

## Kavar Depresyonu'nda (İran) Arazi Kullanımındaki Değişimler ile Kuraklık Arasındaki İlişkiler

Ali Torabi HAGHIGHI<sup>1</sup>, Mehmet Emin SÖNMEZ<sup>2</sup>, Nasim FAZEL<sup>1</sup>, Bjorn KLOVE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Water Resources and Environmental Engineering Research Group, University of Oulu, Oulu/Finland, <sup>2</sup>Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Gaziantep/Türkiye

✉ : ali.torabihaghighi@oulu.fi

### ÖZET

Çok boyutlu olan kuraklık her ne kadar temelde meteorolojik kökenli ise de insan faaliyetlerinin de önemli ölçüde etkilediği bir olaydır. Özellikle yüksek miktarda su isteyen bitkilerin düşük yağış ve yüksek sıcaklık değerlerinin olduğu alanlarda sulama yöntemiyle üretime başlanması, öncelikle yer altı suyu seviyesini düşürmekte ardından tarımsal kuraklığa neden olmaktadır. Çalışmaya konu olan Kavar depresyonu (İran) hatalı ürün seçimi ve su noksanlığı nedeniyle günümüzde benzer sorunlarla karşı karşıyadır. Bunu belirlemek amacıyla öncelikle çalışma sahasının 1975-2017 yılları arasındaki arazi kullanımındaki değişimleri ele alınmıştır. Landsat uydu görüntülerinden elde edilen veriler işlenerek çalışma sahasında sulama ile üretimi gerçekleştiren alanların zamansal değişimi ortaya konulmuştur. Öte yandan yörenin yağış, sıcaklık, buharlaşma ve su noksanlığı da belirlenmiştir. Ayrıca bölgede ürünlerin hektar başına su kullanım değerlerine de ulaşılmıştır. Böylece arazi kullanımındaki değişimlerin yanında depresyonun iklim elemanlarındaki değişimler de ortaya konulmuştur. Sonuçta 1975'ten günümüze hızla artan sulu tarım alanlarının toplam su istekleri ile depresyonun mevcut su potansiyeli arasındaki ilişki ele alınmış ve bu bağlamda çeşitli çıkarımlarda bulunularak geleceğe yönelik tahminler ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Çalışmada Landsat 4, 5 ve 8 verileri uzaktan algılama teknikleriyle işlenirken, iklim verileri için nonparamedik Mann-Kendall test korelasyonu ve Thornthwaite Metodu kullanılmıştır.

DOI:10.18016/ksudobil.343124

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.10.2017

Kabul tarihi : 05.12.2017

### Anahtar Kelimeler

kuraklık,  
arazi kullanımı,  
uzaktan algılama,  
Kavar (İran),  
Mann-Kendall.

### Araştırma Makalesi

## Relations Between Land Use Changes and Drought in Kavar Depression (Iran)

### ABSTRACT

The multidimensional drought is primarily a meteorological origin. But human activities are also main concern for this scenario, especially in case of irrigation methods when agricultural crops require high amount of water in areas with low rainfall and high temperature. Because of this increasing water demand, primarily the groundwater level starts to decrease and hence agricultural drought occurs. The Kavar depression in Iran which is the subject of this study also faces problems such as water shortage and the wrong selection of agricultural crop production. In order to determine the facts, the land use changes of the corresponding study area has been taken into account from 1975 to 2017. Different version of Landsat satellite images including Landsat 4, 5 and 8 have been processed by remote sensing techniqueto revealing the temporal variation of the area where the crop was produced by irrigation. However, based on the available rainfall and temperature data, water shortage has been calculated by using Thornthwaite Method. On the other hand, for nonparametric Mann-Kendall test correlation analyses, evaporation data has been used along with other climate data. In addition, water demand per hectare has also been collected for specific crop of Kavar

### Article History

Received : 12.10.2017

Accepted : 05.12.2017

### Keywords

drought,  
land use,  
remote sensing,  
Kavar (Iran),  
Mann-Kendall

### Research Article

depression. As a continuation of the analysis based on the natural and artificial elements, finally the relation between the total water demand of irrigated agriculture field and the water potential of depression from 1975 has been found.

**To Cite :** Haghghi, AT, Sönmez ME, Fazel N, Klove B 2018. Kavar Depresyonu'nda (İran) Arazi Kullanımındaki Değişimler ile Kuraklık Arasındaki İlişkiler KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 397-406.. DOI:10.18016/ksudobil.343124

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması tarım alanlarına duyulan ihtiyacı ve bu alanlarda daha fazla tarımsal üretimi zorunlu kılmaktadır. Çalışmaya konu olan Kavar depresyonunda olduğu gibi dünyanın birçok yerinde mevcut mera ve orman alanları tarım arazilerine dönüştürülmekte ve sulama başta olmak üzere modern tarım tekniklerine tabi tutulmaktadır. Bu durum olumsuz iklim senaryolarının gölgesinde büyük bir hızla artmaktadır. Dolayısıyla tarımsal kuraklık başta olmak üzere çeşitli sorunların gündeme gelmesi de kaçınılmaz olmaktadır. Gerçekten de kuraklık yavaş gelişen kronik bir doğal afetdir ve ileride yaşanacak büyük bir tehlikenin de habercisidir (Avcı, 2001). Özellikle yoğun tarım yapılan sahaların temel geçim kaynağının en büyük düşmanıdır.

Meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo ekonomik kuraklık çeşitleri olmakla beraber (Wilhite ve Glantz, 1985) bu çalışmada meteorolojik ve tarımsal kuraklık üzerinde durulmuştur. Yağış esash olan meteorolojik kuraklık uzun bir süre yağışın normal değerlerinin altına düşmesi ile gerçekleşmektedir. Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması durumunda ise tarımsal kuraklık gerçekleşmektedir. Fakat tarımsal kuraklık hiçbir zaman yağış azlığı olarak tanımlanamamaktadır. Bir bölgede yağış az olsa bile, bitki kök bölgesi içerisindeki toprakta bitkinin gelişmesini sürdürebilecek kadar su varsa tarımsal kuraklıktan söz edilemez (Pamuk Mengü ve ark. 2011, s. 176). Tarımsal kuraklık her ne kadar toprak nemliliği ile ilgili olsa da meteorolojik kuraklıkla paralellik gösterdiği de bir gerçektir. Nitekim İran ile ilgili yapılan genel bir çalışmada her ikisinin de zamansal olarak bir birine paralel olarak artış ve azalışlar gösterdiği belirlenmiştir (Golian ve ark. 2015, s. 683-686). Burada önemli olan toprakta suyun mevcudiyetidir. Bu ise yağış miktarıyla da alakalı olmakla beraber daha çok yağışın aylara dağılışı, sıcaklık, yer altı suyu seviyesi, toprak nemi, ekilen ürünün su isteği, buharlaşma ve en önemlisi toprakta su noksanlığının başladığı dönem ile ekim zamanı arasındaki ilişki ile alakalıdır.

Genel olarak yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı geçen İran'da morfolojik yapı gereği nemlilik büyük ölçüde değişmekte ve farklı iklim tipleri görülmektedir (Madani, 2014). Örneğin Zağros dağları ve denizel alanlarda yağış değerleri 2000 mm ye yaklaşırken, Kavar depresyonunda 500 mm civarındadır (Raziei ve ark. 2008, s. 1309, 1313). Yıllık

ortalama sıcaklık değerleri 15 °C, yaz dönemi ortalaması 24 °C ve kışın 4 °C civarındadır. Tipik yarı kurak iklim şartlarının yaşandığı bölgede yazlar oldukça kurak geçmektedir. Son dönemlerde yapılan çalışmalarda Akdeniz kuşağında yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde 3-3,5 °C lik artış, yıllık toplam yağış miktarında ise %15-30 oranında azalma beklenmektedir (Christensen ve ark.. 2007). Bu durum ister istemez aynı kuşak içerisinde yer alan İran'ı da büyük ölçüde etkileyecektir.

İran'da kuraklık ve su kaynaklarının kullanımı zaten önemli bir problemdir. Kuraklığa bağlı olarak göllerin kuruması (Eimanifar ve Mohebbi 2007; Hassanzadeh ve ark. 2012; Mohebbi ve ark. 2011; Zeinoddini ve ark. 2015), tuzlanma, erozyon ve ekosistemde bozulmalar (Abbaspour ve ark. 2012; Garousi ve ark. 2013) tarım alanlarının verimsizleşmesine neden olarak tarımla geçinen halkın ekonomik düzeyini de doğrudan etkilemektedir (Madani, 2014). Ayrıca yüzeysel suların tarımda kullanımı ve sulama için yapılan barajların akarsu ve göl rejimine etkileri de sorun teşkil etmektedir (Fazel ve ark. 2017; Torabi Haghghi ve Kl öve, 2017). İran genelinde önemli bir sorun olan kuraklık, çalışmaya konu olan Kavar depresyonu için de büyük sorun teşkil edecektir. Depresyon genelinde kurak dönemde su isteği yüksek bitkilerin tercih edilmesi ve bu bitkilerin ekim alanlarının gün geçtikçe hızla artması tarımsal kuraklığı önemli ölçüde tetikleyecektir. Bu çalışmada İran'ın güneybatısında yer alan Kavar depresyonunun arazi kullanımındaki değişimler ile kuraklık arasındaki ilişki ve gelişmesi muhtemel problemler ele alınacaktır.

## MATERYAL ve METOT

29°05'-29°21' kuzey enlemleri ve 52°37'-52°52' doğu boylamları arasında yer alan çalışma sahası, İran'ın güneyinde, Fars eyaleti sınırları içinde yer almaktadır. Zağros dağlarının doğu kesiminde bir tektonik depresyon olan çalışma sahası aynı zamanda önemli bir tarım alanıdır. Depresyonun en önemli yerleşmesi Kavar'dır. Dolayısıyla çalışmada çalışma sahasını tanımlarken Kavar Depresyonu tanımı kullanılmıştır. Kavar depresyonu kabaca 1450-2850 metreler arasında yer almakla beraber çalışmanın amacına uygun olarak tarım yapılan sahalar çalışma alanının sınırını oluşturmaktadır. Kavar depresyonunda şu anda tarım yapılan sınır 1650 metrelere kadar çıkmaktadır. Buna göre çalışma alanının sınırı kabaca

1450-1650 metreler arasında tarım yapılan sahalardan meydana gelmektedir (Şekil 1).

Çalışma sahası Tornthwaite metoduna göre yarı kurak ikinci dereceden mezotermal ve kış mevsiminde çok kuvvetli su fazlası olan iklim tipine girmektedir. Behman istasyonunu verilerine göre depresyonun yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen tipik Subtropikal Akdeniz iklim özelliği göstermektedir. Yıllık ortalama yağış değerleri kabaca 450-500 mm arasındadır.

Depresyonun yerleşme tarihi çok daha eski olmakla beraber buradaki yerleşmeler ciddi anlamda MS 500'lerde ortaya çıkmıştır. Depresyonda Sasaniler tarafından bu tarihlerde kurulan Kavar aynı zamanda İran'ın tahıl ve meyve talebini karşılayan önemli bir merkez olmuş ve hala önemini korumaktadır. Nitekim Kavar kelimesi farsça meyve dolu sepet anlamına gelmektedir (Ahmad ve Abu Mansour 1940, Khalaf Tabrizi, 1963). Günümüzde çevresindeki köylerle beraber nüfusu 100 binin üzerindedir. Ayrıca dağlarla çevrili depresyonun yaklaşık 40 km kuzeybatısında 1,5 milyon nüfuslu Şiraz gibi önemli bir yerleşmenin yer alması tarımsal potansiyeli yüksek olan depresyonun önemini daha da arttırmıştır. Bu durum çalışma sahasında tarımsal yoğunluğu da beraberinde getirmiştir.

Çalışmada Kavar depresyonunda (İran) tarım alanlarındaki değişim ile su kaynakları arasındaki ilişki ele alınmıştır. Tarım alanlarındaki değişimi belirlemek için 1975 yılına ait Landsat MSS, 1996 yılına ait Landsat TM ve 2017 yılına ait Landsat OLI/TIRS uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Çalışma kuraklık ve su kullanımı ilişkilerine odaklandığından, çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin kuraklığın en şiddetli olduğu Temmuz ve Ağustos ayı olmasına özen gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri uzaktan algılama yöntemlerinden kontrollü sınıflandırmaya tabi tutulmuş ve Maximum Likelihood sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Son derece kullanışlı ve doğrulama özelliği olan bu yöntem günümüzde sık olarak kullanılmaktadır (Samaniego ve Schulz, 2009; Ahmad, 2012). Nadaslı, sulu, hasatlı tarım alanları, mera alanları, yerleşme, bağ-bahçe ve sanayi alanları olmak üzere 7 farklı sınıflandırmaya tabi tutulmuştur.

Üretilen arazi kullanım haritalarının Kappa İstatistiğine göre doğruluk analizleri yapılmıştır. Buna göre 1975 yılına ait arazi kullanım haritasının doğruluk oranı % 93,83, 1996 yılının % 86,21 ve 2017 yılının doğruluk oranı % 95,46 olarak belirlenmiştir. Bu durum haritaların doğruluğunun neredeyse mükemmel yakın olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışma sahasında bahçe ve yerleşim alanları hızlı bir şekilde genişlemektedir. Bu nedenle özellikle bahçe ve yerleşim alanlarının hangi araziler üzerinde genişlediğini belirlemek önem kazanmaktadır. Dolayısıyla arazi sınıfları arasındaki değişim de

ortaya konulmuştur. Bu ilişkiyi saptamak için ArcGIS programı kullanılmıştır. Böylece bahçe ve yerleşim alanlarının hangi araziler üzerinde genişlediği ve bunu tetikleyen faktörler daha iyi anlaşılmıştır.

Çalışmada kuraklık ile ilgili çıkarımlarda bulunmak için iklim verilerinden faydalanılmıştır. Bunun için depresyonun 10 km kadar batısında bulunan ve depresyon tabanı ile aynı yükselti değerlerine sahip olan Bahman Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılmıştır. Bu veriler kullanılarak çalışma sahasının 43 yıllık yağış, sıcaklık, buharlaşma trend analizleri ile su noksanlığının yaşandığı dönem ve boyutu belirlenmiştir.

Yağış, sıcaklık ve buharlaşma trend analizleri için Mann-Kendall trend analiz yöntemi kullanılmıştır. Mann-Kendall sıra korelasyon testi, doğrudan veri değerlerine bağlı olmayan verilerin sıra numarasının önemli olduğu bir yöntemdir (Şen, 2002). Hesaplanan  $u(t)$  değeri  $\pm 1,96$  kritik değerini aşıyorsa % 95,  $\pm 2,58$  değerini aşıyorsa % 99 güven aralığında anlamlı sonuçlara ulaşıldığını göstermektedir (Kum, 2011, s. 70).  $u(t) < 0$  ise azalan yönde bir eğilim olduğu kabul edilir. İklim elemanlarının trend analizinde son derece kullanışlı olan bu yöntem dünyanın farklı yerlerinde yürütülen bir çok bilimsel çalışmada (Longobardi ve Villani, 2010; Al Buhairi, 2010; Danneberg, 2012; Mondal ve ark. 2012; Türkes, 1996) kullanılmıştır.

Buharlaşma ve su noksanlığı için birçok farklı metod bulunmakla beraber bu çalışmada su noksanlığının boyutu ve yaşandığı dönemleri belirlemek için ise Thornthwaite metodundan faydalanılmıştır. Bazı eksiklikleri olmakla beraber bu yöntem hala dünyada en çok kullanılan (Xu ve Singh, 1998; van der Schrier ve ark. 2011; Das, 2015) yöntemlerin başındadır.

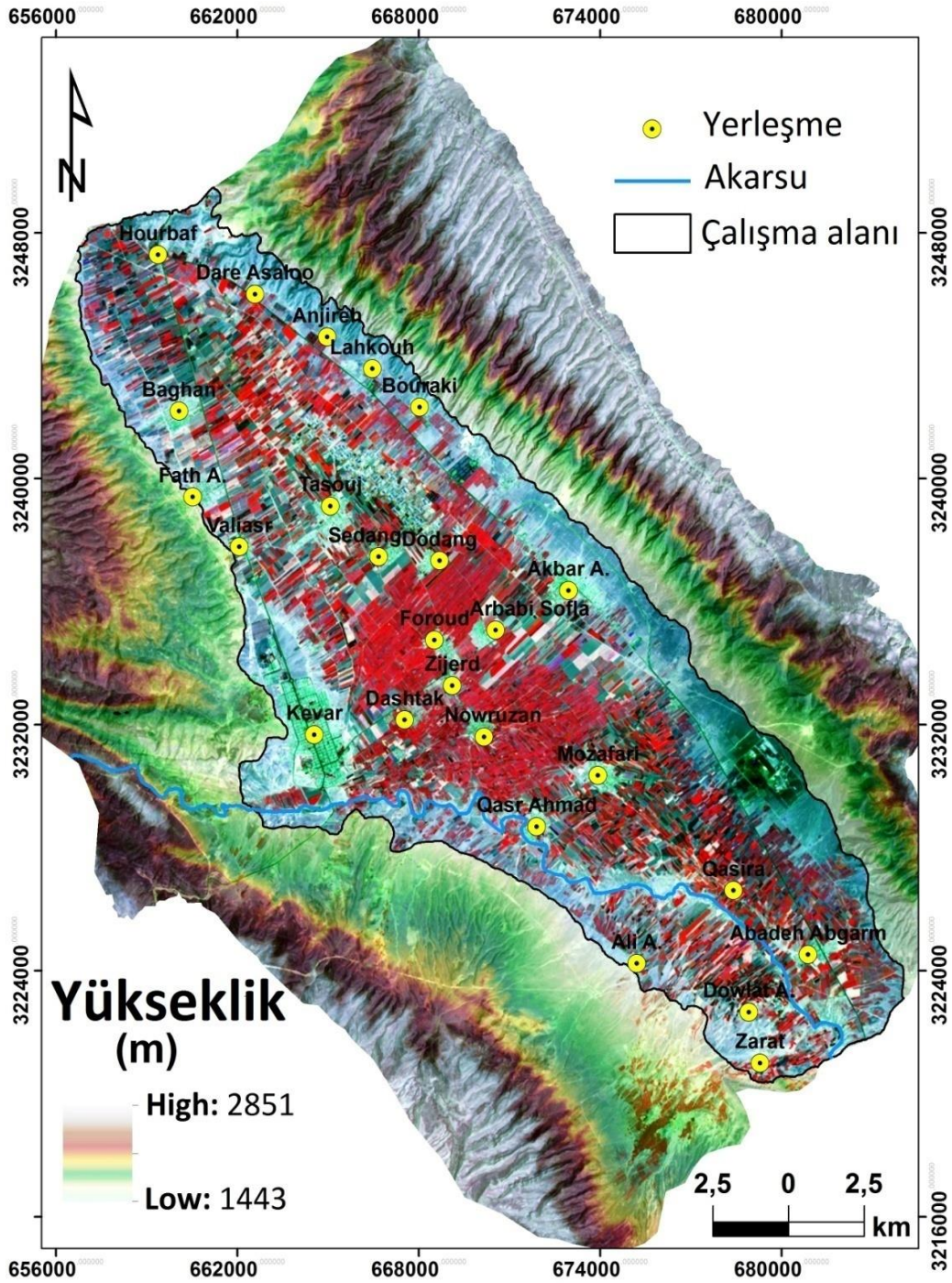
Ayrıca çalışma sahasının toplam su potansiyeli için; çalışma alanı ( $\text{km}^2$ )\*yıllık ortalama yağış değeri (mm) (1) formülü kullanılmıştır.

Daha sonra;

toplam su potansiyelinden ( $\text{m}^3/\text{km}^2$ )-buharlaşmaya uğrayan su miktarı ( $\text{m}^3/\text{km}^2$ ) (2)

çıkılarak çalışma sahasının net su potansiyeli ortaya konulmuştur.

Çalışma sahasında verimli ve kaliteli ürün almak için üretilen ürünlerin su istekleri ile ilgili veriler İran Tarım Bakanlığı'ndan alınmıştır. Buna göre çalışma sahasında su noksanlığının mevcut olduğu Haziran-Eylül aylarında sulama ile yetiştirilen ürünlerin  $\text{m}^3/\text{hektar}$  cinsinden su istekleri verileri elde edilmiştir. Uzaktan algılama yöntemi ile belirlenen sulu tarım alanlarının büyük kısmı şekerpancarı, mısır, kavun, karpuz ve yoncadan meydana gelmektedir. Sulamalı bahçe tarımı yapılan alanlarda ise en önemli ürünler üzüm, erik, nar, elma, şeftali ve turuncgillerdir.



Şekil 1. Çalışma Alanı

Bu ürünlerin Haziran-Eylül ayları arasındaki toplam su isteklerinin ortalaması tarla ürünleri için ayrı, bahçe ürünleri için ayrı ele alınmış ve  $m^3/km^2$  cinsinden değerleri ortaya konulmuştur. Devamında uzaktan algılama ile 1975, 1996 ve 2017 yıllarına ait belirlenmiş alanlardan sulmuş tarım alanlarının toplamı ile sulamalı tarım ürünlerinin hektar başına su istekleri ve sulamalı bahçe tarımı yapılan alanların toplamı ile bahçe ürünlerinin hektar başına su istekleri çarpılmıştır. Elde edilen sonuç toplanarak Kavar depresyonunun mevcut tarım alanlarında

verimli üretim yapılabilmesi için Haziran-Eylül ayları arasındaki gerekli su miktarı belirlenmiştir.

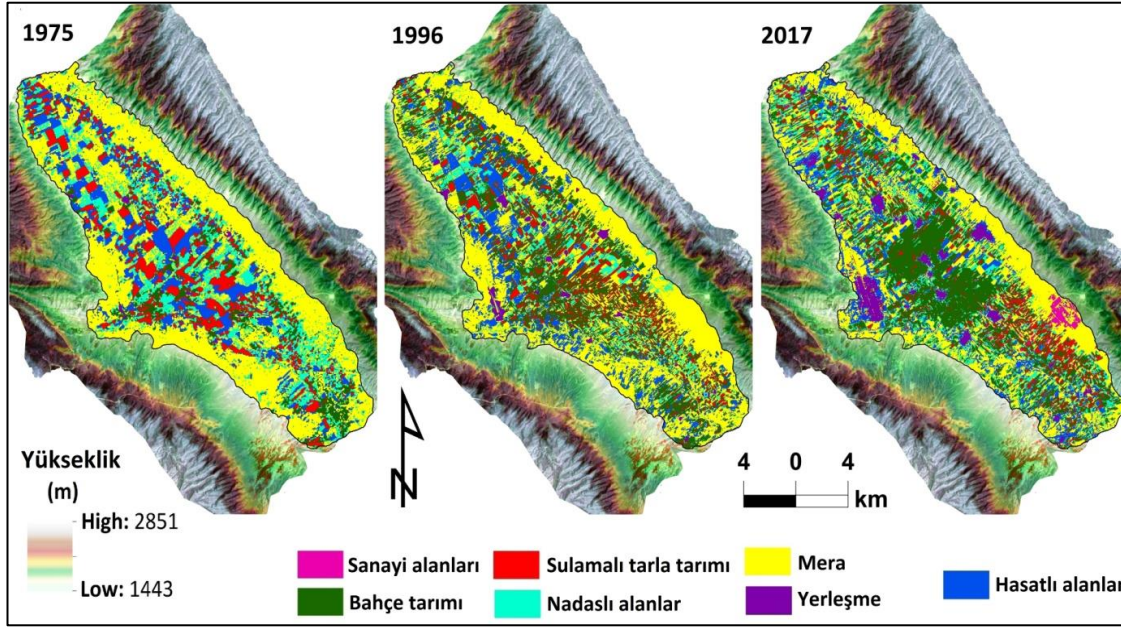
Yukarıdaki verilerden hareketle çalışma sahasının tarımsal açıdan su ihtiyacı belirlenmiş ve bu bağlamda gelişebilecek olası durumlar tartışılmıştır.

### BULGULAR

Çalışmada uydu görüntülerinin sınıflandırılmasıyla elde edilen bulgulara göre tarım sahaları ile yerleşme alanlarının sürekli arttığı görülmektedir. Buna

karşılık mera sahaları sürekli gerilemektedir. Tahıl tarımı yapılan sahalar ile nadasa bırakılan alanlar dönemsel olarak değişse de 1975-2017 yılları arasında alansal olarak çok ciddi değişimler yaşanmamıştır. (Şekil 2). Çalışmanın konusu ile ilgili olarak en fazla dikkat çeken sulu tarım yapılan sahalarda ciddi bir daralmanın yaşandığı ve bahçe tarımının giderek

önem kazandığıdır. 1975-2017 yılları arasında sulu tarım sahaları aşamalı olarak yaklaşık % 40 oranında alansal daralma yaşarken, bahçe tarımı yapılan alanlar yaklaşık 3 katı artmıştır (Tablo 1). Bu durum doğal olarak depresyonun tarımsal su ihtiyacını da arttırmıştır.



Şekil 2. Çalışma Sahasının Arazi Kullanımında Meydana Gelen Değişimler (1975-2017).

Çalışma sahasında bahçe tarımı yapılan alanlar mevcut olanların dışında en fazla mera alanları üzerinde genişlemiştir. 1996 yılında mevcut bahçe alanlarına eklenmiş olan alanların % 55,2'si mera alanlarını işgal ederken, % 19,8'i hasatlı alanları, % 12,9'u sulamalı tarım alanlarını ve % 12,1'i ise nadasa bırakılan tarım alanları üzerinde genişlemiştir. 2017 yılındaki yerleşim alanları da benzer şekilde büyük oranda (% 75,3) mera sahalarına doğru genişlemiştir. Bu genişlemeden az bahçe (% 2) ve sulamalı tarım yapılan alanlar (% 6) etkilenirken, nadasa bırakılan (% 8,1) ve hasatlı tarım yapılan alanlar (% 15,8) bunları

takip etmektedir. Buna karşılık 1975 yılından 1996 yılına kadar olan süreçte ise daha farklı bir tablo karşımıza çıkmaktadır. Bahçe tarımının nerdeyse doygunluğa ulaştığı bu dönemde, bahçe tarımı mevcut alanların yanında en fazla nadasa bırakılan tarım alanları (% 38,7) üzerinde genişlemiştir. Bu alanları % 29,1 oranında sulu tarım yapılan alanlar, % 21,4 ile mera alanları ve % 10,8 ile hasatlı tarım alanları takip etmiştir. Aynı dönemde yerleşim alanları ise % 87,5 oranında mera alanları, % 7,2 oranında nadasa bırakılan tarım alanları, % 3,9 oranında hasatlı tarım alanları ve % 1,4 oranında sulamalı tarım yapılan alanlar üzerinde genişlemiştir.

Tablo 1. Çalışma Sahasında Yıllara Göre Arazi Kullanımı Değerleri (1975-2017).

Arazi kullanım şekli	1975		1996		2017	
	Alan (hektar)	Oran (%)	Alan (hektar)	Oran (%)	Alan (hektar)	Oran (%)
Yerleşme	130	0,4	520	1,6	1520	4,7
Sanayi alanları	0	0	0	0	210	0,6
Mera	14640	45,9	13520	42,3	10260	32,1
Nadaslı alanlar	5720	17,9	2930	9,2	4490	14
Hasatlı alanlar	4460	13,9	4910	15,3	4150	13
Sulamalı tarla alanları	4010	12,6	2960	9,3	2530	7,9
Bahçe tarımı	2990	9,3	7110	22,3	8790	27,7

Çalışma sahasında arazi kullanımındaki değişimler yanında diğer önemli değişimlerden biri de iklimsel olanadır. Sahada yağış, sıcaklık, buharlaşma ve su

noksanlığında dönemsel değişimleri görmek mümkündür. Nonparametrik Mann-Kendall sıra

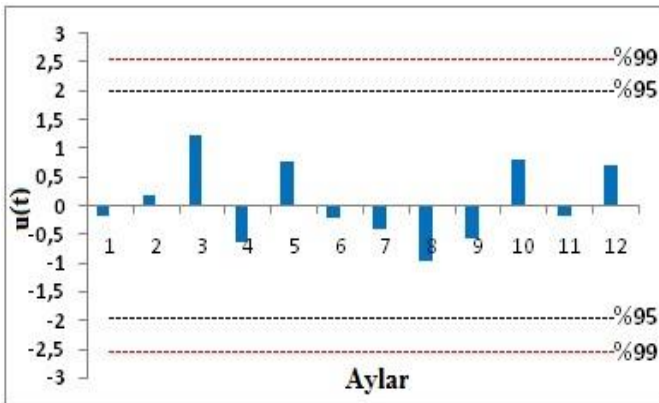
korelasyon testine göre buharlaşmanın eğilimi aylara göre hesaplanmış ve Şekil 3-5'te gösterilmiştir.

Mann-Kendall sıra korelasyon testine göre çalışma alanının yağış değerleri yılın büyük çoğunluğunda azalma eğilimindedir (Şekil 3). Azalma eğiliminin özellikle suya ihtiyaç duyulan Haziran-Eylül dönemleri arasında en yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. Buna karşılık yağış değerleri 2,3,5,10 ve 12. aylarda artma eğilimi göstermektedir.

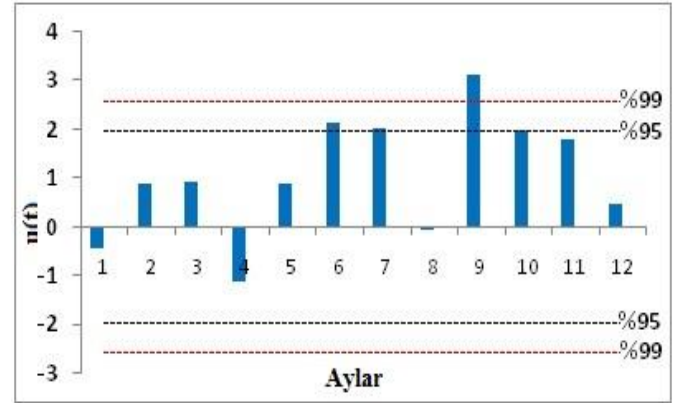
Çalışma sahasında sıcaklık trendinde ise yağışın tam tersine bir eğilim görülmektedir (Şekil 4). Sulamalı tarımın başladığı Mayıs ayından itibaren yüksek artış eğilimi göstermektedir. Haziran, Temmuz ve Ekim aylarında %5 seviyesinde artı yönlü bir eğilim gösterirken, Eylül ayında %1 seviyesinde pozitif yönlü eğilim görülmektedir. Bu artış anlamlı olmamakla 11 ve 12. aylarda da devam etmektedir. Sıcaklıkta yıl içindeki bu yüksek artış değerlerine karşılık sadece 1,4 ve 8. aylarda düşük seviyede bir azalma eğilimi görülmektedir.

Buna göre Temmuz ayında %5 seviyesinde negatif yönlü bir eğilim görülmektedir. Yine aynı şekilde Haziran ayında da azalma eğilimi görülmekle birlikte anlamlılık seviyesi %10'da kalmıştır. Yılın büyük bölümünde buharlaşmada genel azalma eğilimi görülür ancak 1,2, 10 ve 11. aylarda artma eğilimi olsa da istatistiksel olarak anlam ifade etmemektedir (Şekil 5).

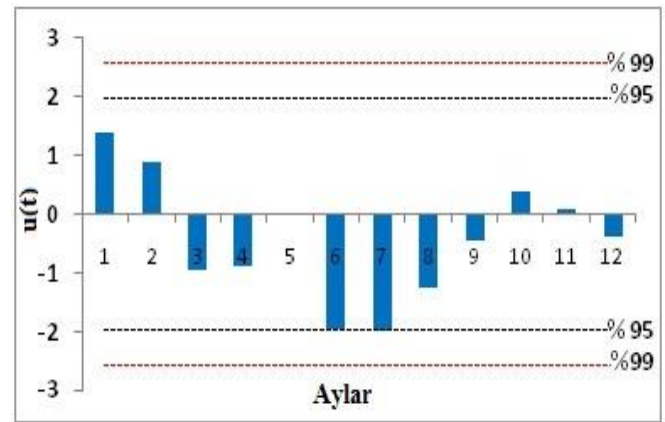
Buna karşılık topraktaki su noksanlığı aynı aylarda periyodik olarak artma eğilimindedir. Topraktaki su noksanlığı Haziran ayında 65 mm<sup>3</sup> ten 85 mm<sup>3</sup> küpe çıkarken kuraklığın en yüksek olduğu Temmuz ayında 135 mm<sup>3</sup>'ten 145 mm<sup>3</sup> seviyelerine çıkmıştır (Şekil 6).



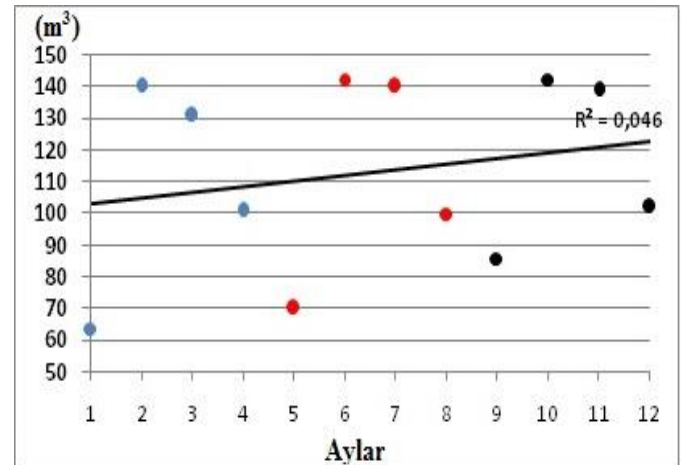
Şekil 3. Çalışma Sahasının 1973-2011 yılları arasındaki Mann-Kendall Yağış Trend Analizi.



Şekil 4. Çalışma Sahasının 1973-2011 yılları arasındaki Mann-Kendall Sıcaklık Trend Analizi.



Şekil 5. Çalışma Sahasının 1973-2011 yılları arasındaki Mann-Kendall Buharlaşma Trend Analizi.



Şekil 6. Tohrnwaite metoduna göre su noksanlığı (m<sup>3</sup>). Mavi noktalar 1969-1976 Haziran-Eylül aylarını, Kırmızı noktalar; 1977-1996 Haziran-Eylül aylarını, Siyah noktalar ise 1997-2013 Haziran-Eylül aylarını göstermektedir.

Çalışma sahasında elde edilen diğer bir sonuçta ekili dikili alanların Haziran-Eylül ayları arasındaki su istekleridir. Çalışmada elde edilen veriler göre Kavar depresyonunda uygun şartlarda ürün yetiştirmek ve daha fazla ürün almak için gerekli olan su miktarının dönemsel olarak gittikçe arttığı görülmektedir. Çalışma sahasında 1975 yılı verilerine göre ihtiyaç duyulan su miktarı 43 bin m<sup>3</sup>'tür. Bu değer bahçe tarımının hızla genişlemesine bağlı olarak günümüzde 75 bin m<sup>3</sup> seviyelerine yükselmiştir. Ayrıca göze çarpan bir diğer durumda Haziran ayında ihtiyaç duyulan su miktarının giderek artmasıdır. 1975 yılında Haziran ayında ihtiyaç duyulan su miktarı Temmuz ayı seviyesindeyken bu miktar günümüzde Temmuz ayı seviyesini geçmiştir.

Bunun yanında ortalama 484,2 mm yağış alan istasyonun verilerine göre çalışma sahasının toplam

su potansiyeli 278463,4 m<sup>3</sup> tür. İran ile ilgili böyle bir hesaplama rastlanmadığından, çalışma sahasının net su potansiyelini belirlemek için Kuzey Yarımkürede bulunan ve çalışma alanıyla benzer iklim özelliklerine sahip Türkiye'de uygulanan oranlar dikkate alınmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda yüzeye düşen toplam suyun yaklaşık % 54 ü buharlaşmaktadır (Çiçek ve Ataol, 2009: 58). Bu oran dikkate alındığında çalışma sahasına düşen suyun 150370,2 m<sup>3</sup> ü buharlaşırken yüzeyde akışa geçen, kullanılan ve sızmaya uğrayan toplam su miktarı 128093,2 m<sup>3</sup> tür. Çalışma sahasında yaz yağışlarının yok denecek kadar az olması ve dolayısıyla yüzeysel akışa geçen suyun düşük olması nedeniyle tarımsal suyun büyük kısmı yer altı suyundan ve akarsulardan karşılanmaktadır. Yine Türkiye'ye uygulanan oranlar dikkate alınarak yapılan hesaplamada çalışma sahasında net kullanılabilir su miktarı 62097,3 m<sup>3</sup> tür.

Tablo 2. Çalışma Sahasında Ekili Ürünlerin Yıllara Göre Kurak Dönemdeki Su İstekleri (m<sup>3</sup>).

		Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1975	Sulu tarım	6536,3	6640,5	5581,9	4114,2	42912
	Bahçe tarımı	5991,9	5573,3	4861,7	3611,9	
	<b>Toplam</b>	<b>12528,2</b>	<b>12213,9</b>	<b>10443,6</b>	<b>7726,1</b>	
1996	Sulu tarım	4824,8	4901,7	4120,3	3036,9	64535,6
	Bahçe tarımı	14248,4	13253,1	11560,8	8588,8	
	<b>Toplam</b>	<b>19073,2</b>	<b>18154,8</b>	<b>15681,1</b>	<b>11625,7</b>	
2017	Sulu tarım	4123,9	4189,6	3521,7	2595,7	73341,7
	Bahçe tarımı	17615,2	16384,6	14292,6	10618,4	
	<b>Toplam</b>	<b>21739,1</b>	<b>20574,2</b>	<b>17814,3</b>	<b>13214,1</b>	

## SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışma sahasının ikliminde önemli sayılabilecek değişimler yaşandığı görülmektedir. Özellikle sıcaklık değerlerindeki anlamlı artışlar, yağış değerlerindeki negatif yönlü eğilimler ileride su sıkıntısının artacağını göstermektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda da geçmişte tahmin edilenin tersine İran'da tarımsal üretimdeki artışa bağlı olarak su yetersizliğinin hızla sorunlara yol açtığını ve bunun göçler başta olmak üzere çeşitli sosyal sorunlara da sebep olduğu belirtilmektedir (Madani ve ark. 2016). Buharlaşmadaki nispi azalış ise büyük ölçüde yağış değerlerindeki azalışa bağlı gerçekleşmektedir. İran genelindeki 145 istasyon verileri baz alındığında, İran genelinde aylık yağış değerlerinde azalma eğilimi olduğu tespit edilmiştir (Modarres ve Sarhadi, 2009). Bunun yanında topraktaki su noksanlığı gün geçerek artmaktadır. Bu artışın son dönemde Haziran ayında yüksek seviyelere çıkması su noksanlığının yakın dönemde Mayıs ayına da kayabileceğine işaret etmektedir. Gerçekten de İran geneli ile ilgili yapılan bir çalışmada aylık yağışlarda negatif yönlü eğilimin en yüksek olduğu ay Nisan (29 istasyon) ve Mayıs (21 istasyon) ayları olarak belirlenmiştir (Soltani ve ark. 2012). Bu ise çalışma sahasında yer altı su seviyesini olumsuz yönde etkileyecek ve kuraklığın daha geniş

bir zaman dilimine yayılması anlamına gelecektir. Kuraklığın daha erken dönemde başlaması aynı zamanda kuru tarım yöntemiyle yetiştirilen ve Haziran başında hasadı yapılan buğday ve arpa gibi ürünlerin verimini de olumsuz etkileyebilecektir. Bu durum aynı zamanda kışlık ekimi yapılan bu ürünlerin ekim tarihinin de daha doğru belirlenmesini de zorunlu kılmaktadır. Ortalama yağış değerlerindeki nispi düşüşe karşılık sıcaklıkların anlamlı bir şekilde artması yaz kuraklığına dayanıklı ve su isteği düşük ürünlerin tercih edilmesini gerektirmektedir.

Çalışma sahasının net su potansiyelinin günümüzde sulamalı üretim yapılan alanlarda istenilen verimi elde etmede yetersiz kaldığı görülmektedir. Özellikle bahçe tarımı yapılan alanların hızla artması su isteğini de arttırmıştır. Nitekim depresyonun net su potansiyeli 1975 yılındaki alanları beslemede yeterli iken, 1996 yılındaki alanları bile beslemede yetersiz kalmıştır. 2017 yılındaki sulamalı alanlarda kullanılması gereken su miktarının ise yaklaşık 11 bin m<sup>3</sup> altında kalmıştır. Kaldı ki toprakta su noksanlığının yaşandığı Haziran-Eylül aylarında sulama gerektiren ürünlerin alansal olarak hızla arttığı görülmektedir. Bu durum topraktaki su noksanlığının giderek artacağını dolayısıyla Kavar

depresyonunda yer altı suyu seviyesinin giderek düşeceğini göstermektedir. Gerçekten de İran'da kullanılan tarım suyunun % 55'i derin yeraltı kuyulardan elde edilmektedir. Bu durum İran'daki önemli ovalarda yer altı suyu tablasının düşmesine ve arazide birçok çöküntü ve obruğun meydana gelmesine neden olmaktadır. Nitekim İran ovalarının % 50'si kritik durumda olup, yeraltı suyu seviye değişimine bağlı olarak gelişen olumsuz olaylarla karşı karşıyadır (Madani ve ark. 2016). Benzer sorunlar Kavar depresyonu ve yakın çevresinde de görülmektedir. Depresyonda yoğun sulamalı üretimin devamı durumunda ileriki yıllarda bu tür çöküntü alanlara ilaveten erozyon, kuraklık ve tuzlanma gibi sorunların baş göstereceği söylenebilir. Açıkçası bugüne kadar depresyonda ciddi çevresel sorunların yaşanmamış olması kullanılan düşük su miktarıyla bağlantılıdır. Bu durum Kavar depresyonunda yetiştirilen ürünlerin yeterli düzeyde sulanmaması ile ilişkili görünmektedir.

Erozyon ve kuraklık ile ilgili ciddi problemlerin gündeme gelmemiş olmasının diğer bir nedeni de depresyonda nadas sisteminin uygulanıyor olmasıdır. Nitekim günümüzde nadasa bırakılan arazi miktarı toplam arazinin yaklaşık % 14'üdür. Dolayısıyla tarım arazilerinin bir kısmının nadasa bırakılıyor olması erozyon ve tarımsal kuraklığı düşürmede önemli bir etkidir. Fakat tarım alanlarının hızla bahçe alanlarına dönüştürülmesi, toprağın nadasa bırakılmasını da ortadan kaldırmaktadır. Dolayısıyla kuraklığa karşı önlem almada son derece etkili olan nadas yöntemi de kısıtlı alanlarla sınırlı kalacaktır.

Çalışma sahasını besleyen küçük bir akarsu ve birkaç kaynak bulunmaktadır. Su potansiyelleri düşük olmakla beraber yakın çevreleri için önemlidir ve bu alanlar sulamalı bahçe ve tarla tarımı yapmaya en ideal yerlerdir. Bu alanlar dışında çalışma sahasında tarım amaçlı kullanılan su yer altından karşılanmaktadır. Dolayısıyla benzer sulamalı üretimin uzun süre devam etmesi ve bahçe alanlarının artmaya devam etmesi durumunda yer altı suyu seviyesinde ciddi değişimler olması kaçınılmazdır. Bu ise toprağın kuraklıkla karşı karşıya kalmasına ve erozyonun şiddetlenmesine neden olacaktır.

Çalışma sahasında sulamalı bahçe tarımı yapılan alanların hızla arttığı görülmektedir. Özellikle 1996 yılına kadar olan dönemde daha yüksek bir artış olduğu göze çarpmaktadır. İran'da devrim sonrasında ülkeye uygulanan ambargolar ve İran-İrak savaşı İran'ın kendi kendine yetebilen bir tarım ülkesi olması için daha fazla çaba harcamasına neden olmuştur. Ucuz işgücü ve geniş arazilerin varlığı petrol endüstrisi dışında tarımın en önemli ekonomik kaynak olmasını sağlamıştır (Madani Larijani, 2005). Bu ise tarımda çalışan işgücünü arttırdığı gibi çok daha geniş alanların sulamalı tarıma açılmasını beraberinde getirmiştir. Bu durum, bu dönemde özellikle kuru

tarım yöntemi ile üretim yapılan tarım alanları ve sulama imkânlarının yüksek olduğu sulamalı tarım yapılan alanların hızla bahçe alanlarına dönüştürülmesine neden olmuştur. Dolayısıyla çalışma sahasında suya duyulan ihtiyaç giderek artmıştır. 2000'li yılların başına kadar sulamalı tarım yapılan alanların genişlemesini İran'ın genelinde görmek mümkündür. Nitekim İran'da 2003 yılında, mevcut kullanıma hazır su kaynaklarının % 92,8'i tarım amaçlı kullanılmıştır (Ardakanian, 2003). Fakat İran'da su kaynaklarının kısıtlı olması, İran'ın çeşitli ovalarında kuraklığın şiddetli şekilde üretimi etkilemesi nedeniyle sulu tarım arazilerindeki artış 1990'ların sonunda yavaşlamış ve hatta bazı kesimlerde gerilemeye başlamıştır. Bu nedenle çalışma sahasında da görüldüğü gibi 1996 yılına kadar daha hızlı artan sulamalı bahçe alanları bu süreçten sonra yavaşlama eğilimine girmiştir. Böylece başlangıçta daha çok mevcut tarım alanları üzerinde genişleyen bahçe tarımı, bu alanların daralmasına bağlı olarak günümüzde mera alanları üzerinde genişleme eğilimindedir. Bu durum yeni tarım alanlarının ortaya çıkması ve su ihtiyacının giderek artması anlamına gelmektedir. Özellikle kuru tarım yapılan alanların hızla sulamalı tarım alanlarına dönüştürülmesi ve bahçe tarımının son yıllarda su kaynaklarından uzak meralara doğru kayması yer altı suyunun daha fazla kullanılmasına neden olmuştur. Böylece çalışma sahasında arazi kullanımındaki değişimden dolayı yer atı suyu seviyesi başta olmak üzere kuraklıkla ilgili birçok problemin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Dolayısıyla İran'ın tarım politikalarını yeniden gözden geçirmesi ve başta yakın çevresindeki ülkeler olmak üzere tarımsal üretimi yüksek ülkelerle daha sıkı ekonomik işbirliğine gitmesini gerektirmektedir. Bu durum İran'ın ileride yaşayabileceği kuraklık temelli sorunlarına ve su kaynaklarını daha idareli kullanmasına çözüm üretebilecektir.

Çalışma sahasında sulamalı tarım alanlarının bu kadar hızla artmasında nüfus artışının ve gıda ihtiyacının büyük rolü bulunmaktadır. Depresyonun çok yakınında bulunan 1,5 milyon nüfuslu Şiraz kentinin meyve ihtiyacı depresyonda bahçe tarımının alansal olarak genişlemesini tetiklemiştir. Bu durum mera alanlarının hızla tarım alanlarına dönüşmesine neden olurken, nüfusu artan yerleşmelerin de tarım sahalarını işgal etmesini beraberinde getirmiştir. Nitekim mera alanları 42 yıllık süreçte % 45 seviyelerinden % 32 seviyelerine gerilerken, 130 hektar civarında olan yerleşme alanları 1500 hektarın üzerine çıkmıştır.

Bütün bunların yanında depresyonda baş gösteren meteorolojik kuraklık yanında hatalı ürün seçimi tarımsal kuraklık sinyalleri de vermektedir. Tarımsal kuraklık çok tehlikeli bir hastalık olup gerçekleştiğinde çeşitli sosyal ve ekonomik sorunlar



doğurur ve yaşam sürekliliğini düşürür. Dolayısıyla çalışma sahasındaki tarımsal üretimin şekli ve boyutu aynı zamanda bölge insanının geleceğini de belirleyecektir.

Sonuç olarak çalışmada elde verilere göre çalışma sahasının doğal iklim koşullarının hızla artan sulu tarım alanlarını beslemede yetersiz kaldığı ve büyük ölçüde kuru tarım yapmaya elverişli olduğunu göstermektedir. Aksi takdirde yakın zamanda başta erozyon olmak üzere ciddi çevresel sorunlarla karşı karşıya kalacaktır. Bu nedenle çalışma sahasında akarsu boyları dışında sulu tarımın yerine kuru tarım teknikleri ile yetiştirilecek ürünler seçilmeli ve buna göre politikalar geliştirilmelidir.

### KAYNAKÇA

- Abbaspour M, Javid AH, Mirbagheri SA, Ahmadi Givi F, Moghimi P 2012. Investigation of Lake Drying Attributed to Climate Change. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* (9): 257-266.
- Ahmad A 2012. Analysis of Maximum Likelihood Classification on Multispectral Data. *Applied Mathematical Sciences*, 6(129): 6425-6436.
- Al Buhairi MH 2010. Analysis of Monthly, Seasonal and Annual Air Temperature Variability and Trends in Taiz City-Republic of Yemen. *Journal of Environmental Protection* (1): 401-409.
- Ahmad AT, Abu Mansour A 1940. *Loqat Fors* (Persian Dictionary), Tehran, Majles.
- Ardakanian R 2003. An Overview of Water Management in Iran. *Dushanbe International Fresh Water Forum*, Tajikistan.
- Avcı M 2001. Kuraklık Etkilerinin Azaltılmasında Kuraklığa Dayanıklı Bitki Çeşit İslahı ve Kurak Koşullarda Yetiştirme Teknikleri. (Orta Anadolu'da Kuraklık Şartlarında Yetiştirme Stratejileri, TEMA yayınları, Ankara: T. Vakfı içinde) 74-97.
- Christensen JH, Hewitson B, Busuioc A, Chen A, Gao X, Held R, Jones R, Kolli RK, Kwon WK, Laprise R, Magana Rueda V, Mearns L, Menendez CG, Räisänen J, Rinke A, Sarr A, Whetton P, Arritt R, Benestad R, Beniston M, Bromwich D, Cay, D, Comis, J, de Elia R, Dethloff K 2007. Regional Climate Projections. (Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution Of Working Group I To The Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK: Ed. Solomon S, Qin D, Manning M, Marquis M, Averyt K, Tignor MMB, LeRoy Miller Jr H, Chen Z).
- Çiçek İ, Ataoğlu M 2009. Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1): 51-64.
- Danneberg J 2012. Changes in Runoff Time Series in Thuringia, Germany-Mann-Kendall Trend Test and Extreme Value Analysis, *Advances in Geosciences*, (31): 49-56.
- Das Y 2015. Water Balance and Climatic Classification of a Tropical City Delhi India. *American Journal of Water Resources*, 3(5): 124-146.
- Eimanifar A, Mohebbi F 2007. Urmia Lake (northwest Iran): a Brief Review. *Saline System*, (3):1-8.
- Fazel N, Torabi Haghighi A, Klöve B 2017. Analysis of Land Use and Climate Change Impacts by Comparing River Flow Records in Headwater and Lowland Streams of Lake Urmia Basin, Iran, *Global and Planetary Change*, (158): 47-56.
- Garousi V, Najafi A, Samadi A, Rasouli K, Khanaliloo B 2013. Environmental Crisis in Lake Urmia, Iran: a Systematic Review of Causes, Negative Consequences and Possible Solutions. *6th International Perspective on Water Resources and the Environment (IPWE)* Izmir, Turkey.
- Golian S, Mazdiyasi O, AghaKouchak A 2015. Trends in Meteorological and Agricultural Droughts in Iran. *Theor Appl Climatol*, (119): 679-688.
- Hassanzadeh E, Zarghami M, Hassanzadeh Y 2012. Determining the Main Factors in Declining the Urmia Lake Level by Using System Dynamics Modeling. *Water Resource Management*, (26):129-145.
- Khalaf Tabrizi MH 1963. *Borhan Qaate* (Persian dictionary), second ed. Tehran, Rashidieh.
- Kum G 2011. İklim Değişikliğinin Türkiye'nin Güneybatı Kıyılarında Turizm Konfor Şartlarına Etkileri. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Longobardi A, Vllani P 2010. Trend Analysis of Annual and Seasonal Rainfall Time Series in the Mediterranean Area. *International Journal of Climatology*, (30): 1538-1546.
- Madani Larjani K 2005. Iran's Water Crisis; Inducers, challenges and Counter-Measures. *ERSA 45<sup>th</sup> Congress of the European Regional Science Association*, Amsterdam, Netherlands.
- Madani K 2014. Water Management in Iran: What is Causing the Looming Crisis?. *Journal of Environmental Studies Science*, 4(4): 315-328.
- Madani, K, AghaKouchak A, Mirchi A 2016. Iran's Socio-economic Drought: Challenges of a Water-Bankrupt Nation, *Iranian Studies*, 49(6), 997-1016.
- Modares, R, Sarhadi, A 2009. Rainfall Trends Analysis of Iran in the Last Half of the Twentieth Century, *Journal of Geophysical Research*, (114): 1-9.
- Mohebbi F, Ahmadi R, Azari AM, Esmaili L, Asadpour Y 2011. On the red coloration of Urmia Lake (Northwest Iran). *International Journal of Aquatic Science*, (2):88-92.
- Mondal A., Kundu S, Mukhopadhyay A 2012. Rainfall Trend Analysis by Mann-Kendall Test: A Case Study of North-Eastern Part of Cuttack District, Orissa. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 2(1): 70-78.

- Pamuk Mengü G, Anaç S, Özçakal E 2011. Drought Management Strategies. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48(2): 175-181.
- Raziei T, Bordi I, Pereira LS 2008. A Precipitation-Based Regionalization Forwestern Iran and Regional Drought Variability. Hydrol. Earth Syst. Sci., (12): 1309–1321.
- Samaniego L, Schulz K 2009. Supervised Classification of Agricultural Land Cover Using a Modified k-NN Technique (MNN) and Landsat Remote Sensing Imagery. Remote Sensing, (1): 875-895.
- Soltani, S, Saboohi, R, Yaghmaei L 2012. Rainfall and Rainy Days Trend in Iran, Climatic Change, 110(1-2): 187-213.
- Şen Z. 2002. İstatistik Veri İşleme Yöntemleri (Hidroloji ve Meteoroloji). Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Torabi Haghighi A, Kløve B 2017. Design of Environmental Flow Regimes to Maintain Lakes and Wetlands in Regions with High Seasonal Irrigation Demand, Ecol.Eng., (100): 120-129.
- Türkeş M 1996. Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey. International Journal of Climatology, (16): 1057-1076.
- van der Schrier G, Jones PD, Briffa KR 2011. The Sensitivity of the PDSI to the Thornthwaite and Penman-Monteith Parameterizations for Potential Evapotranspiration. Journal of Geophysical Research, (116): 1-16.
- Wilhite DA, Glantz MH 1985. Understanding the Drought Phenomenon: the Role of Definitions, Water International, (10): 111–120.
- Xu CY, Singh VP 1998. A Review on Monthly Water Balance Models for Water Resources Investigations. Water Resources Management, (12): 31-50.
- Zeinoddini M, Bakhtiari A, Ehteshami M 2015. Long-term Impacts from Damming and Water Level Manipulation on Flow and Salinity Regimes in Lake Urmia, Iran. Water and Environ Journal, 29(1): 71-87.