TOKAT-KAZOVA'DA TABAN SUYU GÖZLEMLERİNİN CBS YÖNTEMLERİYLE YAPILMASI VE YORUMLANMASI

Fevzi Akbaş [1] Ali Ünlükara [2] Ahmet Kurunç[3] Ufuk İpek[4] Hakan Yıldız[5]

1 Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Tokat.(E-mail:fevzi@gop.edu.tr)
2 Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Tokat.
3 Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Antalya.
4 DSİ 7. bölge Müdürlüğü, 72.Şube Müdürlüğü Kazova İşletme Baş Mühendisliği, Tokat.
5 Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Uzaktan algılama CBS Merkezi Ankara

ÖZET

Türkiye'de DSİ tarafından sulamaya açılan alanlarda taban suyu gözlemleri rutin şekilde her yıl yapılmaktadır. Bu gözlemlere dayalı olarak taban suyu seviyesinin ve su kalitesinin değişimi izlenmekte ve proje alanında drenaj sistemlerinin çalışma etkinliği hakkında fikir edinilmektedir. Bu çalışmayla Taban Suyu Gözlemlerinin yapılmasında ve yorumlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntemlerinden yararlanılmıştır. Arazi çalışması öncesinde araştırma alanı olarak seçilen Kazova'nın altlık olarak sayısallaştırılmış haritaları hazırlanmış ve sonra arazide GPS cihazı ile gözlem yapılan kuyuların coğrafi koordinatları belirlenmiştir. Gözlem kuyularında 2006 yılı Temmuz ve Eylül aylarında, taban suyu gözlemleri yapılmıştır ve su örnekleri alınmıştır.. Gözlemler bilgisayar ortamında ArcGIS 9.2 programı kullanılarak işlenmiş ve her bir dönem için taban suyu eş yükseklik, taban suyu eş derinlik ve taban suyu tuzluluk haritaları elde edilerek gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışma alanının sadece %5-7'sinde taban suyu tuzluluğu 2 dSm^{-1} den yüksek bulunmuştur. CBS yazılımları ile büro çalışmalarında eskisine göre daha kısa sürede ve daha kolay yorumlanabilir ve kaliteli haritalar elde edilebilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yeraltı sularının izlenmesi, Taban suyu tuzluluğu, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

ABSTRACT

In Turkey, water table level and quality monitoring in the irrigated lands are done by DSI regularly. This monitoring observations water table level and quality provides information to assessment working efficiency of drainage systems of irrigated land. In this study, Geographic information systems (GIS) were used to collect and to assess water table observations. Before survey, topographic maps digitized and used as a base cartographic material. During data collection hand GPS receiver was used to determine geographic location of ground water well. Observations of water table depth and water samples were collected in July and September of 2006. Water table contour maps, depth-to-water table maps and water table salinity maps were prepared by using ArcGIS 9.2 software for two observation periods. In the study area only 5-7 % of the groundwater was found higher than 2 dSm^{-1} . GIS software reduced office work time and increased quality of prepared maps.

Keywords: Groundwater monitoring, groundwater salinity, Geographic Information systems(GIS)

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde gelecekte artacak olan gıda ihtiyacının karşılanabilmesinde, sulu tarım alanları en önemli rolü oynayacaktır. Ancak sulu tarımda uygulamada birçok sorunla karşılaşılmaktadır. Sulamaya açılan alanlarda, bir süre sonra drenaj ile ilgili problemlerin ortaya çıktığı ve dolayısıyla sulamadan istenilen faydaların sağlanamadığı bilinmektedir. Bunun en önemli nedeni, aşırı ve kontrolsüz yapılan sulamalar sonucunda taban suyunda meydana gelen yükselmelerdir. Yüksek taban suyu temel iki önemli soruna yol açmaktadır. Birincisi, taban suyunun kapilarite ile üst katmanlara yükselerek buharlaşması sonucunda bileşimindeki tuzları bitki kök bölgesinde bırakarak toprakların tuzlulaşmasına ve bitkilerin bundan olumsuz etkilenmesine neden olması; diğeri ise, özellikle drenajı bozuk alanlarda taban suyunun etkili bitki kök bölgesi derinliğine kadar yükselmesi ve buradaki hava-su dengesini hava aleyhine bozmasıdır. Toprakta gözeneklerin suyla dolması sonucunda ise, nemli ve serin toprak koşulları oluşmakta, bunun sonucunda ise olarak ekim ve hasat işlemleri gecikmekte; kök hücrelerinin bölünerek çoğalması yavaşlamakta ve böylece kök gelişimi istenilen düzeye ulaşamamaktadır. Ayrıca, organik maddeleri parçalayıp bitkilerin alabileceği şekle dönüştüren toprak mikroorganizmalarının faaliyetleri yavaşlamakta ve toprakta bitki besin maddelerinin alınmasını engelleyen zararlı bileşikler oluşmaktadır (Güngör ve ark., 1996).

Taban suyunun neden olduğu bu olumsuzlukları önlemek için, taban suyu derinliği ve bu derinliğin hangi zaman içinde değişiminin nasıl olduğunun bilinmesi aynı şekilde taban suyu kalitesinin ne olduğu ve zaman içerisindeki değişiminin nasıl olduğu izlenmesi ve elde edilen sonuçlara göre önlemlerin alınması gerekmektedir. Taban suyu izlenmesi sulanan alanlarda sürekli yapılması gereklidir ve projede öngörülen düzeylerde tutulmalıdır. Ayrıca yapılan bu gözlemler drenaj tesislerinin işlevlerinin tam olarak yapıp yapmadığının ve mevcut tesislere ek tesisler ile drenaj tesisi olmayan alanlara yeni tesislerin yapılmasına gereksinme olup olmadığının belirlenmesi kararının alınması için gereklidir. Taban suyu izleme ve kalitesinin değerlendirilmesi çalışmaları mevcut topraklarımızın muhafazası ve tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir (Kara ve Arslan, 2004; Gündoğdu et al., 1998).

Çevremizdeki mevcut bilgilerin etkin bir şekilde kullanılması ve anlamlı bilgi için sağlıklı veriye erişmede yaşanan sıkıntılar, yaşanan teknoloji çağının en önemli sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilgilerin yeterince organize edilmeyip zaman içerisinde de yoğun bir bilgi trafiğinin ortaya çıkması, başta hızlı karar verme konumundakiler olmak üzere, toplumun tüm kesimlerinde bir kargaşa ve paniğe neden olmaktadır. Bunun sonucunda da bilgi gibi önemli ve güçlü bir kaynak farkında olmadan israf edilmektedir. Oysa dünyada bilgiyi etkin kullanan toplumların çok daha hızlı ve dinamik bir gelişme gösterdikleri, yine bu tür toplumlarda yaşayan bireylerinin, çağdaş hizmetlerden en üst düzeyde yararlandıkları görülmektedir.

Yaşadığımız dijital çağda, bilgi teknolojisi çok değişik alanlarda yoğun bir şekilde insanlığa hizmet etmektedir. Özellikle mekanlara bağlı, yer ve konuma dayalı bilgilerin yönetilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bir çok ekonomik,

politik, sosyal ve kültürel kaynakların yönetimi ve entegrasyonu gibi karmaşık analiz gerektiren uygulamalarda önemli rol oynamaktadır.

CSB grafik ve metinsel bilgilerin bir arada bulundurabilen etkili bir sistemdir. CBS'e geçişle birlikte bilgisayar ortamına aktarılan haritalar üzerinde, imleç yardımıyla objeler üzerine tıklanılarak uzunluk, açı, koordinat, öznitelik vb. bilgiler dinamik bir şekilde sorgulanmış, istenilen ölçek, sembol, detay ve renklerde harita almak oldukça kolaylaşmıştır. İnternet vasıtasıyla da üretilen harita bilgileri paylaşıma açılarak, her türlü bilgi alışverişi mümkün hale gelmiştir. Bilhassa karar vericiler istenilen kriterlere uygun olarak mevcut veri tabanlarından gerekli sorgulamalarını yaparak daha hızlı ve sağlıklı karar verme yeteneklerini de artırmıştır. Böylece CBS karar-verme alternatifleri üretme ve konumsal bilgilerin karmaşık analiz yapısını basitleştirme açısından idarecilere ve uygulayıcılara önemli avantajlar sağlamıştır (Yomralıoğlu 2000).

Aşağı Seyhan Ovası'nda sulanan ve sulanmayan alanlarda ortaya çıkan sorunları incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada, taban suyu gözlem alanının yaklaşık % 50'sinde drenaj sorunu olduğunu ve bu alanın % 4-5'inde taban suyu tuzluluğunun 5 micromhos/cm'den daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca taban suyunun yüksek olmasının nedenleri olarak; aşırı su kullanımı, Ceyhan-Seyhan nehirleri ile sulama kanallarından olan sızmalar, tarla içi geliştirme ve çiftçi eğitim hizmetlerinin yetersizliği, drenaj şebekelerinin fonksiyonlarını tam olarak yerine getirememesi ve artezyenik koşullar gibi etkenlerin neden olduğunu belirtmişlerdir (Çetin ve Özcan 1999).

Cemek ve ark (2006), Bafra ovası sağ sahil taban arazilerinde yer alan gözlem kuyularında iki dönemde taban suyu yüksekliği ve kalitesi belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Sulama sonrası dönemde çalışma alanında yaklaşık %32 'inde ve sulama öncesi dönemde ise %18'inde taban suyu tuzluluğunu 5 dSm^{-1} den daha yüksek bulmuşlardır.

Türkiye'de DSİ tarafından sulamaya açılan alanlarda taban suyu gözlemleri rutin olarak her yıl yürütülmektedir. Bu gözlemlere dayalı olarak taban suyu seviyesinin ve su kalitesinin değişimi izlenmekte ve proje alanında drenaj sistemlerinin çalışma etkinliği hakkında fikir edinilmekte gerektiğinde de belirlenen aksaklıklar giderilmeye çalışılmaktadır. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve DSİ ile yürütülen bu çalışmayla CBS yöntemleri kullanılarak Tokat, Kazova'da iki dönem halinde taban suyu yüksekliği ve tuzluluğu izlenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Araştırma Alanı ve Özellikleri

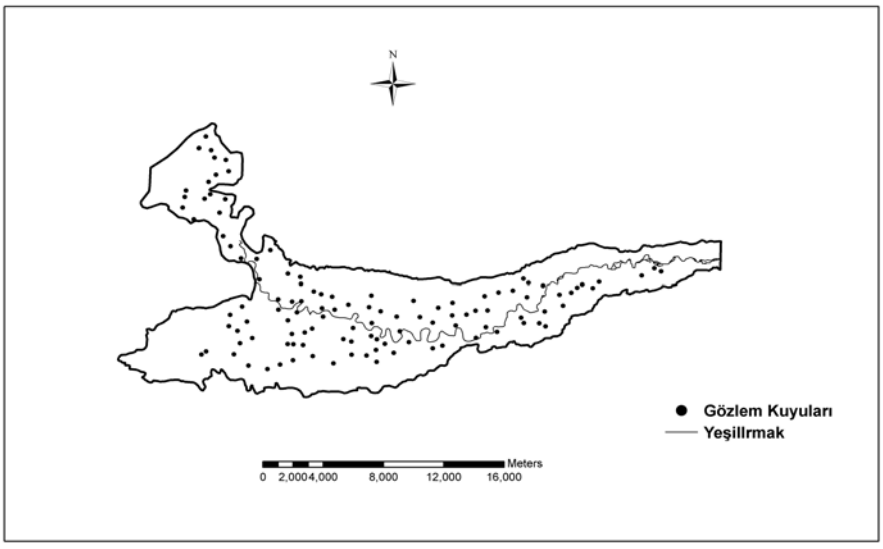
Bu araştırma, DSİ 72.Şube Müdürlüğü Kazova İşletme Baş Mühendisliği ve Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi işbirliği ile 2006 yılı Temmuz (12-17 Temmuz) ve Eylül ayı sonunda (27 Eylül-2 Ekim) Kazova Sulama Projesi alanı içerisinde yürütülmüştür. Kazova, Tokat ili ile Turhal ilçesi arasında kalan Yeşilırmak vadisi boyunca uzanan etrafı dağlarla çevrili bir çöküntü ovasıdır. Alanı 29812 hektar olup denizden yüksekliği ortalama olarak 650 m dir. Toplam arazinin %40.7 si kültür alanı, %37.02 si ormanlık, %17.08 i doğal ve yapay çayır, %5.2 si

ise kullanılamayan yerler şeklindedir. Tarla tarımının egemen olduğu alanın %18.2 sinde (5364 ha) kuru tarım, %63.8 inde (19 000 ha) sulu tarım yapılmakta, alanın %7.08 inde (2307 ha) çayır ve mera olarak yararlanılmaktadır (Çınar, 1978).

Kullanılan Yöntemler

Araziye çıkılmadan önce Kazova'nın 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaları (4 adet pafta-h36a3, h36a4, h36b3, h36b4) sayısallaştırılmış oluşturulan sayısal haritalar ve veriler bilgisayara ve GPS cihazına yüklenmiştir (Tübitak-TOVAG 105 O 617, 2006). DSİ ekipleri rehberliğiyle gözlem kuyularına gidilerek taban suyu derinliği ölçümü ve su örnekleri alınmasına ilave olarak GPS cihazı yardımıyla gözlem kuyularının koordinatları alınmıştır. Böylece gözlem kuyularının yerleri hassas bir şekilde belirlenmiştir. Söz konusu gözlem kuyularının sulama alanı içerisindeki dağılımları Şekil 1'de gösterilmiştir. Sulamanın yoğun olarak yapıldığı Temmuz ayında (12-17 Temmuz 2006) ve sulama sezonunun bittiği Eylül ayı sonlarında (27 Eylül-2 Ekim 2006) gözlem kuyularından alınan su örneklerinin Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü laboratuarı imkanları kullanılarak EC ölçümleri yapılmıştır.

Her dönem için elde edilen Taban suyu eş derinlik, taban suyu eş yükseklik, Taban suyu tuzluluk haritaları ters uzaklık enterpolasyon tekniği (IDW) kullanarak hazırlanmış bu özelliklere ait CBS katmanları üretilmiştir. Oluşturulan haritalar kullanılarak ve her bir özelliğin alansal büyüklük verileri elde edilmiştir.



Şekil.1. Kazova'da taban suyu gözlem kuyularının çalışma alanındaki dağılımı

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kazova'da hali hazırda çalışır durumda 80 civarında kuyu bulunmaktadır (Şekil 1). Ridder (1994) de büyüklüğü 10.000 ha olan alanlar için 100 gözlem kuyusuna ve büyüklüğü 100.000 ha olan alanlar için ise 300 gözlem kuyusuna ihtiyaç duyulacağı belirtilmiştir. Kazova'da sulanan alanlar yaklaşık 20.000 ha büyüklüğünde olduğu için 130-140 kuyunun yeterli olabileceği, bu nedenle mevcut kuyu sayısının ova için az olduğu sonucuna varılmıştır.

Taban Suyu Eş Yükseklik Haritaları

Taban suyu eş yükseklik haritaları yeraltı suyu araştırmalarında önemli bir araçtır. Bu haritalardan su tablası eğimi ve yeraltı suyu akış yönü belirlenmektedir. Herhangi bir enine kesitten yeraltı suyu akışı hesaplanmasında elde edilen su tablası eğimi kullanılmaktadır. Taban suyu eş yükseklik haritaları aynı zamanda eş potansiyel çizgilerdir. Bu nedenle eş potansiyel çizgilerine dik olarak gerçekleşen akışın yönü bu haritalat yardımıyla çıkarılabilmektedir. Bunlara ek olarak incelenen alandan su kayıpları veya herhangi bir kaynaktan su kazançları ve artezyen etkileri de belirlenebilmektedir (de Ridder, 1994, Anonymous 2007)

Gözlem kuyusu kotundan taban suyu derinliği çıkarılarak taban suyu kotu bulunmuş eş taban suyu eğrili haritalar ArcGIS 9.2 programı yardımıyla haritalanmıştır (Şekil 2). Söz konusu şekillerde en yüksek kotlu eş taban suyu eğrileri Kazova'nın doğusunda (Tokat tarafında), en düşük kotlu eş taban suyu eğrileri ise çalışma alanının kuzey batısında (Turhal tarafında) yer almaktadır. Dolayısıyla taban suyu akışı ovada doğu-batı yönünde hâkim eğim istikametinde gerçekleşmektedir. Kazova'nın Tokat tarafında yer alan eş taban suyu eğrileri oldukça sık aralıkla geçmiş olup taban suyu eğimi oldukça yüksektir. Ayrıca burada taban suyu eğrileri iç içe sıralanarak daire şeklini almış ve dairenin merkezine doğru artan taban suyu kotu nedeniyle ovanın bu kısmından taban suyunun beslendiği görülmektedir. Turhal kısmında ise bu durumun tersine dairenin iç kısmına doğru gidildikçe eş taban suyu kotu azalmış ve dolayısıyla bu kısımdan taban suyu tahliyesi görülmektedir

Taban Suyu Eş Derinlik Haritaları

Taban suyu eş derinlik haritaları, taban suyunun toprak yüzeyinden olan derinliğinin yersel dağılımını göstermektedir. Taban suyu derinlik kriterleri, sulama sezonu için bitkinin havalanma ihtiyacına, sonbahar dönemi için ise yeraltı suyunun kılcal yükselmeyle oluşturacağı tuzlulaşmanın önlenmesine bağlıdır. Sulama sezonunda tarla bitkileri için taban suyunun 1.0-1.2 m arasındaki bir derinlikten, meyve ağaçları için 1.2-1.6 m arasındaki bir derinlikten daha aşağıda olması istenilir. Sonbaharda tuzlulaşma riskini azaltabilmek için taban suyu kumlu ve killi toprakla için 1.4 m nin altında ve siltli topraklar için 1.70 m nin altında bir derinlikte tutulmalıdır (van Hoorn and van Alphen 1994).

Temmuz ve Eylül sonu için Kazova'da taban suyu derinliğindeki değişim Şekil 3 ve Çizelge 1'de verilmiştir. Temmuz ayında taban suyunun toprak yüzeyine 1.5 m den daha yakın olduğu alan oranı %6.64, 2.0 m den daha yakın olduğu alan oranı %49.1 ve 2.5 m den daha yakın olduğu alan oranı %96.1 düzeylerinde iken Eylül ayında 1.5 m ve daha yakın alan oranı 13.9, 2.0 m den daha yakın olduğu alan

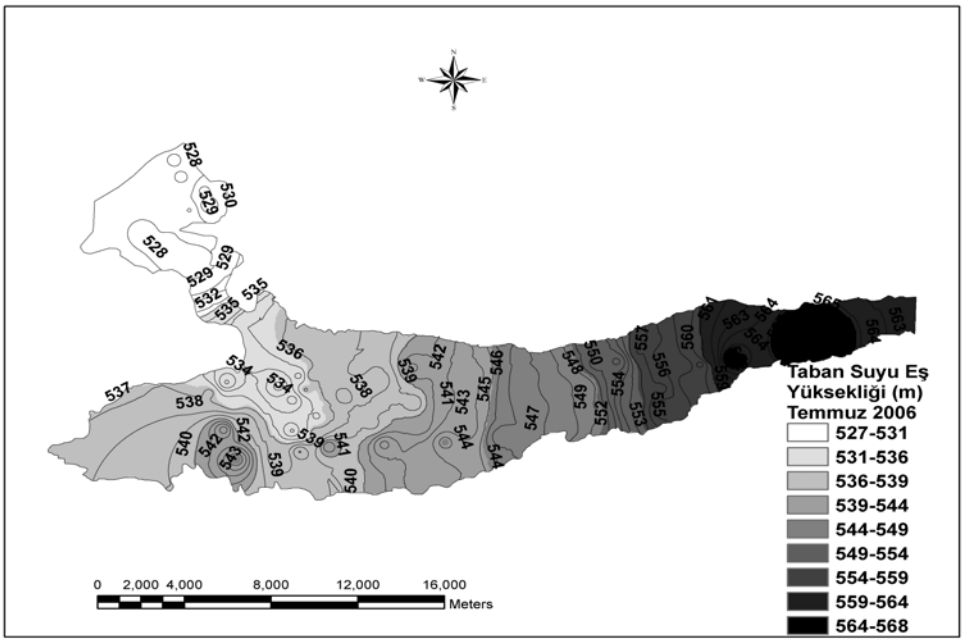
oranı %74.0 ve 2.5 m den daha yakın olduğu alan oranı ise %93.6 düzeylerine çıkmıştır. Bu sonuçlara göre yaz boyu yapılan sulamalar sonucunda sulama kayıpları taban suyunu yükseltmiştir. Ancak tarımsal bitki yetiştiriciliği açısından değerlendirildiğinde; Temmuz ayı itibariyle taban suyu derinliği tarla bitkileri için herhangi bir tehdit oluşturmazken, meyve ağaçları için alanın yalnızca %6.6'sında problem bulunmaktadır. Eylül ayı itibariyle ise taban suyu derinliği tarla bitkileri için yine güvenli derinlikte bulunurken, meyve ağaçları için problemli alan oranı %13.9 düzeylerine çıkmıştır.

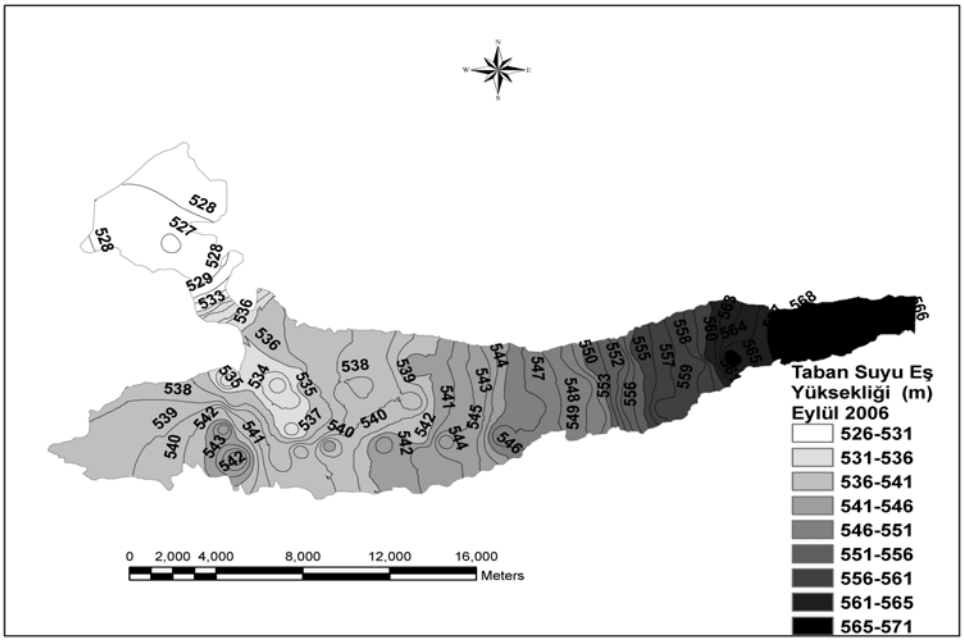
Demirören ve Köse (1980) tarafından Kazova'da 150 cm derinliğe kadar toprakların genellikle ağır bünyeli (siltli-kil, kil) olduğunu belirtilmiştir. Bu bilgiler ışığı altında sonbaharda tuzlulaşma riski açısından kritik su tablası derinliği 1.5 m alınırsa Kazova topraklarının yalnızca %13 ü, 2.0 m alınırsa %73 ü tuzlulaşma riskiyle karşı karşıya demektir. Böyle bir tuzlulaşma riskinin varlığını ortaya koyabilmek için sonbaharın sonlarında Kazova'da taban suyunun toprak yüzeyine 2.0 m veya daha yakın olduğu alanlarda, bitki kök bölgesinden 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm derinlikten toprak örnekleri alınarak tuzluluk analizi yapılması yararlı olacaktır. Şayet bu analizler sonucu bir tuzlulaşma görülürse ilkbaharda ekimden önce yine toprak örnekleri alınarak kış ve bahar yağışlarıyla tuzluluğun ne düzeyde yıkandığı belirlenmelidir. Bu analizler sonucunda Kazova'da taban suyu rejimi hakkında daha isabetli kararlar verilmiş olacaktır.

Çizelge 1. Kazova Taban Suyu Derinliği (2006)

Temmuz			**Eylül Sonu**		
Taban Suyu Derinliği	Alan (ha)*	Alan (%)	Taban Suyu Derinliği	Alan (ha)*	Alan (%)
1.03-1.2	80.25	0.33	1.0-1.2	779.25	3.17
1.2-1.5	1555.5	6.34	1.2-1.5	2643.25	10.77
1.5-2	10441	42.53	1.5-2	14733.25	60.01
2-2.5	11540.5	47.01	2-2.5	4814.00	19.61
2.5-3.11	934	3.80	2.5-3	1499.25	6.11
	24551.25		3.0-4.0	82.25	0.34

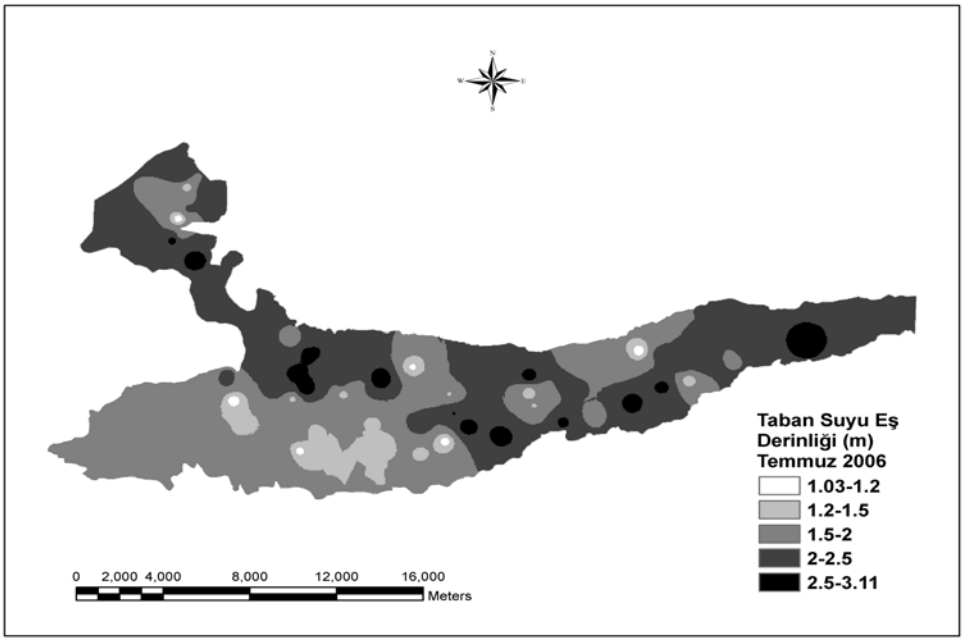
*Çizelgede verilen alan, sağ sahil ve sol sahil sulama kanalı altında kalan sulanabilir alanları, yerleşim yeri alanları, yollar ve tarımda kullanılamayan alanların tamamını kapsamaktadır.

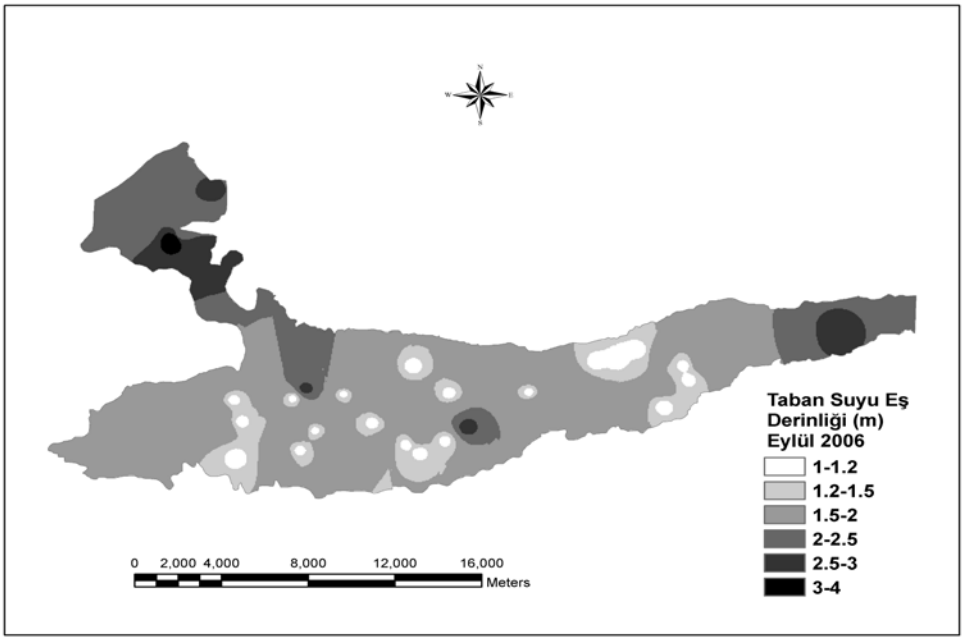




Şekil 2. Taban suyu eş yükseklik haritaları

.





Şekil 3. Taban Suyu Eş Derinlik Haritaları

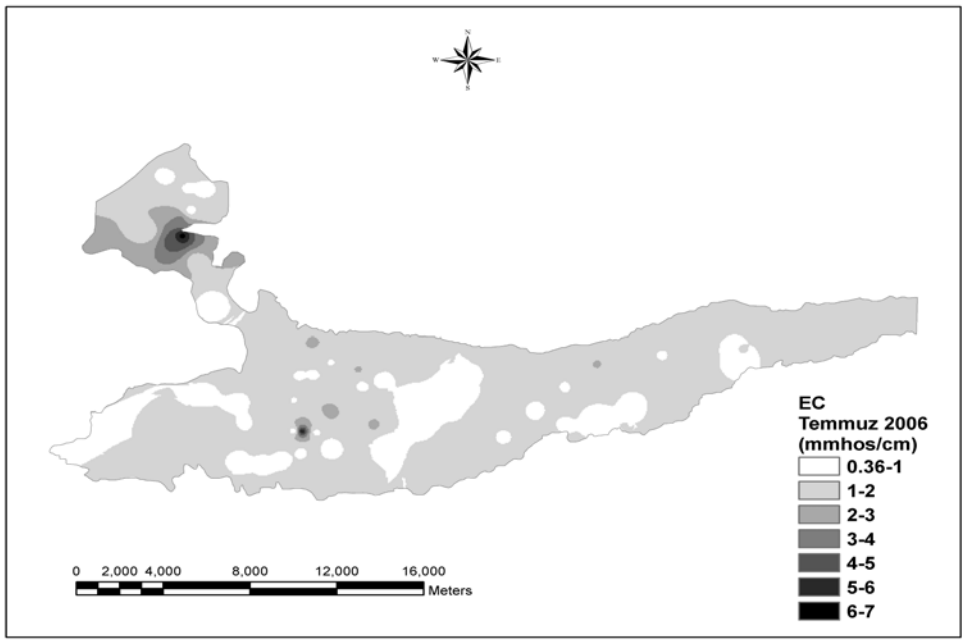
Taban Suyu Tuzluluk (EC) haritaları

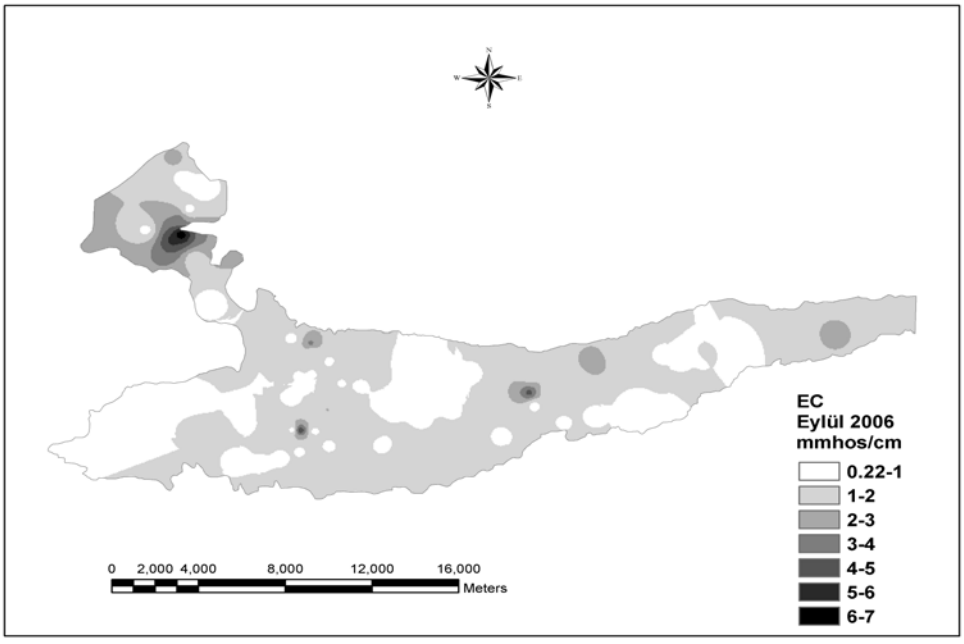
Yer altı suyu kalite veya elektriksel iletkenlik haritaları yer altı suyu tuzluluğunu ve bu tuzluluğun yersel değişimini gösteren haritalardır (Ridder 1994). Kazova'da taban suyu kalitesini ve su kalitesinde her iki dönemde meydana gelen değişikliği ortaya koymak için ArcGIS programı yardımıyla elde edilen yeraltı suyu EC haritaları Şekil 4'de gösterilmiş, söz konusu haritadan elde edilen alansal veriler ise Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 ve Şekil 4'den de görülebileceği gibi taban sularının Temmuz ayında %98.5'inin ve Eylül sonunda ise %98.2'inin EC değeri 4 dS m^{-1} değerinin altındadır. Bu verilere göre taban suyu tuzluluğu açısından önemli bir problem görülmemektedir.

Çizelge 2. Taban Suyu Tuz Konsantrasyonunun (EC) Alansal Dağılımı (2006)

Temmuz			**Eylül sonu**		
EC	**Alan (ha)***	**%**	**EC**	**Alan (ha)***	**%**
0.36-1	4529.75	18.45	0.22-1	7380.5	30.06
1-2	18637.5	75.91	1-2	15174.5	61.81
2-3	1017.75	4.15	2-3	1555.75	6.34
3-4	226.00	0.92	3-4	273	1.11
4-5	103.25	0.42	4-5	105.75	0.43
5-6	31.75	0.13	5-6	49.5	0.20
6-7	5.25	0.02	6-7	12.25	0.05
	24551.25			24551.25	

*Çizelgede verilen alan, sağ sahil ve sol sahil sulama kanalı altında kalan sulanabilir alanları, yerleşim yeri alanları, yollar ve tarımda kullanılamayan alanların tamamını kapsamaktadır.





Şekil 4. Taban suyu tuzluluk (EC) haritaları

Sonuçlar

1. Kazova'da yeraltı sularının yalnızca %5-7 lik kısmında yeraltı suyu EC değerlerinin 2 $dS.m^{-1}$ 'nin ve %1'den daha az kısmında ise 4 $dS.m^{-1}$ 'nin üzerinde olması nedeniyle yer altı suyu tuzluluğu açısından izlenen dönem için önemli bir problem bulunmamaktadır.

2. Tarla bitkileri yetiştiriciliği açısından ovada taban suyu derinliği tehdit oluşturmazken, meyve ağaçları açısından yaz sonlarına doğru taban suyunun yükselmesi sonucu ovanın yalnızca %13'lük bir kısmında hafif düzeyde problemlerle karşılaşılabilecektir. Ovada mevcut drenaj kanallarının rutin bakımlarının yapılmasıyla taban suyunun rahatlıkla kontrol edilebileceği, bitki köklerinin su içerisinde kalmadan güvenli derinliklerde taban suyunun tutulabileceği düşünülmektedir.

3. Sulama aralarında veya az yağışlı sonbahar dönemlerinde kılcal yükselmeyle taban suyunun üst toprak katmanlarına çıkabileceği ve tuzlulaşmaya neden olabileceği riskine karşı taban suyunun toprak yüzeyine 2 m den daha yakın olduğu alanlardan toprak örnekleri alınmalı ve tuzlulaşmanın olup olmadığı incelenmelidir.

4. Kazova'da sulanan alan büyüklüğüne nazaran mevcut kuyu sayısı az olduğu için daha sağlıklı ve hassas gözlemler için kuyu sayısının 130-140 adet civarına yükseltilmesi yararlı olacaktır.

5. CBS yöntemlerini kullanılması taban suyu gözlem kuyularının izlenmesine ait verilerin değerlendirilmesi, yorumlanabilmesi, saklanabilmesi ve sunulabilmesinin hızlı ve doğru bir şekilde yapılmasına imkan sağlamıştır. Ayrıca GPS cihazı vasıtasıyla arazide kuyuların yerleri bulunmasında kolaylık sağlamakta ve sonraki dönemlerde izleme yapılmasını da kuyu yerlerinin koordinatlarının alınmış olması oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

Anonymous,.2007. Taban Suyu İzleme Rehberi DSİ genel Müdürlüğü İşletme Ve Bakım Dairesi Başkanlığı 56 s Ankara

Cemek, B., Demir, Y., Erşahin, S., Arslan, H., Güler, M., 2006. Spatial Variability of Groundwater Depth, Soil Salinity in Irrigated Soils of Bafra Plain In Northhern Turkey. International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture Adana, Turkey

Çınar, A.İ., 1978. Kazova Sodik Topraklarının Islahı İçin Verilmesi Gereken Jips ve Yıkama Suyu Miktarıyla Yıkama Süresinin Saptanması. Tokat Bölge Toprak-su Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 18, Rapor Yayın No: 11, Tokat.

Çetin, M. ve Özcan, H., 1999. "Asagı Seyhan Ovasında Sulanan ve Sulanmayan Alanlarda Meydana Gelen Sorunlar ve Çözüm Önerileri" Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 23 Ek Sayı:1, 207-217, TÜBİTAK.

Demirören, T. ve Köse, C., 1980. Kazova Sulama Rehberi. Tokat Bölge Toprak-su Araştırma Enstitüsü Yayınları Genel Yayın No: 36, Rapor Yayın No: 24, Tokat.

De Ridder, N.A., 1994. Groundwater Investigations in: Drainage Principles and Applications. Edited by H.P. Ritzema. Internatinal Institute for Land Reclamation and Improvement, P.O. Box 45, 6700 AA Wageningen, The Netherlands.

Gündoğdu, K.S., A.O. Demir, H Değirmenci, H. Büyükcangaz Ş.T. Akkaya, 1998. Preparation And Interpretation Of Grounwater Maps Using Geographical Information System(Arc/Info). Ageng Oslo98, International Conference On Agricultural Engineering, Oslo 24-27 August 1998, Norway.

Güngör, Y., Erözel, A.Z., ve Yıldırım, O., 1996. Sulama. Ankara Üniv. Ziraat Fak Yayınları No: 1443, Ankara,295s.

Kara, T., Arslan, H., 2004. "Bafra Ovası Sulama Alanında Taban suyu ve Tuzluluk Arastırması". Sulanan alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlıgı, DSİ Genel Müd., 20-21 Mayıs, 2004, Ankara, s. 89-96

Tübitak-TOVAG 105 O 617, 2006. Kazova'da Sürdürülebilir Tarım İçin Güncel Veri Tabanının Oluşturulması (Devam etmekte olan proje).

Van Hoorn, J.W., and van Alphen, J.G., 1994. Salinity Control in: Drainage Principles and Applications. Edited by H.P. Ritzema. Internatinal Institute for Land Reclamation and Improvement, P.O. Box 45, 6700 AA Wageningen, The Netherlands.

Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. İber Ofset, 2. Baskı, Trabzon