

Küresel İklim Değişikliğinin Diyarbakır Kent Merkezi Yeraltı Suyu Seviyesine Etkisi

Recep ÇELİK *¹, Z. Fuat TOPRAK¹

1 Dicle Üniversitesi Müh. Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü 21280 Diyarbakır

Makale Gönderme Tarihi: 08.10.2015

Makale Kabul Tarihi: 15.06.2016

Öz

Küresel iklim değişikliği 1980'li yıllardan beri dünya gündemini ciddi olarak meşgul eden bir konudur. Bu küresel problem, ekonomiden su kaynaklarına, enerjiden gıdaya tüm yaşam sektörlerini ve tüm varlık ortamını olumsuz yönde etkilediği için tüm sektörleri yakından ilgilendirmektedir. Küresel düzeyde bütün yönleri ile bu denli tartışılması da bu yüzdendir. Hidrolojik çevrimde tatlı su miktarı sabit iken insan nüfusundaki artış ve teknolojiye bağlı olarak su kullanımında artan çeşitlilik dünyanın birçok bölgesini su stresi veya su kıtlığı ile karşı karşıya getirmiştir. Problemin su ile ilgili boyutunda günümüzde üç ana başlık önem kazanmaktadır: 1) su potansiyelinin doğru bir şekilde tespiti 2) küresel iklim değişikliğinin zamansal ve konumsal olarak su kaynaklarının üzerinde nitelik ve nicelik olarak etkisinin doğru bir şekilde saptanması 3) mevcut su kaynaklarının, içme/kullanma, sanayi ve sulamada efektif bir şekilde kullanımı ve kayıp ve kaçakların önlenmesi. Bilindiği üzere yer altı suları ve kar/buzul suları yerkürenin sadece kötü zamanlarda kullanılmak üzere tatlı su depolarıdır. Bu suların yine nitelik ve nicelik olarak korunması ve küresel iklim değişikliğinden ne kadar etkilendiğinin tespiti de gittikçe önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, Diyarbakır kent merkezinde yer altı suyunun küresel iklim değişikliğine paralel olarak yıllara göre seviye değişimleri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yer altı suyu, CBS, Küresel İklim Değişikliği, Diyarbakır Kent Merkezi, Statik Su Seviyesi(SSS)

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Recep ÇELİK: TLF: 0412 248 8217(3547) .e-mail: recep.celik@dicle.edu.tr

Giriş

Suyun Önemi

İnsan nüfusunun artmasına ve gelişen teknolojiye bağlı olarak hem suyun kullanıldığı sektörlerin sayısı hem de tüm sektörlerde suya duyulan ihtiyaç gittikçe artmaktadır. Suyun önemi ve suyun yaygın ve gelişen teknolojiye bağlı olarak yeni ortaya çıkan kullanım alanları **Toprak ve Ceylan(2008)**' de verilmiştir. Yerküre üzerinde bulunan suyun sadece %4,9'u tatlı su kaynaklarını oluşturmaktadır. Tatlı su kaynaklarının da ancak %0,2'si doğrudan ve ekonomik bir şekilde kullanılabilir su kaynakları olan nehir ve göllerde bulunmaktadır (**Aytek, A. ve Toprak, ZF, 2001**).

Diğer taraftan yağışların yeryüzüne konumsal ve zamansal dağılımı homojen değildir. Suya en çok gereksinim duyulan kurak mevsimlerde yağışlar az, ihtiyacın minimum düzeyde olduğu yağışlı mevsimlerde ise yağışlar çok fazladır. Örneğin Diyarbakır'ın yazın aldığı yağış, yıl boyunca aldığı tüm yağışın ancak %2'sidir (**Aytek, A. ve Toprak, ZF, 2001**). Yine Diyarbakır ilinin dağlık bölgelerinde yıllık yağış 1600 mm'nin üzerinde meydana gelirken (Kulp) ovalık kısımlarında bu değer 500 mm'nin altına düşmektedir (Çınar, Hazro ve Hani için bu değerler sırasıyla 411, 415 ve 419 mm'dir). Bu durum dünya genelinde de benzerdir. Örneğin yıllık yağışların $\frac{3}{4}$ 'ü dünya nüfusunun yaklaşık olarak $\frac{1}{3}$ 'ünü kapsayan alanlara düşmektedir. Başka bir ifade ile dünya nüfusunun yaklaşık $\frac{2}{3}$ 'ü yeryüzüne inen yağışların $\frac{1}{4}$ 'ünden yararlanmaktadır (**Aytek, A. ve Toprak, ZF, 2001**). Dünyanın birçok bölgesinde ihtiyaç duyulan suyun miktarı doğal su miktarından fazladır. Bu nedenle çok sayıda ülke şu an bile su kıtlığı ile karşı karşıya gelmiş bulunmaktadır (**Aytek, A. ve Toprak, ZF, 2001**). Diyarbakır ili yeraltı suyu hakkında yapılan bazı çalışmalar (Çelik,2008,2014, Öztürk ve Çelik 2008) Diyarbakır ili yeraltı su potansiyeli ve kalitesi hakkında önemli fikirler vermektedir. Ancak yeraltı su değişiminin hangi etkilerle olduğu konusunda geniş bir inceleme gerekmektedir. Küresel iklim değişikliği de bu parametrelerden biridir.

Kişi Başına düşen su miktarına etki eden faktörler

Küresel İklim Değişikliği (KİD)

Küresel ölçekte su kaynaklarının zamansal ve konumsal olarak değişimine etki eden önemli bir faktör küresel iklim değişikliğidir (KİD). KİD, aşırı ve zamansız yağışlara, aşırı ve zamansız sıcaklıklara, hortum, sel, fırtına gibi anormal meteorolojik olaylara, deniz suyu ve yer altı su seviyesinde, buzul ve kar kalınlıklarında değişimlere neden olmaktadır. Suyun üzerinde yaptığı bu etki, küresel boyutta enerjiden tarıma, ekonomiden sağlığa tüm sektörlerle yansımaktadır. Doğal olarak son kırk yıldır KİD, küresel boyutta, bilim insanları, politikacılar, iş adamları, çevreciler, sivil toplum örgütleri ve halka varıncaya kadar tüm toplum kesimleri arasında tartışılmaktadır. Hükümetler arası İklim Değişikliği Panelleri (IPCC), Kyoto Protokolü, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) bu tartışmaların sonucunda ortaya çıkmıştır (Toprak ve diğ., 2013, Toprak ve diğ. 2011). IPCC (2007) raporuna göre Güney Akdeniz ve Ortadoğu bölgelerinde sıcaklıklarda artış, yağışlarda düşüş ve bağlı olarak su kıtlığı, kuraklık, taşkınlar, bitki örtüsünde değişim beklenmektedir (Toprak ZF, Toprak Sahin, and Hamidi N, 2012; Toprak ZF, 2014; Batan M and Toprak ZF, 2014; Toprak ZF, 2013a; Toprak ZF, 2013b; Batan M, Toprak ZF, and Şen Z, 2013).

Konuya ilgi duyan araştırmacıların yaklaşık %90'ı küresel iklim değişikliğinin varlığı konusunda kanıt ileri sürmektedir (Kickert ve Krupa, 1990; Kondratyev, 1991; Schwartz, 1992; Fields ve diğ., 1993; Karl ve Trenberth, 2003; Şen, 2009; Toprak ve diğ., 2009; Giannakopoulos ve diğ., 2009; Milanovich ve diğ. (2010); Sommer ve diğ., (2010); Buyukyildiz ve diğ., 2009; Culley ve Angeliq, 2010; Davis ve diğ., 2010; Ekholm ve diğ., 2010; Falk, 2010; Kreuzwieser ve Gessler, 2010; Maynard ve diğ., 2010; Schreurs, 2010; Thompson, 2010; Şen ve diğ., 2011;

Toprak ve diğ., 2013). Kyoto Protokolü ve IPCC de bu görüş doğrultusunda kurulmuşlardır.

Diğer taraftan KİD'in "niçin", "nasıl" ve "ne kadar" meydana geldiği konusunda bilim insanlarının küresel iklim değişikliğinin varlığı konusunda olduğu kadar bir birliklilik içinde olmadığı görülmektedir. Kondratyev (1991), son yüzyılda meydana gelen küresel ısınma ile ilgili konsesün hala netlik kazanmadığını belirtmektedir. Beckerman ve Malkin (1994), IPCC raporlarının yeterince sorgulanmadığını, raporların bazı entelektüellerin görüşünden ibaret olduğunu, medyanın sivil toplum örgütlerini ve hükümetleri etki altında bıraktığını iddia etmektedir. Krupa (1997) ise küresel iklim değişikliği ile ilgili bilgilerimizin bazı süreksizlikler içerdiğini belirtmekte, sıcaklık artışlarının ne kadar olduğu ve ne zaman başladığına ilişkin ikinci IPCC raporunda (SAR) verilen rakamların şüphe götürdüğünü dile getirmektedir. Özellikle Hammerle ve diğ. (1991), IPCC (2007) raporlarının aksine, küresel iklim değişikliğinin insan kaynaklı olduğuna dair çok sınırlı kanıtların elde bulunduğunu ileri sürmektedir. Jamieson (1992), Küresel iklim değişikliğinin beklendiği söylenen sonuçlarının bilimsel değil politik ve etik olduğunu iddia etmektedir. Budzianowski (2011), küresel iklim değişikliğinin, küresel ısınmanın, buzul erimelerinin geçmişte periyodik olarak gerçekleştiğini ileri sürmektedir.

Dünya Nüfusundaki Artış

Küresel ölçekte kişi başına düşen su miktarını etkileyen diğer bir faktör ise hızlı nüfus artışıdır. Dünya nüfusu gün geçtikçe dramatik bir şekilde artmaktadır. Birleşmiş Milletlerin 2006 yılında revize ettiği raporuna göre önümüzdeki 43 (2007'den itibaren) yıl içinde dünya nüfusu 2,5 Milyar artacaktır. Başka bir ifade ile 2050 yılına kadar dünya nüfusunun 6,7 Milyar'dan 9,2 Milyara çıkması beklenmektedir. Bu artış, 1950 yılındaki toplam dünya nüfusuna tekabül etmektedir. Dahası, bu artışın büyük ölçüde az gelişmiş ülkelerde meydana gelmesi beklenmektedir. Başka bir ifade ile az gelişmiş ülkelerin 2007'de 5,4 Milyar olan nüfusunun 2050'de 7,9 Milyara çıkması büyük bir

olasılıktır (Toprak ZF, 2015). Bu durum, hayati öneme sahip tüm kaynakların kişi başına düşen miktarının yıldan yıla küçüleceği anlamına gelmektedir.

Küresel ve Yerel Su Ticareti

Su kaynaklarına ve kişi başına düşen su miktarına etki eden başka bir faktör ise küresel veya yerel ölçekteki su ticaretidir. Su satıcıları, insanları kendi su kaynaklarından mahrum bırakmakta ve onları, kendi sularını başkasından satın almaya zorlamaktadır. Bu yüzden günümüzde su ticareti Dünya Su Forumu (WWF) küresel boyutta protesto edilmektedir. Hatta üçüncü dünya savaşının su yüzünden çıkacağı iddia edilmektedir (Toprak ZF, Songur M, Hamidi N, and Gulsever H, 2012; Songur M, Hamidi N, Toprak ZF, and Dabanlı A, 2012; Toprak ZF, 2013; Toprak ZF, 2015).

Sulama

Su kaynaklarının hem filen tüketilmesine hem de kirlenmesine neden olan önemli bir diğer faktör sulamadır. Özellikle yüzey sulamamalar buharlaşmayı artırmakta ve yeryüzüne inen suyun kısa sürede tekrar atmosfere dönmesine neden olmaktadır. Atmosferdeki nem oranının artması aynı zamanda küresel iklim değişikliğini ve ısınmayı artırmaktadır. Bu durum sulama alanlarının dışındaki diğer alanlardan da buharlaşmanın artmasına neden olmakta ve birbirini sürekli tetiklemektedir.

Su İhtiyacının Çeşitlenerek Artması

Artan teknoloji ve refah seviyesine bağlı olarak su kullanımının çeşitlenerek artması su kaynaklarının kişi başına düşen kısmının azalmasında ciddi bir şekilde etki eden başka bir faktördür.

Diyarbakır Su Kaynakları

Toprak (2015), Diyarbakır ilinin su potansiyelini Tablo 1, 2 ve 3'te verildiği şekilde özetlemektedir. Buna göre yaygın olarak kabul görmüş sınıflandırmaya göre (Aytek, A. ve Toprak, ZF, 2001) hâlihazırda Diyarbakır il olarak yıllık kişi başına düşen 6861 m³ ile su

potansiyeli açısından kendi kendine yeter durumda olduğu söylenebilir.

Tablo 1. Diyarbakır ili sınırları içinde depolanan su hacmi ve su yüzeyi alanı (Toprak ZF, 2015)

Diyarbakır'daki baraj göllerinin yüzey alanı ve deopolama kapasitesi		
baraj	yüzey alanı (km ²)	Depolama Hacmi (milyar m ³)
Karakaya*	298,00	9,580
Kralkızı	57,50	1,919
Dicle	24,00	0,595
Batman	49,25	1,250
Devegeçidi	32,14	0,202
Göksu	3,90	0,006
Diğer	35,21	
Sulan alanlar**	290,00	
TOPLAM	500,00	13,608

* Sadece 8 km2 alanı Diyarbakır il sınırları içerisinde
 ** Sulama alanları yaklaşık olarak verilmiştir.

Tablo 2. Diyarbakır ili yıllık su bütçesi (Toprak ZF, 2015)

Değişkenler	Su miktarı milyar m ³
Yağış	11,44
Buharlaşma	0,875
yeraltısuyu	0,38
Dicle Nehri il çıkışındaki yıllık akımı	15000
Yağışların katkısı	10,185
Dışarıdan gelen akışlar	4,875
Tüketim	?
Barajlarda depolanan miktar	13,608

Tablo 3. Kişi başına düşen yıllık su miktarı açısından Diyarbakır'ın en kurak ve en yağışlı ikliser ile karşılaştırılması (Toprak ZF, 2015)

iller	yıllık ort.yağış (mm)	Alan (km ²)	yıllık ort.yağış (milyar m ³)	Nüfus (2014, TÜİK)	kişi başına düşen yıllık su miktarı (m ³)
İğdır	259	1431	0,37	192056	1929,8
Konya	326	38873	12,67	2108808	6009,4
Rize	2352	3922	9,22	329779	27971,9
Giresun	1268	6832	8,66	429984	20147,2
Diyarbakır	745	15058	11,22	1635048	6861,1

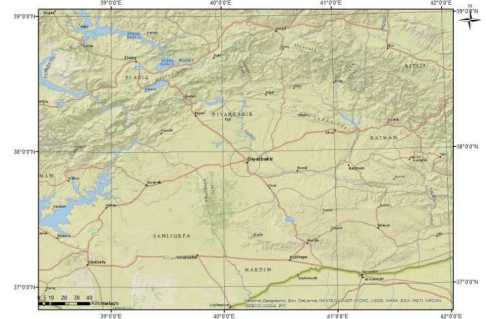
Türkiye'de ekonomik olarak sulanabilir 8,5 milyon ha arazinin 2,1 milyon hektarı (yüzde 25'i), Aşağı Fırat ve Dicle havzalarının oluşturduğu bölgedir (Diyarbakır ve çevresi). Fırat ve Dicle nehirlerinin Türkiye sınırları dâhilindeki yıllık ortalama yüzey akışı 52,9 milyar m³ olup ülke yüzey akışının yüzde 28'ini oluşturmaktadır (GAP İdaresi, 2002). Diyarbakır ve çevresinde önemli miktarda kar ve buzul suyu bulunmamaktadır. Ancak yer altı suyu rezervi açısından önemli bir konumdadır. Diyarbakır il sınırları içinde DSİ tarafından belirlenen yer altı su miktarı 0,380 Milyar

m³tür (Toprak ZF, 2015). Özellikle yer altı suları, kar ve buzul suları, sadece kuraklığın yaşanacağı zamanlarda kullanılmasına izin verilmesi gereken su depolarıdır. Dünyada ve ülkemizde hızla artan su ihtiyacının yanında, ülkemiz ve bölgemiz kaynaklarının sınırlı olması, var olan kaynakların öncelikli olarak gerçekçi bir şekilde belirlenmesini ve sağlıklı bir veri tabanı ile kayıt altına alınmasını gerektirmektedir. Bu amaçla bu çalışmada Diyarbakır yer altı suyu seviyesinin yıllara göre değişimi tespit edilmiş, haritalar elde edilmiş ve küresel iklim değişikliği ile ilişkisi araştırılmıştır.

Materyaller

Çalışma Alanı

Diyarbakır ili, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin orta kısmında, El-Cezire de denilen Mezopotamya'nın kuzey batısındadır. Doğudan Batman, Muş; Güneyden Mardin; batıdan Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya; kuzeyden Elazığ ve Bingöl illeriyle çevrilmiştir. Diyarbakır İli, Şekil 1 de görüldüğü gibi, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, 37 derece 30 dakika ve 38 derece 43 dakika kuzey enlemleriyle, 40 derece 37 dakika ve 41 derece 20 dakika doğu boylamları arasında yer almaktadır. İl sınırının tamamının yüz ölçümü 15.355 Km²'dir. Çalışma alanımız olan Şehir merkezi ve merkez ilçeleri olan Sur, Yenişehir, Bağlar ve Kayapınar sınırları yüzölçümü ise 2239 km² dir (DVCSIM 2013).



Şekil 1. Diyarbakır Kent Merkezi lokasyonu

İklim ve Yağış Şekilleri

Diyarbakır'da sert bir kara ve subtropik yayla iklimi hâkimdir. İklimin sertliği ve yağışların azlığı dolayısıyla yazlar sıcak ve kurak geçmektedir. Kışlar ise soğuk geçmektedir. Ancak Doğu Anadolu'daki gibi çok sert geçmez, çünkü Güneydoğu Toroslar kuzeyden gelen soğuk havaların yolunu keser. Diyarbakır'da 1970-2011 yılları arası ölçüm verisine göre; yıllık sıcaklık ortalaması 15,8 °C dir. Diyarbakır'da en yüksek (maksimum) sıcaklık; 1998 yılı Ağustos ayının 28. gününde 44,8 °C, en düşük (minimum) sıcaklık; ise 2006 yılı Aralık ayının 30. gününde -23,4 °C olarak kayıtlı edilmiştir.

Yine 40 yıllık verilere göre yıllık ortalama yağış toplamı miktarı 474.9 mm'dir (kent merkezi). Yağışlar daha ziyade kış ve bahar aylarında görülmektedir. Diyarbakır'ın Kuzeyde ve batıda Güneydoğu Toroslar'a yağın yağışların özellikle Midyat formasyonu boyunca merkez havzayı beslemesi ve Diyarbakır ilçelerinin yüksek yağış almaları nedeniyle yer altı su potansiyeli yüksektir [18].

Metod

Bu çalışmada Diyarbakır kent merkezi yer altı suyu değişimi CBS (Coğrafik Bilgi Sistemleri) ile belirlenmiştir. Bunun için gerekli veriler, DSİ, Özel İdare ve özel sektörün sulama veya kullanım amaçlı açmış olduğu 400 civarında sondaj kuyusundan temin edilen veriler kullanılmıştır. Bunlardan çalışma alanı içinde yer alan 400 kuyudan benzer koordinatlar ayıklandıktan sonra 308 tanesi statik su seviyesi için değerlendirilmiştir.

Çalışmada sırasıyla aşağıdaki süreçler takip edilmiştir:

- 1) Önce sondaj verileri tasnif edilmiş olup burada, kuyu derinliği, statik su seviyesi, ne zaman açıldığı gibi veriler elde edilmiştir.
- 2) Çalışma alanında asıl veriler 1/100 000'lik ve 1/50 000'lik haritalar yardımıyla çıkarılmıştır.
- 3) Netcad programı ile Diyarbakır Büyükşehir Belediyesince hazırlanmış Nazım İmar Planı (*.ncz) dosyaları "ArcGIS Data Interoperability" programı yardımıyla shape

(shp) formatına dönüştürülerek ARC INFO programında açılmıştır.

4) Kuyu sondaj verileri, Microsoft Excel programında toplanmış olup, CBS programında sayısal harita tabakasına dönüştürülmüştür.

5) Veriler dönemler halinde tasnif edilmiş, her bir dönem için ayrı ayrı tematik haritalar oluşturulmuştur.

6) Tematik haritalar sonuç itibari ile mevcut verilerin modellenerek üretilen ve çalışmanın nihai sonuçlarını ihtiva eden haritalardır.

7) Sondaj verileri 6 periyot halinde incelenmiştir.1986-1990 arası 1. Periyot, 1991-1995 dönemi 2. Periyot, 1996-2000 yılı arası 3. Periyot, 2001-2004 yılları arası 4.Periyot, 2005-2008 yılları arası 5. Periyot, son olarak ta 2009-2011 yılları arası da 6. Periyot olarak değerlendirilmiştir.

8) Her döneme ait veriler Microsoft excell yardımıyla tasnif edilmiş, bu dosyalar Arc Info 10.2.1 programı ile shape(.shp) formatına dönüştürülmüştür. Dönüştürülen bu dosyalar "Spatial Analysed Kriging" uzantısı ile interpolasyon yapıp her dönem için tematik haritalar üretilmiştir (şekil2-8).

9) Kriging işlemi sırasında yarı variogram, küresel modeli, kriging çapı 12 noktadan veri kullanılarak ARC INFO programının bulunduğu optimum değer, yine program tarafından otomatik olarak alınarak kullanılmıştır.

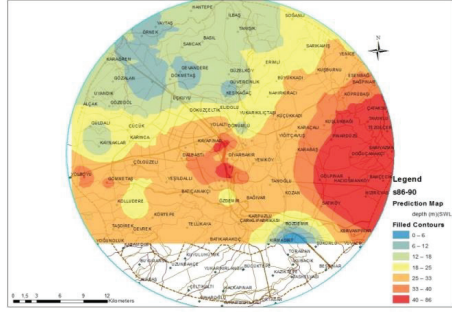
10) Böylece ovanın verisi olmayan kısımları da bu haritalar yardımıyla elde edilmiştir (Şekil 2-6). Her haritada 10 adet referans noktası belirlenmiştir.

Sonuçlar

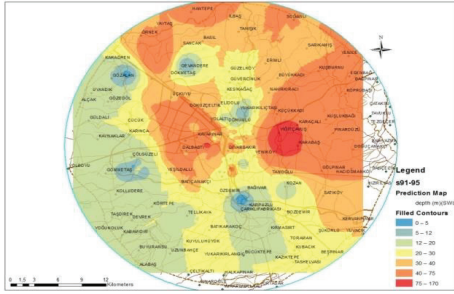
Diyarbakır yer altı suyu rezervi açısından önemli bir konumdadır. Diyarbakır il sınırları içinde DSİ tarafından belirlenen yer altı su miktarı 0,380 Milyar m³'tür (**Toprak ZF, 2015**). Bu çalışmada Diyarbakır yer altı suyu seviyesinin yıllara göre değişimi tespit edilmiş, haritalar elde edilmiş ve küresel iklim değişikliği ile ilişkisi araştırılmıştır. Buna göre aşağıda, kent merkezini çeşitli bölgelere ayırarak her bir bölge için yukarıda verilen

periyotlara göre yer altı su seviyesi haritaları elde edilmiştir (Şekil 2-8).

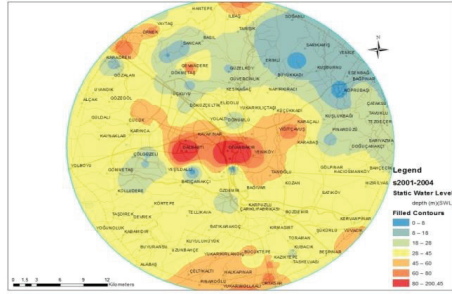
Yenikoy, karaçalı, Tanışık, Esenbağ Statik su seviye değişimi Şekil 8 da, Üçkuyu, Çölgüzeli, Körtepe bölgesi Statik su seviye değişimi Şekil 9'da, Batı Karakoç, Kozan, Hızırilyas bölgesi Statik su seviye değişimi de Şekil 10'de grafiksel olarak gösterilmiştir.



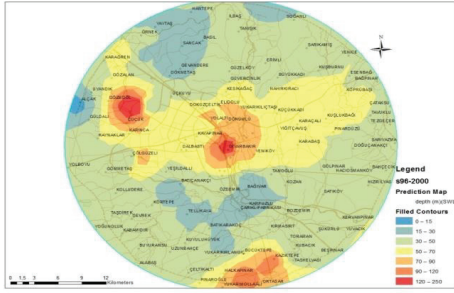
Şekil 2. 1986-1990 yılları statik su seviyesi tematik haritası



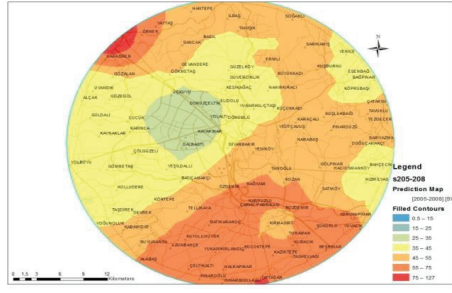
Şekil 3. 1991-1995 yılları statik su seviyesi tematik haritası



Şekil 5. 2001-2004 yılları statik su seviyesi tematik haritası

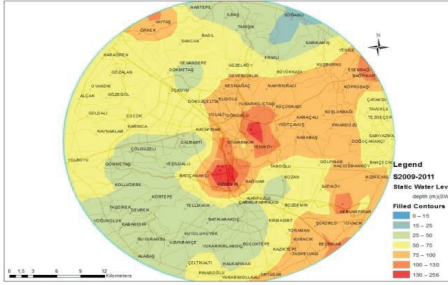


Şekil 4. 1996-2000 yılları statik su seviyesi tematik haritası

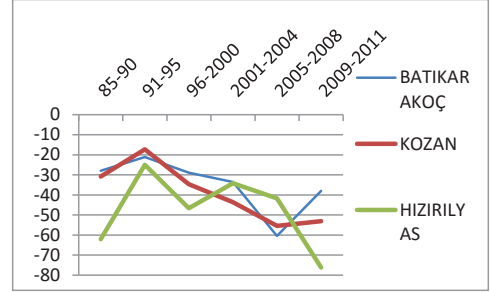


Şekil 6. 2005-2008 yılları statik su seviyesi tematik haritası

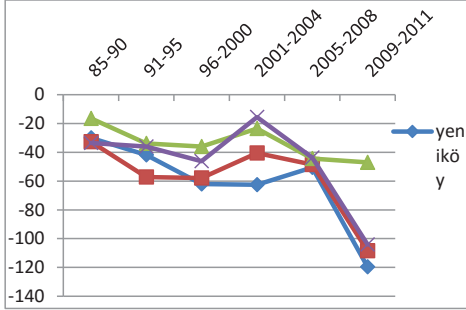
Küresel iklim değişikliğinin diyarbakır kent merkezi yeraltı suyu seviyesine etkisi



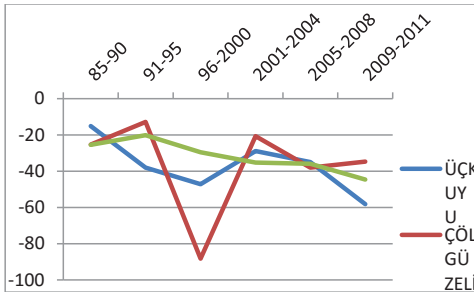
Şekil 7. 2009-2011 yılları statik su seviyesi tematik haritası



Şekil 10. Batı Karakoç, Kozan, Hızırilyas bölgesi Statik su seviye değişimi



Şekil 8. Yenikoy, karaçalı, Tanışık, Esenbağ Statik su seviye değişimi



Şekil 9. Üçkuyu, Çölgüzeli, Körtepe bölgesi Statik su seviye değişimi

Tartışma

Yeniköy referans noktasında -33,50 metrede bulunan statik su seviyesi (SSS), 1991-1995 döneminde -36 m seviyesine düşmüştür. 1996-2000 dönemi ile 2001-2005 dönemleri arasında ise -61 m seviyelerine düşmüşken 2005-2008 yılları arasında tekrar yükselerek -50 m seviyesine gelmiştir. 2009-2011 yılları arasında ise tekrar dramatik bir düşüşle -118 m'yi bulmuştur (Şekil 8). Karaçalı referans noktasında -33,50 metrede bulunan statik su seviyesi (SSS), 1991-1995 döneminde -57 m'ye düşmüş, 1996-2000 döneminde yine -57 metre kotunda sabit kalmış, 2001-2005 dönemleri arasında -40 m seviyelerine yükselmiş, 2005-2008 yılları arasında -48 m seviyesine düşmüş, 2009-2011 yılları arasında ise -108 m seviyelerine düşmüştür (Şekil 8).

Tanışık köyü referans noktasında -16,50 metrede bulunan statik su seviyesi SSS, 1991-1995 döneminde -34 m düşmüş, 1996-2000 döneminde -36 metreye düşmüştür, 2001-2005 dönemleri arasında -23 m seviyelerine yükselmiş, 2005-2008 yılları arasında -44 m seviyesine düşmüş (2009-2011 yılları arasında ise -47 m seviyelerine düşmüştür (Şekil 8).

Esenbağ köyü referans noktasında -33 metrede bulunan statik su seviyesi (SSS), 1991-1995 döneminde -36 m seviyesine düşmüş, 1996-2000 döneminde -46 m seviyesine düşmüş, 2001-2005 dönemleri arasında -16 m seviyelerine yükselmiş, 2005-2008 yılları arasında -43 m seviyesine düşmüş, 2009-2011

yılları arasında ise -104 m seviyesine düşmüştür (Şekil 8).

Uçkuyu mah. referans noktasında -15 metrede bulunan statik su seviyesi (SSS),1991-1995 döneminde -38 m seviyesine düşmüş, 1996-2000 döneminde -47 m seviyesine düşmüş, 2001-2005 dönemleri arasında -29 metre seviyelerine yükselmiş, 2005-2008 yılları arasında -36 m seviyesine düşmüş, 2009-2011 yılları arasında ise -58 m seviyesine düşmüştür (Şekil 9).

Çölgözeli mah. referans noktasında -25 metrede bulunan statik su seviyesi (SSS),1991-1995 döneminde -13 m seviyesine yükselmiş, 1996-2000 döneminde -88 m seviyesine düşmüş, 2001-2005 dönemleri arasında -23 metre seviyelerine yükselmişken, 2005-2008 yılları arasında -38 m seviyesine düşmüş, 2009-2011 yılları arasında ise -35 m seviyesine yükselmiştir (Şekil 9).

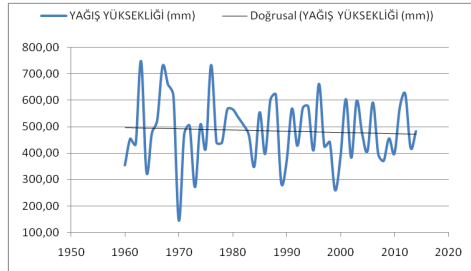
Körtepe mah. referans noktasında -25 metrede bulunan statik su seviyesi (SSS),1991-1995 döneminde -20 m seviyesine yükselmiş, 1996-2000 döneminde -29 m seviyesine düşmüş, 2001-2005 dönemleri arasında -35 metre seviyelerine yükselmişken, 2005-2008 yılları arasında -38 m seviyesine düşmüş, 2009-2011 yılları arasında ise -44 m seviyesine düşmüştür (Şekil 9).

Batıkarakoç köyü referans noktasında -28 metrede bulunan SSS(statik su svy), 1991-1995 döneminde -21 m seviyesine yükselmiş, 1996-2000 döneminde -29 m seviyesine düşmüş, 2001-2004 dönemleri arasında -33 metre seviyelerine düşmüşken, 2005-2008 yılları arasında -60 m seviyesine düşmüş 2009-2011 yılları arasında ise -38 m seviyesine yükselmiştir(Şekil 10). Kozan köyü referans noktasında -31 metrede bulunan statik su seviyesi (SSS),1991-1995 döneminde -17 m seviyesine yükselmiş, 1996-2000 döneminde -34 m seviyesine düşmüş, 2001-2005 dönemleri arasında -43 metre seviyelerine düşmüşken, 2005-2008 yılları arasında -55 m seviyesine düşmüş, 2009-2011 yılları arasında ise -53 m seviyesine yükselmiştir (Şekil 10).

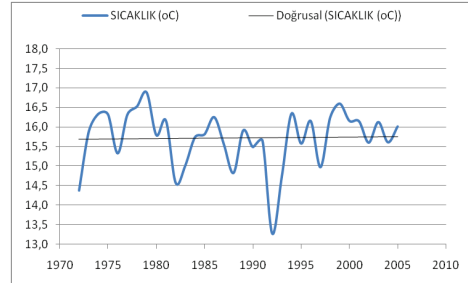
Hızırilyas mah. referans noktasında -62 metrede bulunan statik su seviyesi (SSS),1991-1995 döneminde -25 m seviyesine yükselmiş, 1996-

2000 döneminde -46 m seviyesine düşmüş, 2001-2005 dönemleri arasında -34 metre seviyelerine düşmüşken, 2005-2008 yılları arasında -42 m seviyesine düşmüş, 2009-2011 yılları arasında ise -76 m seviyesine düşmüştür (Şekil 10).

Neticelerde görülen en dikkat çekici husus 1990-1995 dönemleri ile 2001-2004 dönemleri arasında genel olarak statik su seviyesinin yükselme eğiliminde olmasıdır. Diğer periyotlarda SSS genel olarak düşme eğilimindedir. 2009-2011 yıllarının da düşüm eğimi oldukça yüksektir. Bu periyotlarda kısmen kuraklık yaşandığı ve bunun yeraltı suyuna etki ettiği görülmektedir (Şekil 10). Sıcaklık ve yağışlara bakıldığında (Şekil 11 ve 13) yağışlarda düşüş, sıcaklıklarda ise artış görülmektedir. Toprak ve diğ. (2009), uzun yıllar günlük ortalamaları esas alarak Diyarbakır sıcaklıklarının 0,5°C arttığını tespit etmişlerdir.



Şekil 11. Diyarbakır kent merkezinde yıllara göre yıllık toplam yağış yüksekliği değişimi



Şekil 12. Diyarbakır kent merkezinde yıllara göre yıllık ortalama sıcaklık değişimi

Şekil 12'ten de yaklaşık olarak Diyarbakır sıcaklıklarının 0,5°C arttığı okunabilmektedir.

Gerek yağışlardaki azalmanın gerek sıcaklıklardaki artışın, buna paralel olarak bahçe/peyzaj sulamasının ve içme suyundaki talep artışının kuyuların seviyesine ciddi bir şekilde etki ettiği söylenebilir. Bu hali ile küresel iklim değişikliğinin etkisinin ne kadar olduğunu tespit etmek güçtür. Daha kesin bir tespit için yıllara göre kuyuların verimliliği, yıllara göre açılan kuyu sayısı, yer altı suyu ile sulanan alanların yıllara göre değişimi; bu çalışmada elde edilen haritalar, sıcaklık ve yağış verileri arasında bir korelasyonun hesaplanması gerekir. Çalışma henüz devam etmektedir. Devamında bu tespitlerin daha net bir şekilde ortaya konacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

Aytek, A. ve Toprak, ZF, (2001), Fresh Water-Saltwater Distribution and Freshwater Potential of Turkey, Proc. International Symposium on Water Resources and Environmental Impact Assessment, 233 - 238, Istanbul, Turkey.

Batan M and Toprak ZF (2014), Financial Comparison of the Kyoto Protocol Obligations and the Natural Disasters Losses (A Key Study for U.S.), 3rd International Conference on Hydrology & Meteorology, September 15-16, 2014 HICC, Hyderabad, India.

Batan M, Toprak ZF, and Şen Z, (2013), Küresel İklim Değişikliği Üzerinde Yapılan Çalışmaların Sınıflandırılması (Classification of Studies Made on Global Climate Change), 3. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2013 (3rd Turkey Climate Change Congress), 23 – 25 June 2013, ITU, Istanbul – Turkey.

Beckerman, W. and Malkin, J. (1994) 'How much does global warming matter? - Concern for environmental problems as opposed to needs of developing countries', Public Interest, No. 114, pp. 3-16.

Budzianowski, W.M. (2011) 'Time delay of global warming', International Journal of Global Warming, Vol. 3 No.3, pp. 289-306.

Buyukyildiz, M., Marti, A.I., and Yilmaz, V. (2009) 'Global climate change with its reflections on Turkey' in SGEM 2009: 9th International Multidisciplinary Scientific Geoconference, Vol II, Conference Proceeding-Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection, Antalya, Turkey, pp. 533-540.

Culley, M.R. and Angelique, H. (2010) 'Nuclear power: Renaissance or relapse? Global climate change and long-term three mile island activists' Narratives', American Journal of Community Psychology, Vol. 45 No. 3-4, pp. 231-246.

Çelik R., 2008, Diyarbakır Ovasının Yer altı ve Yerüstü Su Potansiyeli, Pompa verimlilik Haritalarının Çıkarılması, Hidrojeolojik Analizi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları cilt7 sayı:1 shf:66-74 ELAZIĞ

Çelik R., 2014, "Mapping of groundwater potential zones in the Diyarbakır city center using GIS" Arabian Journal of Geosciences, DOI:10.1007/s12517-014-1485-9

Davis, C.C., Willis, C.G., Primack, R.B., and Miller-Rushing A.J. (2010) 'The importance of phylogeny to the study of phenological response to global climate change', Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences, Vol. 365 No.1555, pp. 3201–3213.

Diyarbakır Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (DVCSİM), 2013.İl Çevre Durum Raporu-2012,pp 22.DIYARBAKIR (Turkish report).Available in: http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Diyarbakir_icdr2012.pdf[accessed 14. 03.2014]

DSİ, 1979, Yukarı Dicle Havzası hidrojeolojik etüt raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Jeoteknik ve Yeraltı suları Dairesi Başkanlığı, Ankara, 113 s.

Ekholm, T., Soimakallio, S., Moltmann, S., Hohne, N., Syri, S. and Savolainen, I. (2010) 'Effort sharing in ambitious, global climate change mitigation scenarios', Energy Policy, Vol 38 No. 4, pp. 1797-1810.

- Falk, R. (2010) 'A radical world order challenge: Addressing global climate change and the threat of nuclear weapons', *Globalizations*, Vol. 7 No. 1-2, pp. 137-155.
- Fields, P.A., Graham, J.B., Rosenblatt, R.H., and Somero, G.N. (1993) 'Effects of expected global climate-change on marine faunas', *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 8 No.10, pp. 361-367.
- Giannakopoulos, C., Le Sager, P., Bindi, M., Moriondo, M., Kostopoulou, E., and Goodess, C.M. (2009) 'Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming', *Global and Planetary Change*, Vol. 68 No. 3, pp. 209–224.
- Hammerle, R.H., Shiller, J.W. and Schwarz, M.J. (1991) 'Global climate change', *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, Vol.113 No.3, pp. 448-455.
- IPCC. (1995) The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Economic and Social Dimensions of Climate Change 1995, established by WMO and UNEP Second Assessment Report.
- IPCC. (2007) The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), established by WMO and UNEP Fourth Assessment Report "Climate Change 2007", 02 February 2007, Paris.
- Jamieson, D. (1992) 'Ethics, Public-policy, and global warming', *Science Technology & Human Values*, Vol. 17 No. 2, pp. 139–153.
- K. Haspolat, G. Yalçın Bayar ve Toprak ZF, (2013), Su Kaynağı Olarak Karacadağ, "Diyarbakır Karacadağ", Sayfa: 405-413. Editors: Haspolat K, Güven K, Hamidi N, and Güven RG, ISBN: 978-975-7635-39-0, Nisan, 2013,1. Baskı, Uzman Matbaacılık, İstanbul.
- Karl, T.R. and Trenberth, K.E. (2003) 'Modern Global Climate Change', *Science*, Vol. 302, pp. 1719-1723.
- Kickert, R.N. and Krupa, S.V. (1990) 'Forest responses to tropospheric ozone and global climate change: An analysis', *Environmental Pollution*, Vol. 68 No. 1-2, pp. 29-65.
- Kondratyev, K.Y. (1991) 'New assessments of global climate change', *Atmosfera*, Vol. 4 No. 3, pp. 177-188.
- Kreuzwieser, J. and Gessler, A. (2010) 'Global climate change and tree nutrition: influence of water availability', *Tree Physiology*, Vol. 30 No. 9, pp. 1221-1234.
- Krupa, S.V. (1997) 'Global climate change: Processes and products - An overview', *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol. 46 No. 1–2, pp. 73–88.
- Maynard, J.A., Marshall, P.A., Johnson, J.E., and Harman, S. (2010) 'Building resilience into practical conservation: identifying local management responses to global climate change in the southern Great Barrier Reef.', *Coral Reefs*, Vol. 29 No. 2, pp. 381-391.
- Milanovich, J.R., Peterman, W.E., Nibbelink, N.P. and Maerz, J.C. (2010) 'Projected loss of a salamander diversity hotspot as a consequence of projected global climate change', Published August 16, 2010, PLoS ONE, Vol. 5 Vol. 8, e12189.
- ÖZTÜRK M., ÇELİK R., 2008, Diyarbakır Ovası Yer altı Su Seviye Haritalarının Coğrafik Bilgi Sistemi ile Tesbiti, TMMOB 2.Su Politikaları Kongresi cilt1 sayı:1 shf:125-133 ANKARA
- Schreurs, M.A. (2010) 'Multi-level governance and global climate change in East Asia', *Asian Economic Policy Review*, Vol. 5 No.1, pp. 88–105.
- Schwartz, M.W. (1992) 'Potential effects of global climate change on the biodiversity of plants', *Forestry Chronicle*, Vol. 68 No. 4, pp. 462-471.
- Sommer, J.H., Krefte, H., Kier, G., Jetz, W., Mutke, J., and Barthlott, W. (2010) 'Projected impacts of climate change on regional capacities for global plant species richness', *Proceedings of The Royal Society*

- B-Biological Sciences, Vol. 277 No. 1692, pp. 2271-2280.
- Songur M, Hamidi N, Toprak ZF, and Dabanlı A, (2012), Developing Mathematical Model For Losses in Water Distribution Network by Integration of SCADA, GIS and Customer Information System, AWERProcedia Information Technology & Computer Science, Vol 03 (2013) 1494-1498.
- Şen, Z. (2009) 'Precipitation downscaling in climate modelling using a spatial dependence function', International Journal of Global Warming, Vol. 1, No.1-3 pp. 29-42.
- Şen, Z., Alsheikh, A., Dakheel, A.M., Alamoud, A.I., Alhamid, A. A., Sebaay, A.S., Abu-Risheh, A.W. (2011) 'Climate change and Water Harvesting possibilities in arid regions', International Journal of Global Warming, Vol. 3, No.4 pp. 355 - 371.
- Thompson, L.G. (2010) 'Understanding global climate change: Paleo climate perspective from the world's highest mountains', Proceedings of the American Philosophical, Vol. 154 No. 2, pp. 133-157.
- Toprak ZF (2013a), Küresel İklim Değişikliğine Genel Bir Bakış, Davetli Konuşmacı (A Review on Global Climate Change, Invited Speaker), 3. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2013 (3rd Turkey Climate Change Congress), 23 – 25 June 2013, ITU, İstanbul – Turkey.
- Toprak ZF (2013b), Diyarbakır'ın Şimdiki Su Kaynakları, Diyarbakır Ansiklopedisi, 5. Cilt, Sayfa: 44-46. Editor: İhsan Işık, ISBN: 975-605-63614-7-0 (5.c), Elvan Yayınları, 1. Baskı, 2013, Ankara.
- Toprak ZF (2013c), Diyarbakır İli Hidrolojisi ve Su Kaynakları Potansiyeli, "Diyarbakır'ın Yer altı Kaynakları", Sayfa: 53-63. Editors: Haspolat K, Kavak O, Hamidi N, Akaydın A ve Haspolat İ, ISBN: 978-975-7635-40-6, Nisan, 2013, 1. Baskı, Uzman Matbaacılık, İstanbul.
- Toprak ZF (2014), INVITED SPEAKER, A Review on the Global Climate Change, 3rd International Conference on Hydrology & Meteorology, September 15-16, 2014 HICC, Hyderabad, India.
- Toprak ZF (2015), Water Resources in Diyarbakır Province, Invited speaker, Dies Hotel, Diyarbakır April 11, 2015.
- Toprak ZF, Ceylan, E., (2008), The importance of Silvan Dam in Southeastern Anatolia Project (GAP), International Symposium on Silvan, 25-27 April 2008, Silvan, Diyarbakır, Turkey.
- Toprak ZF, Songur M, Hamidi N, and Gulsever H, (2012), Determination of Losses in Water-Networks Using a New Fuzzy Technique (SMRGT), AWER Procedia Information Technology & Computer Science, Vol 03 (2013) 833-840.
- Toprak ZF, Toprak Sahin, and Hamidi N, (2012), Changement Climatique et Identite Climatique, Le Journal de l'Eau et de l'Environnement, Revue Scientifique et Technique, 81-91 LJEE, 20(2012).
- Toprak, ZF, Hamidi, N., Toprak, Ş. and Şen, Z. (2013) 'Climatic identity assessment of the climate change', Int. J. Global Warming, 5(1), 30–45 (16). DOI: <http://dx.doi.org/10.1504/IJGW.2013.051480>
- Toprak, ZF, Hamidi, N., Toprak, Ş. and Şen, Z. (2013) 'Climatic identity assessment of the climate change', Int. J. Global Warming, 5(1), 30–45.
- Toprak, ZF, Öztürkmen, G., Yılmaz S., Dursun, F., Bayar G., EM, A., Hamidi, N., (2009), Diyarbakır Kent Merkezi İçin Sıcaklık Verilerinin İstatistiksel Analizi (Statistical Analyses of Temperature Data for Diyarbakır City Center), İklim Değişikliği ve Çevre (Climate Change and Environment), 1 (2), 49-74, 2009.

The Effects of Global Climate Change On The Groundwater Level In Diyarbakir City Center

Extended abstract

Global climate change is an important issue in the agenda of the world communities since 1980s. This global problem has effects on almost all sectors of the life (i.e. economy, water resources, energy, foods etc.). So it is globally discussed with its all aspects. The fresh water amount is constant with the natural hydrological cycle. However, the world population dramatically increases. On the other hand, water consumption has become increasingly diverse. Therefore, water stress/scarcity is expected to rise sharply in numerous regions on the world. The greatest problems, those needed to be urgently solved are 1) correctly determining the water potential, 2) realistically determining the effects of global climate change on both quality and quantity of water resources, and 3) effective water use and controlling water losses in both irrigation and domestic water-distribution-networks. As well known, the groundwater and ice/snow water are the fresh water stores of the earth planet to be used during any water scarcity. With this respect, the conservation of these water resources and how much they effected by global climate change has just become more important issues. In this study, paralleling to the GCC, the temporally variation of groundwater level in Diyarbakir city center is investigated.

Keywords: *Groundwater, Climate Change, Static Water Level (SWL), GIS*