

ARIDITY INDEX KULLANILARAK TÜRKİYE'DE ÇÖLLEŞMEYE EĞİLİMLİ ALANLARDAKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ

Dr. Abdullah CEYLAN¹ Serap AKGÜNDÜZ¹ Zerrin DEMİRÖRS¹
Ayhan ERKAN¹ Sebahattin INAR¹ Erdoğan ÖZEVREN²

- 1) D.M.İ. Genel Müdürlüğü, Araştırma Şube Müdürlüğü
- 2) Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Genel Müdürlüğü

ÖZET

Dünyada 110 ülke ve üzerinde yaşayan 1,2 milyar insan ölleşme tehdidi altındadır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) verilerine göre yılda ortalama 42 milyar dolar maddi kayba neden olan ölleşme; açlık, yoksulluk, göç ve eğitimsizlik gibi çok daha ciddi boyutlarda olumsuz etkilere de sahiptir.

Özellikle, dünya üzerindeki karaların üçte birinden daha fazlasını kaplayan kurak alanlarda ortaya çıkan ölleşme, toprak tabakasının son derece hassas, bitki tabakasının son derece ince ve iklimin son derece sert olduğu bu bölgelerde kendini hissettirmektedir.

Kuraklık genellikle ölleşmeyi başlatır veya daha kötüleşmesine sebep olur. Ancak yanlış tarım uygulamaları, aşırı otlatma, ormanların tahrip edilmesi gibi insan kaynaklı etkenler de çölleşmenin önemli nedenleri arasındadır.

Ülkemizde gerçek çöl bulunmamasına karşın 2/3'üne yakın bölümü kurak-yarı kurak alanlardan oluşmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda gözlenen iklimsel değişimlere bağlı olarak kurak alanlarda İç Anadolu' nun batısına doğru genişleme gözlenmektedir. ölleşmeye açık yarı-kurak alanlara sahip risk bölgeleri ise Konya Ovasından Doğu Akdeniz' e doğru bir yayılma göstermektedir.

Bu çalışmada Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne ait 143 istasyonun 1965-2007 arası iklimsel verileri kullanılarak ülkemizde ölleşmeye duyarlı alanlar, bunların zamansal dağılımları ve bu bölgelerdeki iklimsel trend incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çölleşme, kuraklık indisi, iklimsel değişim, trend

GİRİŞ

Çölleşme kavramını tanımlamak için çok fazla zaman ve çaba harcanmıştır. Farklı disiplinleri içeren bir doğasının olması, meydana gelişi ve karmaşıklığı bu konuda belirli bir tanımın yapılabilmesini zorlaştırmaktadır. Fakat imkansız da değildir (Verstraete; 1983, 1986). Bu çalışmadaki amacımıza yönelik olarak çölleşmeyi; sıcak ve kurak alanlarda (çok kurak, kurak, yarıkurak ve yarı nemli bölgelerde) iklimsel stres, yanlış arazi kullanımı veya her ikisinin birden çevresel bozulma sürecinin bir bütünü olarak tanımlayabiliriz (UNCD;1977). Çölleşme, aynı zamanda, doğal veya yönetilen ekosistemlerdeki bozulmanın etkisini ve nedenlerini de içermektedir. Çevresel bozulmanın bütün biyokütlelerde meydana geleceği açıktır. Fakat çölleşmenin kırılgan doğası, bu kurak alanların yayılma bölgeleri ve şiddetli iklim koşullarına dikkatlerimizin odaklanmasındaki ana noktadır. Çölleşme, genellikle, o bölgede yaşayan nüfusun neden olduğu uzun süreli toprak üretimselliğinin ağır bir sonucudur.

Çölleşme kavramı ilk kez Fransız Orman Bilimci Aubréville tarafından 1949 yılında yazdığı bir kitapta ortaya atılmıştır. Aubréville, Afrika'nın nemli ve yarı-nemli bölgelerindeki arazi bozulmaları ve ormanların yok olmaları süreçlerini gözlemlemiş ve bunun geniş ölçekte yerel nüfusun tarımsal arazi kullanım alışkanlıklarıyla ilişkilendirmiştir. Ormanların yok edilmesi sonrasında toprak erozyonu ve kurak çevre koşullarına doğru bir eğilim tespit edilmiştir. Aubréville, ayrıca, iklimsel değişimlerin de çölleşmeye etki eden bir faktör olduğu görüşünü ortaya koymuş, fakat bu konuda yeterli verinin olmayışı nedeniyle bu değişimin ne kadar önemli olduğu hakkında bir sonuca ulaşamamıştır.

Sıcak kurak alanlar yüksek solar radyasyon, potansiyel evapotranspirasyon oranları, sıcaklığın gün içerisindeki değişim oranları, düşük yağış miktarı ve atmosferik nemlilik ile karakterize edilir. Böylesi alanlar ve bunların genişliği büyük ölçüde nasıl tanımlandıklarına bağlıdır. Bununla ilgili olarak literatürde bir çok tanım mevcuttur.

UNESCO tarafından 1977 yılında hazırlanan *World Distribution of Arid Zones* haritasında da görüldüğü üzere karasal alanların %33'ü çok kurak, kurak ve yarı kuraktır. Bütün kıtasal alanların (Antartika hariç) ise yaklaşık %44'ü kurak alanlar olarak sınıflandırılmaktadır.

Çok kurak alanlardaki bozulma sınırlı ölçülerde olurken, kurak, yarıkurak ve yarı nemli alanların büyük bölümünün çölleşme riski altında olduğu söylenebilir. 1970 yılların sonlarına kadar yıllık ortalama 54 000-58 000 km² alan tarımsal kullanım özelliğini yitirerek bozulmaya maruz kalırken (UNCOD 1977; UN, 1978), 1980 sonrasında bu oran 120 000 km²'yi bulmuştur (Myers, 1984; WRI, 1986).

Warren (1984) kurak alanların dinamik bölgeler olduğunu ve binlerce yıllık iklimsel değişimlerin bir sonucu olarak ortaya çıktıklarını söylemektedir. Tarih boyunca insanoğlu, bu değişimle mücadele etmek için yeni ve bozulmamış toprakla göç etmeyi bir çare olarak görmüştür. Ancak son yüzyılda toprak kaynaklarının sınırsız olmadığı gerçeği ile karşı karşıya kalmıştır. Günümüzde bireyler ve toplumlar, aşırı büyüme ve dikkatsiz kullanımın sonucu sınırlı doğal kaynakların tüketilmesine karşı daha duyarlıdır.

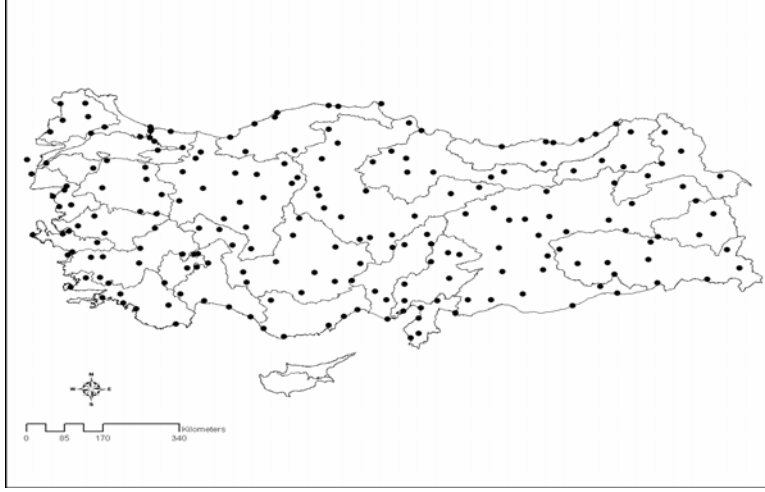
Dünya topraklarının 1/3 ünden daha fazla alan yarı nemli, yarı kurak ve kurak iklim zonlarına aittir. Buralardaki çölleşme süreci son 10 yılda yoğunlaşmıştır. Mevcut tahminlere göre çölleşme kurak alanlarda yaşayan dünya nüfusunun % 17,7 sini veya 785 milyon insandan daha fazlasının geleceğini tehdit etmektedir. 60-100 milyon insan şu andaki mevcut çölleşme süreci ile alakalı olarak üretimdeki azalış tarafından direkt olarak etkilenmektedir. Her yıl dünyada 50,000-70,000 km² alanın çölleşme sebebiyle üretim dışı kaldığı tahmin edilmektedir.

Türkiye'nin Kuzey Yarım Kürede bulunduğu matematik konumu ve üç kıtayı birbirine bağlayan bir geçiş noktasında yer alması, iklim özelliklerine de yansımıştır. Türkiye, Orta ve Batı Avrupa'da hüküm süren nemli ılıman, güneyindeki kurak sıcak ile kuzeyindeki karasal iklimlerin de geçiş bölgesinde yer alır. Bu iklimleri doğuran sistemlerin yıl içerisindeki ve yıllar arasındaki etkinliklerine bağlı olarak sıcaklık, yağış ve basınç gibi iklim elemanları bakımından farklılaşmanın olduğu mevsimler görülebilmektedir. Türkiye'nin matematik konumu nedeniyle oluşan farklılıklar, coğrafi konum etkisiyle de kuvvetlenerek artmaktadır. (Çiçek, İ., 2000, *Türkiye'de Termik Dönemlerin Yayılışı ve Süreleri*, A.Ü.D.T.C.F Fakülte Dergisi, Cilt:40, Sayı:1-2, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara)

Çölleşmeye sebep olan faktörler doğal ve insan-kaynaklı sebepler olmak üzere iki gruba ayrılır. Doğal sebepler daha çok iklim elemanlarının normal olmayan salınımları ve zamansal değişkenliği ile açıklanır. Şiddetli kuraklık, yağıştaki düzensiz dağılımlar, düşük nemlilik ve yüksek albedo çölleşmeye sebep olabilecek önemli iklimsel sebeplerdir. Diğer taraftan insan-kaynaklı sebepler çölleşme için esas nedenleri oluşturmaktadır. Özellikle bitki örtüsünün yok edilmesi, tarımda aşırı kimyasal madde kullanımı, aşırı otlatma ve su kaynaklarının hızlı tüketimi insan-kaynaklı başlıca faktörlerdir.

VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilmekte olan Büyük Klima istasyonlarından 1965-2007 yılları arasında düzenli rasatları bulunan 214 istasyonun aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılmıştır. Bu istasyonların alansal dağılımları şekil 1'de verilmiştir.



Şekil:1 Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının alansal dağılımı

Çalışmada Kuraklık İndisi (AI) temel alınmıştır (UNEP; 1993).

$$AI = P / PE$$

Burada;

P = Yıllık yağış toplamı (mm),

PE = Yıllık toplam düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon (mm)'dur.

P / PE	Sınıflandırma
< 0,05	Çok kurak
0,05 – 0,20	Kurak
0,20 – 0,50	Yarıkurak
0,50 – 0,65	Kurak – yarı nemli
0,65 - 0,80	Yarı nemli
0,80 – 1,00	Yarı nemli
1,00 – 1,5	Nemli
1,5 – 3,00	Nemli
> 3,00	Çok nemli

Ayrıca, Mann-Kendall eğilim sınavının ardışık çözümlenmesinden elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ örneklem değerleri kullanılarak, bazı bölgelerdeki eğilimler grafiksel olarak gösterilmiştir. Yıllık ve mevsimlik sıcaklık dizilerine, doğrusal olmayan uzun süreli eğilimlerin, değişiklik noktalarının ve anlamlı sıcaklık dönemlerinin belirlenmesi için Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı sınavı uygulanmıştır.

Kuraklık haritaları, verilerin ArcGIS 9.3 ArcInfo programında "Spatial Analyst extension"ının IDW (Inverse Distance Weighted) enterpolasyon yöntemi kullanılarak üretilmiştir.

Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısı

Orijinal gözlem değerleri yerine büyükten küçüğe ve küçükten büyüğe doğru düzenlenen sıralı dizideki sıra numaralarına karşılık gelen y_i değerleri kullanılarak her Y_i değeri için ($i > j$) olmak üzere öndeki y_j elemanlarının sayısı şeklinde tanımlanan bir n_i sayısı, $Y_i > Y_j$ olan sıra numaralarının sayısı hesaplanarak bulunur. Dizideki ilk sıra numarası (y_1), dizide kendisinden önce gelen tüm y_i lerin sıra numaraları ile karşılaştırılır. Değeri y_1 ' den küçük olan önceki y_i lerin sayısı hesaplanır ve bu sayı $n(1)$ olarak gösterilir. Sonra 2.sıra numarası (y_2) önceki tüm terimlerin sıra numaraları ile karşılaştırılır; y_2 den küçük terimlerin sayısı hesaplanır ve bu sayı n_2 olarak atanır. Aynı işlem her y_i terimi için y_n e kadar yinelenir. Test istatistiği 't' ;

$t = \sum_{i=1}^n n_i$ eşitliği ile gösterilir. Test istatistiğinin dağılım fonksiyonu boş hipotez altında yaklaşık normaldir. Dağılım fonksiyonunun ortalaması $E(t)$; ve varyansı $Var(t)$;

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} ; \text{ ve } Var(t) = \frac{n(n-1) * (2n+5)}{72} \text{ eşitlikleri ile gösterilir.}$$

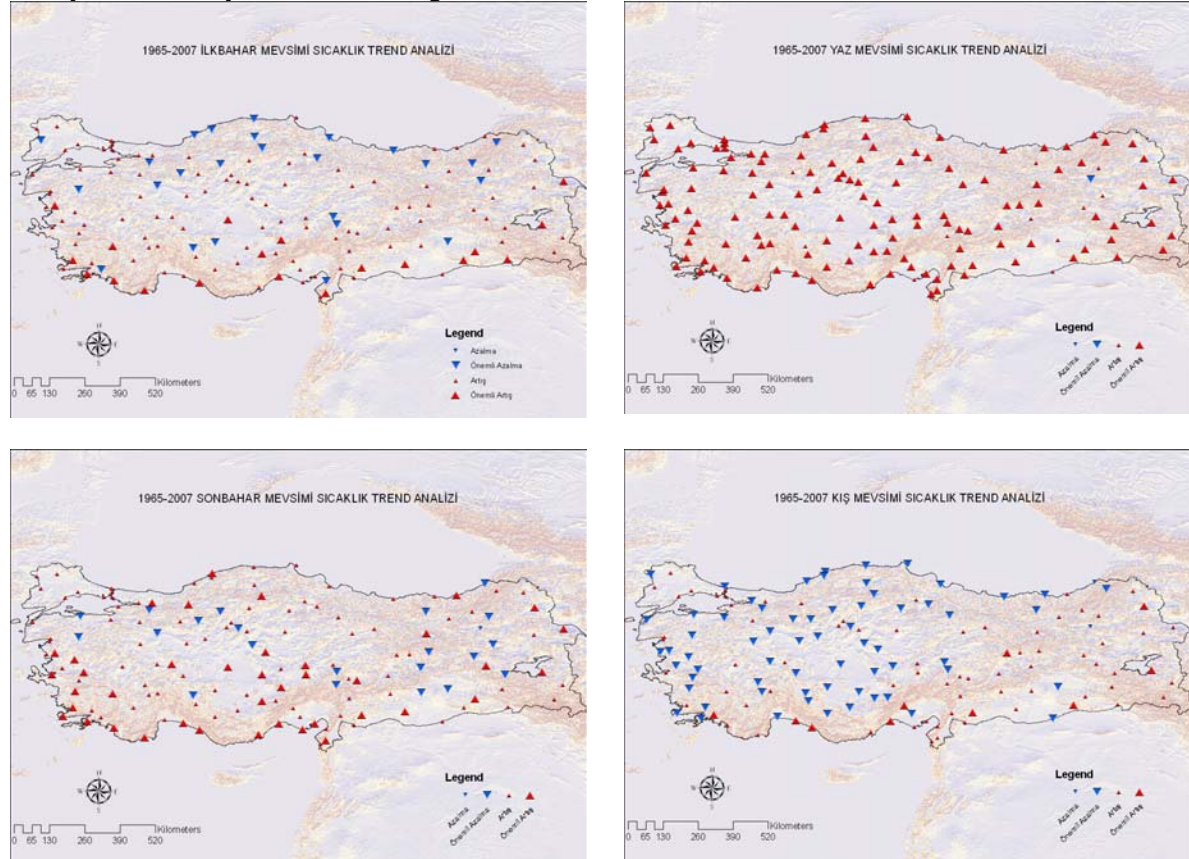
Sınama örneklem değeri $u(t) = [t - E(t)] / \sqrt{Var(t)}$ eşitliği ile gösterilir. Hesaplanan $u(t)$ değeri istenen bir anlamlılık düzeyinde anlamlı olması durumunda, $u(t) > 0$ ise artan; $u(t) < 0$ ise azalan yönde bir trendin varlığından söz edilir. $U(t)$ ' nin anlamlılığı dağılımın iki yanlı şekline göre sınılanır. İki yanlı sınamalar için % 5 anlamlılık düzeyinde kritik z değeri ± 1.96 dir. $-1.96 < u(t) < 1.96$ olduğunda herhangi bir trend yoktur. Bu sınırları aştığında ise artan ya da azalan yönde, istatistiksel açıdan, önemli bir trendin varlığından söz edilebilir.

TÜRKİYE UZUN YILLAR SICAKLIK VE YAĞIŞ TRENDLERİ

Türkiye'de kurak ve çölleşmeye eğilimli alanların zaman içerisindeki değişimini incelemeye önce, yağış ve sıcaklıklarda gözlenen genel trendin ortaya konulmasında yarar vardır.

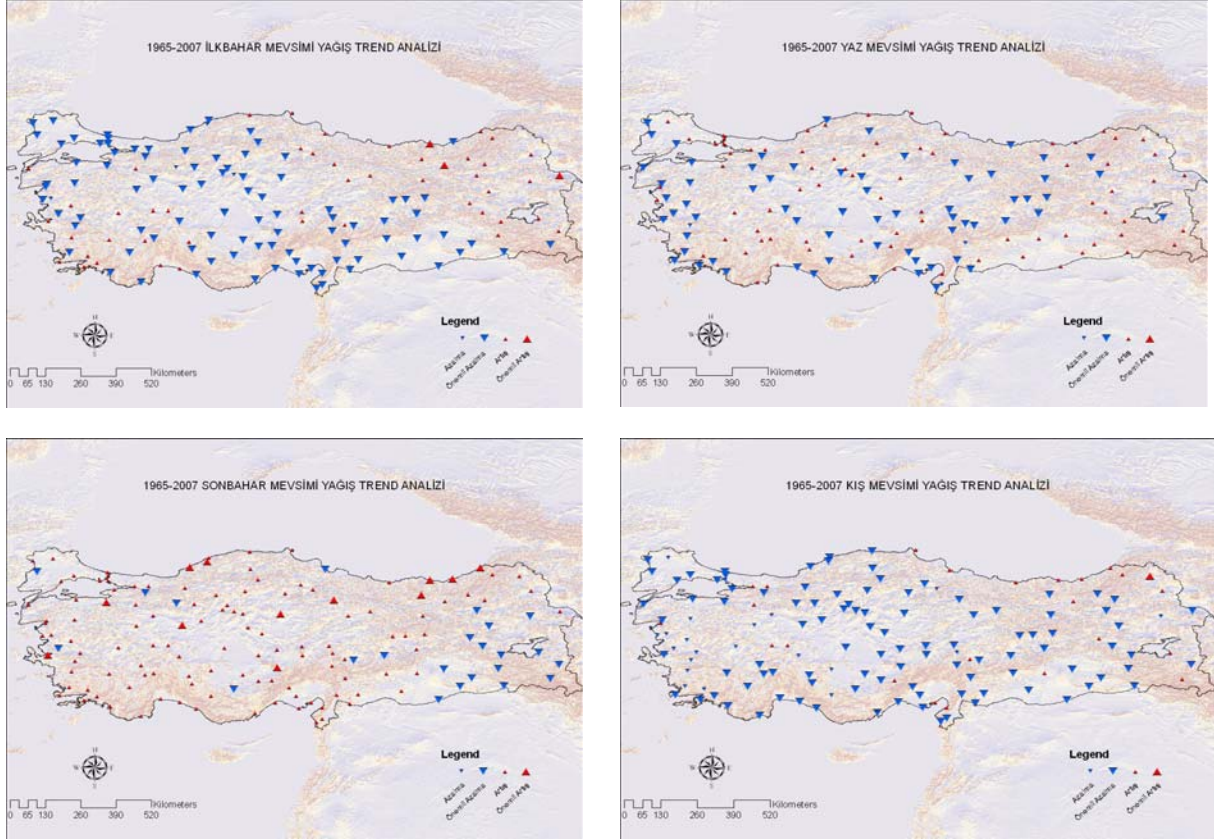
M-K sınama sonuçlarında, 1965-2007 döneminde ilkbahar mevsiminde; Ege ve Akdeniz kıyıları ile Güneydoğu Anadolu bölgesinin Suriye-Irak sınırı boyunca anlamlı bir ısınma eğilimi gözlenirken, Karadeniz bölgesinde anlamlı bir soğuma eğilimi hakimdir (Şekil 2). Yaz mevsiminde ise ülke genelinde anlamlı düzeyde sıcaklıklarda artış gözlenmektedir. Sonbahar mevsimiyle birlikte bu artış, özellikle karasal iç kesimlerde yerini bir azalmaya bırakmaktadır. Kış mevsiminde ise kıyı Ege, Marmara, İç Anadolu, Batı ve Orta Karadeniz bölgelerinde anlamlı soğuma eğilimi, Akdeniz kıyı kuşağında ise anlamlı ısınma eğilimi görülmektedir. Akdeniz kıyı kuşağında bütün mevsimlerde ortalama sıcaklıklarda anlamlı bir artış olduğu açıkça görülmektedir.

Türkiye'de ortalama sıcaklıklar, küresel ortalama yüzey sıcaklıklarına benzer şekilde artış eğilimindedir. Ancak, küresel olarak 1980'li yıllardan bu yana devam eden hızlı sıcaklık artışı, Türkiye'de 1990'lı yıllardan itibaren gözlenmektedir.



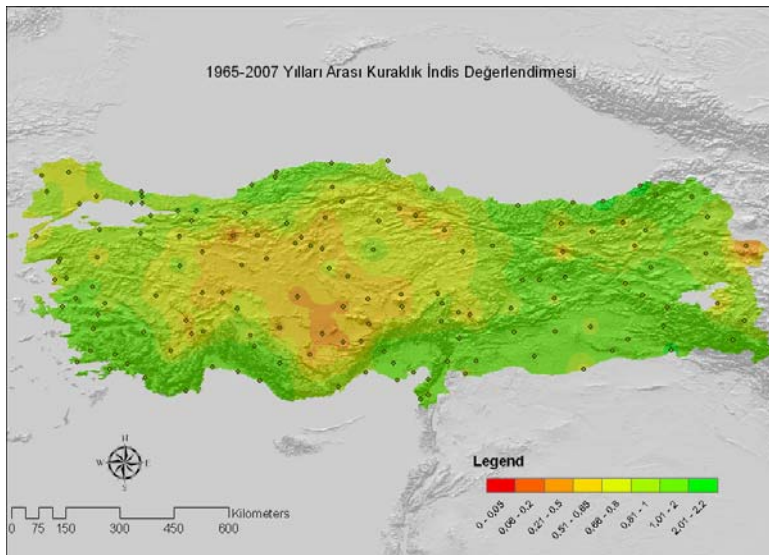
Şekil .2 1965-2007 Dönemine İlişkin Mevsimsel Sıcaklık Trendleri (▲ artma, ▼ azalma)

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye genelinde seçilen 214 adet istasyonun 1965-2007 dönemi aylık toplam yağış verileri kullanılarak yağış dizilerinin uzun süreli değişimleri ve eğilimleri araştırılmıştır. Gerçekleştirilen istatistiksel sınama sonuçlarına göre, ülke genelinde özellikle ilkbahar ve kış mevsimlerinde gözlenen anlamlı azalma eğilimi büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de bölgelere göre farklılık gösteren yıllık toplam yağışın yaklaşık %40’ı kış, %27’si ilkbahar, %10’u yaz ve %23’ü sonbahar mevsiminde gerçekleşmektedir (**Gönül-Mustafa**). Bundan dolayı da, Türkiye’de kış ve bahar yağışlarında değişimler, su miktarını oldukça etkilemektedir. Yer altı ve yer üstü sularının varlığının devamı için bu dönemlerde meydana gelen yağışın miktarı ve şekli oldukça önemlidir.



Şekil 3 1965-2007 Dönemine ilişkin Mevsimsel Yağış Trendleri (▲ artma, ▼ azalma)

TÜRKİYE’DE KURAK VE ÇÖLLEŞMEYE EĞİLİMLİ ALANLAR



Şekil 4: 1965-2007 yılları arası Kuraklık İndisi değerlendirilmesi

Kuraklık İndeksi (Aridity Index) kullanılarak yapılan 1965-2007 dönemine ait genel değerlendirmede; ülkemizde çöl olarak sınıflandırılabilen bir bölge tespit edilememiştir (Şekil 4). Buna karşılık Aksaray, Cihanbeyli, Ereğli (Konya), Iğdır, Karaman, Karapınar, Konya, Nallıhan ve Niğde yarıkurak-çok kurak sınırında bölgeler olarak göze çarpmaktadır. Genel olarak Trakya, İç Anadolu Bölgesi, Orta Karadeniz’in iç kesimleri ve Doğu Anadolu’nun doğusu kurak ve yarıkurak alanların yayıldığı bölgelerdir. Diğer bölgelerimiz ise

Alınacak tedbirlerden bir diğeri ise aşırı otlatmayı önlemektir. Ülkemiz yüzölçümünün yaklaşık 1/3 ünü kaplayan ve büyük bir bölümü orman rejimi dışında kalan mera alanlarında sürekli ıslah çalışmaları yapılmalı aşırı ve erken otlatmaya son verilmelidir. Doğal mera alanlarının ağır otlatma karşısında tahribatını önlemek için aşağıdaki tedbirlerin alınmasına ihtiyaç vardır.

- a. Meranın otlatma kapasitesine uygun hayvan sayısı ile otlatılması
- b. Otlatma mevsimi ve süresi içinde otlatmanın yapılması
- c. Hayvanların merada düzenli dağılımının sağlanması
- d. Meraya uygun hayvan türlerinin seçilmesi

Son olarak çölleşmeyi izlemek; fiziki tedbirlerden sonra gelmesi gereken bir aşamadır. Özellikle uydu teknolojisi kullanılarak çölleşmenin durumu ve çölleşme oranının alansal ve zamansal değişimi izlenerek kısa ve uzun vadeli eylem planları hazırlanabilir. Uydu teknolojiyle elde edilen bilgiler arazi çalışması ve hava fotoğrafları ile desteklenerek daha sağlıklı çölleşmeyle mücadele planları bölgesel bazda hazırlanabilir.

KAYNAKÇA

Verstraete; M.M.,1983. Another look at the concept of desertification (Origin and Evolution of Deserts). University of New Mexico Pres, Albuquerque, 213-218 s.

Verstraete; M.M.,1986. Defining Desertification: A review, Climatic Change 9: 5-18 s.