

KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ SU KAYNAKLARINA YAĞMUR SUYU DERLENMESİNİN KATKISI

Gözen Elkıran¹, Ferhat Türkman²

Özet

KKTC’nde günümüzde su talebi - su arzı arasında büyük açık bulunmakta ve bu açık sürdürülemez bir şekilde akiferlerden aşırı çekim yapılarak karşılanmaktadır. Bu çalışmada su arzına katkıda bulunabilmek için bina çatılarından drenaj sistem ile yararlanılmadan uzaklaştırılan, niteliği içme suyu kalitesine yakın olacağı beklenen suyun, sarnıçlar (depolar) ile derlenerek, zorunlu hallerde içme suyu olarak, diğer durumlarda kullanma veya sulama suyu olarak nasıl değerlendirilebileceği araştırılmıştır.

Girdi olarak rasgele davranış gösteren yağışlardan en etkin şekilde yararlanabilmek için uygun depolama hacimlerinin belirlenmesi, derlenen suyun en az kayıpla değerlendirilebilmesi için çekim paterninin ne olması gerektiği, hangi çekim paterninde en çok suyun zamanla en uzun süre ile yayılarak değerlendirilebileceği ve sistemin fizibilitesi bir pilot tesis kurularak ve bir yağış sezonu boyunca işletilerek araştırılmıştır. Önemli sonuç olarak derlenen suyun birim maliyetinin 22,5 TL/ton gibi yüksek bir değer olduğu, bu suyun ancak içme suyu olarak kullanılabilmesi durumunda ekonomik olabileceği saptanmıştır.

1. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’nin Su Kaynakları

Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC), 9251 km² olan Kıbrıs adasının 3355 km² alanı ile yaklaşık üçde birini teşkil etmektedir. Bu alanın 1870 km²’si (%57) tarım alanı niteliğine olup 87 km²’si sulanabilir niteliktedir. Ülkede 643 km² orman alanı ve 163 km² mera bulunmakta yerleşim alanları hazne alanları ve akış yatakları toplamı ise 368 km² yi bulmaktadır (ASP, 2001-2004).

Ülke ekonomisi genelde tarım ve turizm gibi çok su tüketen sektörlerle dayanmaktadır. 250.000 vatandaşın yanı sıra öğrencisi çoğunlukla dışarıdan gelen 6 üniversite bulunduğundan yoğun bir mevsimlik hareket gözlenmektedir Tarımsal üretimin en önemli kısmını narenciye teşkil ederken zeytincilik ve sebze üretimi iç tüketime yönelik olarak

¹ Doç. Dr. Lefke Avrupa Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, KKTC

² Prof. Dr. Lefke Avrupa Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, KKTC

yapılmaktadır. Sulama yapılan tarımsal arazilerde çoğunlukta modern damla sulaması uygulanmaktadır (ASP, 2009).

Önemli sektörlerle göre KKTC’nde tüketilen aylık su miktarı Tablo 1 de sunulmaktadır.

Tablo 1 - KKTC’nde önemli sektörlerin 2001 yılı itibarıyla aylık su tüketimi (Elkiran, 2010).

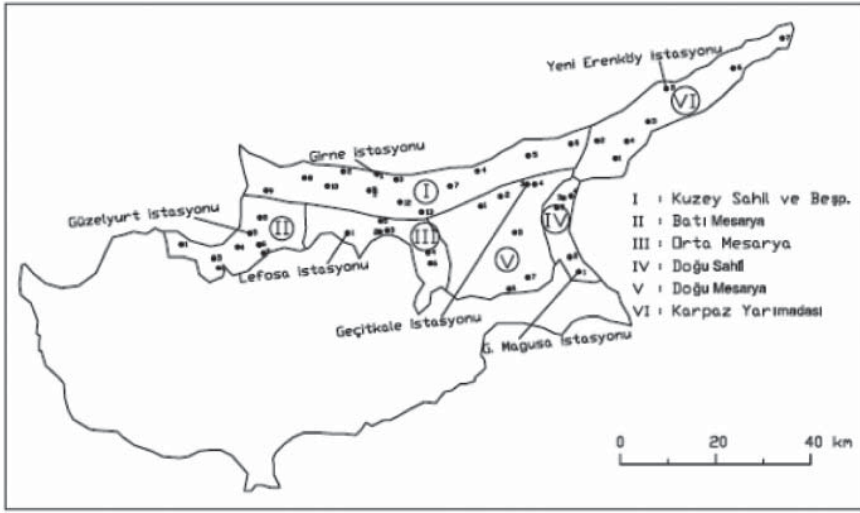
Aylar	Tarımsal Sulama (10 ⁶ m ³)	Diğer önemli tüketimler (10 ⁶ m ³)					Toplam Kullanım (10 ⁶ m ³)
		Hay-vancılık	Otel	Üniver-site	Evsel	Toplam	Genel Toplam
Ekim	6.32	0.17	0.06	0.08	2.10	3.14	9.46
Kasım	0.45	0.17	0.06	0.07	2.03	3.04	3.49
Aralık	0.00	0.17	0.06	0.08	2.10	3.14	3.14
Ocak	0.00	0.17	0.06	0.08	2.10	3.14	3.14
Şubat	0.00	0.16	0.06	0.02	1.88	2.75	2.75
Mart	0.05	0.17	0.06	0.07	2.10	3.12	3.17
Nisan	5.83	0.17	0.06	0.07	2.03	3.02	8.85
Mayıs	11.63	0.17	0.06	0.07	2.10	3.12	14.75
Haziran	16.98	0.17	0.06	0.07	2.03	3.02	20.00
Temmuz	19.36	0.17	0.06	0.03	2.08	3.05	22.41
Ağustos	16.91	0.17	0.06	0.03	2.08	3.05	19.96
Eylül	11.90	0.17	0.06	0.02	2.02	2.95	14.85
Toplam	89.43	2.03	0.76	0.67	24.65	36.55	125.98

2. KKTC’nin Meteorolojik Bölgeleri ve Su Kaynakları

KKTC meteorolojik ağı, Şekil 1 de sunulduğu gibi 6 bölgeden oluşmaktadır. Her bölgede farklı tarihlerde gözlemlere başlanmış (ilki 1975 yılında), değişik sayıda (en az 5) meteoroloji istasyonu bulunmaktadır (Göymen (a), 2003).

Kış aylarında artan yağışlar bu altı meteorolojik bölgede farklılıklar göstermekte en yüksek yıllık ortalama yağış 456,6 mm/yıl ile Güney Sahil bölgesinde en düşük yıllık ortalama yağış ise 294,7 mm/yıl ile Orta Meserya bölgesinde oluşmuştur. KKTC ortalaması ise 373,3 mm/yıl dır. Su bütçesinin önemli bir unsuru olan sıcaklık değerleri de yukarıda tanımlanan meteorolojik bölgelerde büyük farklılıklar göstermemekte yaz ayları ortalaması 25 - 30 C, diğer aylar ortalaması ise 10 - 15 C arasında bulunmakta, aylık buharlaşma miktarları ise yaz aylarında 10 - 12 mm/ay gibi yüksek değerlere ulaşmakta ve yıllık bazda yağışların % 80’ ine karşı gelmektedir (Göymen (b), 2003).

KKTC’nin su arzı tamamıyla yeraltı su kaynaklarından sağlanmakta mevcut küçük akarsuların üstüne kurulmuş 41 gölet, akarsuların denize ulaşmasını engelleyip, yeraltı su-



Şekil 1 - KKTC Meteorolojik Bölgeler Haritası

yunu beslemek amacına yönelik işletilmektedir (Sıdal, 2006). Başlıcası Güzelyurt, Lefke, Girne ve Magosa akiferlerinden oluşan yeraltı su kaynaklarının beslenme, dolayısıyla sürdürülebilir çekim potansiyelleri sırasıyla 60, 12 ve 2,1 milyon m³/yıl olmakta, diğer küçük akiferler de göz önüne alındığında KKTC'de toplam 74,1 milyon m³/yıl sürdürülebilir yeraltı suyu potansiyeli bulunmaktadır (Alkaravlı, 2002).

3. KKTC'de Su Tüketimi Kestirimleri

KKTC'de 2010, 2020 ve 2035 yıllarında ne kadar suya ihtiyaç olabileceği iyimser ve kötümser adları altında iki senaryo oluşturularak incelenmiştir (Elkıran, 2010). İyimser olarak adlandırılan senaryoda arazi ıslahının tamamlanacağı ve bitki dağılımının daha az su ihtiyacı olan bitkilere doğru dönüştürülebileceği, sulama ve içme suyu sistemlerinde kayıpların azaltılacağı (örneğin içme suyu dağıtım sistemlerinde %10), nüfus artışının stabilize olacağı gibi, su tüketimini düşürecek ve kullanım verimini arttıracak önlemlerin alınabileceği kabul edilmiştir. Kötümser olarak adlandırılan ikinci senaryoda ise, mevcut koşulların devam edeceği kabulü ile projeksiyonlar yapılmıştır. Her iki senaryoda da su tüketiminin alt ve üst sınırları ortalama yağışlı bir yıl ve kurak bir yıl alınarak belirlenmiş sonuçlar Tablo 3 de sunulmuştur (Elkıran, 2010).

Tablo 3 - KKTC'nde su tüketim kestirimleri (106 m³/yıl)(Elkıran, 2010)

Senaryo		2010	2020	2035
İyimser	Kurak	92	119.4	150
	Sulak	115.4	149.9	187.7
Kötümser	Kurak	85.9	111	138.6
	Sulak	142.3	185	232.9

4. Su Arzını Arttırmak İçin Yapılan Çalışmalar

KKTC’nde su arzını arttırmak için aşağıda belirtilen çalışmalar yapılmıştır.

1. 1998 yılında Türkiye’den 10.000 ve 40.000 m³ hacimli, denizden çekilerek getirilebilen torbalar ile su taşınımı fizibil bulunmuş, 5 yıl içerisinde toplam 4,1 milyon m³ su taşındıktan sonra, gözlenen teknik zorluklar nedeniyle, proje 2002 yılında durdurulmuştur (Mavioğlu, 2004).
2. Türkiye’den boru ile su taşınımı amacına yönelik fizibilite çalışmaları tamamlanmış, 300 Milyon Dolar tutarlı proje, denizin derin ve taban topografyasının elverişsiz olması nedenleri ile yarı batık bir boru hattını önermiş, ancak gerçekleşip gerçekleşmeyeceği henüz belli olmamıştır (<http://www.dsi.gov.tr>).
3. Deniz suyundan içme suyu eldesi çalışmaları çerçevesinde, KKTC’ de çalışmalar 2000 yılından beri devam etmektedir. Teknolojisinin gelişmesi ile birim maliyetin sürekli düşüş eğilimi gösterdiği (şu sıralar yaklaşık 1 Dolar/m³) yöntemler ile 2000 m³/gün kapasiteye ulaşılmıştır (Elkiran, 2010).
4. Atık sulardan yararlanım çerçevesinde Lefkoşa atık suları (4 milyon m³/yıl) artırılmakta, şu sıralar sadece mera sulamasında kullanılan suların çiftçilerin ve başka uygun sektörlerinde kullanabilmesi için eğitim çalışmaları sürdürülmektedir (Öznel, 2003).
5. Yağışların daha etkili kullanılabilmesi için sarnıçların nasıl katkısı olabilir konulu araştırma projesi bu bildirinin yazarları tarafından yürütülmektedir.
6. Suyun etkili kullanımı için alınan önlemlerden sulama sistemlerin modernizasyonu 1998 yılından beri sürdürülmekte olup, yaklaşık %80 tamamlanmıştır. Çalışmalar devlet desteği ile sürdürülmektedir (ASP, 2004).

5. Su Arzına Katkıda Bulunabilecek Sarnıç Sistemi

5.1 Sistemin Tanıtımı

Yağmur suyunun depolanması uygulaması için Lefke Avrupa Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi binasının çatısı uygun görülmüş, kiremit bulunmayan düz bir şekilde tertiplenmiş bulunan çatının yağmur suyu toplama alanı olarak uygun özellikler gösterdiği düşünülmüştür.

Boyutları 9,40*74,6= 701,2 m² olan çatının, üzerinde bulunan ayrımlar ve daha sonra yapılan bir ayırım ile Şekil 2 de tanımlandığı gibi 4 su toplama alanına dönüştürülmüştür.

Her su toplama alanı drenajı için gerekli boru sistemi değişiklikleri yapılarak, her toplama alanı için zeminde 1135 LT kapasiteli 4 su tankı oluşturulmuştur ve akışlar bu tanklara depolanmıştır. Foto 1’de su tankı ve teçhizatı. Foto 2’de ise drenaj alanı olarak kullanılan çatı görüntüsü verilmektedir.

9,40	253 (m ²)	189 (m ²)	142 (m ²)	142 (m ²)
	26,90	20,10	15,15	15,15

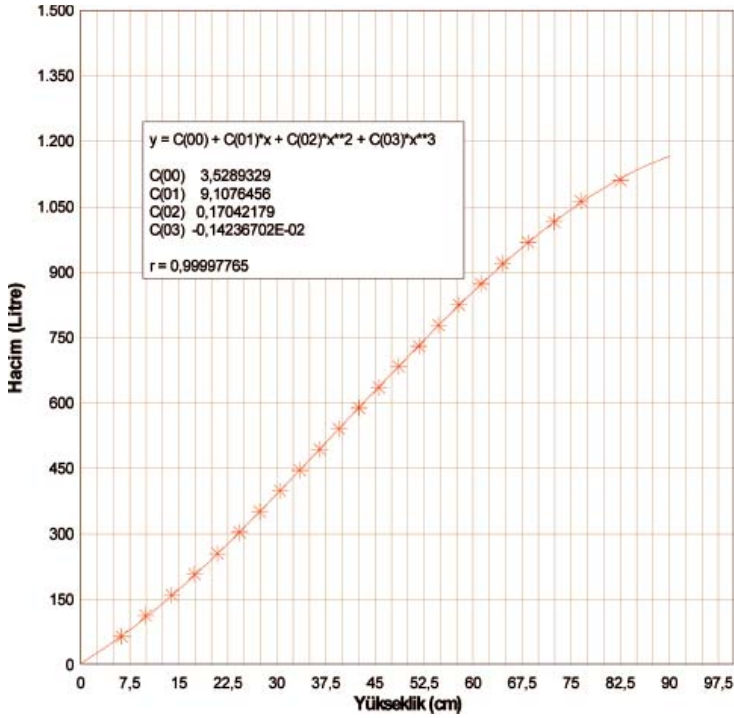
Şekil 2 - Seçilen binaya ait çatı görünüşü ve bölümleri



Foto 1 - Ssu tankları ve teçhizatı



Foto 2 - Drenaj alanı olarak kullanılan çatı görünüşü



Şekil 3 - Tankların seviye-hacim ilişkileri

T1, T2, T3, ve T4 olarak isimlendirilen su tanklarının su toplama alanları sırası ile 253, 189, 142 ve 142 m² olmuştur.

Su tanklarında toplanacak yağmur suyu miktarını belirleye bilmek için önce su tankları doldurulmuş, ve kontrolü şekilde boşaltılarak tankların hacim-seviye ve seviye-hacim ilişkileri Şekil 3'te gösterildiği gibi belirlenmiş ve tank tahliyesinin yanına iliştilerilerek, tanktan yapılacak su çekimlerinin belirlenmesi sağlanmıştır.

5.2 Yağış Mevsimi Öncesi Hazırlık Çalışması

Ön hazırlık olarak tanklara 4 farklı drenaj alanından toplanabilecek su miktarı yağış-akış katsayı 0,7 kabul edilerek 1975-2001 yılı yağış gözlemlerinin

- aylık ortalama değerleri
- aylık minimum değerleri
- aylık maksimum değerleri

kullanılarak su toplama alanlarından gelecek su miktarı belirlenmiştir.

5.3 Çekim Paterninin Belirlenmesi

Haznelerinin sağlayacağı suyun içme ve kullanma suyu olarak kullanılacağı varsayımı ile ve depo kapasiteleri göz önüne alınarak, İller Bankası yönetmeliğince nüfusu 3000 den

az olan yerleşim bölgeleri için verilen 60 lt/gün /kişi miktarı esas alınmıştır. Çekimlerin her gün yapılması pratikte getireceği zorluk nedeni ile depoların haftada bir boşaltılması dolayısıyla $60 * 7 = 420$ l/hafta su çekimi yapılması planlanmıştır.

T1.....420 l / hafta

T2.....210 l / hafta

T3.....105 l / hafta

T4..... depo mevcudunun yarısı

olarak belirlenen çekim paterni tankların su toplama alanları oranları göz önüne alınarak aşağıda verildiği gibi belirlenmiştir

T1 420 l/ hafta

T2..... $(420*0,5)*(189/253)= 160$ l/ hafta

T3..... $(420*0,25)*(142/253)$ 60 l/hafta

Burada amaç bir kişinin iller Bankası yönetmeliğine göre günlük düşük su ihtiyacı olan 60 l/gün'e karşılık gelen haftalık 420 l/haftanın temin edilmesi diğer depolarda ise sırasıyla gerektiren şartlarda bu ihtiyacın %50 si ve %25 i nin temin edilmesi ve bu sürenin ne kadar olabileceğinin belirlenmesi olmuştur. T4 deposu ise yağış-akış katsayısının kestirilebilmesi amacıyla işletilmiştir.

5.4 Yağış Dönemi Çalışmaları

Yağış dönemi çalışmaları 2009 Şubat ayının ilk haftasında başlatılabilmıştır; ilk hafta yağışlar ile depolar tam dolmuş ve yetersiz kaldıklarından belirlenemeyen miktarda su depolardan savaklanmıştır; ekip arasında yanlış anlaşılma nedeniyle ilk hafta belirtilen suyun tamamı boşaltılmış, amaca yönelik çalışmalar şubat ayının 2'nci haftasından itibaren başlatılmıştır. Çekim paternine bağlı olarak işletim Mayıs ve Temmuz aylarına kadar devam ettirilmiştir.

T1 deposunda çekim patternine sağlayan 10 hafta, kısmı sağlayan 3 hafta ve hiç sağlamayan 3 hafta gözlenmiş ve toplam 5050 l su çekim amacına uygun olarak derlenmiştir. T2 deposunda ise sırası ile çekim planına uygun olarak Temmuz ayının ilk haftasına kadar 3200 l; T3 deposunda ise Temmuz un ikinci haftasına dek toplam 1320 l su derlenmiştir.

Depodaki mevcut suyun yarısını çekmek şeklinde planlanan T4 deposunda ise 5900 l su derlenmiştir.

Bu gözlemler yapılırken çatıya düşen yağış miktarı; çatıya konan bir kaba biriken suyun ölçümü ile belirlenemeye çalışılmış ancak standart dışı toplama kaplar nedeni ile düşük güvenilirli gözlemler olmuştur. Dolayısıyla amaçlanan çatının yağış-akış katsayısının belirlenmesi mümkün olmamıştır.

5.5 Yağmur Suyu Derlemenin Ekonomisi

Su depolama maliyeti depo ayakları ve gerekli tahliye vanası montajı ile beraber 700 TL olarak gerçekleşmiş, yıllık geçerli faiz oranı %10 depoların ekonomik ömrü 10 yıl alındığında bir deponun yıllık işletme gideri,

$$(700) * ((0,1 * (1 + 0,1)^{10}) / ((1 + 0,1)^{10} - 1) = 114 \text{ TL/yıl}$$

olarak belirlenmiştir. Bu değer ile kontrolü olarak çekilen suyun maliyeti TL için $114\text{TL}/5050 = 22,5 \text{ TL/ton}$ olarak belirlenmiş mevcut suyun yarısı çekilecek işletilen T4 deposunda ise $114\text{TL}/5900 = 19,3 \text{ TL/ton}$ maliyet oluşmuştur.

Bu maliyet değerleri ters ozmos ile deniz suyundan tatlı su eldesi yaklaşık maliyeti $1,5\text{TL/ton}$ göz önüne alındığında kabul edilmeyecek kadar yüksek olmakta; ticari olarak damacana içinde satılan içme suyunun fiyatı ile (yaklaşık 200TL/ton) karşılaştırıldığında ise makul bir seviyede kalmaktadır.

6. Sonuçlar ve Öneriler

KKTC nin su kaynaklarının özetlendiği ve yağmur suyunun çatılardan derlenerek su bütçesine katkısının ne olabileceğini inceleme amacı taşıyan bu çalışmada aşağıda sıralanan bulgulara ulaşılmış; başlangıçtaki beklentilerin pratikte ne ölçüde ne ölçüde gerçekleştiği üstüne yorumlar yapılmış ve daha ilerde bu konuda yapılması uygun olacak çalışmalar önerilmiştir.

- a) Bu çalışmada ve baştan karar verilen çekim paterni kullanılarak net olarak elde edilen su esas alınmıştır. Depoların taşmasına izin verilmiş uygulama esnasında yapılan yanlış çekimler, su kaçakları genel denetlenemeyen kayıplar olarak kabul edilmiştir. Net derlenen suyun birim maliyeti sistem amortismanına bölümü sonucu çekim paternine bağlı olarak $22,5 \text{ TL/ton}$ ile $19,3\text{TL/ton}$ olarak belirlenmiştir. Çok yüksek olan bu maliyet, derlenen suyun ancak içme suyu kalitesinde olması halinde makul karşılanabilir.
- b) Dönem içinde düşen yağışın ölçülmesi ve çatıda oluşan akış-yağış katsayısının belirlenmesi amacı başarısızlık ile sonuçlanmıştır. Yağış gözlemlerinin yakında bulunan meteoroloji istasyonunda eldesi, her ne kadar yağışlar kısa mesafelerde büyük farklılıklar gösterse de standart ölçüm cihazları kullanıldığı için, daha sağlıklı olabileceği kanısı uyanmıştır.
- c) Yağış verilerinin eldesi, en uzun süreli ve en çok su eldesi için hangi çekim paterninin benimsenmesi uygun olabileceği ve bölge için en uygun depolama hacminin(metreküp/metrekare) ne olması gerektiğinin incelenmesi yerinde olmaktadır

Kaynaklar

1. Alkaravlı, M. (2002) "Yeraltı suyu kaynakları hk.", Rapor. (no. 118/98), İçişleri Köy işleri ve İskân Bakanlığı, Jeoloji ve Maden Dairesi, TRNC.
2. ASP. (1996-2009) Agricultural Structure and Production, Ministry of Agriculture and Forestry, Department of Agriculture, TRNC.
3. Elkiran G. (2010) "Implementations of Integrated Water Resources Planning and Management; The case of North Cyprus", LAP LAMPERT Academic Publishing, USA and UK, ISBN: 978-3-8383-7902-9.
4. Göymen, H. (a). (2003) "Meteorolojik bilgi hk.", Rapor. (no. M9/03/2), Bayındırlık ve Ulaştırma Bakanlığı, Meteoroloji Dairesi, TRNC.

5. Goymen, H. (b). (2003) Meteorolojik bilgi hk.", Rapor. (no. M9/03/100), Bayındırlık ve Ulaştırma Bakanlığı, Meteoroloji Dairesi, TRNC.
6. Mavioglu, Y. (2004) Personal Communication, Civil Engineer, Ministry of Interior, Department of Hydraulics Works of State, TRNC.
7. Muslu, T. (2003) "Turistik Tesisler Hakkında", Rapor. (no. 31.T.Ç.B.75/01-335), Turizm ve Çevre Bakanlığı, Turizm Planlama Dairesi, TRNC.
8. Öznel, N. (2003) "Arıtma ile ilgili sorularınızın cevabı", Doküman, Lefkoşa Türk Belediyesi, Kanalizasyon Bölümü, TRNC.
9. Sidal, M. (2006) "Su kaynakları ile ilgili bilgiler", Rapor. (no. 2/95 (68/06)), İçişleri ve Köy işleri Bakanlığı, Su İşleri Dairesi, TRNC.
10. www.dsi.gov.tr
11. Özış Ü. (1983) Su Yapıları, Dokuz Eylül Üniversitesi yayınları N.54, İzmir.