Erişim Tarihi: 16.03.2019 http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30187&tipi=17&sube=0