

ACIGÖL'DE (DENİZLİ-AFYONKARAHİSAR) KLİMATİK PARAMETRELER İLE TUZ ÜRETİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

The Relations Between Climatic Parameters and Salt Production in Acigöl

Mehmet Ali ÖZDEMİR¹

*Muhammet BAHADIR***

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye'nin Tuz Gölü'nden sonra en büyük tuz üretim sahalarından biri olan playa karakterli Acıgöl'de iklim parametreleri ile tuz üretimi arasındaki ilişkileri ortaya koymak amaçlanmıştır. Acıgöl'de, iklimik parametreler ile tuz üretimi arasında sıkı ilişkilerin olduğu ve tuz üretimi açısından büyük önem taşıdığı görülmüştür. İlk bakışta verimsiz çorak bir arazi görünümünde olan Acıgöl, tuz üretiminin yanı sıra, çevresindeki mera alanlarının varlığına bağlı olarak hayvancılık açısından önemli bir üretken alandır. Havzadaki tuz üretimi gelişen teknoloji ve iklimdeki kuraklaşma ile birlikte düzenli olarak artmıştır. Havzada üç tuz üretim tesisi bulunmakta olup, tuz üretimi 2008 yılında 300,000 tonu aşmış durumdadır. Özellikle sodyum sülfat üretiminde havza dünyada 6. sırada yer almaktadır. Acıgöl'de tuz, sodyum sülfat ve diğer türev üretimlerin 2008 yılındaki toplam cirosu 100 milyon TL'yi bulmuştur. Havzada yaşayan nüfusun önemli geçim kaynağını oluşturan tuz üretimi, gerek yöre ekonomisine gerekse ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Acıgöl, tuz, iklimik parametre, üretim devresi, iklim periyodu.

ABSTRACT

The aim of this study is to state the relations between climatic parameters and salt production in Acıgöl, which is one of the biggest salt production areas of Turkey, after The Lake Tuz. It is seen that the relations between climatic parameters and salt production exist and these relations are very important in Acıgöl. Acıgöl, which seems to us an unproductive barren land at first glance, is an important productive area, as well as salt production. Because of developed technology and arid climatic conditions, salt production increased steadily in the basin. Three salt production plants exist in the basin and salt production reached to 300,000 ton/per year . The basin takes place in the sixth sequence in terms of sodium-sulphate

¹ Prof. Dr. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

** Arş.Grv. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü

production in the world. Total endorsement of salt, sodium-sulphate and the others in Acıgöl in 2008 reached to 100 million TL. Salt production, which is important for the people in the basin in economic sense, provides important contributions for country' economy as well as local economy.

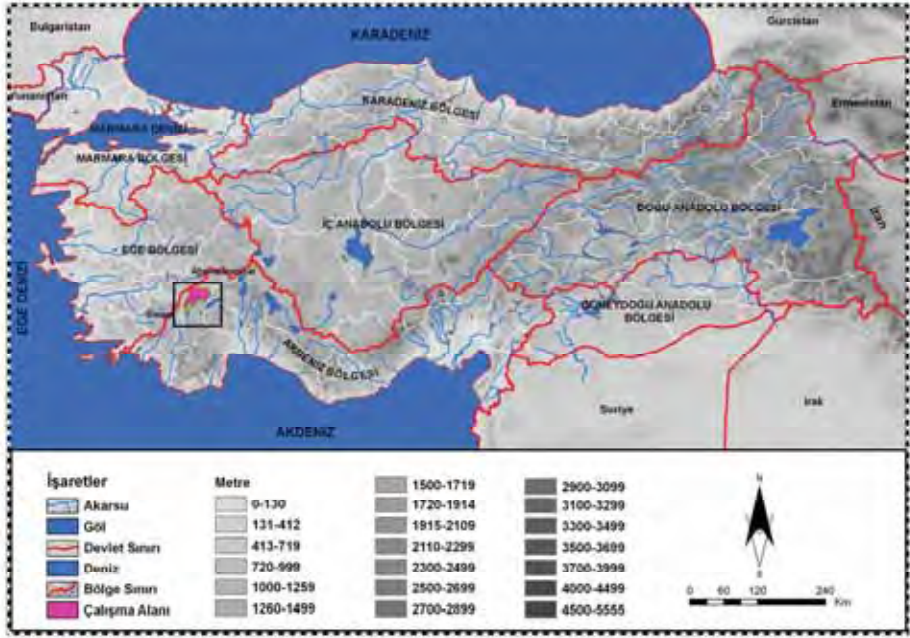
Key Words: Acıgöl, salt, climatic parameter, production period, climate period.

GİRİŞ

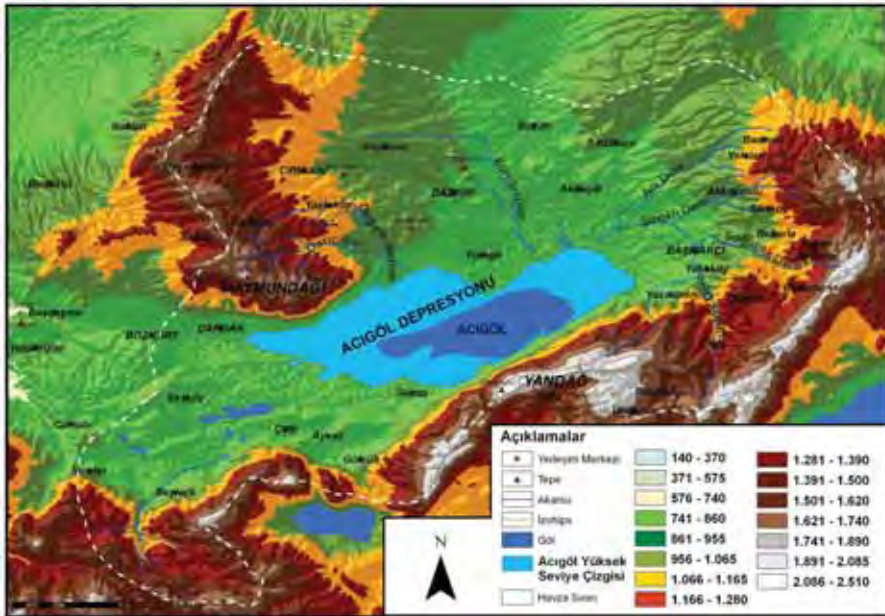
Tuz, tarihte zenginliğin, kutsallığın ve aşkın sembolü olmuş, çeşitli dönemlerde değeri altınla ölçülmüştür. Yiyeceklerini tuzla korumayı keşfeden Romalı askerler, bu sayede Filistin'e kadar ulaşmıştır. Eski Yunanlı'larda askerlerin maaşı tuzla ödenmiştir. İsyanlara, savaşımlara yol açmıştır. Geçmişte tuzu bulmak, çıkarmak ve bir yerden diğerine nakletmek son derece zordu. Tuzun ekonomik olarak değerli olmasının temel nedeni de maliyetli olmasıydı. Gelişen teknoloji ile birlikte dünyada bol miktarda tuz rezervi olduğu anlaşılmış, günümüzde tuz sıkıntısı çeken ülke neredeyse kalmamıştır. Dünyada 120 ülkede tuz üretimi yapılmakta, toplam tuz üretimi yılda 200-250 milyon ton civarında gerçekleşmektedir. Ayrıca, tuzun yaklaşık 8-9 milyar dolarlık bir ekonomisi sözkonusudur. Tuz üretiminde ilk üç sırayı ABD, Çin ve Almanya almaktadır. Üç ülkenin toplam üretimi dünya üretiminin yarısını oluşturmaktadır (Sedıvy, 2009).

Ülkemizde ise yılda ortalama olarak 2,5 milyon ton/yıl tuz (NaCl) üretimi gerçekleşmektedir. Acıgöl'de başta sodyum sülfat (Na_2SO_4) üretilmekte, bu ürün deterjan, cam ve tekstil sanayi gibi endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Acıgöl'de üretilen sodyum sülfat ve tuz gibi ürünlerin yıllık cirosu 100 milyon TL'yi aşmış durumdadır.

Acıgöl Havzası, Güneybatı Anadolu'da, Denizli ile Afyonkarahisar'ın sınırları içerisinde yer alan tektonik bir depresyondur. Havzanın yağış alanı 1292 km^2 olup, en derin kesimine Acıgöl yerleşmiştir (Şekil 1 ve 2). Gölün beslenimi, kaynaklar, mevsimlik akarsular ve yağışlarla olmaktadır. Acıgöl'ün deniz seviyesinden olan yüksekliği 836 m'dir. Gölün alanı, 1970'de 160 km^2 iken 2008 yılında 50 km^2 'ye kadar gerilemiştir. Acıgöl, yağışın az olduğu yıllarda ve özellikle yaz aylarında büyük ölçüde kurumakta ve tuz içerdiği için athalassik (tuzlu) göller sınıfından playa tipine dahil edilmektedir (Erinç, 1967). Bu nedenle Acıgöl'den faydalanma tuz üretimi, çevresindeki mera alanlarında hayvancılık ve kısmen de turizm amaçlı olmaktadır.



Şekil 1. Acıgöl Havzası'nın yer bulduru haritası.



Şekil 2. Acıgöl Havzası'nın fiziki haritası.

1. Çalışmanın Önemi

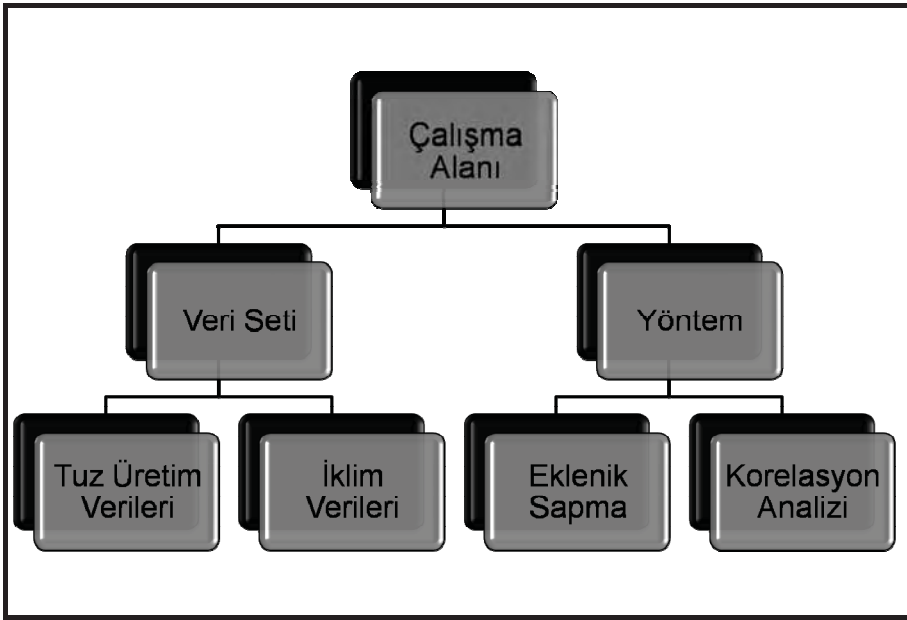
Acıgöl, yaz devresinde neredeyse tümüyle kuruyacak seviyeye kadar çekilmektedir. Gölün yaz devresinde kuruması tuz üretimi için son derece gereklidir. Acıgöl, havzada yaşayan insanların önemli bir geçim kaynağıdır. Başta Gemiş kasabası olmak üzere, havzadaki diğer yerleşim birimlerinde yaşayanlar gerek daimi gerekse mevsimlik işçi olarak tuz üretim tesislerinde çalışmaktadırlar. Bu amaçla, havzada önemli bir ekonomik fonksiyon olan tuz üretiminin, doğal yollardan ekonomiye kazandırılması ve iklimik parametrelerle olan etkileşimini ortaya koymak önem kazanmıştır. Özellikle ülkemizde iklim değişikliğine bağlı olarak sulakalanlar daralma eğilimine girmiştir. Sözkonusu daralma eğilimi, Acıgöl'de de kendini hissettirmekte, gölün tamamen kuruyarak ortadan kalkması, sürdürülebilir kullanım ve üretimin sonlanması anlamına gelecektir. Bu nedenlerle bu çalışmada, yöre ekonomisi için son derece önemli olan tuz üretiminin esas olarak yıl içerisindeki ve yıllara göre değişimlerinin iklimik parametrelerle olan ilişkilerini ortaya koymak hedeflenmiştir.

2. Veri ve Yöntem

Bu çalışmada, iklimik parametreler ile tuz üretimi arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır. İklim özellikleri belirlenirken 1975-2008 yılları arasındaki günlük verilerden yararlanılmıştır. Böylece iklim elemanları ile tuz üretimi etkileşimleri tespit edilmiş ve dönemsel faaliyetler belirlenmiştir. Havzada, tuz üretim aşamaları, üretim miktarı, yıllara göre (2001-2008) değişimi ele alınmıştır. Havza iklimini ortaya koymak için Çardak ve Dazkırı istasyonları verilerinden yararlanılmıştır (1975-2008). Tuz üretimi için havzada üretim yapan Sodaş, Koralkim, Alkim ve Otuzbir Kimya tuz üretim tesislerinin verileri kullanılmıştır. Tuz üretim aşamaları iklime bağlı olarak yıl içinde dönemlere ayrılmış, yapılan işlemlerin iklimle ilişkileri tartışılmıştır.

Havzaya ait kurak ve nemli dönemleri ortaya kayabilmek için Erinç, de Martonne ve Thorthwaite indislerinden yararlanılmıştır. İklimdeki salınımları ortaya koymak için ise *eklenik sapma* yönteminden yararlanılmış olup, bu yöntem uzun yıllık dönemsel iklim salınımlarını ortaya koymak için kullanılan önemli yöntemlerden birini oluşturmaktadır. Eklenik sapma grafiklerini hazırlarken öncelikle uzun dönem yıllık toplam yağış miktarları yıllara göre sisteme girilir. Daha sonra ise sözkonusu yıllara ait ortalama yağış miktarı bulunur. Bu aşamadan sonra her yılın sapma genliği hesaplanır ve yıl yıl toplanarak devam edilir. Birbirini izleyen yıllar dizisi artı yönde devam ederse nemli dönemi, eksi yönde devam ederse kurak dönemi, düzenli olarak devam ederse kararlı dönemi oluşturmaktadır. Daha sonra ise grafik olarak çizilir ve üzerinde eğilim dönemleri tespit edilir. Bu yöntemle yılların yağış bilançosu çıkarılmış olduğu gibi kuraklık eğilimi de tespit

edilmiş olur. İstatistiksel olarak korelasyon analizleri yapılmıştır (Şekil 3). Korelasyon analizlerinde tuz üretimi ile sıcaklık artışındaki ilişkiler incelenmiş, aralarında anlamlı bir ilişki çıkmıştır. Korelasyon analizi en az aralık seviyesinde ölçülmüş iki değişken arasındaki ilişkinin veya bağımlının şiddetini belirlemeye yönelik bir analiz tekniğidir. Bu analizlerden çoklu regresyon, pearson ve varyans analizleri de gerçekleştirilmiştir. Her bir analiz sonucunda tuz üretiminin sıcaklığın ve buharlaşmanın arttığı 2000'li yıllardan sonra daha fazla olduğu ve artışların anlamlılık taşıdığı görülmüştür. İklimdeki değişim eğilimlerini ortaya koymak için doğrusal analiz yöntemlerinden olan Quadratic Lineer trend kullanılmış, sıcaklıkta gelecek 10 yılda artış, yağışta ise azalma sonucuna ulaşılmıştır.



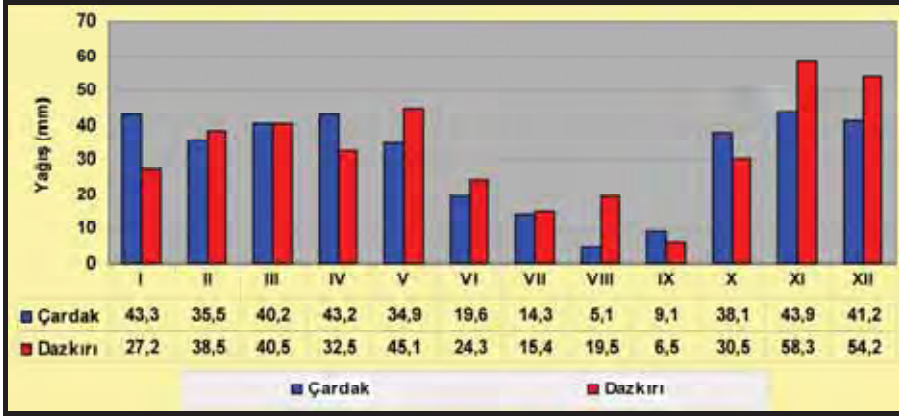
Şekil 3. Çalışma veri ve yöntem akışı.

3. Analizler ve Bulgular

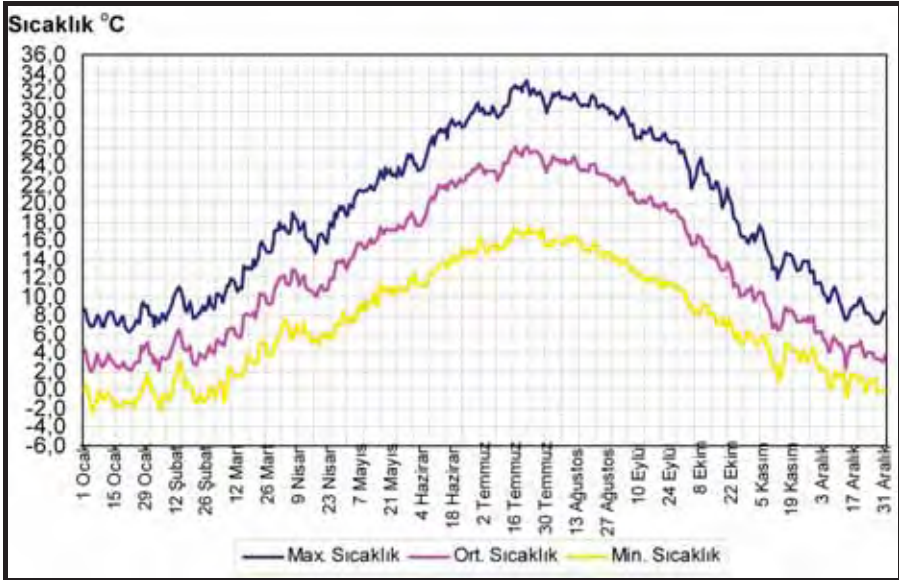
Makroklima olarak Akdeniz İklimi'nin etki sahasında yer alan Acıgöl, yükselti ve karasallığa bağlı olarak karasal iklim özellikleri gösterir. Erinç (1967) ve Sungur (1974), Acıgöl Ovası'nın yarıkurak karakterde bir iklime sahip olduğunu ortaya koymuştur. İklim modelleri sahaya uygulandığında Erinç, de Martonne ve Thorthwaite göre yarıkurak, Aydeniz iklim sınıflandırmasına göre ise kurak iklim tipine girmektedir (Erinç, 1996). Yarıkurak iklim şartlarının hüküm sürdüğü Acıgöl Havzası'nda, küresel ısınmaya bağlı olarak 1970'den günümüze kadar iklim yarı kuraktan kurak iklime doğru değişme göstermiştir. Özellikle ülkemizdeki değişimleri ortaya

koymak için yapılan çalışmalarda, yüzey sıcaklıklarında 19. yüzyılın sonlarında başlayan ısınma, aşağı yukarı her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel sıcaklık rekorları kırmıştır. Yüksek sıcaklıklar 1998 yılında rekor seviyeye ulaşmış, 1998 hem küresel ortalama hem de kuzey ve güney yarımkürelerin sıcaklık ortalamaları açısından, 1850'den günümüze kadar olan devrede en sıcak yıl olmuştur (Türkeş vd., 2000). Yağışta ise, Akdeniz Havzası'nın da içinde olduğu subtropikal karaların önemli bir bölümünde her on yılda yaklaşık olarak % 3 azalma ortaya çıkmıştır. Türkiye iklim değişimlerinin yaşanabileceği riskli ülkelerden birisini oluşturmaktadır. Özellikle ülkemizin güney kesimi (Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi) coğrafi konumlarından dolayı iklim değişikliklerine çok duyarlı bölgelerimizi oluşturmaktadırlar (Türkeş, 1999; Türkeş, 2002; Türkeş vd., 2007). Bu gibi iklimdeki değişimler de Acıgöl Havzası'nda kuraklığın artmasıyla göl ve çevresinde hassas denge aşılmış ve göl kuruma eğilimine girmiştir. Yörede sıcaklık ve yağış trend analizleri sunucunda kuraklığın artması yönünde sonuçlara ulaşılmıştır.

Acıgöl ve çevresinin iklimini ortaya koymak için uzun yıllık yağış, sıcaklık, buharlaşma ve rüzgâr gibi iklim elemanları değerlendirilmiştir. Göl çevresindeki Dazkırı ve Çardak'ın meteoroloji istasyonlarına ait 1975-2007 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Göl çevresinde yıllık ortalama yağış miktarı 350-450 mm, ortalama sıcaklık ise 13-13,5 °C arasında değişmektedir. Havzanın içerisinde yer alan istasyonlarda yağış miktarı Çardak (368,4) mm, Dazkırı (392,5) mm'dir. Acıgöl ve yakın çevresinde yaz döneminde yağışın azlığı, kış ve ilkbahar mevsiminde yağış fazlalığı görülmektedir (Şekil 4). Maksimum sıcaklık değerleri yaz aylarında 30 °C'nin üstüne çıkmaktadır. Bu değerler evaporasyon için uygundur. Bu devrede ortalama sıcaklıkların 20 °C'nin üzerinde olması gerekmektedir (Şekil 5). Mayıs-Haziran-Temmuz aylarında sıcaklığın etkisiyle glauber tuzu suyunu kaybederek toz pudra halinde susuz formu olan thenardite dönüşmektedir. Bu aşamadan sonrada toplama işlemine geçilmektedir.



Şekil 4. Acıgöl ve çevresinde yağışın aylara dağılışı.



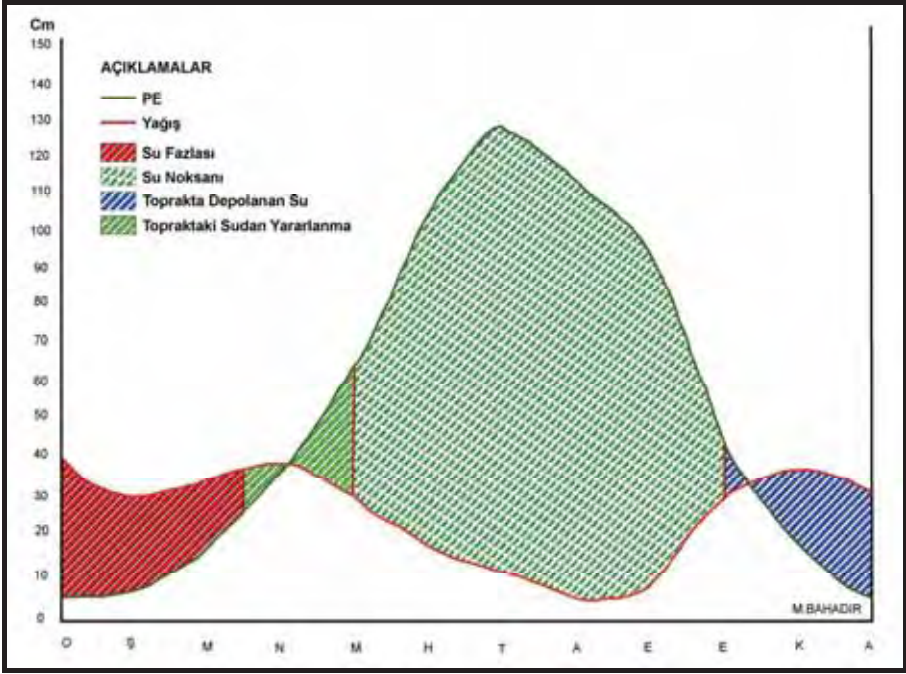
Şekil 5. Acıgöl Havzası'nda sıcaklıkların yıla dağılışı.

Aylık değerlere göre yapılmış analizlerde açık olarak görüldüğü üzere yaz döneminde şiddetli kuraklık kendini göstermektedir. Thornthwaite metoduna göre, buharlaşma Nisan-Mayıs aylarında başlamakta, Ekim'e kadar şiddetli bir şekilde devam etmektedir. Su fazlasının olduğu dönem tuz üretim havuzlarına su alındığı döneme karşılık gelmektedir. Mayıs'tan Ekim ayına kadar olan dönem su noksanı olan dönemi oluşturmaktadır, kuraklığın en yüksek seviyeye ulaştığı döneme karşılık gelmektedir. Bu dönem tuz üretim aşamalarından kurutma ve toplama dönemine karşılık gelmektedir.

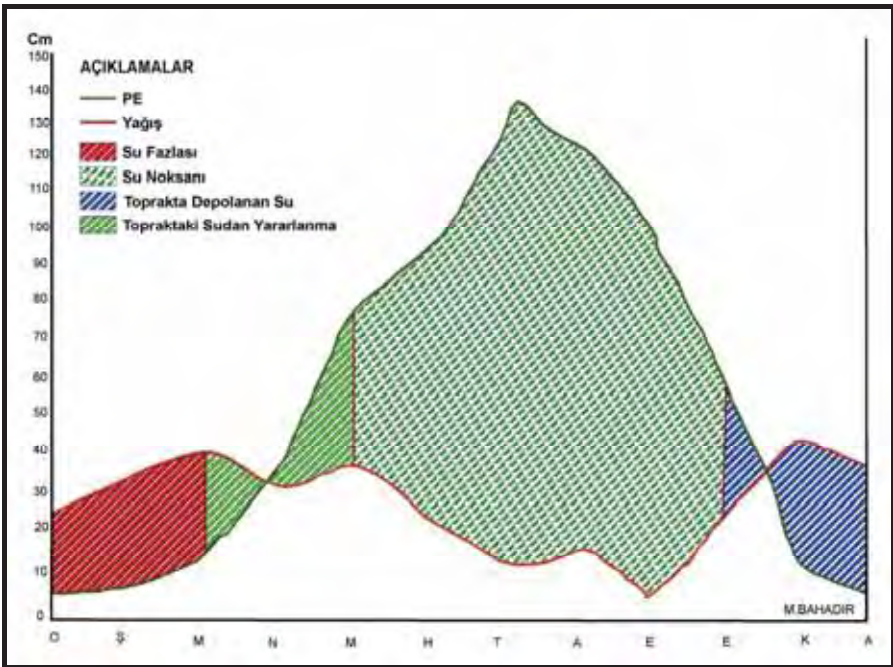
Buharlaştırmanın ve ortalama sıcaklıkların yüksek olması tuz üretimini artırıcı rol oynar (Şekil 6-7). Yıllık buharlaşma miktarları ortalama (1100) mm civarındadır. Buharlaşma miktarı yaz devresinde artarak 1300 mm'lere çıkmaktadır.

Eriñç formülüne göre sahada kuraklık Mayıs ayından Ekim ayına kadar devam etmektedir. Özellikle Haziran'dan Eylül ayına kadar şiddetli olmaktadır. de Martonne'ye göre ise yine şiddetli kurak dönem Haziran ayından Eylül ayına kadar sürmektedir. Ancak, yağış yetersizliği Mart ve Nisan aylarından itibaren başlamaktadır. Dikkat çeken önemli bir nokta ise Dazkırı'da karasal etkilerin fazla olmasına bağlı olarak Mayıs ayında yağışların fazla olması sonucu nemli döneme karşılık gelmesidir (Şekil 8). Eriñç ve de Martonne'ya göre yörede yaz dönemi kurak, kış dönemi ise nemli devreye karşılık gelmektedir. Nemli dönemde göl seviyesinin yükselmesi üretim havuzlarına su alımını kolaylaştırmakta, yaz devresinde ise evaporasyon için kuraklığa bağlı suyun ortamdan uzaklaşması tuz üretimini kolaylaştırmaktadır.

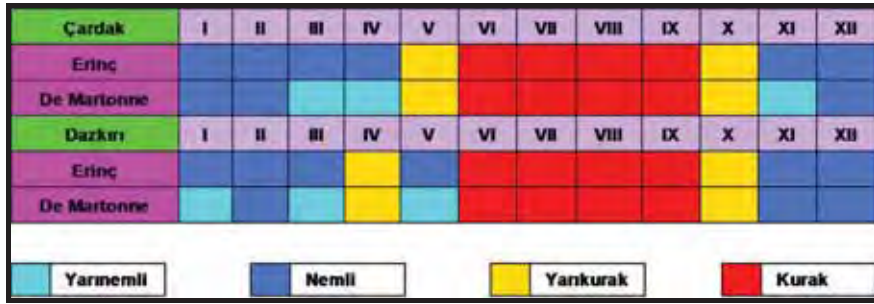
Acıgöl Havzası'na yönelik olarak yapılan Quadratic Linear trend analizine göre, sıcaklıkta 2020 yılına kadar 0,3 °C'lik artış olacağı, yağışta ise yaklaşık olarak 25 mm civarında bir azalmanın olması öngörülmüştür (Özdemir ve Bahadır, 2008). Buharlaştırmaya yönelik analizde ise, sıcaklık artışına bağlı olarak 60-80 mm'lik bir artış olacağı öngörülmektedir. Bu artışların olduğu 2000'li yıllardan sonra tuz üretiminde de artışlar olmuştur. Bu dönemde hem artan sıcaklığın etkisi hem de tuz üretimindeki teknolojik gelişmeler tuz üretimin artmasını da beraberinde getirmiştir. Tuz üretimi ile sıcaklık ve buharlaşma arasındaki korelasyon incelendiğinde anlamlı bir ilişkinin olduğu, sıcaklığın ve buharlaşmanın arttığı devrelerde tuz üretiminin de artış gösterdiği görülmüştür. Yörede kuraklık şartlarının etki derecesinin artması yıllık tuz üretim miktarını artırıcı olsa da uzun dönemde gölün kuruma eğilimine girmesi sürdürülebilirliğini tehlikeye sokmaktadır. Yörede kurak geçen yıllar ile tuz üretimi arasında pozitif yönde anlamlı ilişki çıkarırken, nemli yıllar ile tuz üretimi arasında negatif yönde ilişki çıkmıştır. Özellikle bu durum kuraklığın arttığı yıllarda tuz üretim miktarının da arttığını, nemli yıllarda ise azaldığını, iklimdeki kuraklık eğilimi tuz üretimini, gelişen teknoloji ile birlikte destekleyerek her geçen yıl üretimin fazlalaşmasını sağlamıştır.



Şekil 6. Çardak'ın Thorthwaite yöntemine göre su bilançosu



Şekil 7. Dazkırı'nın Thorthwaite yöntemine göre su bilançosu.



Şekil 8. Dazkırı ve Çardak'ta Erinç ve de Martonne'ya göre yıl içinde kuraklık durumu.

Araştırma sahasında rüzgar yön ve hızları incelendiğinde, hakim rüzgar yönünün batı olduğu ve topoğrafik şekillenmenin bu durumun ortaya çıkmasında önemli rol oynadığı görülmektedir. Havzada batı sektörlü rüzgarlar yıl içinde ortalama %40 frekans oranıyla birinci sırada yer almaktadır. Havzada rüzgarın şiddetli olduğu gün sayısı yılda 1-2 günü geçmemekle birlikte, orta kuvvette esen rüzgarlı gün sayısı ise 15-20 gün arasında değişmektedir. Özellikle tuz üretimini yaz devresinin sonunda Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında tuz toplama evresinde, etkili olan rüzgarlardan olumsuz yönde etkilenmektedir.

Havzada vejetasyon süreleri ve iklimik mevsimlerin tuz üretimi ile etkileşimlerini ortaya koymak için iklim öncelikle vejetasyon devresi ve iklimik mevsimlerin ayırımına gidilmiştir. Havzadaki istasyonlardan Çardak, Acıgöl'ün batısında 920 m. Dazkırı ise, kuzeydoğu kesiminde 980 m yükseklikte yer almaktadır. Acıgöl ve çevresinde iklimik mevsimler belirlenirken, ortalama günlük sıcaklığın 12 °C'den düşük olduğu dönem kış, kıştan sonraki 12-16 °C ilkbahar, ortama sıcaklığın 16 °C'den yüksek olduğu dönemler yaz, 16 °C'den 12°C'ye kadar olan ikinci dönem ise sonbahar olarak ayrılmıştır (Atalay, 1975; 1994). Yağışın iklimik mevsimlere dağılımına bakıldığında ise, Dazkırı'da kış mevsimi 178 gün sürmekte ve yağışın % 67'lik kısmını kapsamaktadır. İlkbahar ise 46 gün sürmekte ve yağışın % 22'lik oranını, yaz mevsimi 106 gün sürmekte, yağışın ise % 6'sını, sonbahar ise 35 gün sürmekte ve yağışın % 5'lik oranını oluşturmaktadır. Çardak'ta 184 gün süren kış mevsiminde yağışın % 82'si, 33 gün süren ilkbaharda % 9'u, 126 gün süren yaz mevsiminde % 7'si ve 22 gün süren sonbahar mevsiminde ise yağışın % 2'si düşmektedir. Göl çevresinde yağışın mevsimlere dağılımı tuz üretimini olumlu yönde etkilemektedir. Kış döneminde yağışın fazla olması tuz üretim havuzlarının dolmasını sağlamaktadır. Özellikle göl seviyesinin yükselmesi kış döneminde gerçekleşmekte ve bu sayede tuz üretim havuzlarına su alımı gerçekleşmektedir. İlkbahardaki fazla yağışlar ise, havuzların suyla fazla dolmasına, çeşitli tortu malzemelerinin havuzlarda birikmesine havuzun

daha uzun sürede drene edilmesine neden olmaktadır. Bu durum tuz üretiminin gecikmeli gerçekleşmesine neden olur. Yaz döneminde yağışların az olması tuz üretimi için istenen bir durumdur. Yaz devresinde kurutma ve sonbahara sarkan toplama işlemlerinde yağışın olması, üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Göl ve çevresinde gerek yaz, gerekse sonbahar yağışlarının azlığı evaporasyon, kurutma ve toplama işlemlerinin kolayca yapılmasını sağlamaktadır.

3.1. Tuz Üretimi ve İklim İlişkisi

Türkiye tuz yatakları bakımından zengin olup son yıllarda tuz üretimimiz iki- üç kat artmıştır. Türkiye'deki tuz üretiminin büyük bir kısmı, Tuz Gölü, Acıgöl ile İzmir Çamaltı tuzlasından sağlanmaktadır (Şekil 9) . Ülkemizde tuz, sodyum sülfat ve diğer yan ürünler 2,5 milyon ton/yıl üretilmektedir (Alkim A.Ş. 2008 yılı faaliyet raporu). Ülkemizde sodyum sülfat üretimi Acıgöl, Bolluk ve Tersakan göllerinden uzun yıllardan beri Alkim A.Ş. ve Sodaş A.Ş. (yalnız Acıgöl'de) tarafından yapılmaktadır. Acıgöl'de yılda 100000 ton civarında sodyum sülfat üretilmekte olup, Alkim 60000 ton ile dünyada 6. sırada yer almaktadır (Alkim, 2008 yılı faaliyet raporu). Başta yöre ekonomisine ve dolayısıyla ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Bu amaçla göllerin doğal bölümleri setlerle çevrilerek üretim havuzları oluşturulmuştur. İklimle yakından ilişkili olan içerisinde doğal şartlara bağlı bir üretim gerçekleştirilmektedir. Sodyum sülfat iki yıl süren zaman aralığında gerçekleştirilmektedir. Buna göre yıllar içerisinde özellikle kurak ve nemli dönemlerin süreleri önemlidir.



Şekil 9. Türkiye'de göl ortamlarındaki tuz üretim merkezleri.

Özellikle ülkemizde sodyum sülfat üretimi Acıgöl'de yoğun olarak yapılmaktadır. Bu amaçla gölün doğal bölümleri ve yapay havuzlar kurularak üretim havuzları oluşturulmuştur. Bu üretim havuzlarında gerçekleştirilen sodyum sülfat üretimi altı aşamada gerçekleştirilmektedir. Bunlar sırasıyla; (1) gölden havuzlara su pompalanması, (2) evaporasyon, (3) soğuma nedeniyle kristalleşme, (4) kristalleşme sonrası drenaj, (5) dehidrasyon (kuruma) ve (6) toplama evreleridir (Şekil 10). Normal koşullarda her üretim havuzundan iki yılda bir sodyum sülfat (Thenardit) üretimi gerçekleştirilmektedir. Ancak bazı durumlarda bu süre bir yıla ineabilmektedir.



Şekil 10. Doğal yollarla sodyum sülfat üretim aşamaları.

Gölden üretim havuzlarına su pompalanması Ocak-Haziran ayları arası yapılmaktadır. Ocak ayında göl suyu bomesi 9-10 Be' (Be' : 100 gram tuz çözeltisindeki tuz miktarının gram olarak ifadesidir) iken havaların ısınmaya başlamasıyla evaporasyona bağlı olarak su bomesindeki artış Nisan ayına kadar devam etmektedir. Su yoğunluğu Nisan ayındaki yağışlar nedeniyle 1-2 bomelik azalmalar gösterirken ayın sonlarına doğru tekrar yükselişe geçerek Ekim ayına kadar devam eder. Bu aşamada bazı safsızlıklar da çökelmektedir. Ekim ayında su yoğunluğu 23-25 bomeye ulaşmaktadır. Ekim ayından itibaren Kasım ve Aralık aylarında havaların ve dolayısıyla üretim havuzlarındaki suyun soğumaya başlamasıyla suda doymun haldeki sodyum sülfat kristalleşmeye başlamaktadır (Foto 1).

Kristalleşme sonrası su yoğunluğu 11-12 bomeye inmektedir. Ocak ayından itibaren üretim havuzlarında Cl' (Klor) ca zenginleşmiş atık su drenajlanarak göle pompalanmakta ve Glauber tuzu olarak kristalleşmiş sulu sodyum sülfat kristalleri doğal dehidrasyona bırakılmaktadır. Haziran-Temmuz aylarına kadar rüzgâr ve sıcaklığın etkisiyle glauber tuzu suyunu kaybederek toz pudra halinde susuz formu olan thenardite dönüşmektedir. Toz halindeki bu susuz sodyum sülfata güneş malı da denmektedir. Güneş malı süpürülerek toplanmakta ve doğal haliyle sanayinin değişik dallarına pazarlanmaktadır (Gündoğan, vd., 1995).

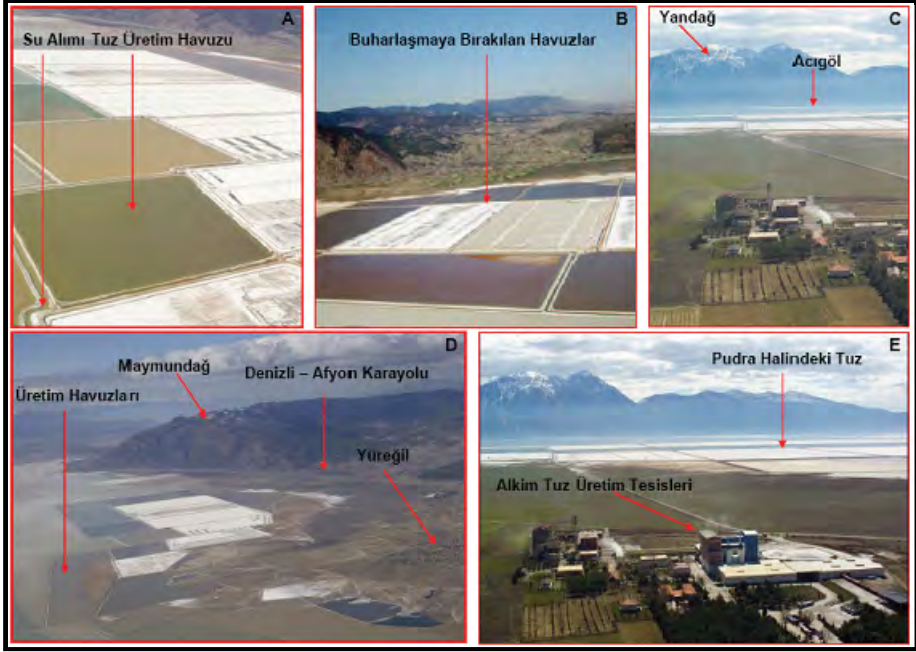


Foto 1. A: Havuzlara su alımı ve dolması, B: Evaporasyona bırakılan havuzlar, C: Acıgöl, D: Üretim Havuzları, genel bir görüntüsü, E: Pudra halindeki tuz ve Alkim tesisleri.

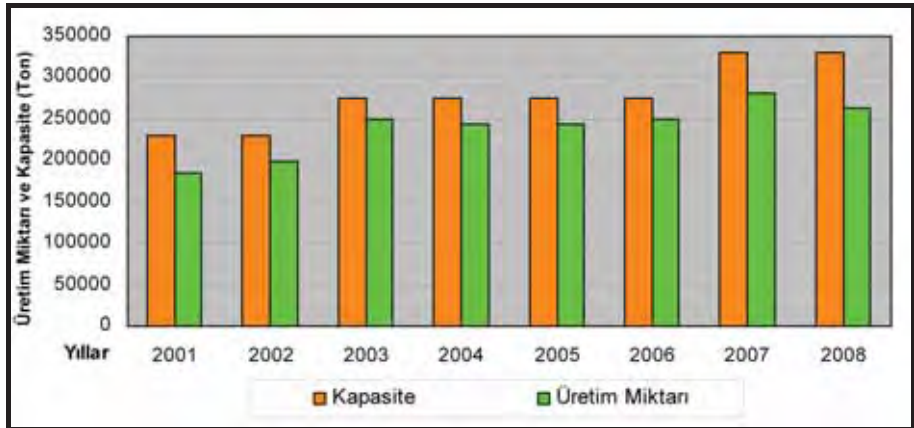
Göl çevresinde tuz üretimi yapmakta olan üç fabrika bulunmaktadır. Bu fabrikalar sodyum sülfat üretmekte, bu ürün deterjan, cam ve tekstil sanayi gibi endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Kış mevsiminde yağın yağışla göle su girişi artmakta bu da göl tabanında bulunan mineralleri çözerek göl suyuna karıştırmaktadır. Daha sonra kurutma havuzlarına alınan bu sular yaz sıcaklığında kurumakta, buharlaşan suyun uçmasıyla elde edilen sodyum sülfat ve diğer maddeler toplanmaktadır. Toplama işleminde sodyum sülfatın en üstte bulunan ve aşırı ince yapıdaki pudra denilen kısmı işçiler tarafından süpürülerek elle toplanmakta, diğer kısımlar ise makinelerle kazılıp araçlara yüklenmektedir. Havuzlardaki suyun kuruması için havaların oldukça ısınması gerekmektedir. Bu nedenle sodyum sülfatın alandan toplanması yazın gerçekleşmekte, hatta bu iş için fabrikaların mevcut kadrosu yetersiz kaldığından mevsimlik işçiler istihdam edilmektedir.

Acıgöl civarında yaşayan insanlar için fabrikalar önemli geçim kaynaklarıdır. Özellikle Gemiş'te yaşayan kişiler yaz mevsiminde geçici işçi olarak buralarda çalışmaktadırlar. Hayvancılık dışında belli bir geçim kaynağı olmayan Gemiş'te toprağın tuzlu olması nedeni ile tarım oldukça az yapılmaktadır. Başka bir geçim kaynağı olmayan halk soda fabrikalarında geçici işçi olarak çalıştığı yaz döneminde kazandığı paralar ile geçinmektedir. Ayrıca bu fabrikalar Gemiş'e kütüphane, asfalt yol vb. gibi

yatırımlar yapmakta, böylece fabrikaların halkın gözündeki değeri artmaktadır.

Acıgöl'de özellikle sodyum sülfat üretimi gerçekleştirilmekte olup Türkiye'deki en büyük sodyum sülfat üreticisi Alkim A.Ş. ve Sodaş A.Ş.'di Acıgöl'de yer almaktadır. Acıgöl'de 2008 yılında üretilen 300.000 ton glauber tuzu (kristal tip) sodyum sülfat, Dazkırı Koralkim ve Sodaş tesislerinde işlenerek susuz rafine sodyum sülfat şeklinde üretilmiştir. Yapılan üretimin yarısından fazlası (170.000 ton) ihraç edilmiştir. Ayrıca, Otuzbir Kimya tuz üretim tesisleri de üretim miktarını yıldan yıla artırmaktadır. Acıgöl'de günlük üretim miktarı 900 ton olup yılın 320 gününde tuz üretimi gerçekleşmektedir. Yıllara göre tuz üretimi düzenli olarak artmıştır. Özellikle iklimdeki kuraklaşma eğilimi tuz üretimini olumlu yönde etkilemektedir. Elde edilen verilere göre havzada tuz üretimi ve kapasitesi 2001 yılından 2007 yılına kadar sürekli bir artış göstermiştir. Ancak, 2007'ye göre 2008 yılında bir azalma ortaya çıkmıştır (Şekil 12). Acıgöl'de 2008 yılı tuz ve türevlerinin toplam cirosu 100 milyon TL'yi aşmış durumdadır (Alkim ve Sodaş, 2008, Yılı Faaliyet Raporları). Tuz üretim tesislerinde çalışanların sayısı 350 civarında olup yaz aylarında mevsimlik işçilere bağlı olarak sayı artmaktadır. Belli başlı ihracat ülkeleri; Yunanistan, Romanya, Lübnan, İran, Suudi Arabistan, Libya, Ürdün, Kıbrıs, Bulgaristan, Makedonya, Arnavutluk ve Suriye'dir. Sodyum sülfatın ihracat fiyatı ton başına 115-150 \$ arasındadır.

Sodyum sülfat, tekstil boyalarını boyama işlemini daha homojen ve sağlıklı hale getirecek şekilde etkileyen bir özelliğe sahiptir. Sülfat pek çok ülkede; genellikle yün boyamasında kullanılmaktadır. Türkiye, Rusya, Çin, İtalya, Japonya ve ABD gibi yün ağırlıklı ürünler üreten ülkelerde gittikçe büyüyen bir kullanım alanı oluşturmaktadır. Tekstil sanayinde boyama prosesinde genel olarak Sodyum Klorür ve Sodyum Sülfat sulu çözeltileri kullanılmaktadır.



Şekil 12. Acıgöl'de yıllara göre tuz üretim kapasitesi ve miktarları.

4. Tartışma

Bu çalışmada, Acıgöl'de üretimi yapılmakta olan tuzun yılın hangi dönemlerinde, hangi işlemlere tabi tutulduğu ve iklimle olan ilişkilerine değinilmiştir. Ülkemizde sodyum sülfat üretimi Acıgöl'de yoğun olarak yapılmakta ve havzada yaşayan insanların doğrudan veya dolaylı olarak geçiminde önemli bir rol üstlenmektedir. Acıgöl'deki tuz üretim tesislerinde daimi olarak 350 kişi istihdam edilirken, mevsimlik işçilerle birlikte bu sayı 600'e yaklaşmaktadır. Acıgöl'de tuz üretiminin iklimle olan ilişkisi incelendiğinde iki aşamada etkili olduğu görülmüştür.

Tuz üretiminde birinci aşama kristalleşme öncesi dönemi oluşturur. Bu dönemde en önemli faktör olarak havzulara suyun verilmesi ve kristalleşme dönemine kadar olan dönemi kapsar. Bu dönemde sıcaklık değerleri oldukça önemli olup Ocak ayından Haziran ayına kadar olan dönemdir. Kristalleşmenin gerçekleşebilmesi için düşük sıcaklıklara ihtiyaç vardır. Kristalleşme döneminde sıcaklıklar minimum düzeyde olmalıdır. Havzada sıcaklık değerleri bu dönemde (-2) – (8) °C arasında değişmekte ve kristalleşme için oldukça uygun bir ortam oluşturmaktadır. Evaporasyon evresinde sıcaklığın yüksek olması gerekmektedir. Evaporasyon devresi olan Haziran'dan Eylül'ün yarısına kadar olan dönemde ortalama sıcaklıklar 20 °C'nin üzerindedir. Böylece havzulardaki su buharlaşmakta ve kurutma evresine geçilmektedir (Bkz - Şekil 10).

Kristalleşme sonrası dönem ise ikinci aşamayı oluşturmaktadır. Evaporasyon ve kurutma döneminde üç iklim elemanı önem kazanmaktadır. Özellikle glauber tuzunun susuz sodyum sülfata dönüşmesi için ortalama 25 °C sıcaklığa ihtiyaç duyulmaktadır (Gündoğan ve diğ., 1995). Bu dönem Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarına karşılık gelir ki bu dönemde sıcaklıklar bu değerlerin üzerindedir (Bkz - Şekil 10).

Sodyum sülfat üretimini tehdit eden en önemli iklim elemanın yağmurdur. Özellikle yöre ikliminin genel karakterini oluşturan Nisan ve Mayıs aylarında görülen yağışlar tuz üretim havzularına seller halinde dolmakta ve üretim havzularının zarar görmesine neden olmaktadır. Ayrıca tuz toplama evresinde yağın yağmur tuz yüzeyinde bir kabuk oluşmasına neden olur ki bu üretim miktarının düşmesine neden olmaktadır. Toplama evresinde görülen kısa süreli sağanak yağmurlar toplama işleminin birkaç gün gecikmesine neden olur. Özellikle Dazkırı ve Çardak'ta toplama döneminde ortalama toplam yağış miktarı 25 mm civarındadır. Bu durum tuz üretimi için oldukça elverişli bir ortam sağlamakta, tuz üretimi çok fazla kesintiye uğramamaktadır.

Toplama zamanında rüzgârın hiç olmaması idealdir veya istenen durumdur. Ancak, çok hafif bir rüzgâr sıcaklığı dehidrasyon halindeki glauber tuzu kristallerin gözeneklerine ileterek dehidrasyon işlemini hızlandırmakta böylece daha kısa sürede daha çok ürünün toplanmasına

yardımcı olmaktadır (Foto 2). Fakat belli bir yönde sürekli ve şiddetli bir rüzgârın çıkması pudra halindeki susuz sodyum sülfat kristallerini uçurmakta ve uzaklara taşıyarak hem üretimin azalmasına hem de tuz bulutların oluşmasına neden olmaktadır. Havzada Eylül ve Ekim dönemlerinde en hızlı esen rüzgâr hızı ve yönü 8 bofor ile KB yönüne aittir. Bu değerler genellikle Eylül ayına karşılık gelmektedir. Bu rüzgârlara bağlı olarak pudra halindeki tuz havzanın doğusuna doğru taşınmaktadır. Orta kuvvette esen rüzgârlı gün sayısı 14 gün olarak hesaplanmıştır. En hızlı esen rüzgârın hızı ve yönü **G** ve **GB** yönlü rüzgârlara ait olup Ocak ayı başta gelen ay olmaktadır. Ocak ayında etkili olan rüzgârın tuz üretimine olumsuz bir etkisi olmamaktadır.



Foto 2. A: Acıgöl su ve tuz alanı, **B:** Acıgöl tuz birikim alanı, **C:** Sodaş tuz üretim tesisi, **D:** Tuz toplama aşaması.

Acıgöl Havzası'nda iklimik parametreler ile tuz üretimi arasında sıkı ilişkiler bulunmaktadır. İklimdeki salınımlar yıldan yıla havzadaki ürün deseninin değişmesini beraberinde getirmekte, üretimi yapılan ürünlerin veriminde artışa ve ya azalışa neden olmaktadır. Diğer şartlara ek olarak bu durumdan tuz üretimi de doğrudan etkilenmekte havzada önemli geçim kaynağı durumundaki tuz üretim tesislerde çalışanların sayısını ve ekonomik durumunu da belirlemektedir (Şekil 13).



Şekil 13. Acıgöl Havzası'nda tuz üretimi ve işlevselliği.

SONUÇ

Acıgöl, taşınmış olduğu coğrafi şartlar itibariyle kurak ve yarı kurak bölgelerin athalassik (tuzlu) göller sınıfından playa tipine girer. Yıllara göre tuz üretimi düzenli olarak artmıştır. Özellikle iklimdeki kuraklaşma eğilimi tuz üretimini olumlu yönde etkilemektedir. Acıgöl, Tuz gölünden sonra ülkemizin en tuzlu ikinci gölü olup yılda 300,000 ton (2008) üretimle ülke ekonomisine önemli katkılar sağlamaktadır. Üretilen tuz ve sodyum sülfatın yarısından fazlası (170,000 ton) ihraç edilmektedir.

Acıgöl Havzası'nda iklimik parametreler ile tuz üretimi arasında kuvvetli bir bağlantı vardır. İstatistiksel anlamda aralarında anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Özellikle kış döneminde yağışın fazla olması göl seviyesinin yükselmesine ve havuzlara su alımının kolay olmasına imkân sağlamaktadır. Ancak, Nisan ve Mayıs aylarındaki yağışlar havuzların suyla boğulmasına, kabuk ve tortu oluşmasına, havuzların tahrip olmasına ve suyun buharlaşıp sodyum sülfat oluşmasının gecikmesine neden olmaktadır.

Yaz döneminde suyun buharlaşması ve kurutmanın gerçekleşebilmesi için ortalama 20 °C 'den fazla sıcaklığa ihtiyaç duyulmakta, göl çevresinde bu dönemlerde maksimum sıcaklıklar 30 °C'den, ortalama sıcaklıklar ise 20–26 °C arasında seyretmektedir. Rüzgarın görülme zamanı ve hızı tuz üretimini sekteye uğratabilecek kadar etkili olmayıp doğal ortam koşulları tuz üretimini desteklemektedir. Böylece yıl boyunca tuz üretim evreleri kesintiye uğramadan sürmektedir.

KAYNAKÇA

- ALKİM ALKALİ KİMYA A.Ş. (2002-2008), Faaliyet Raporları.
- ATALAY, İbrahim.(1975), “Türkiye’de Vejetasyon Sürelerinin Dağılışı”, Atatürk Üniversitesi, Araştırma Dergisi, 7: 247. Erzurum.
- ATALAY, İbrahim., (1994), *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası*, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- ERİNÇ, Sırrı., (1967), “Acıgöl’ün Pleistosenindeki Seviyesi Hakkında”, İstanbul Üni. Coğrafya Enst. Dergisi, s.16, s.141-143.
- ERİNÇ, Sırrı., (1996), *Klimatoloji ve Metodları*, İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- GÜNDOĞAN, İbrahim., ve HELVACI, Cahit., (1995), “Türkiye’deki Acıgöllerden Sodyum Sülfat Üretimi”, *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 21-22 Nisan 1995*, Bornova, İzmir.
- ÖZDEMİR, M. Ali., ve BAHADIR, Muhammet. (2008), “Acıgöl’ün (Denizli) SPSS İle Hidro-Klimatik Analizi”, *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, 20-23 Ekim 2008, Çanakkale.
- SODAŞ A.Ş. (2004-2008), *Faaliyet Raporları*.
- SUNGUR, K. Ata., (1974), *Burdur Acıgöl Depresyonları ve Tefenni Ovasının Fiziki Coğrafyası*, İstanbul: İstanbul Üni. Ede. Fak. Yayınları.
- TÜRKEŞ, Murat. (1999), “Vulnerability Of Turkey To Desertification With Respect To Precipitation And Aridity Conditions”. Tr. *J. Engineering and Environmental Science* 23(5):363-380.
- TÜRKEŞ, Murat SÜMER, M. Utku ÇETİNER, Gönül (2000), “Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri”, Çevre Bakanlığı, *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları*, s. 7-24.
- TÜRKEŞ, Murat (2002), İklim Değişikliği: Türkiye - İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi İlişkileri ve İklim Değişikliği Politikaları Vizyon 2023: Bilim ve Teknoloji Stratejileri Teknoloji Öngörü Projesi, Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli Vizyon ve Öngörü Raporu.
- TÜRKEŞ, Murat, KOÇ, Telat ve SARIŞ, Faize. (2007), “Türkiye’nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi”, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3, 57-73.
- VİLADİMİR. M. Sedıvı. (2009), “Environmental Balance Of Salt Production Speaks In Favour Of Solar Saltworks”, *Global Nest Journal*, Vol 11, No 1, pp 41-48.