

**T.C.  
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI  
METEOROLOĞI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

# **TÜRKİYE KURAKLIK DEĞERLENDİRME RAPORU**

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İHTİSAS HEYETİ  
METEOROLOĞI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
SU YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**Mart 2014**



# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
1. GİRİŞ .....	1
2. KURAKLIK .....	4
2.1. Kuraklıkla ilgili Tanımlar.....	4
2.2. Kuraklığın Etkisi: .....	11
2.3. Kuraklığın Dağılımı .....	15
2.4. Kuraklık Eğilimi.....	20
3. TÜRKİYE İKLİM ANALİZLERİ .....	21
3.1. Sıcaklık Değerlendirmesi .....	21
3.2. Yağış Değerlendirmesi .....	22
3.3. İklim İndisleri.....	24
3.3.1. Havzaların yaz günü ve tropik gün sayılarındaki değişimler.....	27
4. GÜNCEL DEĞERLENDİRMELER .....	29
4.1. Sıcaklık.....	29
4.2. Yağış.....	30
4.3. Kuraklık İzleme.....	31
4.4. ECMWF Mevsimlik Yağış Tahmin Anomali Haritaları.....	32
4.5. ECMWF Aylık Yağış Tahmin Anomali Haritaları .....	34
4.6. Kuraklık Risk Grafikleri.....	34
4.7. Depolama Tesislerinin Doluluk Oranları .....	43
4.8. 2014 Yılı su durumunun 2007 yılı ile mukayesesi.....	46
4.9. Büyük illerin içmesuyu depolama tesislerinin durumu .....	48
4.10. Zirai sulama maksatlı barajlar .....	56
4.11. Enerji maksatlı barajlar .....	59
4.12. Türkiye'nin Kar Durumu .....	62
5. YENİ SENARYOLARLA SICAKLIK VE YAĞIŞ PROJEKSİYONLARI.....	65
5.1. RCP4.5 Senaryosuna Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları .....	65
5.2. RCP8.5 Senaryosuna Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları .....	67
5.3. Havzaların 2050 Yılına Kadar Sıcaklık Ve Yağış Eğilimleri .....	69
5.3.1. Havzaların RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna Göre Sıcaklık Öngörülerinin Normalleri ile İlişkisi .....	69
5.3.2. Havzaların RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna Göre Yağış Öngörülerinin Normalleri ile İlişkisi .....	72
5.4. Havzaların RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna Göre Sıcaklık ve Yağış Öngörülerini Özeti .....	75

6. KAMU VE SİVİL TOPLUM KURULUŞLARI RAPORLARINDA KURAKLIK .....	77
6.1. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu .....	77
6.2. Dokuzuncu Kalkınma Planı Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu .....	78
6.3. Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi .....	80
6.3. Ormancılık Ve Su Şurası Kararları .....	90
7. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	91
8. KAYNAKLAR.....	94



# 1. GİRİŞ

İklim, bir bölgede gözlemlenen meteorolojik parametrelerin uç değerleri arasında salınan ortalama değerleridir. İnsanlar için bu salınım deniz dalgalarına benzer. Şöyle ki; yaz mevsiminde hafif bir meltemle oluşan küçük dalgalar ve dalgaların çıkardığı sesler nasıl huzur verici ise, kış mevsiminde fırtınaların oluşturduğu dev dalgalar ve korkularımızı tırmalayan sesleri ise o kadar ürperticidir. Bu ürperti insanlarda bir korunma içgüdüsü ve korunmak için bazı tedbirler almaya yönlendirir. İklimin uç değerlerinde salınımı meteorolojik afetlerin oluşum sıklığı ve şiddetinin artmasına neden olmaktadır.

Sıcaklık, yağış, nem, basınç vb. meteorolojik parametrelerdeki aşırı değişimlerden kaynaklanan sel, çığ, yıldırım, tayfun, tipi, hortum, kuraklık vb. doğal olaylar neden oldukları etkiler itibariyle meteorolojik afetler olarak tanımlanmaktadır. Dünya genelindeki 31 çeşit doğal afetin 28 tanesini meteorolojik afetlerin oluşturmaktadır. Doğal afetlerin çeşitleri ve önem sıraları ülkeden ülkeye de değişmektedir. Meteorolojik parametrelerden yağış, hem azlığı ve hem de çokluğu ile insan, doğal yaşam ve çevre için sorunlar oluşturabilmektedir. Bu raporda yukarıda sayılan meteorolojik afetlerden kuraklık üzerinde durulacaktır.

Kuraklık, sadece günümüze has bir meteorolojik afet olmayıp insanın yeryüzünde ortaya çıktığı zamandan beri aşınası olduğu bir afettir. Geçmişte kuraklık ve etki alanına bağlı olarak kabilelerden kavimlere kadar göçler ve akabinde savaşlar yaşanmıştır. Hatta kayıtlı olan ilk kuraklık tahmini (bilimsel anlamda olmasa da) ve kuraklık yönetim planı Kuran-ı Kerim'in Yusuf Suresi 46 ile 49. ayetlerinde anılmaktadır.

Kuraklık yavaş gelişen, başlangıcı ve bitişi belli olmayan bir süreç içinde gözlenen sinsi bir doğal afet olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden Kuraklığın fark edilmesiyle birlikte ne zaman son bulacağı konusunda yapılan çalışmalar ve açıklamalar hep tedirginlikle karşılanmıştır. Kaliforniya eyaletinde kuraklığın kalıcı bir özellik olarak görülmeye başlaması endişesi yani bölgenin artık çöl olması Dünya'da iklim değişikliği konusunda çarpıcı olabilecek önemli sonuçlardan biri olarak gösterilecektir.

Ülkemiz, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden en fazla etkilenecek bir bölgede, Akdeniz havzasında yer almaktadır. Bu bölgedeki en büyük iklim riskleri yağış azlığı ve buna bağlı kuraklık, su kıtlığı, yer altı sularında azalma; kıyı alanlarının bozulması, buna karşılık

ekstrem yağışlarda artışlar, artan sıcaklıklarla birlikte artan buharlaşma, sıcak hava dalgaları ve buna bağlı sağlık riskleri vb. şekilde kendini gösterecektir (IPCC, SPM, 2014).

Dünyamızdaki sıcaklık artışından dolayı atmosferde dolaşan nem miktarında artış olacağı ve bunun bir şekilde yere düşeceği kesindir. Burada kritik mesele bu yağışın zaman ve mekân açısından eşit dağılmıyor olmasıdır. Bir başka ifade ile yağmurlar bazı yerlere alışılmadık zamanlarda düşerken bazı yerlere hiç uğramamaktadır (Flannery, 2007). Özellikle bizim coğrafyamızda olduğu gibi iklim tiplerinde çeşitliliğe sahip ülkelerde yağışın değişimini incelemek için genel yaklaşımdan çok bölgesel veya havza temelli çalışmalar yapmak yararlı olacaktır.

İklimbilimcilerin en kesin tahminlerinden biri dünya ısındıkça, kışları daha yüksek enlemlerdeki (kutuplara daha yakın) yerlere daha fazla yağış düşeceği tahminidir. Kuzey ülkelerinde Kanada'da 2003 yılında fazla kar yağışı nedeniyle normalden çok daha fazla çığ oldu ve insanlar öldü. 2004 yılında İngiltere'de öyle çok yağmur yağdı ki, hayvan yemi için kuru ot bile oluşmadı. 2007 yılında Türkiye kavrulurken İngiltere sellere teslim oldu. (Kritik Eşik-Taner AKSEL)

Isınmayla birlikte yağışlardaki dengesizlik bir bölgede aşırı yağışlar olarak görülürken başka bir bölgede kuraklık hatta bölgenin ikliminin tamamen değişmesiyle karşımıza çıkmaktadır. En çarpıcı örneklerinden biri Sudanın Darfur bölgesi olarak görülmektedir. 1960'lı yıllarla birlikte bölgede başlayan kuraklık bölgenin çöle dönüşmesi şeklinde halen devam etmektedir. Burada sebep her ne kadar siyasi veya dini iç çekişmeler gibi gösterilse de bilimsel araştırmalar neticesinde anlaşıldığı gibi gerçek özellikle toprak üstündeki bitki örtüsünün değiştirilmesi ve Hint okyanusunun ısınmasıdır. Benzer istatistikler ve bilgilere Dünyanın pek çok yerinde rastlanmaktadır.

Bilim adamları pasifik okyanusu boyunca Amerika'nın Batı kısmında büyük bir kuraklık gözlemlemişlerdir. Bunun yüzlerce yıllık dönemlerde dahi görülmeyen bir kuraklık olduğu vurgulanmakta ve yükselen okyanus suyu sıcaklığı ile ilişkisine dikkat çekilmektedir (Flannery, 2007). Ayrıca bilindiği gibi kar örtüsü ve yükseklerdeki buzullar, ilkbahar ve yaz aylarında eriyerek, çiftçilerin ihtiyacı olan suyu karşılamaktadır. Bu suların artık eskisi kadar güçlü olmaması veya zamanından önce boşa akıp gitmesi sorun oluşturmaktadır.

Dünyada mevcut suyun yüzde 3'ü tatlı sudur. Tatlı suyun yüzde 75'i kutuplar ile yüksek dağlarda buzul halinde ve önemli bir bölümü ise yeraltında bulunmaktadır. Yüzde 3 olan tatlı suyun ancak yüzde 1'i içilebilir niteliktedir. Halen gelişmekte olan ülkelerde 1.4 milyar insan temiz içme suyuna sahip değildir.

Dünya nüfusu arttıkça tatlı su kaynaklarına yönelik talep de artmakta ve her 20 yılda bir bu talep iki misline çıkmaktadır. 1950 yılında su kıtlığı çeken ülke sayısı 12 iken, 1990 yılında bu sayı 26'ya, 2012 yılında ise 43'e ulaşmış durumdadır. 2050 yılı için yapılan tahminler ise kıtlık çekecek ülke sayısının 65 olacağını göstermektedir (Samsunlu, 2014).

Türkiye su zengini bir ülke değildir. Kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1519 metreküp/yıl civarındadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2030 yılında Türkiye nüfusunun 100 milyon olacağını ve kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1120 metreküp/yıl olacağını öngörülmektedir.

Türkiye'de mevsimler ve bölgeler arasında büyük farklılıklarla birlikte yıllık ortalama toplam yağış 646mm'dir. Türkiye bazı yıllarda normallerinin altında yağışlar alarak kuraklık problemi ile karşı karşıya kalmakta; 2009-2012 yılları arası yağışlar normallerinin üzerindeydi fakat 2013 yılı yağışı normallerinin %13 altında gerçekleşerek kuraklık problemini yeniden ülke gündemine getirmiştir. Ülkemiz su kaynaklarının yüzde 73'ü sulama, yüzde 11'i sanayi, yüzde 16'sı kentsel tüketim için kullanılmaktadır. Su tüketiminin yüzde 73'ünün gerçekleştiği tarım sektöründe yeni sulama teknikleri ile tasarruf gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Samsunlu, 2014).

## 2. KURAKLIK

Su kaynakları, hızlı nüfus artışı, yanlış arazi kullanımı ve kirlenmenin yanı sıra küresel iklim değişikliğinin de olumsuz etkisi altındadır (Kadioğlu, 2012). Türkiye için su, hem enerji, hem de tarımsal açıdan son derece önemlidir. Sulama ve enerji amaçlı olarak ülkemizde çok sayıda su yapısı inşa edilmiş ve halen edilmektedir. Bu tür su yapılarının amaçlarına uygun faaliyet ve performansı gösterebilmesi, ancak kuraklığın olmaması, yani beklenen miktarda yağışın toprağa düşmesi ile mümkündür.

Türkiye'nin büyük çoğunluğu yarı kurak iklim şartlarının etkisi altındadır (Kadioğlu, 2012). Türkiye'de kurak ve yarı kurak alan miktarı 51 milyon hektardır. Yani, Türkiye'nin %37,3'ünde yarı kurak iklim şartları hüküm sürmektedir. Bu nedenle hem su kaynakları, hem de genelde yağışa bağımlı olan kuru tarım nedeniyle yağışın miktar ve dağılımında meydana gelebilecek değişiklikler ciddi bir şekilde etkilerini hissettirebilmektedir.

İnsanlık tarihi kuraklıklar ile doludur (Kadioğlu, 2012). Yarı kurak iklim bölgesinde yer alan Türkiye'de de kuraklık, normal ve bilinen atmosferik sistemler tarafından geçmişte hep oluşturulmuş ve gelecekte de (küresel iklim değişimi ile birlikte sıklığı, şiddeti ve etkileyeceği alanın büyüklüğü bakımından) artarak daha fazla tehlike oluşturmaya devam edecektir.

### 2.1. Kuraklıkla ilgili Tanımlar

Literatürde kuraklığın tek bir tanımı yoktur (Kadioğlu, 2012). Kuraklığın özellikleri ve etkileri bölgeden bölgeye farklılık gösterdiği için tanımı da bölgeye ve sektörler göre değişebilmektedir. Kuraklığın tanımı her disiplin için de farklıdır. En basit ve genel anlamda kuraklık, arz ve talep ilişkisinde, "su arzının talebi karşılayamaması durumu" olarak tanımlanmaktadır. Kuraklığı, "yağışların, normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesi" şeklinde de tanımlayan kaynaklar vardır. Kuraklık olayının sebebini araştırmak için yağış eksikliğiyle, kuraklık olayının etkilerini belirlemek için nehir ve barajlardaki su eksikliğiyle birlikte tarım ürünlerindeki rekolte düşüşleriyle ilgili bilgiler toplanmaktadır. Sosyal bilimciler, politikacılar ve ekonomistler ise kuraklığın açlık, işsizlik, göç vb. sosyo-ekonomik etkileriyle ilgilenmektedirler. Bununla beraber, kuraklık tanı ve tanımlanmasında, yağış ile beraber, aynı

şekilde sıcaklık dağılımları, değişimleri ve salınımları bütünsel ve paralel bir şekilde ele alınmamaktadır.

Öncelikle yağış miktarı olmak üzere meteorolojik ölçümler, diğer bir deyişle yağışların azlığı genel olarak kuraklığın ilk işareti olarak kabul edilmektedir (Kadioğlu, 2012). Tarımsal kuraklık, meteorolojik kuraklıktan sonra oluşur. Tarım, kuraklık tarafından etkilenen ilk ekonomik sektördür. Yağışların akışa geçerek nehir ve göllerin su seviyelerini etkilemesi belli bir zaman alır. Bu nedenle, hidrolojik gözlemler kuraklığın ilk işaretlerinden sayılamaz. İçme ve kullanma su sıkıntıları ile birlikte tarımsal ve hidrolojik kuraklığın sonuçları zamanla sosyo-ekonomik kuraklık olarak kendini gösterir.

Kuraklık, zamanla (yağış mevsiminin başlamasında gecikmeler, ürün büyüme mevsimi-yağış zamanının ilişkisi) ve yağışların tesirleri (yağış şiddeti, yağışlı gün sayısı) ile ilişkilidir (Kadioğlu, 2012). Yüksek sıcaklık, şiddetli rüzgâr ve düşük nem miktarı gibi diğer değişkenler de birçok bölgede kuraklıkta etkili olmaktadır. Yağışa bağlı iklim sınıflandırmalarında genelde kabul edilen esaslara göre, yıllık ortalama yağışı 250mm'den az olan yerler kurak, 250-500 mm arası olan yerler ise yarı kurak iklime sahip yerler olarak tanımlanır (Kadioğlu, 2012; Ceylan, 2001). BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi'nde 'kuraklık'; yağışların kaydedilen normal düzeylerin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve kaynak üretim sistemlerini olumsuz olarak etkileyen ve ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal olay olarak tanımlanmıştır (Kadioğlu, 2012, WMO, 1997). Kuraklığın en pratik tanımlarından birisi "yağış ve diğer su kaynaklarının beklenenin ya da ihtiyacın altında gerçekleşmesidir". Yetersiz yağışlar kuraklığa neden olurken, suya olan talebin de artması su kıtlığının önemli nedenlerinden biridir.

Özetle su kıtlığına neden olan aşağıdaki gibi belli başlı 5 faktör vardır:

1. İklim şartları (Türkiye için yarı kurak iklim),
2. Kuraklık (kuru dönemlerin görülme sıklığı ve şiddeti),
3. Çölleşme ve ormansızlaşma,
4. Su stresi (yüksek nüfus, yoğun sanayi nedeniyle aşırı su talebi, kaçak kuyular ve yer altı suyu kullanımı),
5. Çevre tahribatı, su havzalarının amaç dışı kullanımı, kirlilik ve küresel iklim değişimi.

Diğer bir deyişle kuraklığın şiddeti sadece süresi, yoğunluğu ve yağış azlığının coğrafi yayılımına bağlı değildir (Kadioğlu, 2012). Aynı zamanda insan faaliyetlerinin neden olduğu

su taleplerine ve bölgedeki su kaynaklarını etkileyen bitki örtüsüne de bağlıdır. Kuraklığa neden olan faktörler hem fiziksel hem de sosyaldır. Kuraklığın etkileri de fiziksel ve sosyal faktörlerin her ikisinin sonuçlarının bir araya toplanmasıdır. Yağış azlığı değiştirilemeyecek bir fiziksel faktördür. Çevredeki suyun kullanımı ile ilgili beklentiler ve alışkanlıklar da kuraklığın sosyal yönüdür; bu ise değiştirilebilir bir faktördür.

Kuraklık, doğa ile ilişkili bir afettir ve etkisi altında bulundurduğu alanlarda, şiddetine göre, çok büyük zararlara yol açabilir (Kadioğlu, 2012). Kuraklığın etkisi sadece doğa üzerinde kendisini göstermekle kalmaz. Aynı zamanda şiddetli kuraklıklar, özellikle kurak yılların birbirini takip ettiği dönemlerde, Türkiye gibi tarım ülkelerinde ekonomik bir milli felaket halini alabilir, ekonomik ve sosyal düzende büyük problemler meydana getirebilir.

Hava sıcaklıklarının mevsim normallerinin çok üzerine çıkması ve yıllık yağış ortalamalarının ise mevsim normallerinin altına düşmesinin sebep olduğu doğal afete verilen addır. Meteorolojik açıdan, yağışların mevsim ortalama değerlerin % 80'in altına indiği geçici dönemler olarak tanımlanmaktadır. Hidrolojik açıdan ise, barajlar, göller, göletler ve yeraltı su seviyesinin uzun süreli yıllık ortalamalarının altına indiği geçici dönemdir. Tarımsal açıdan ise, insan ve diğer canlıların ihtiyacı olan su ve nemin yeterli ölçüde bulunamadığı dönemlerdir (Ekici, 2011, Ergünay, Gülkan ve Güler, 2008).

Kuraklık, canlıların yaşamı üzerinde çok büyük olumsuz etkileri olan, insanların çeşitli etkinliklerini sınırlayan önemli ekolojik sorunların yaşanmasına neden olan ve her an afete dönüşebilen bir klimatolojik-meteorolojik doğal tehlikedir. Çok yavaş gelişerek belirli bir süreçte oluşan bu doğal olayın, devam süresi uzadıkça sonuçları da çok tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Esas olarak yağış yetersizliğine bağlı olarak su azlığıyla ortaya çıkan kuraklık, üretim düşmeye, yetersiz beslenmeye, sonuçta kıtlık, açlık ve ölümlere neden olabildiğinden çok önemli sosyal ve ekonomik sorunların yaşanmasına neden olmaktadır. Genellikle yağış yetersizliği nedeniyle, doğal su varlığının (yeraltı ve yerüstü suları) belli bir süreçte, bölgesel boyutta ve önemli ölçüde ortalama değerlerin altına düşmesiyle oluşan su açığı şeklindeki kuraklık tanımı, bugün için en yaygın ve en geçerli olanıdır. Burada belirli bir süre içinde ölçülen yağış değerleriyle, uzun yıllar boyunca saptanan yağış değerlerinin ortalaması arasındaki sapma, yağış yetersizliğini belirlemekte ve bir ölçü olarak alınmaktadır. Ancak yalnızca yağış miktarında görülebilecek bir azalmanın, doğrudan su yetersizliğine, dolayısıyla kuraklığa neden olabileceğini söylemek de doğru değildir. Yani her yağış azlığı/her yerde kuraklığa neden olmayabilir. Kuraklığa karar verebilmek için o yerdeki sıcaklık, yağış miktarı

ve yağış rejimi ile zemin özelliğine bağlı buharlaşma koşulları, birlikte dikkate alınmalıdır. Havanın herhangi bir andaki bulundurduğu nemin ifadesi olan havanın nemlilik derecesi ile yağış miktarı, buharlaşma + terleme (evapotranspirasyon) sonucu kaybedilen su miktarı arasındaki ilişkiye bağlı olarak ortaya çıkan zeminin nemlilik derecesi, kuraklığın belirlenmesinde iki önemli etkidir. Genellikle bunların arasındaki ilişki çeşitli kuraklık indisi ya da yağış etkinliği formülleri ile belirlenerek; nemli, yarı-nemli, yarı kurak, kurak ve çöl bölgelerinin iklim koşulları tespit edilmekte, ancak ondan sonra bir yerde kuraklığın yaşanıp yaşanmadığı ortaya konabilmektedir. Bu yolla dünyanın kurak ve yarı kurak bölgeleri belirlenmiştir. Kuraklık konusunun anlaşılabilmesi için, ilk olarak birbirine karıştırılan, kuraklık (drought), kuraklaşma (aridity) ve çölleşme (desertification) kavramlarının ne ifade ettiğinin çok iyi bilinmesi gerekir.

**Kuraklık;** yağış azlığına ve diğer görülemeyen bazı nedenlere bağlı olarak belirli bir süreçte gelişmekte ve geçici bir süre devam etmektedir. Bu süreç birkaç ay, hattâ birkaç yıl sürebilen su açığı periyodudur. Ayrıca dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde görülebildiği gibi, nemli bölgelerinde de görülebilmektedir. Kısaca kuraklık veya su yetersizliği, belirli bir süreçte sıcaklık ve rüzgârın kurutucu etkisiyle ortaya çıkan buharlaşma ve terleme (evapotranspirasyon) nedeniyle zeminde su açığının ortaya çıkması ve bu açığı karşılayacak yağışın gerçekleşmemesidir.

Kuraklık *"Yağışların, kaydedilen normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu, arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesine ve hidrolojik dengenin bozulmasına sebep olan doğal olay"* olarak tanımlanabilir (Türkeş, 2012, UNCCD, 1995).

Kuraklığın niteliklerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Frekans
- Şiddet
- Süre
- Etki Alanı

Kuraklığın önemli özellikleri ise şu şekilde sıralanabilir:

- Başlangıç ve bitişinin belirsiz oluşu
- Kümülatif artması
- Aynı anda birden fazla kaynağa etkisi
- Ekonomik boyutunun yüksek olması

Türkiye'de kuraklığa etki eden belli başlı faktörler arasında atmosferik koşullar, fiziki coğrafya faktörleri ve iklim koşulları yer almaktadır.

Hidrolojik, tarımsal ve meteorolojik kuraklık gibi bir ayrıma gidilmeksizin, genel olarak, “yeryüzündeki çeşitli sistemlerce kullanılan doğal su varlığının, belirli bir zaman süresince ve bölgesel ölçekte uzun süreli ortalamanın ya da normalin altında gerçekleşmesi sonucunda oluşan su açığı” olarak tanımlanan (Türkeş, 2012; Türkeş, 2007a) kuraklık (İng: drought) ise, temel olarak şiddet, süre ve coğrafi yayılım bileşenleri ile nitelendirilebilen üç boyutlu bir doğa olayıdır. İklimsel değişimlerin neden olduğu geçici bir olay olan kuraklık, kurak ve yarıkurak bölgelerin yanı sıra, orta enlemlerin nemli-denizel iklimleri gibi öteki iklim bölgelerinde de oluşabilir. Uzun süreli kuraklık olayları, tarım, orman ve hayvancılığı, yeraltı ve yerüstü kaynaklarını, yeterli ve nitelikli içme suyuna erişimi, enerji üretimini, özellikle dağ ve karasal sucul ekosistemleri çok olumsuz etkiler. Kuraklık olaylarının sonuçları, özellikle yaşam tarzları ve geleneksel üretim sistemleri doğrudan yağışlara ya da yeraltı sularına bağlı olan az gelişmiş toplumlarda, çok şiddetli olumsuzluklara yol açmaktadır.

Öte yandan, suyun kullanımı ve yönetimi ile ilgili etkinliklerden, yağışların yetersizliğinden ya da yağış şeklinin ve şiddetinin değişmesi (örn. kar yağışının azalması, hızlı kar erimesi ve kısa süreli sağanakların ya da şiddetli yağışların sıklığının artması, vb.), etkilenme süresine göre kuraklık olgusunun izlenmesi ve planlanmasını zorunlu kılmaktadır (Türkeş, 2012). Kuraklığın başlangıç ve bitiş zamanlarının belirsiz olması, toplam etkinin artması, aynı anda birden fazla kaynak üzerinde etkili ve ekonomik etkisinin yüksek olması ve doğasının karmaşık olması yüzünden, kuraklık olaylarını belirlemek ve izlemek kolay değildir. Meteorolojik kuraklık sonucunda tarım alanlarının sulanmasında önemli sorunların yaşanması, hidrolojik açıdan ise, barajlarda yeterli tutarda su toplanamaması, içme suyu kaynaklarının yetersiz kalması ve çevrenin, toplumsal yaşamın ve sosyoekonomik sistemlerinin olumsuz yönde etkilenmesi gibi önemli sorunların ortaya çıkması kaçınılmaz olarak beklenen olumsuz sonuçlardır.

**Kuraklaşma - Aridite;** genellikle ortalama yağıştaki azalma ya da, kullanılabilir suyun yetersizliğine neden olan ve süreklilik gösteren iklim koşullarının ifadesidir. Yani kuraklaşmada, daha kesin bir anlam ve bir devamlılık vardır. Bu koşullar genellikle çöl bölgelerinde görülmektedir.



Aridite, “yeryüzünün herhangi bir yerinde egemen olan fiziki coğrafya denetçilerinin ve uzun süreli atmosfer dolaşımı düzeneklerinin oluşturduğu sürekli yağış ve nem açığı koşulları ya da klimatolojik kuraklık” şeklinde tanımlanabilir (Türkeş, 2012, Türkeş, 2007a). Bu koşulların yıl boyunca ya da yılın çok büyük bir bölümünde egemen olduğu alanlara, arid ya da kurak bölge adı verilir. Bu tanımda, iklimsel dalgalanma ve değişikliklerin olasılığı göz ardı edilmektedir. BMÇSS’de, kurak, yarıkurak ve kuru-yarınemli araziler, “kutup ve kutupaltı bölgeler dışında olmak üzere, yıllık yağışın potansiyel evapotranspirasyona oranı 0.05-0.65 aralığında kalan alanlar” olarak belirlenmiştir (Türkeş, 2012, UNCCD, 1995).

**Çölleşme;** Çölleşme, insanların yaşadıkları yerlerde, çeşitli doğal beşerî etkenlerle ortaya çıkan ve yağış azalmasına bağlı olarak beliren kuraklığın ileri boyutlara ulaşması olarak kabul edilir. Çölleşme, sürekli bir yaşamın bulunmadığı ve özellikle yağış yetersizliği nedeniyle bolluk ve bereketten yoksun bir bölgenin (çöllerin) oluşumu için geçen süreçtir. Veya diğer bir tarifle, kurak, yarı kurak ve az yağış alan bölgelerde iklim değişiklikleri, insan faaliyetleri, doğal etmenler gibi faktörlerden kaynaklanan verimli toprak kalitesinin bozulmasıdır. Toprağın aşırı kullanımı, aşırı otlatma, hatalı sulama yöntemleri, ormanların tahribi ve ekolojik dengenin bozulmasıyla meydana gelen iklim değişiklikleri çölleşmeye neden olan etmenlerin başında gelmektedir. Çölleşme, daha çok yıllık ortalama yağışın 250 mm'den daha az olduğu, çöllere komşu, kurak ve yarı kurak kenar bölgelerde, çok uzun bir süre devam eden kuraklık sonucunda oluşmaktadır (Ekici, 2011, Şahin ve Sipahioğlu, 2003).

Suyun bulunduğu vahalar dışında çöl bölgeleri, insanların yaygın olarak yaşadığı yerler değildir. Çünkü buralardaki nem eksikliğinin ve yüksek sıcaklığın; toprak yapısında, biyolojik varlıklar üzerinde, arazi yapısı ve şekli üzerinde yarattığı olumsuzluklardan dolayı insanların hayatî etkinliklerini sürdürmeleri mümkün değildir (Ekici, 2011, Ergünay, Gülkan ve Güler, 2008).

Çölleşme kavramıyla kuraklık kavramı genellikle birbirine karıştırılmaktadır. Kuraklık kısa süreli bir sorun olarak değerlendirilebilir. Çölleşme ise daha kroniktir ve uzun sürelidir. Ancak kuraklık uzun süreli değilse, doğrudan çölleşmenin tek nedeni değildir. Çünkü belirli bir kuraklığın yaşandığı dönemden sonra yeterli yağışlar görülmeye başladığında, kuraklık sona ermekte, biyolojik çeşitlilik eski durumuna dönebilmektedir. Bu konudaki çalışmalardan Dünya'da, çölleşmeden 65 milyon hektarlık birinci sınıf tarım arazisinin etkilendiği; bundan da 1 Milyar civarındaki nüfusun risk altında olduğu gerçeği ortaya çıkmaktadır. Sık sık

kıtlıkla çölleşme arasında da bir bağ kurulmaya çalışılmaktadır. Kıtlık, doğrudan ve sadece kurak koşulların sonucu değildir. Şüphesiz besin azlığı diğer bazı nedenlerin yanında büyük ölçüde kuraklık ve çölleşmeden de kaynaklanabilir. Ama bunun daha birçok nedenleri vardır (Ekici, 2011, Şahin ve Sipahioğlu, 2003).

Kuraklığın literatürde tanımlanan birçok çeşidi olmakla üç belirgin kuraklık tipi vardır (Wilhite and Glantz 1987). Bunlar;

#### **Meteorolojik kuraklık:**

Bir yerde, belirli bir sürede ortalamaya göre yağıştaki azalmanın kriter olarak alındığı kuraklıktır. Meteorolojik kuraklığın belirlenmesinde her bölgeye, hatta ülkeye göre değişik istatistiksel yöntemler ve yağış için farklı sınır değerleri kullanılmaktadır. Örneğin; bazı yerlerde 21 günlük yağış toplamı, normalinin 1/3'ünden daha az ise, ya da orada 15 gün yağış olmamışsa, bu durum meteorolojik kuraklık olarak değerlendirilmektedir (Ekici, 2011, Türkeş, 1990).

#### **Hidrolojik kuraklık:**

Yer üstü ve yer altı sularındaki azalmanın ölçü olarak alındığı kuraklık olup hidrolojik açıdan yeterli suyun bulunmamasıdır. Hidrolojik kuraklık ve şiddeti, su ortamlarının (akarsu, göl, baraj, yer altı suyu v.b) gözlenmesi ve yapılan seviye ölçüleriyle tespit edilmektedir(Ekici, 2011, Şahin ve Sipahioğlu, 2003).

#### **Tarımsal kuraklık:**

Bitkiler ile meralar, çayırlar ve diğer tarımsal işletmelerin su ihtiyaçlarının karşılanamaması olayıdır. Bu durum, meteorolojik kuraklığın devam etmesi hâlinde görülür. Kuraklıktan en fazla etkilenen sektör, tarım sektörüdür.

#### **Sosyo-ekonomik kuraklık:**

Meteorolojik, çevresel veya beşeri ve sosyo-ekonomik nedenlerle oluşan ve çok sayıda insanı etkileyen yiyecek maddesi sıkıntısına verilen addır (Ekici, 2011, Ergünay, Gülkan ve Güler, 2008).

İnsanların sosyal ve ekonomik her türlü etkinliklerini olumsuz yönde etkileyebilecek, ölüme kadar götürebilecek nitelikteki gıda eksikliğidir. Özellikle yaşanan su sorunu ile üretimde görülen azalmaya bağlı olarak yaşanan kıtlık, açlık, bu tip kuraklığa örnek olarak

verilebilir. Bu kuraklık tarımsal kuraklığın bir aşırı tipi olup sosyo-ekonomik kuraklık olarak da adlandırılır. Dünyadaki hava olaylarını ve iklimi yönlendiren iklim etmenleri (güneş ışınlarının geliş açısı ve enlemsel değişikliği, karaların ve su kütlelerinin dağılımı, okyanus akıntıları, hâkim rüzgârlar, alçak ve yüksek basınçların yerleri, orografik ve yükseldik) çok sayıda iklim tipleri ile iklim bölgelerinin ve kuşaklarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Dolayısıyla yeryüzünde bu etmenlere göre çok sayıda yan nemli, nemli, yarı kurak, kurak ve çöl bölgeleri olarak adlandırılan alanlar oluşmuştur. Bu alanların doğal dengesinin korunması, bu bölgeleri temsil eden iklim koşullarıyla doğrudan ilişkilidir. Nemli, yarı nemli ve yan kurak bölgelerde belli bir süre içinde görülen yağış yetersizliği kuraklığa neden olurken, kurak bölgelerde ve çöl bölgelerinde yaşanan yağış azlığı daha da ağır yaşam koşullarına neden olabilmekte ve çöller genişlemektedir. Bilindiği gibi Atmosferdeki hava kütleleri ve parselleri sürekli hareket halindedir ve genel dolaşım adı verilen bu hareket bir düzen içinde sürmektedir. Ekvatorial enlemlerdeki enerji fazlalığı ile kutuplardaki enerji açığına bağlı olarak gelişen bu hareketin önemli boyutta normalinden sapması, yağış koşullarını etkilemekte, bazı bölgeler için yağış fazlalığı, diğer bazı bölgeler için de yağış azlığı söz konusu olabilmektedir. Yağıştaki azalma belli bir süre devam ettiği takdirde o yerde kuraklık söz konusu olmaktadır. Ortalama yağışın azalmasında ve kuraklığın daha da büyük boyutlara ulaşmasında insanların bazı etkinliklerinin de büyük rolü olduğunu söylemek gerekir(Ekici, 2011, Şahin ve Sipahioğlu, 2003).

## **2.2. Kuraklığın Etkisi:**

İklim, yer ile atmosfer arasında suyun çevrimini kontrol eden başlıca etkidir. Bu durum iklimdeki değişikliklerin en önemli etkilerinin su (hidrolojik) çevriminde kendisini göstermesine sebep olmaktadır (Kadioğlu, 2012). Bu etkilerin bazıları, şiddetli yağışların neden olduğu seller ile düşük yağış ve yüksek hava sıcaklıklarına bağlı kuraklık olarak kendini göstermektedir.

Kuraklık akarsular için düşük akım demektir (Kadioğlu, 2012). Düşük akım dönemlerinde akarsudaki debi, hız ve derinlik normalden çok daha küçük değerlerdedir. Bunun olumsuz ekolojik ve sosyo-ekonomik etkileri vardır. Örneğin, akarsudan su sağlama, akarsuda ulaşım, elektrik üretimi, akarsuda balıkların ve diğer canlıların yaşamı ile çevre estetiği olumsuz şekilde etkilenir; akarsudaki erimiş madde yoğunluğu artar. Bunun yanı sıra endüstri, şehir ve sulama suyu dönüşleri de akarsuyun kalitesini bozar. Akım hızının azalması

akarsuyun havalandırma potansiyelini azaltır. Kirleticilerin geçiş hızı da azalacağından kirlenme tehlikesi artar (Kadioğlu, 2012; AYTEKİN, 2012).

Kuraklık, dünya üzerindeki her iklim bölgesinde, hatta yağışlı alanlarda dahi, görülebilen iklimsel bir olaydır (Kadioğlu, 2012). Doğal afetler içerisinde en karmaşık olanıdır ve diğer afetlere oranla çok daha fazla insanı etkilemektedir. Toplumların kuraklığa karşı olan hassasiyeti; nüfus artışı, şehirleşme, demografik özellikler, teknoloji, su kullanım eğilimleri, hükümet politikaları, sosyal yaşam ve çevresel farklılıklara bağlıdır. Bu faktörler sürekli olarak değişir ve toplumun duyarlılığı da bu değişikliklere göre artar ya da azalır. Örneğin, artan nüfus, su ve diğer kaynaklar üzerindeki baskıyı artırır ve daha fazla insan daha fazla su ihtiyacını doğurur.

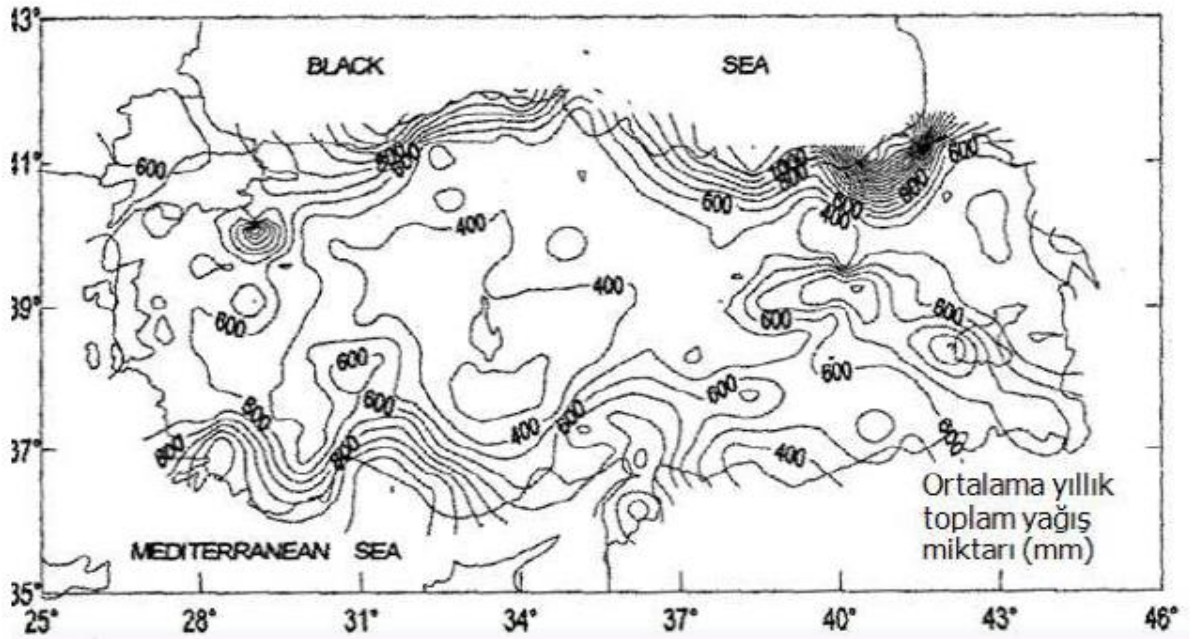
Meteorolojik faktörlerdeki değişiklikler birbirinden bağımsız değildir (Kadioğlu, 2012). Sıcaklıktaki artış buharlaşmadaki artış olarak hemen kendini göstermektedir. Toprak su içeriğindeki azalma ve kuraklık, sıcaklık artışıyla beraber gelen olaylar olacaktır. Bu nedenle, yarı-kurak bölgelerde bitki örtüsü, özellikle ekinler ve meralar, iklime duyarlılığı, yağış, toprak tipi, toprak yönetimi ve su sıkıntısı çeken bölgelerde bitkilerin büyümesi arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışan araştırmalar son yıllarda artmıştır.

Tarımsal ürünler, meralar ve orman üretiminde azalma; yangınlarda artma; su seviyelerinde azalma; besi hayvanları ve yaban hayvanlarında ölüm oranlarında artış; doğal yaşam ve balık türlerinde gözlenen zararlar kuraklığın çevre üzerine doğrudan etkilerine birkaç örnektir (Kadioğlu, 2012). Ayrıca, kuraklıktan doğrudan etkilenen bütün bu faktörler dolaylı etkilerin yaşanmasına da neden olurlar. Örneğin; tarımsal ürünlerde, meralarda ve orman üretimindeki bir azalma, çiftçilerin gelirlerinde ve tarım sektöründe bir azalmaya, gıda ve orman ürünlerinde (kereste gibi) bir fiyat artışına, işsizliğe; gelirlerdeki azalma nedeniyle devletin vergi gelirlerinde bir düşüşe ve de göçlere neden olacaktır. Bu nedenlerden dolayı, örneğin, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB) tarafından 2090 sayılı Kanun kapsamında 2007 yılında meydana gelen kuraklıktan etkilenen 34 ilde 624.824 çiftçi ailesine toplam 278.105.996 TL nakdi yardım yapılmıştır. 2008 yılında meydana gelen kuraklıktan etkilenen 35 il, 243 ilçede 499.687 çiftçi ailesine toplam 537.543.842 TL nakdi yardım yapılmıştır.

Türkiye'nin iklimi, özellikle yarı-kurak ve kurak alanlarda yıl içi çeşitlilik ile karakterize edilir. Bölgedeki yıllık bitki örtüsü, mevcut toprak nemi ile sınırlandırıldığı için, yağış ve buharlaşmadaki çeşitliliğe karşı hassastır. Örneğin, ürün hasılatı ve verimlilik aralığı yıllar

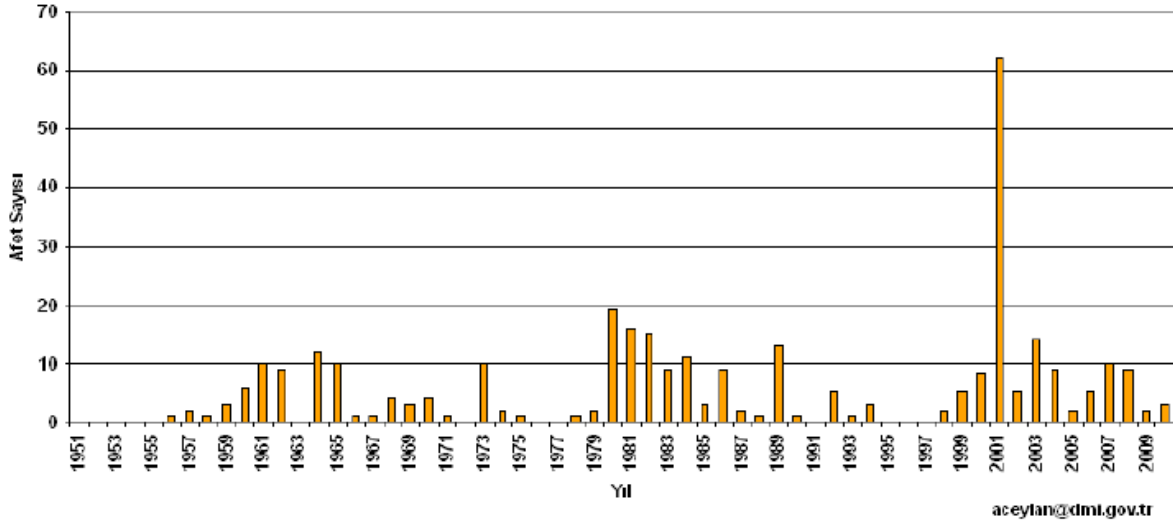
arasında büyük değişim gösteren Fırat Havzası'nın çoğunu içeren, verimi düşük, yağmurla beslenen tarım alanlarında bu hassasiyet en üst düzeydedir (Kadıoğlu, 2012 ; Zaitchik, vd., 2006).

Yarı kurak bölgeler, devamlı mevsimsel kuraklık ve yağışlarda yıl içi büyük değişimlere maruz kalırlar (Şekil 2.1, 2.2). Bu durum, yıllık ve yıl içi zaman ölçeğinde bitki örtüsünde çeşitliliğe sebep olmaktadır. Çünkü hem doğal ekosistem, hem sulanmayan ürünler, mevsimsel yağışlar ve ilkbaharda kar erimeleriyle beslenen toprak nemine yetinmektedir. Fırsatçı, tek yıllık bitki türleri toprak yüzeyinin ıslanmasıyla birlikte hızla yeşillenirler ve bu bitkilerin güçleri öncelikle o anki yağış olaylarıyla ilişkilidir. Kış ürünleri ve çok yıllık bitkiler daha derinlerdeki toprak nemine ulaşabilirler. Bu bitki tiplerinin büyümesi ve verimlilikleri, haftalar ve hatta aylar süren yağışa ve buharlaşma talebine, bazı bölgeler için ise sıcaklık baskısına bağlıdır (Kadıoğlu, 2012).



Şekil 2.1 Türkiye'de ortalama yıllık yağış miktarının yersel dağılımını (Kadıoğlu, 2001, 2012).

## KURAKLIK AFETİ UZUN YILLAR ZAMANSAL DAĞILIMI 1950-2010 )

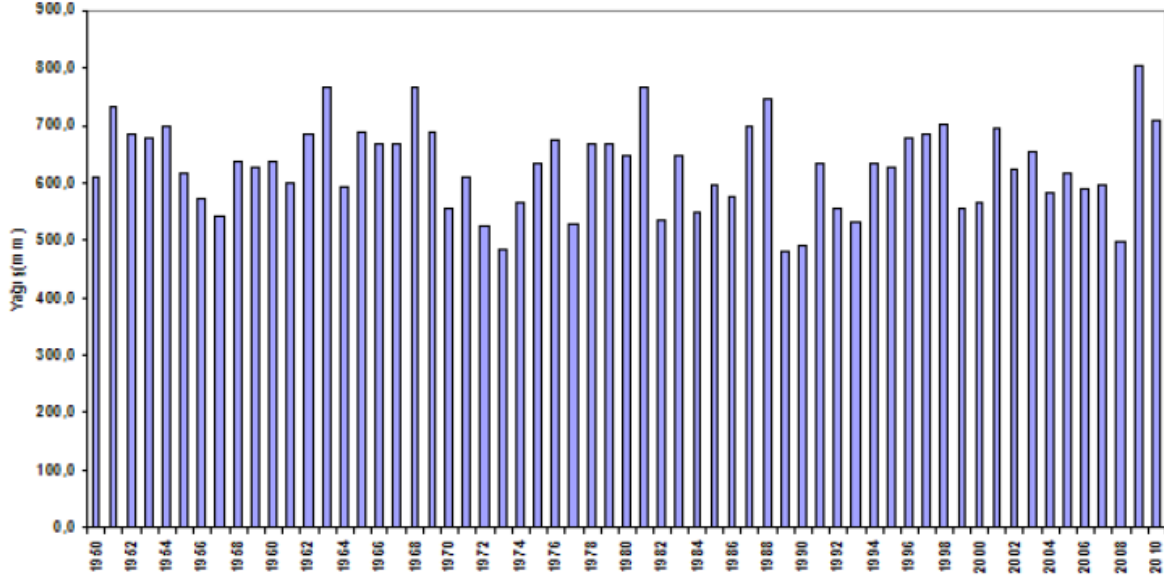


**Şekil 2.2** Türkiye’de MGM fevk gözlemlerine göre 1950-2010 yılları arasında rapor edilen kuraklık afeti sayısının uzun yıllara göre zamansal dağılımı (Kadioğlu, 2012).

Yarı-kurak bölgelerdeki bitki örtüsünde iklimin sebep olduğu çeşitlilik ve bozulma, hem ekolojik hem de ekonomik açıdan önemlidir. Çünkü iklime kuvvetli duyarlılık gösteren bitki örtüsünün, toprak kullanımında hızlı değişime ve insanların sebep olduğu bozulmalara hassasiyeti yüksektir (Evans ve Geerken, 2004). Daha uzun zaman ölçeklerinde, iklimde arka plandaki oldukça küçük kaymalar, ekosistemlerin dağılımında ve belki de tarımsal ve kırsal alanda yaşayabilirlik üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir (Kadioğlu, 2012 ;Weiss ve Bradley, 2001).

Gerçekte ülkemizde yağışların yersel ve zamansal dağılımı her zaman düzensizdir (Şekil 2.1, 2.3). Şehirlerimizin su kaynakları, hızla artan nüfusun ve sanayinin ihtiyacını da karşılayamamaktadır. Geleneksel sulama yöntemleri ile tarımsal üretimde suyun büyük bir kısmını yanlış kullanılmaktadır. İçme, kullanma ve sulama suyunun kalitesi artan sanayi ve diğer çevre kirlilikleri nedeniyle giderek düşmektedir. Bütün bunlara ek olarak küresel iklim değişimiyle Türkiye, kuraklığın şiddetini çok daha fazla hissetmektedir ve hissetmeye devam edecektir. Diğer bir deyişle, kuraklığın artmasıyla, şehir ve ülke sınırlarını aşan nehirlerin kullanımı da dâhil olmak üzere, birçok uluslararası, ulusal ve yerel su kaynağının paylaşımı ve yönetimi daha da zorlaşmaktadır. Bugün yaşanan kuraklık, Türkiye’nin ileride karşılaşılabileceği tehlikenin boyutlarını göstermesi açısından son derece önemlidir (Kadioğlu, 2012).

### TÜRKİYE YILLIK ORTALAMA TOPLAM YAĞIŞ DEĞİŞİMİ (1950-2010)



**Şekil 2.3** MGM yağış gözlemlerine göre 1950-2010 yılları arasında Türkiye’de gözlenen yıllık toplam yağış miktarlarının yıllara göre değişimi (Kadioğlu, 2012).

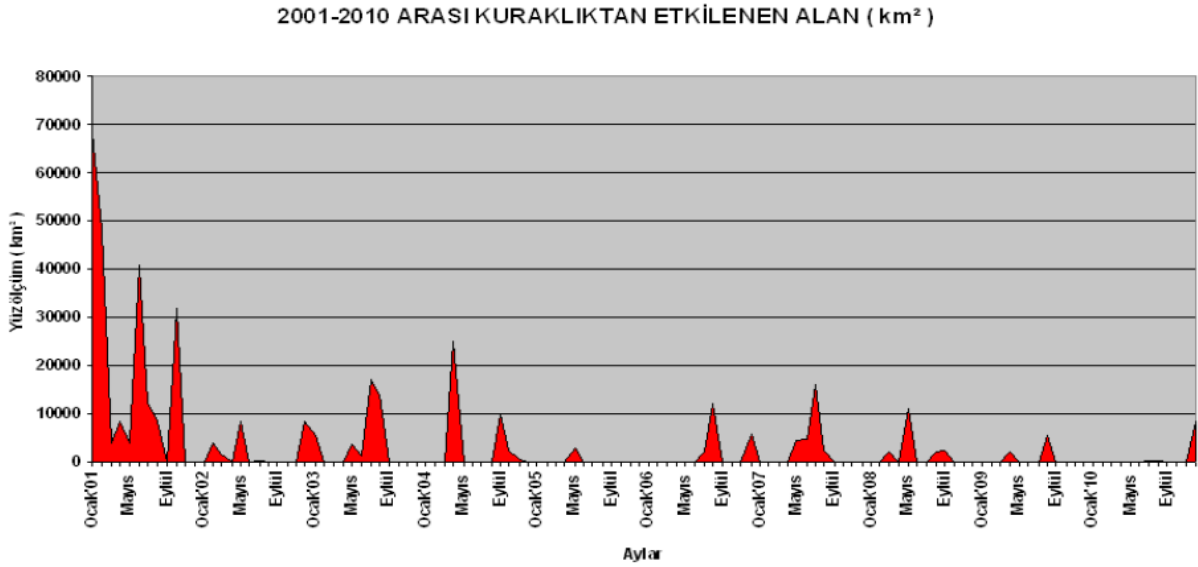
Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)’nın 87 üye ülke arasında yapmış olduğu anket sonuçlarına göre, aralarında Türkiye’nin de bulunduğu 74 ülkenin kuraklıktan etkilendiği tespit edilmiştir. Yine 87 ülkeden 59’unda (%69) su kıtlığı sorunu yaşanmaktadır (WMO, 1992). Afrika ile Türkiye ve Orta Doğu ülkelerini de kapsayan Asya Kıtası’nın batısı, artan su kıtlığı sorununa en çok hassas bölgelerin başında gelmektedir (Kadioğlu, 2012; Özgüler, 1999).

Özetle, özellikle su sıkıntısı çeken bölgelerde iklim değişikliğinin, temiz suyun kullanılabilirliğine etkisi büyük olabilecektir. Akdeniz ve Ortadoğu’nun büyük kısmı mevcut iklim koşulları altında su kıtlığı tehlikesi altındadır ve bu durumun ilerideki iklim koşullarında kuraklıkla birlikte nasıl değişeceği bölge için sosyo-ekonomik ve politik önem taşımaktadır (Kadioğlu, 2012).

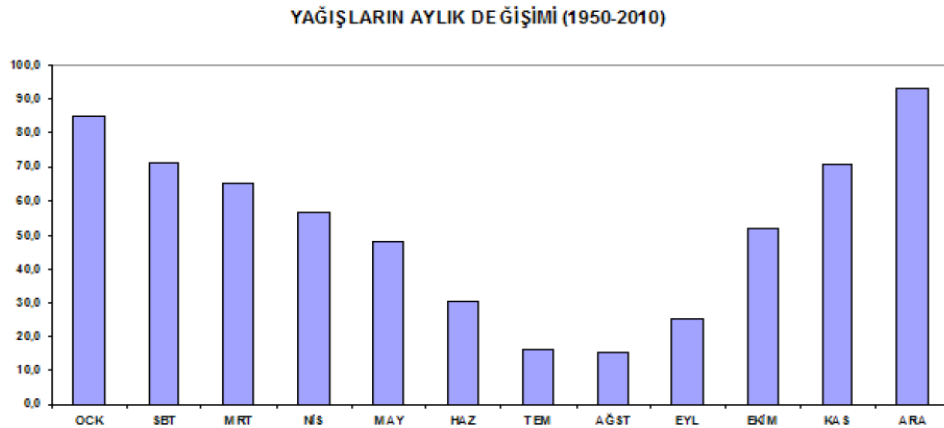
### 2.3. Kuraklığın Dağılımı

Türkiye’nin yer üstü ve yeraltı suları, ülkenin yarı kurak iklimi, yağış paternlerindeki değişim ile birlikte sürekli artan nüfusa da bağlı olarak azalma eğilimindedir. Bununla beraber, Türkiye’nin yıllık ortalama toplam yağışı şu anda 635 mm olarak hesaplanmaktadır (Şekil 2.1) (Kadioğlu, 2012).

Türkiye güçlü bir kuzey-güney yağış değişkenliğine sahip olan genelde yarı kurak bir bölgede bulunmaktadır. Türkiye'nin Karadeniz gibi nemli (yağışlı) bölgeleri yılda 2000 mm'den fazla yağış almaktayken (Şekil 2.1), Fırat Nehri'nin güneyindeki çöller yılda 100 mm veya daha az yağış almaktadır. Yıllar arasındaki ve yıl içindeki değişimler (Şekil 2.4, 2.5), bölgenin güney kısımları boyunca yıllık ortalama yağış miktarını dahi aşabilmektedir. Günümüzde yıl içindeki ve yıllar arasındaki değişiminin ürün hasadı ve alan verimliliği üzerine belirgin bir etkisi vardır. Bu değişimlerin (tarihsel kayıtlardan) uzun zaman ölçeklerinde eski medeniyetlerin çöküş ve yükseliş zamanlarıyla ilişkili olduğu görülmektedir. Kuzeyden güneye yağış değişimi, kuzeyde ılımlı ormanlardan sıcak mevsim tarım alanlarına, güneyde kış ekinlerinden, fundalıklara, çalılıklara ve çöllere kadar olan ekolojik değişimle birlikte değişmektedir (Kadıoğlu, 2012).



**Şekil 2.4** 2001-2010 yılları arası Türkiye'de kuraklıktan (km<sup>2</sup> olarak) etkilenen alanların aylara göre değişimi (Kadıoğlu, 2012).



**Şekil 2.5** MGM yağış gözlemlerine göre 1950-2010 yılları arasında Türkiye'de gözlenen aylık toplam yağış miktarlarının ortalamaları (Kadıoğlu, 2012).



Türkiye genelinde istasyon verilerinden yapılan yağış analizleri de güçlü mevsimsellik ve yıl içi çeşitlilik ortaya koymaktadır (Türkeş, 1996; Kadioğlu, 2012). Bu çalışmayla siklonların takip ettiği yollar ve frekansları, denize yakınlıkları, yerel ve bölgesel orografik özellikler, antisiklonik akışın gücü, polar cephelerin ekvatora doğru sokulması, El-Nino-Güneyli Salınımı ve Kuzey Atlantik Salınımı, 700 hPa yükseklik seviyesindeki anomalilerinin şiddeti ve yeri, yağışın miktar ve dağılımını direk olarak etkilediği gösterilmiştir (Chang, 1972; Barry ve Perry, 1973; Deniz ve Karaca, 1995; Karaca, vd., 2000; Türkeş ve Erlat, 2005; Kadioğlu vd., 1999; Kadioğlu, 2012). Kadioğlu vd.,(1999), mevsimlik toplam yağış ortalamalarının bölgesel çeşitliliğini incelemiş ve her bölgenin, özellikle Anadolu'nun yüksek plato ve engebeli dağlık bölgelerinin, kendi yağış rejimini sergilediğini ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte Şekil 2.1'de görülen 400 mm ve daha düşük yıllık yağış miktarına sahip olan bölgeler ülkemizde kurak bölgeler olarak bilinmektedir.

Türkiye geneli için yıllık toplam yağış ortalama miktarları pek çok nedenle birbirleriyle uyuşmamaktadır. Bunun en önemli nedenlerinden biri Şekil 2.3'de verilen toplam yağış ortalamalarının içinde, yağışlı bölgelerin daha yağışlı olma durumlarının da olmasıdır (Kadioğlu, 2012).

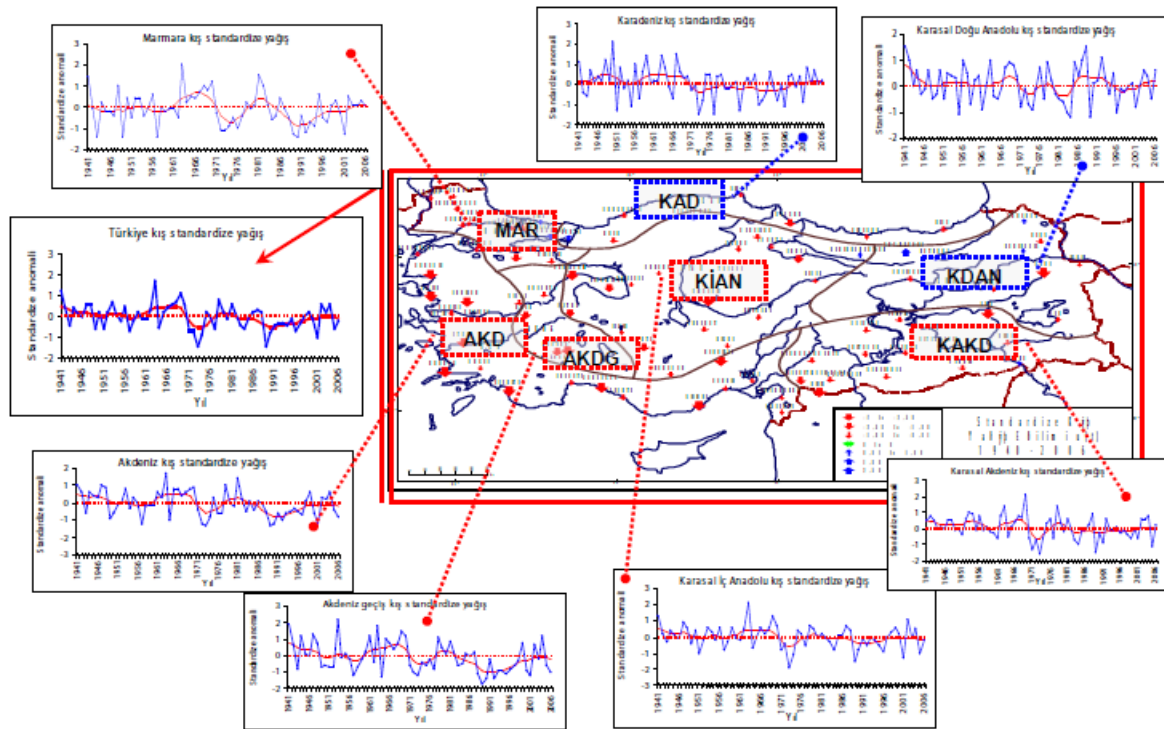
Diğer bir değişle, küresel iklim değişikliği nedeniyle Şekil 2.2 ve 2.3'den de görüldüğü gibi özellikle 1970'li yılların başında, Doğu Akdeniz havzası ve Türkiye'de yağışlarda önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olayları yaşanmaya başlamıştır. Bu azalma, özellikle kış yağışlarında daha belirgindir. 1970-2001 yılları arasındaki uzun süreli ortalamaların altındaki az yağışlı dönemler, su açığı, su sıkıntısı ve su kaynakları yönetimi açısından önemlidir (Türkeş, 1996; Türkeş, 1998; Türkeş, 2003a Kadioğlu, 2012). Yağışlar, Kasım 2001'den 2004 ilkbaharını kapsayan dönemde ve son olarak Aralık 2008-Haziran 2010 döneminde Türkiye'nin önemli bir bölümünde uzun süreli ortalamaların üzerinde gerçekleşirken, Kasım 2006-Kasım 2008 döneminde Türkiye'nin özellikle batı, iç batı, kuzeybatı ve güneyinde geniş alanlı ve şiddetli kuraklık olayları yaşanmıştır (Türkeş, 2008b; Türkeş, 2008c; Türkeş ve Tatlı, 2010; Kadioğlu, 2012).

Türkiye'nin bir tarafında aşırı kuraklıklar yaşanırken, başka bir tarafında aşırı yağışlar görülebilmektedir. Bu nedenle uygulamada, kuraklık için yıllık toplam yağış miktarları yerine, yağışın ne zaman, nereye ve ne kadar yağdığı gibi yağış rejimine ve kuraklık endekslerine bakılması gerekmektedir. Türkiye istasyonlarının çoğunun kuraklık indisleri,

1930- 93 periyodunda 1960'lı yıllara kadar nemli koşullar gösterirken, 1990'larla birlikte kuru-yarı nemli ve yarı nemli koşullara doğru değişiklik gösterir (Türkeş, 1999; Türkeş, 2003a, Türkeş, 2003b; Türkeş ve Tatlı, 2010; Kadioğlu, 2012).

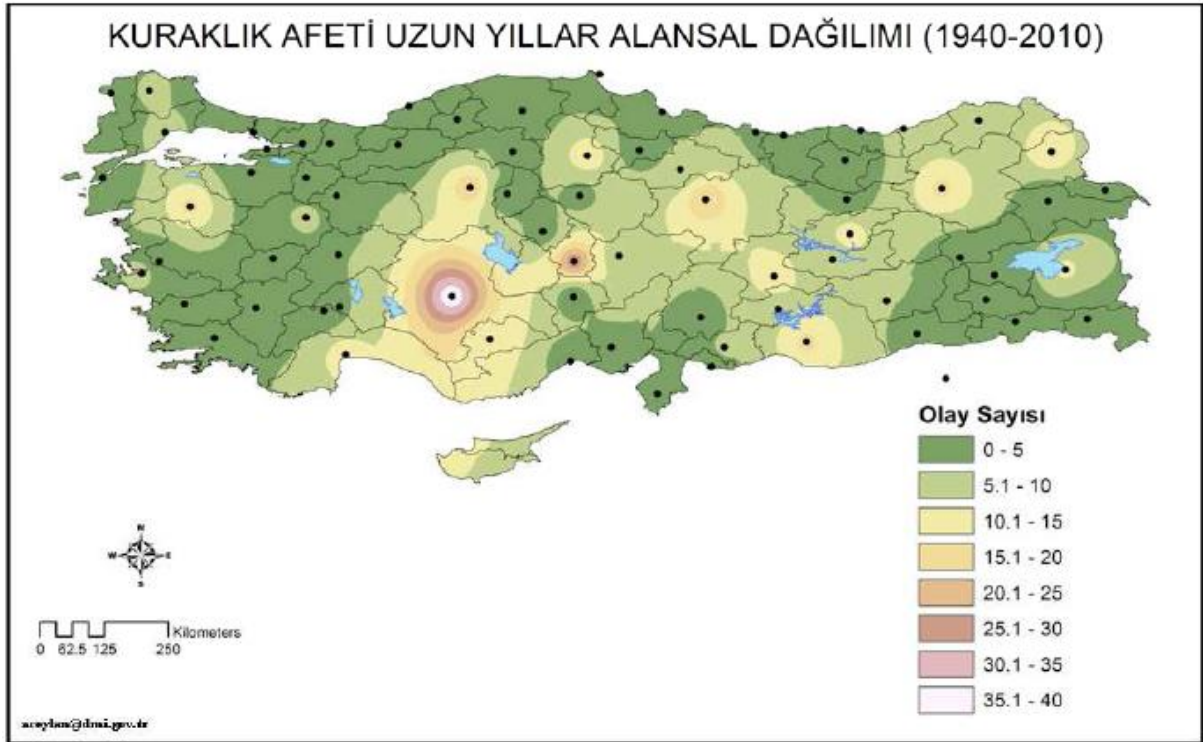
Türkiye'de bölgelere göre de farklılık gösteren yıllık toplam yağışın yaklaşık %40'ı kış, %27'si ilkbahar, %10'u yaz ve %24'ü sonbahar mevsiminde gerçekleşmektedir (Şekil 2.5). Bu nedenle, Türkiye'de kış ve bahar yağışlarında değişimler, su miktarını oldukça etkilemektedir. Yer altı ve yer üstü sularının varlığının devamı için bu dönemlerde meydana gelen yağışın miktarı ve şekli oldukça önemlidir. Bölgesel olarak sonbahar yağışları, genelde 1961–1990 dönemi ortalamalarının üzerindedir (Kadioğlu, 2012).

Türkiye genelinde seçilen 88 adet istasyonun 67 yıllık yağış verilerinin çözümlenmesi sonucunda özellikle kış mevsiminde gerçekleşen yağış miktarında önemli azalmalar görülmektedir. Bunun yanı sıra, ilkbahar ve sonbaharda anlamlı olmayan hafif yağış artışları gözlenmekte ve bu artışlar bölgelere göre farklılıklar göstermektedir (Şekil 2.6) (Kadioğlu, 2012).



**Şekil 2.6** Türkiye'de 1940-2006 yılları arasında yağışlarda uzun süreli değişimler ve eğilimlerin bölgesel dağılımı (Demir, vd., 2008; Kadioğlu, 2012).

Subtropikal kuşakta, Akdeniz makroklima alanı içerisinde kalan Türkiye’de yıllar arasında büyük yağış değişikliklerinin görülmesi, yaygın veya bölgesel ölçekli, farklı şiddetteki kuraklık olaylarına neden olmaktadır (Şekil 2.7). Bu nedenle kuraklık olayı ülkemizde çok sık karşılaşılan bir sorundur. Öyle ki, 1927-1928, 1956-1957, 1959, 1970, 1972-1973, 1977, 1982, 1984, 1989-1990, 1994, 2000- 2001 ve 2006-2007 yılları ülkemizin büyük bölümünde yağış açığının tehlikeli boyutlara ulaştığı yıllar olarak kayıtlara geçmiştir. Anadolu’nun iklim tarihi üzerindeki dendroklimatolojik çalışmaların son yıllarda artması ile çok daha eski dönemlere ilişkin bazı önemli sonuçlara da ulaşılmıştır. Ülkemizin değişik bölgelerinde yapılmış olan iklimsel rekonstrüksiyonlar ve karakteristik yıl analizleri sonucunda, bazıları Osmanlı kayıtlarında da bulunan, son 350 yıllık dönemde; 1676, 1679, 1696, 1715, 1725, 1746, 1757, 1797, 1804, 1815, 1878-1880, 1886-1887 kurak yıllar olarak tespit edilmiştir (Kadıoğlu, 2012).



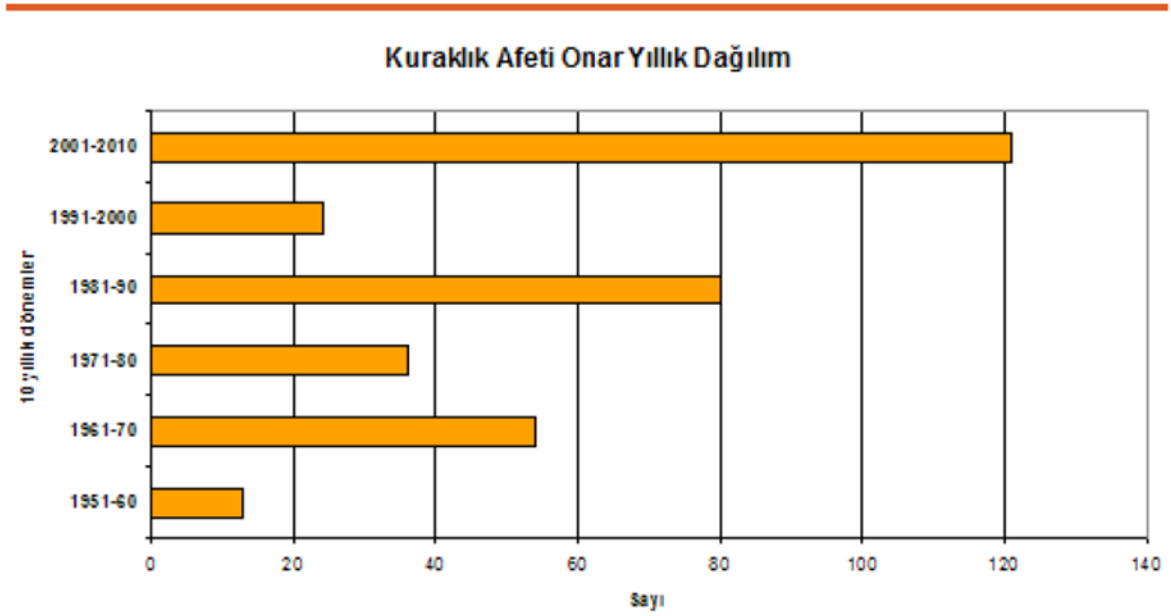
**Şekil 2.7** Türkiye’de 1940-2010 yılları arasında afete neden olan kuraklık olaylarının alansal dağılımı (Kadıoğlu, 2012).

1970’li yıllardan beri Doğu Akdeniz Havzası’nda ve Türkiye’nin Akdeniz yağış rejimine sahip illerinde yıldan yıla yağış değişkenliği yüksek olmakla birlikte özellikle kış yağışlarında ve buna bağlı olarak da yıllık toplam yağışta önemli azalmalar gözlenmiştir (Şekil 2.6). Bunun yanı sıra, yapılan çalışmalarda nüfus artışının bugünkü hızıyla devam etmesi halinde önümüzdeki 20 yıl içerisinde su talebinin iki katına çıkacağı ve su teminiyle

ilgili ciddi sorunların yaşanacağı belirtilmektedir. Su kaynaklarının sınırlı olması da artan talebe cevap verebilmesini hali hazırda zorlaştırmaktadır (Kadıoğlu, 2012).

## 2.4. Kuraklık Eğilimi

Küresel ısınma ile birlikte alt tropiklerdeki yüksek basınç kuşağının kuzeye doğru, Türkiye üzerine, kayması beklenmektedir (Şekil 2.7 ve 2.8). Bunun sonucunda Türkiye'nin büyük bir kısmı oldukça kuru ve sıcak bir iklimin etkisi ne girecektir. Yüksek basınç kuşağının kuzeye kayması ile Türkiye'de hâkim olabilecek tropikal iklime benzer bir iklim hâkim olacak ve düzensiz, ani ve şiddetli yağışlar seller, heyelan ve erozyon artacaktır. Daha kuru hava, daha sık, uzun süreli kuraklıklara neden olabilecektir (Kadıoğlu, 2012).



**Şekil 2.8** Türkiye’de 1950-2010 yılları arasında afete neden olan kuraklık olaylarının sayısının onar yıllık değişimleri (Kadıoğlu, 2012).

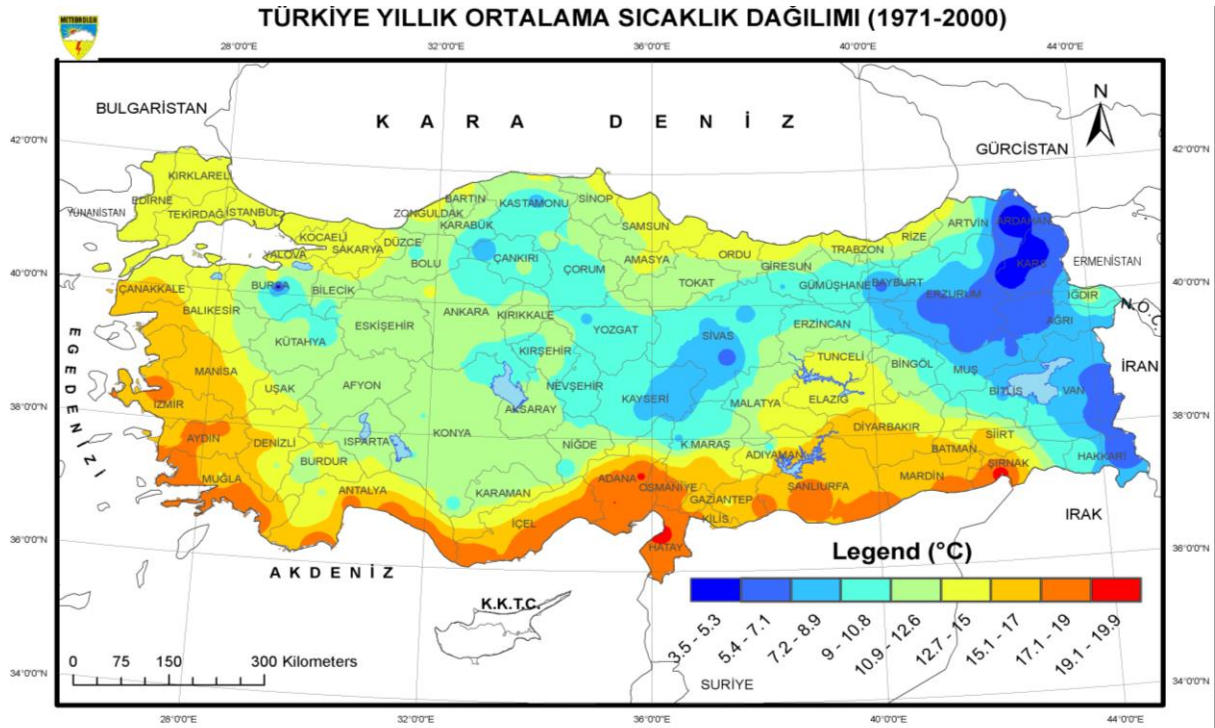
### 3. TÜRKİYE İKLİM ANALİZLERİ

Türkiye ılıman kuşak ile subtropikal kuşak arasında yer alır. Türkiye'nin üç tarafının denizlerle çevrili olması, dağların uzanışı ve yeryüzü şekillerinin çeşitlilik göstermesi, farklı özellikte iklim tiplerinin oluşmasına yol açmıştır.

#### 3.1. Sıcaklık Değerlendirmesi

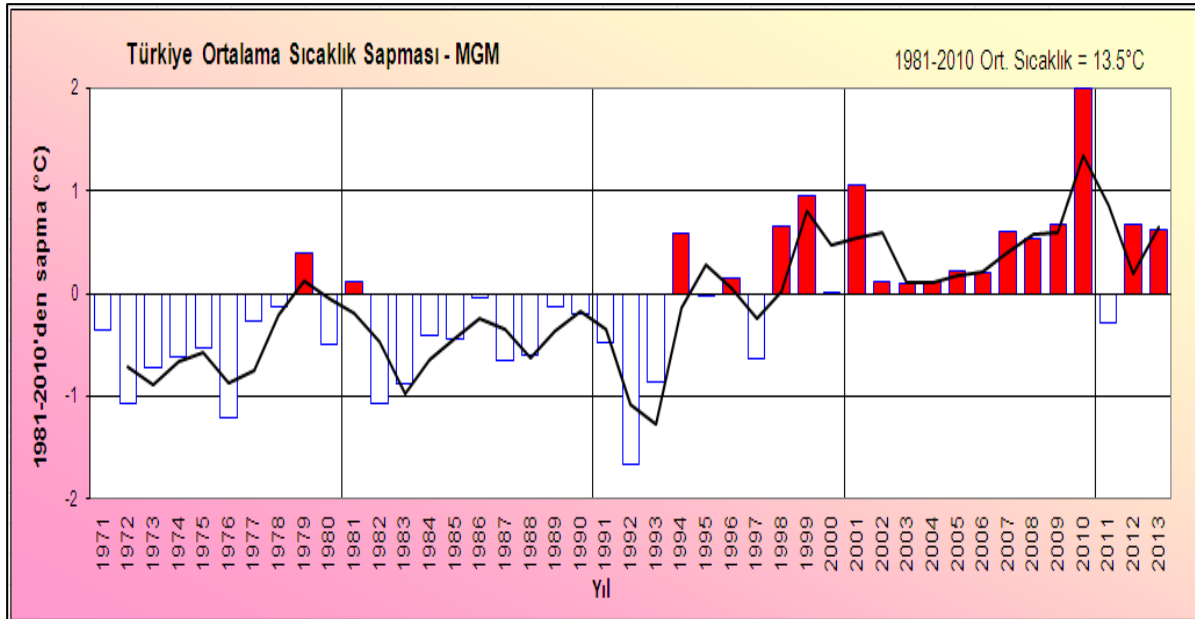
Yurdumuzun kıyı bölgelerinde denizlerin etkisiyle daha ılıman iklim özellikleri görülürken Kuzey Anadolu Dağları ve Toros Dağları deniz etkilerinin iç kesimlere girmesini engeller. Bu yüzden yurdumuzun iç kesimlerinde karasal iklim özellikleri görülür.

Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklıklar, Ardahan, Kars Erzurum Hakkari, Uludağ, Çerkeş, ve Kangal da 4-8°C, Orta Anadolu'da 8-12°C, Marmara, Karadeniz ve Akdeniz'in kuzeyinde 12-16°C, Akdeniz ve Ege kıyılarında ise 16-20°C'dir. Model çalışmalarında standart dönem olarak 1971-2000 iklim normali kullanıldığı için bu döneme ait sıcaklık dağılımının haritası verilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Türkiye ortalama sıcaklık normalleri dağılışı (1971-2000).

Türkiye 1981–2010 sıcaklık ortalaması 13.5°C’dir. Türkiye ortalama sıcaklıklarında 1994 yılından bu yana (1997 ve 2011 yılları hariç) pozitif sıcaklık anomalileri mevcuttur. En sıcak yıl ise 2.0°C’lik anomali ile 2010 yılı olmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Türkiye yıllık ortalama sıcaklık anomalisi (1981-2010’a göre) (URL1, 2014).

### 3.2. Yağış Değerlendirmesi

Türkiye’de dağların denize paralel veya dik uzanması yağış miktarının bölgelere göre oldukça farklılaşmasına sebep olmaktadır. Genelde Karadeniz Bölgesi her mevsim yağışlı ve sahil kesimlerindeki yağış 1000mm’nin üzerindedir.

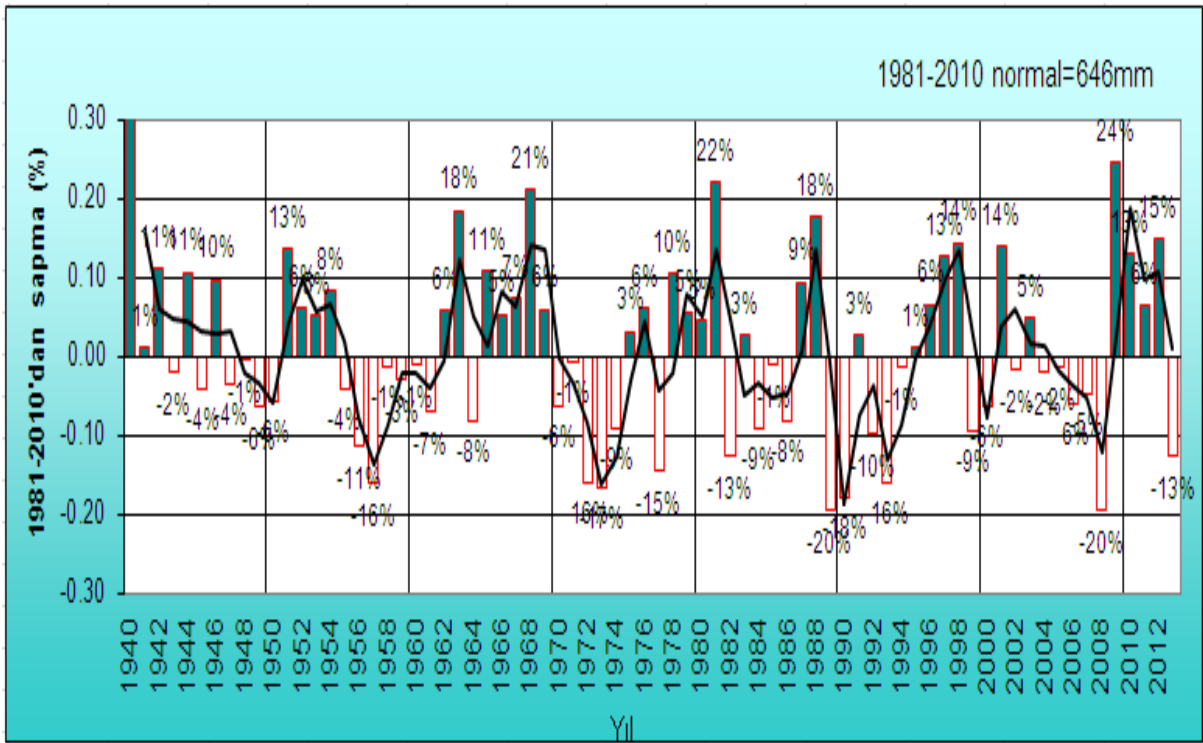
Doğu Karadeniz’de Rize’nin yağışı 2300mm iken Anadolu ortası ve Iğdır’ın yağışı yalnızca 300mm civarında olmaktadır. Akdeniz Bölgesi yağışlarının çoğunu kış aylarında alırken, dağların etkisiyle iç bölgelere daha az yağış düşmektedir Model çalışmalarında standart dönem olarak 1971-2000 iklim normali kullanıldığı için bu döneme ait yağış dağılışının haritası verilmiştir (Şekil 3.3).





Şekil 3.3 Türkiye yıllık toplam yağışının coğrafi dağılışı (1971-2000).

Türkiye'nin 1981-2010 iklim periyoduna ait uzun yıllık ortalama toplam yağışı 646mm'dir. Türkiye yağışlarının zaman serisi ve anomalisi incelendiğinde kurak ve nemli yılların birbirini izlediği görülmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Türkiye yıllık yağış dağılışı (1981-2010'a göre).

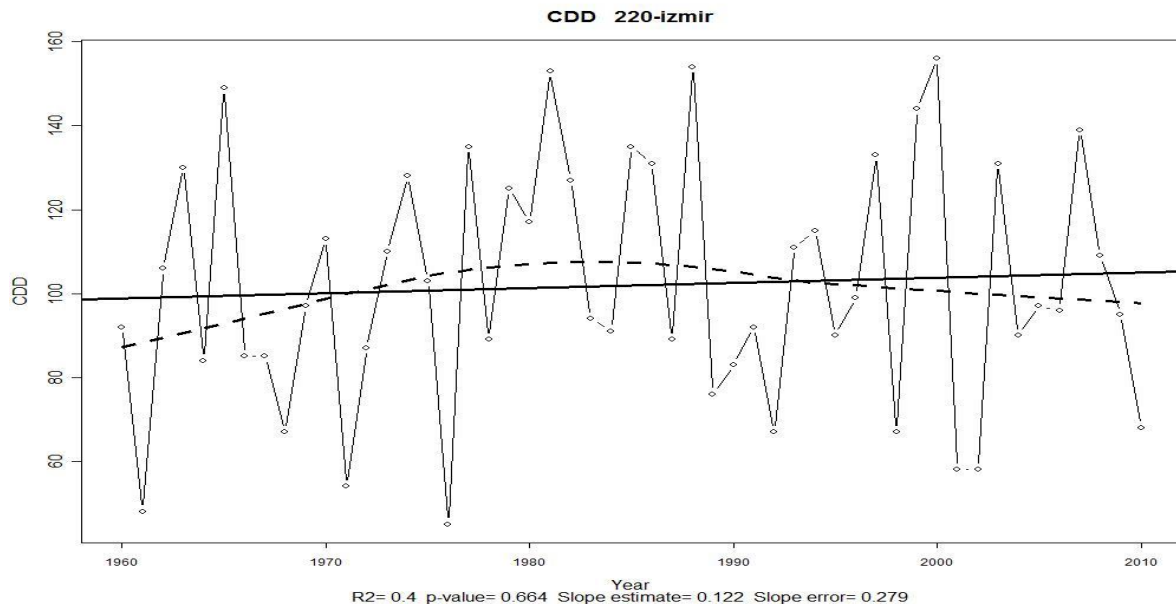
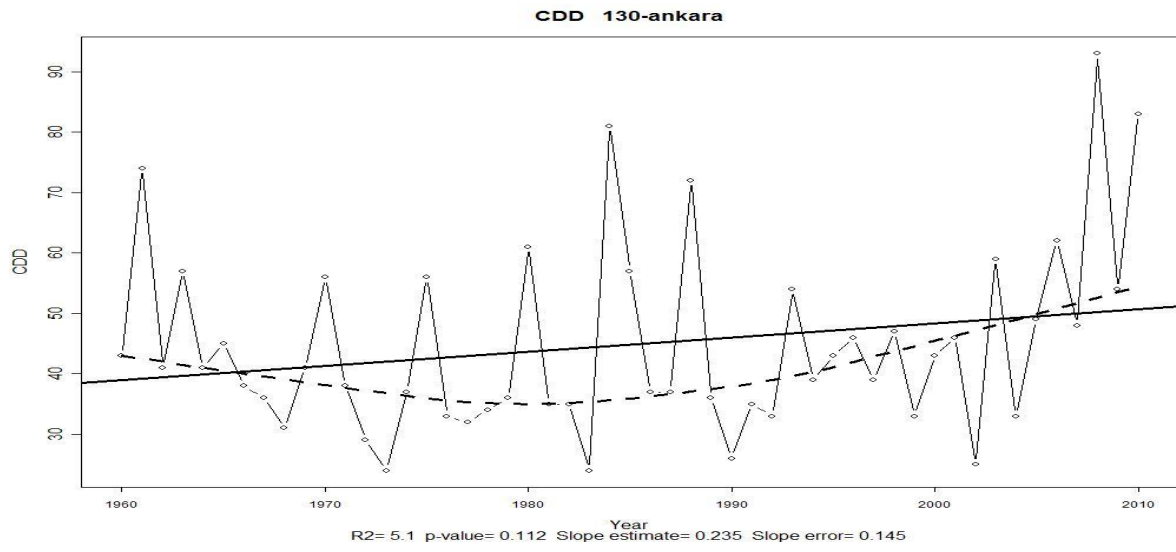
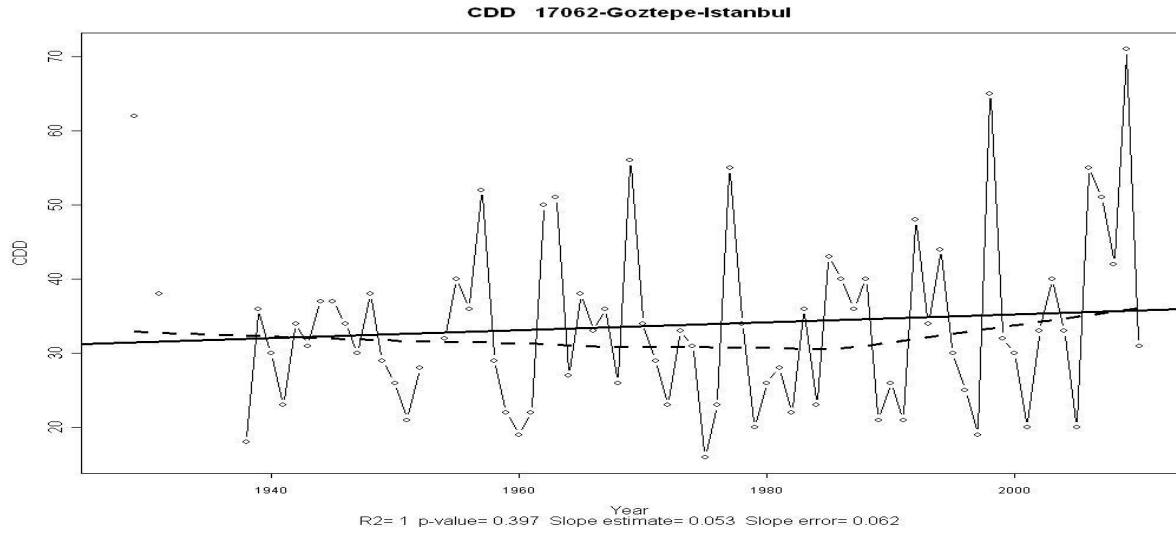
### 3.3. İklim İndisleri

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) iklim indisi çalışmalarında Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) önerdiği RCLimDex yazılımını kullanmaktadır. Yazılıma ve kullanım kılavuzuna aşağıdaki linkten ulaşılabilir.

<http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml>

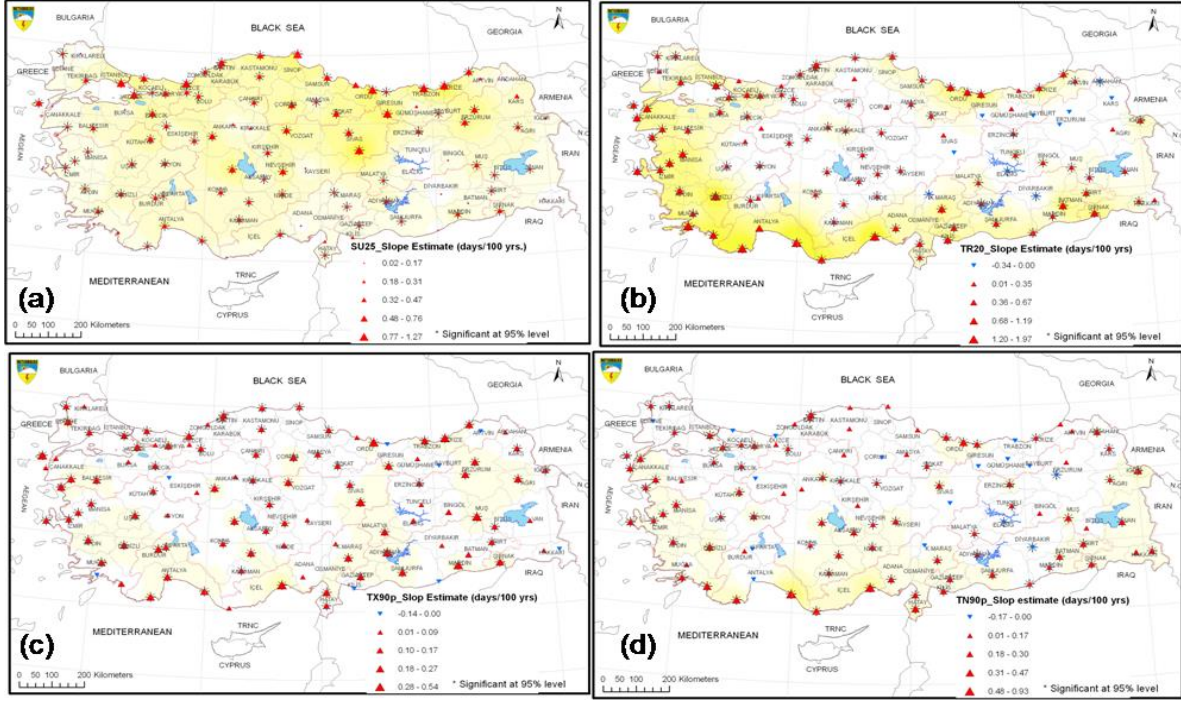
Büyük şehirlerimizden İstanbul, Ankara ve İzmir'e ait ardışık kuru günler sayısı (Consecutive Dry Days – CDD) hesaplanmıştır. İndis çıktılarının incelenmesinden her 3 şehirde de ardışık kuru günler sayılarının artış eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 3.5).





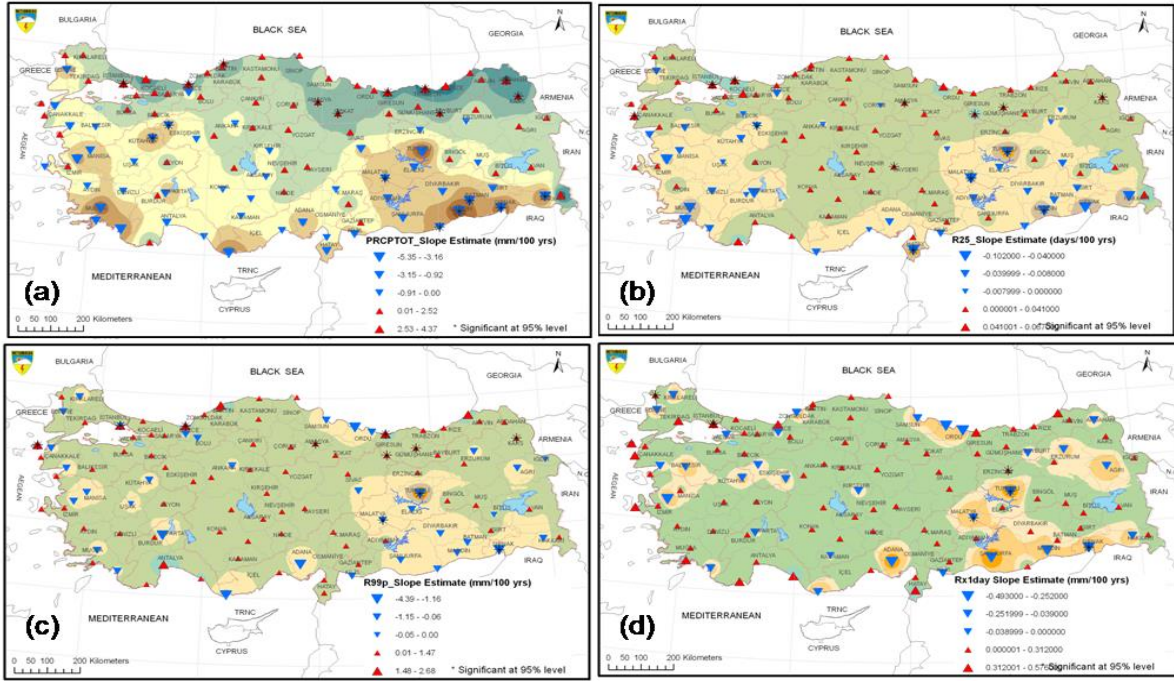
**Şekil 3.5.** İstanbul, Ankara ve İzmir'in maksimum ardışık kuru günler sayısı (CDD) eğilimleri (1961-2010).

Türkiye’de yaz günleri, tropik geceler, sıcak günler, sıcak geceler sayıları artmaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 1960-2010 yılları arası yaz günleri (a), tropik geceler (b), sıcak günler (c) ve sıcak geceler (d) trendleri.

Yıllık toplam yağış; Ülkemizin kuzeyinde artarken Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde azalış trendinde olduğu; maksimum yağışlı gün sayısı, ıslak günler sayısı ve bir günlük maksimum yağışların Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri dışında birçok istasyonda artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.7) (Sensoy vd, 2013).



Şekil 3.7 1960-2010 yılları arası toplam yağış (a), şiddetli yağışlı gün sayısı (b), ıslak günler (c), bir günlük maksimum yağış (d) trendleri.

### 3.3.1. Havzaların yaz günü ve tropik gün sayılarındaki değişimler

2050'ye doğru tüm havzalarda 10'ar yıllık dönemlerde yaz günü ve tropik gün sayılarında artışlar beklenmektedir (Şekil 3.8).



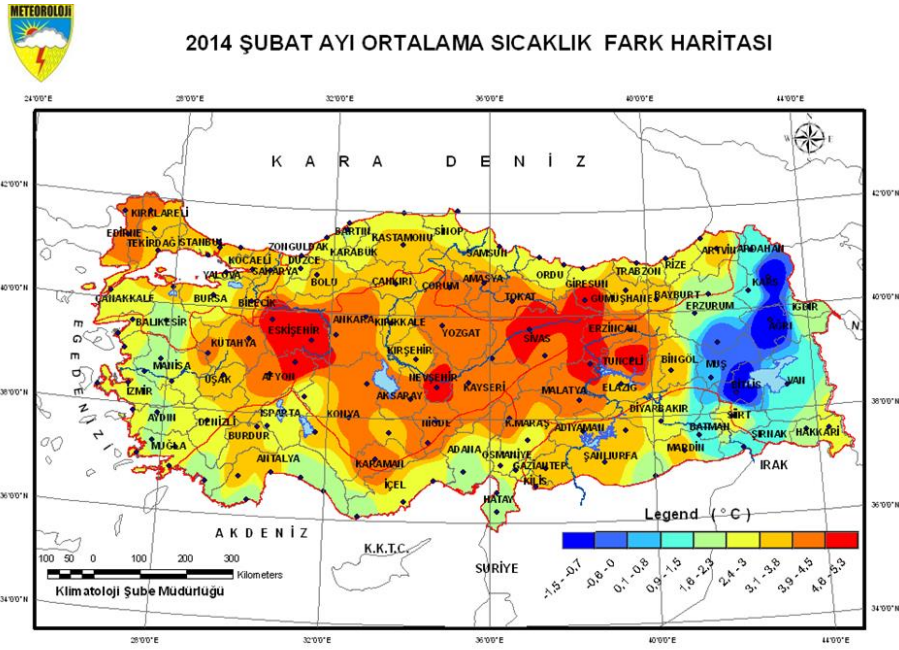
Şekil 3.8 Havzaların on yıllık dönemlerde yaz günü ve tropik günler sayılarındaki değişimler



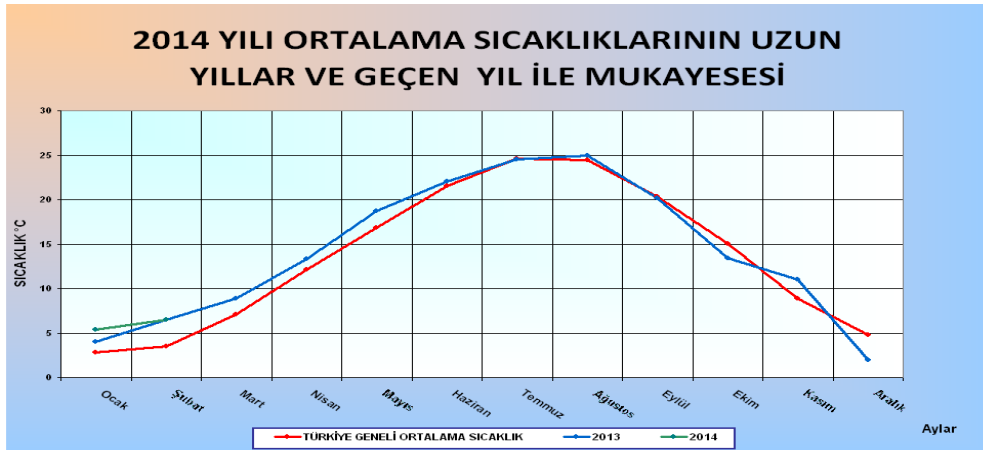
## 4. GÜNCEL DEĞERLENDİRMELER

### 4.1. Sıcaklık

2014 yılı Şubat ayında ortalama sıcaklıklar; Balıkesir, Batman ile Doğu Anadolu'nun iç ve doğu kesimlerinde mevsim normalleri (1981-2010) civarında gerçekleşirken, diğer bölgelerde mevsim normallerinin üzerinde gerçekleşmiştir. Şubat ayında en düşük ortalama sıcaklık  $-0,2^{\circ}\text{C}$  ile Ağrı'da, en yüksek ortalama sıcaklık ise  $14,4^{\circ}\text{C}$  ile İskenderun'da tespit edilmiştir. 2014'de Şubat ayında 25 merkezde yeni ekstrem sıcaklık gerçekleşmiştir Şekil 4.1, 4.2).



Şekil 4.1 Şubat ayı ortalama fark haritası (1981-2010' göre).



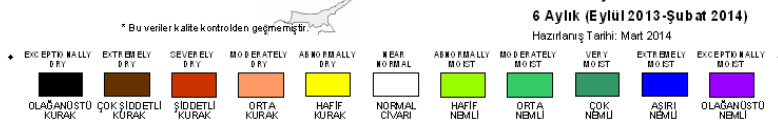
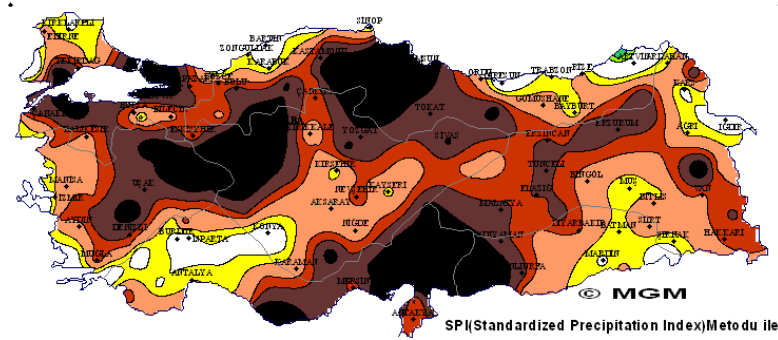
Şekil 4.2 2014 Yılı ortalama sıcaklıklarının uzun yıllar ve geçen yıl ile mukayesesi (1981-2010' göre).



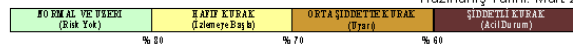
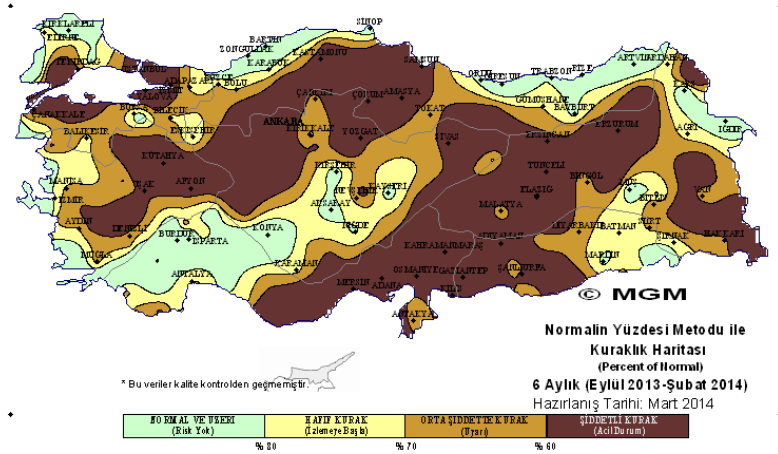


Şekil 4.5 Su/Tarım yılı yağışlarının normalleri ile karşılaştırılması.

### 4.3. Kuraklık İzleme

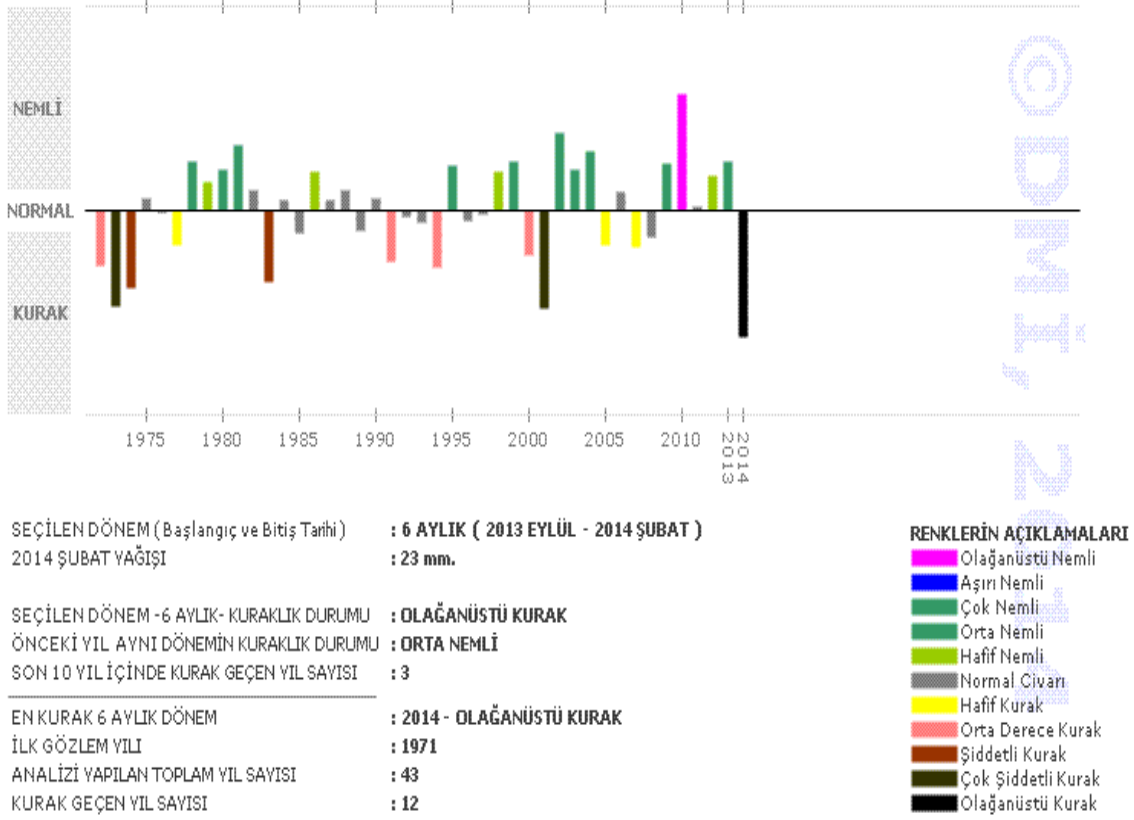


Şekil 4.6 Standart Yağış İndeksi (SPI - Standardized Precipitation Index) Metoduna Meteorolojik Kuraklık Durumu.



Şekil 4.7 Normalin Yüzdesi Metoduna (PNI - Percent of Normal Index) Metoduna Meteorolojik Kuraklık Durumu.

## \_TURKIYE / GENEL KURAKLIK ANALİZİ

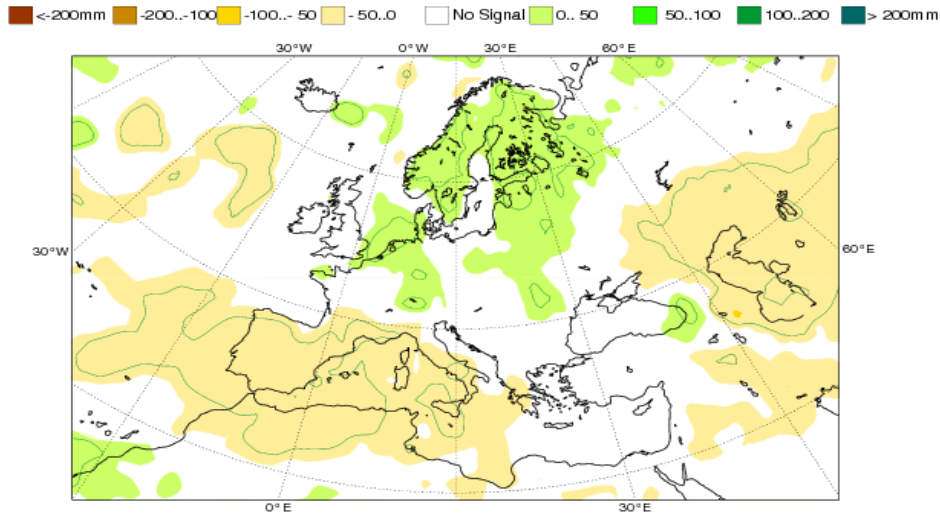


Şekil 4.8 Türkiye geneli kuraklık analizi.

## 4.4. ECMWF Mevsimlik Yağış Tahmin Anomali Haritaları

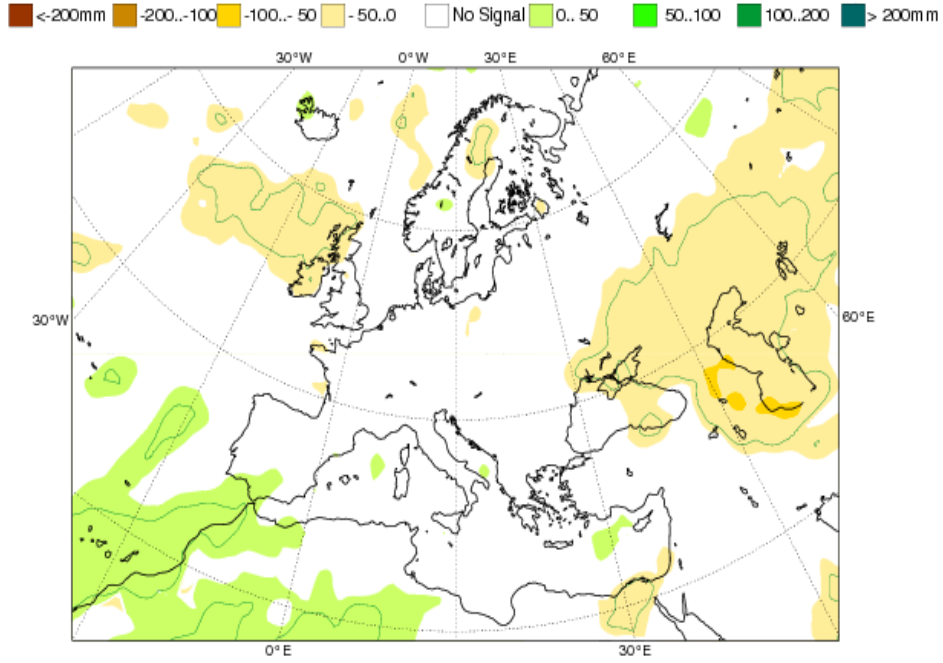
ECMWF Seasonal Forecast  
Mean precipitation anomaly  
Forecast start reference is 01/03/14  
Ensemble size – 51, climate size – 450

System 4  
AMJ 2014  
Shaded areas significant at 10% level  
Solid contour at 1% level



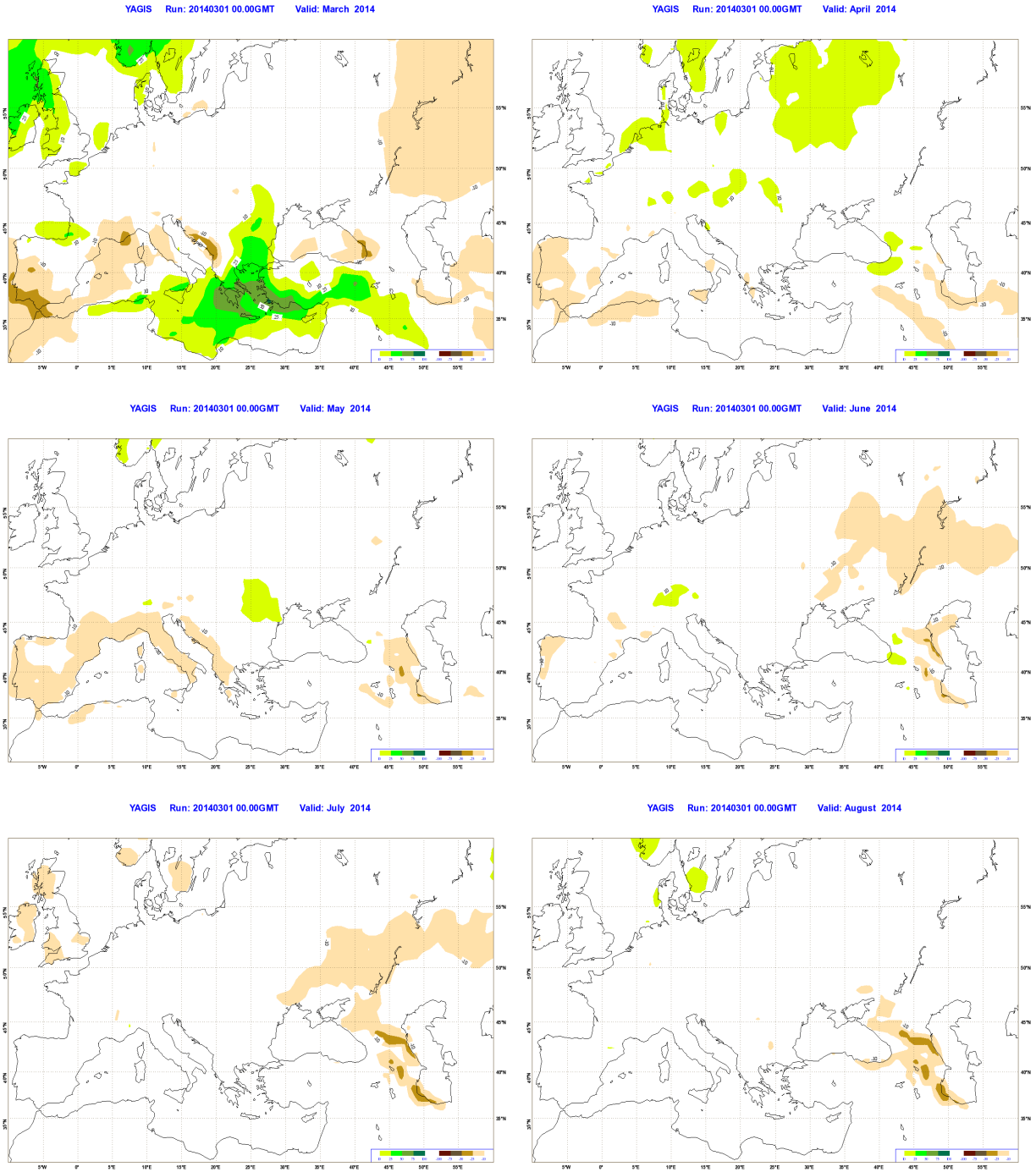
Şekil 4.9 Nisan, Mayıs ve Haziran ayları ortalama yağış anomalisi için ECMWF mevsimlik tahmini.





Şekil 4.10 Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları ortalama yağış anomalisi için ECMWF mevsimlik tahmini.

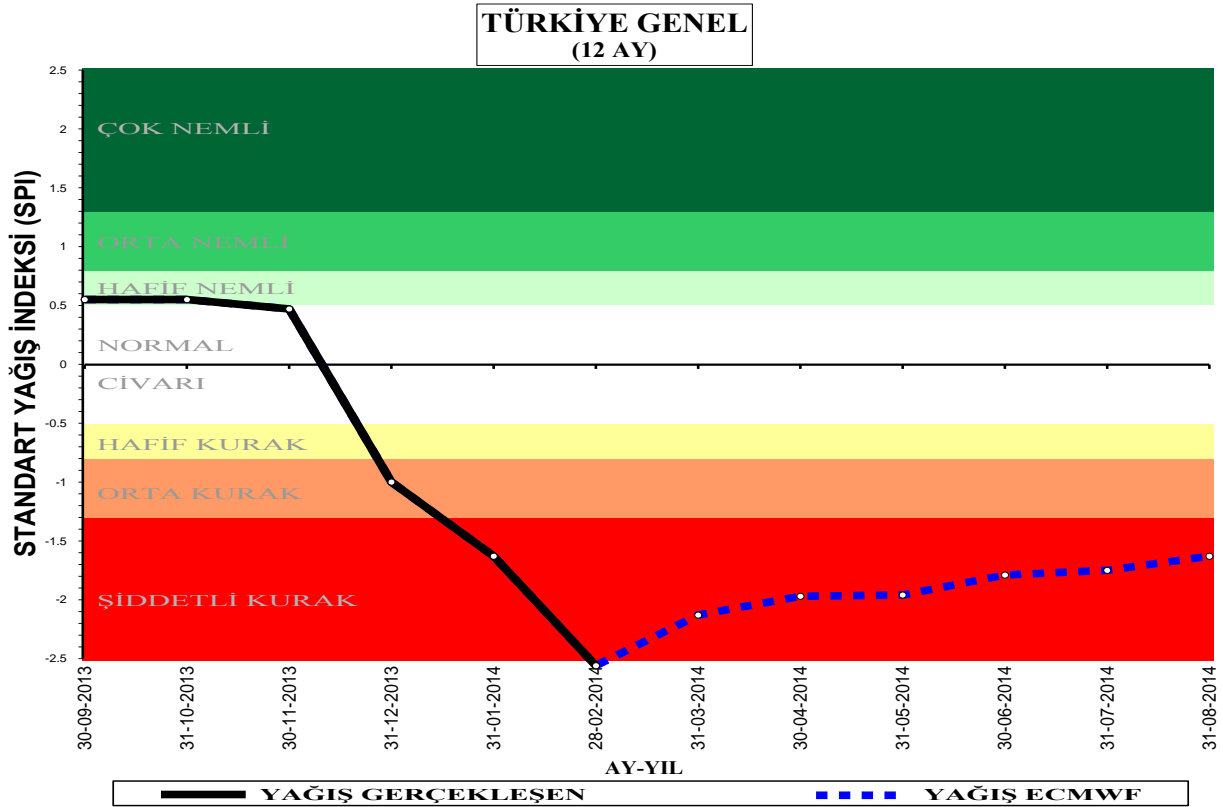
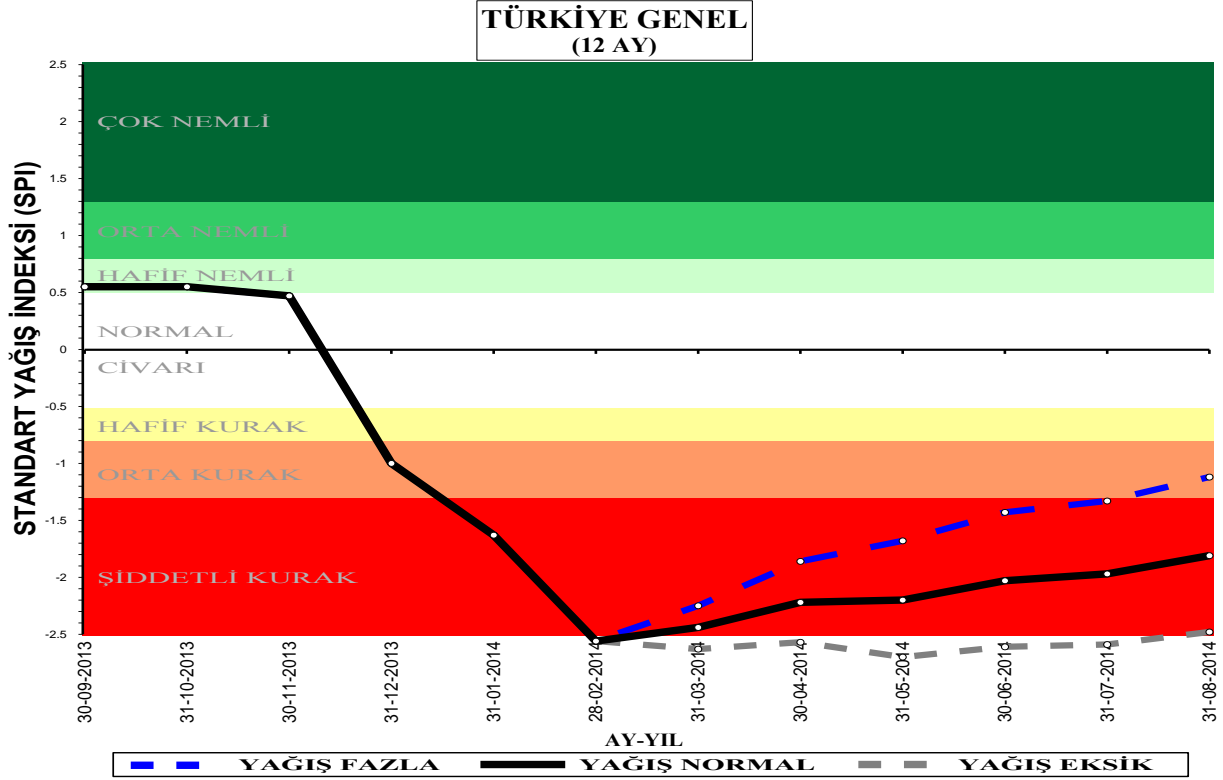
## 4.5. ECMWF Aylık Yağış Tahmin Anomali Haritaları



Şekil 4.11 ECMWF Mart'tan Ağustos ayına kadar aylık ortalama yağış anomali tahminleri.

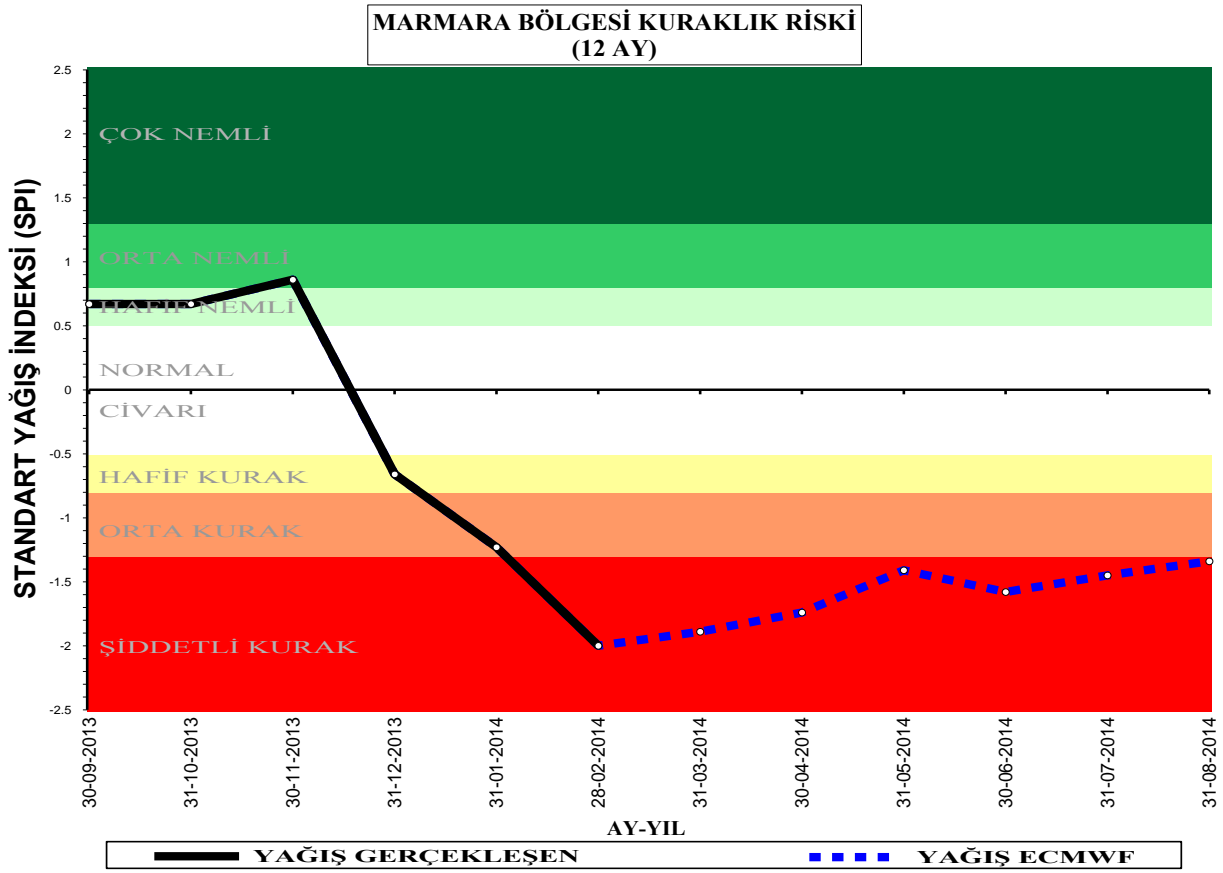
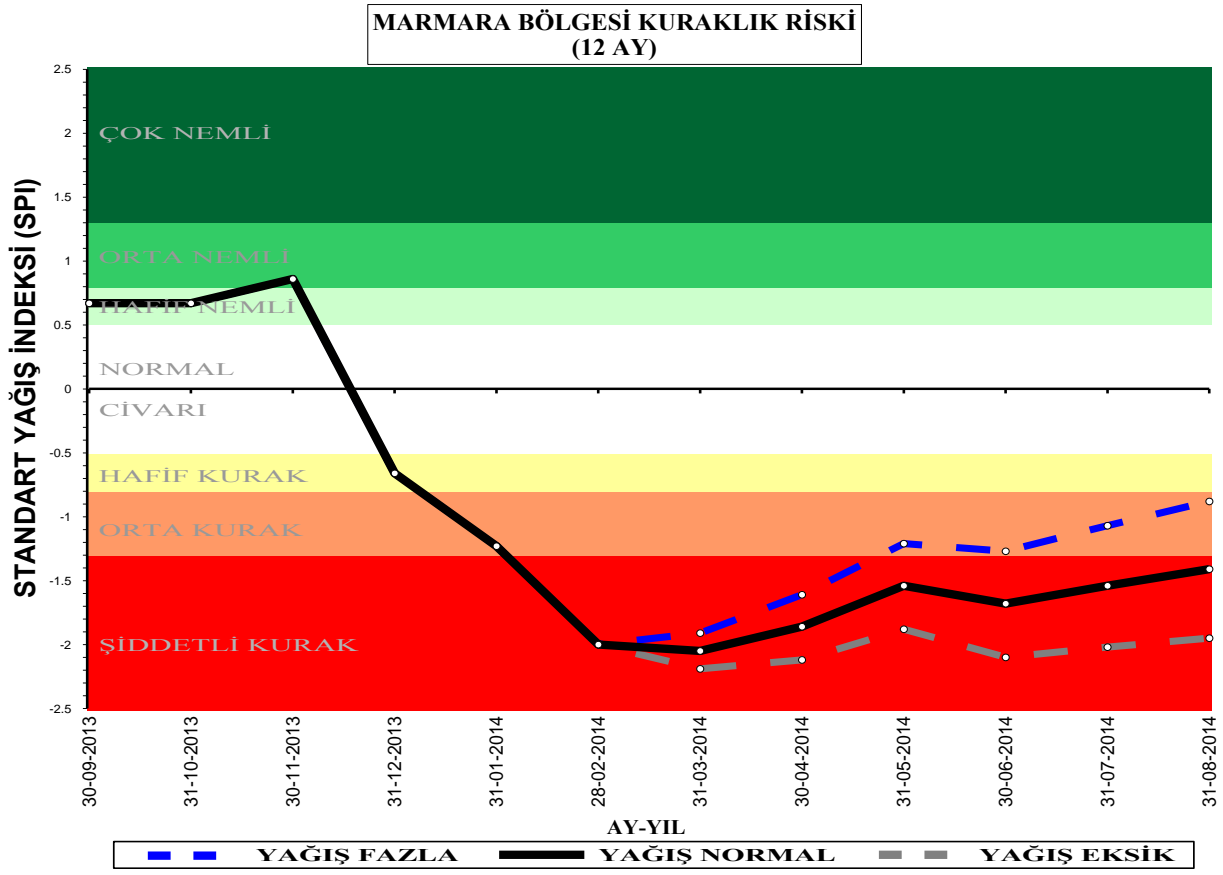
## 4.6. Kuraklık Risk Grafikleri

Aşağıdaki grafiklerden üstte bulunanlar, gelecek 6 aylık dönemde, iyi senaryoda yağışların %20 oranında arttığı, kötü senaryo'da %20 oranında azaldığı ve normal senaryo için de mevsim normalleri civarında olacağı varsayılarak hazırlanmıştır. Altta bulunan grafikler ise ECMWF tarafından hazırlanan mevsimlik yağış tahminleri kullanılarak hazırlanmıştır.



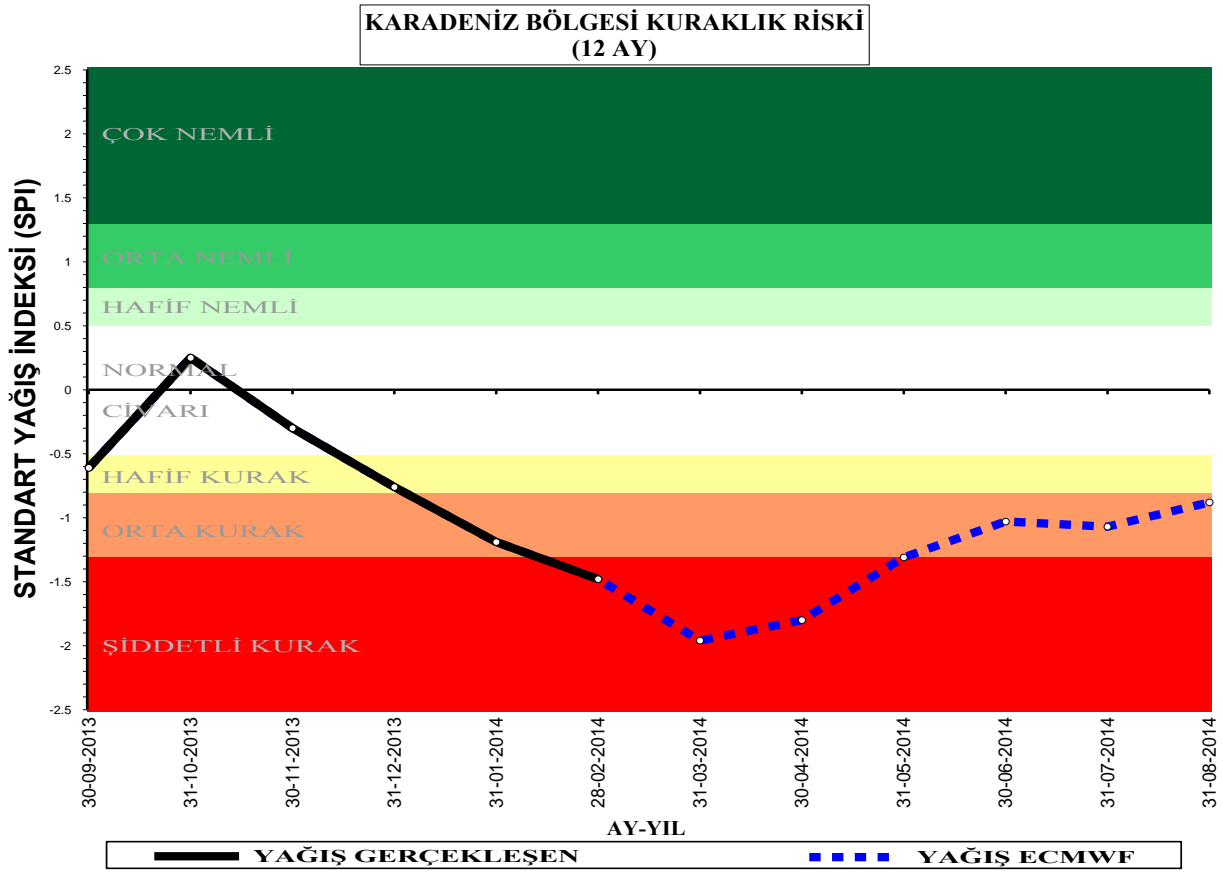
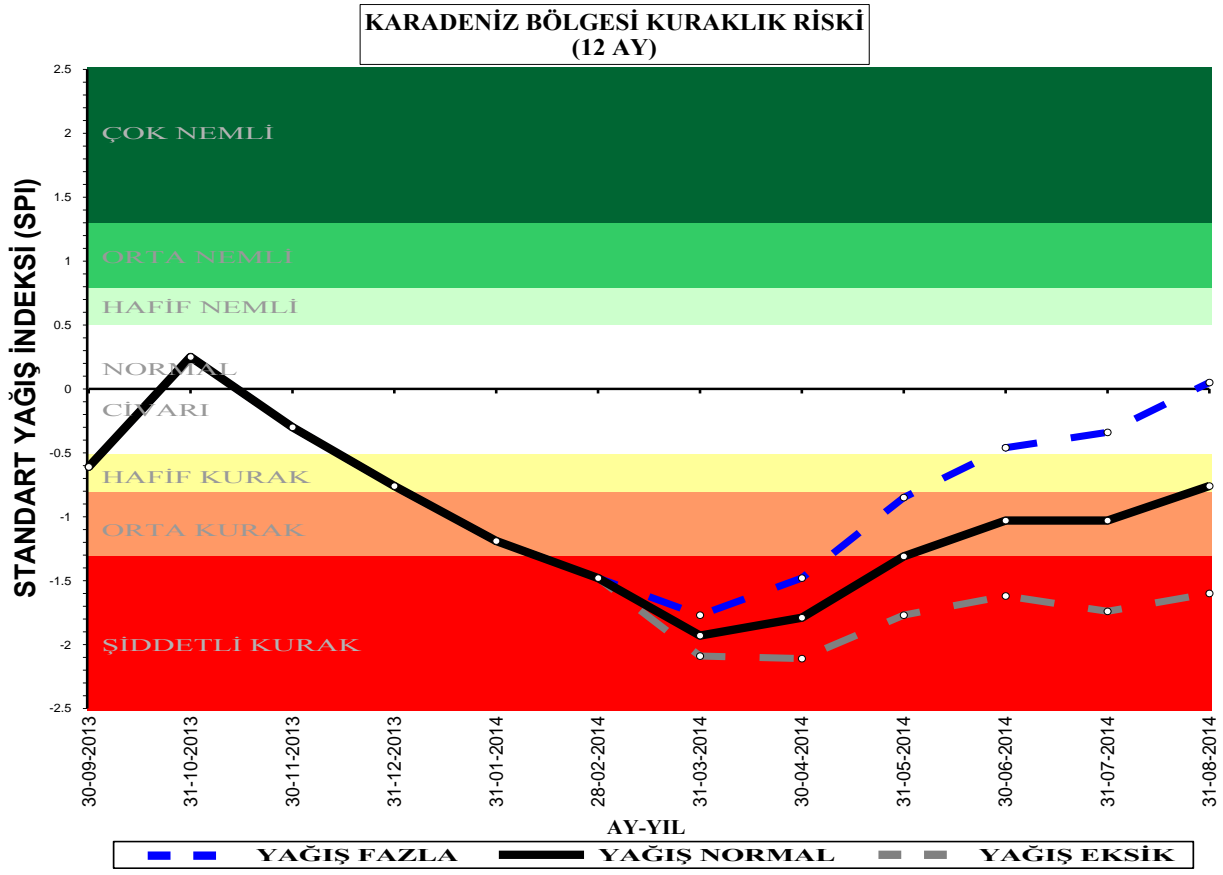
ECMWF yağış tahminlerine göre; 6 ay boyunca şiddetli kuraklık beklenmektedir.

Şekil 4.12 Türkiye geneli kuraklık riski



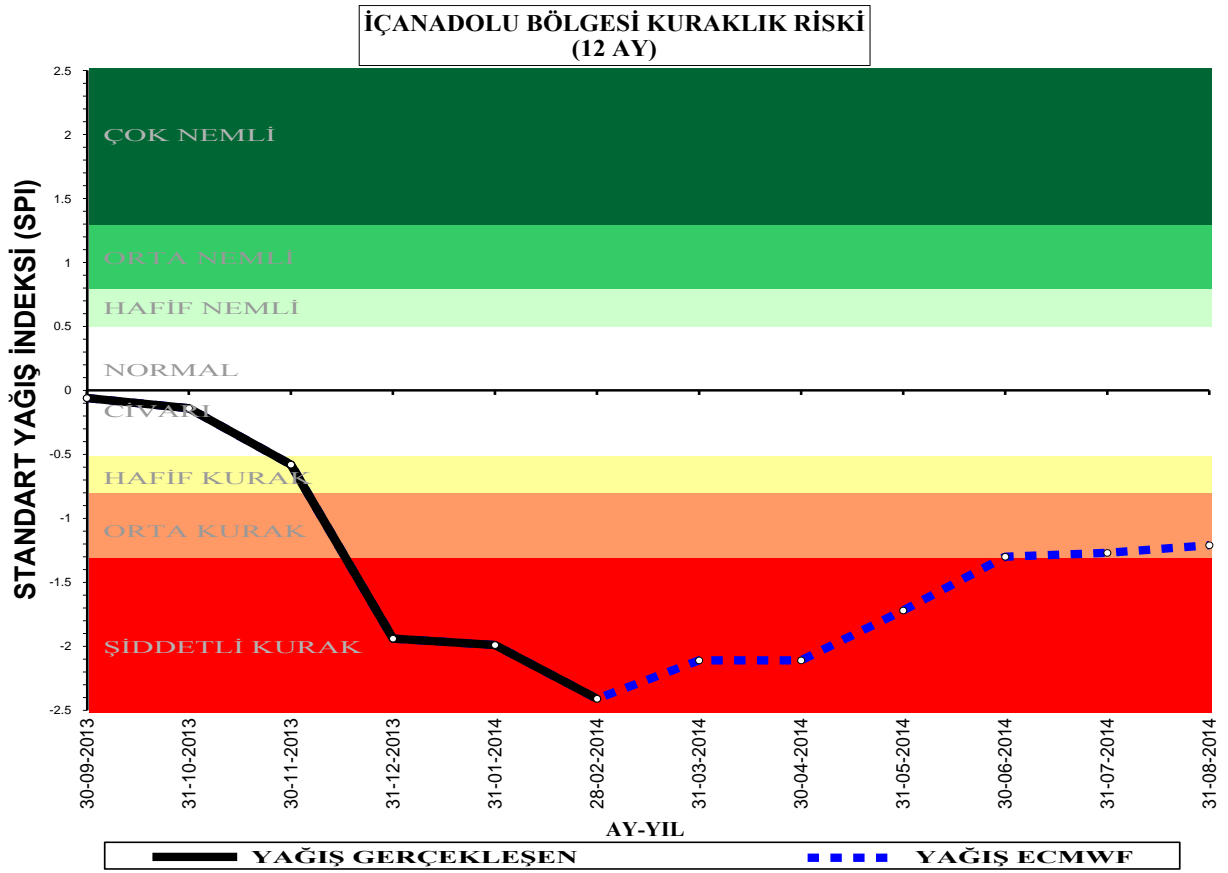
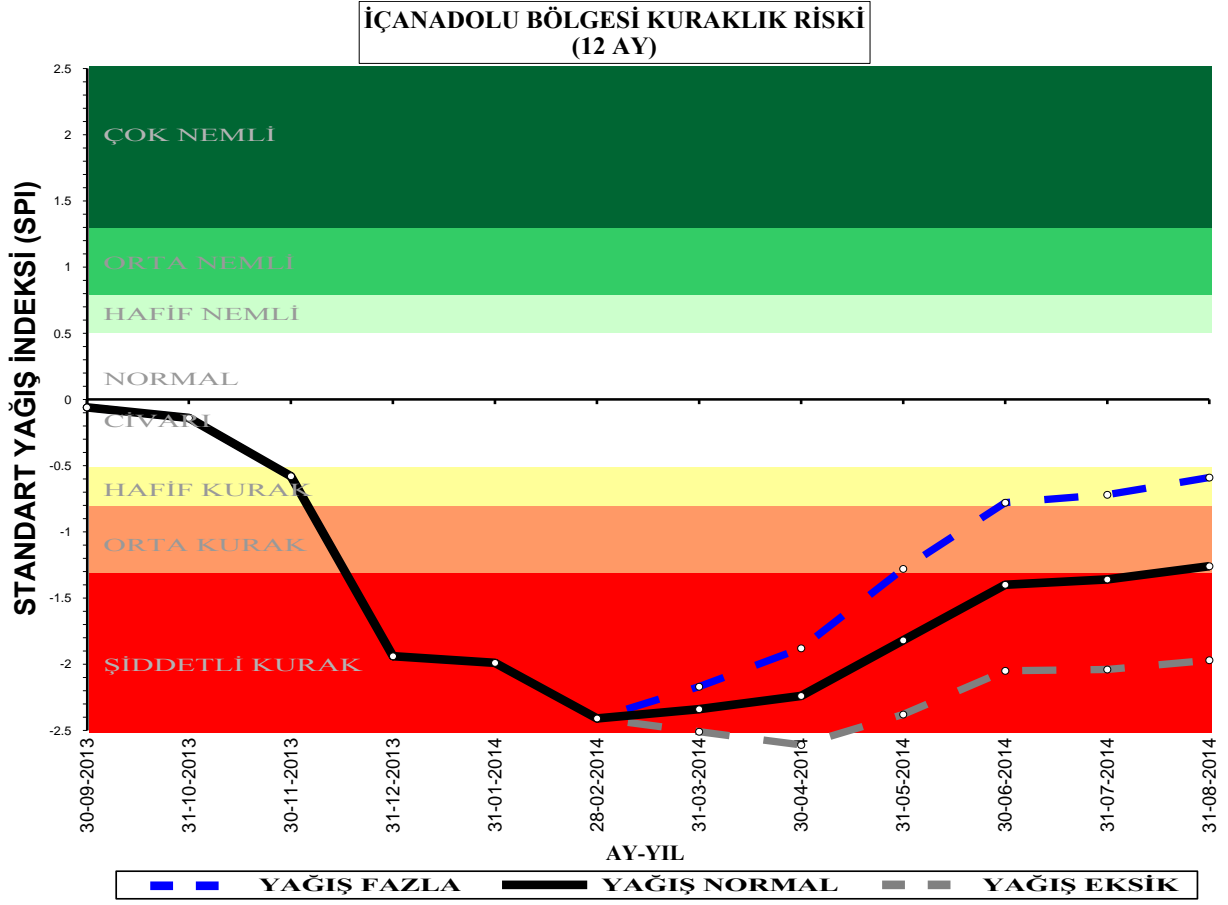
ECMWF yağış tahminlerine göre; 6 ay boyunca şiddetli kuraklık beklenmektedir.

Şekil 4.13 Marmara Bölgesi kuraklık riski



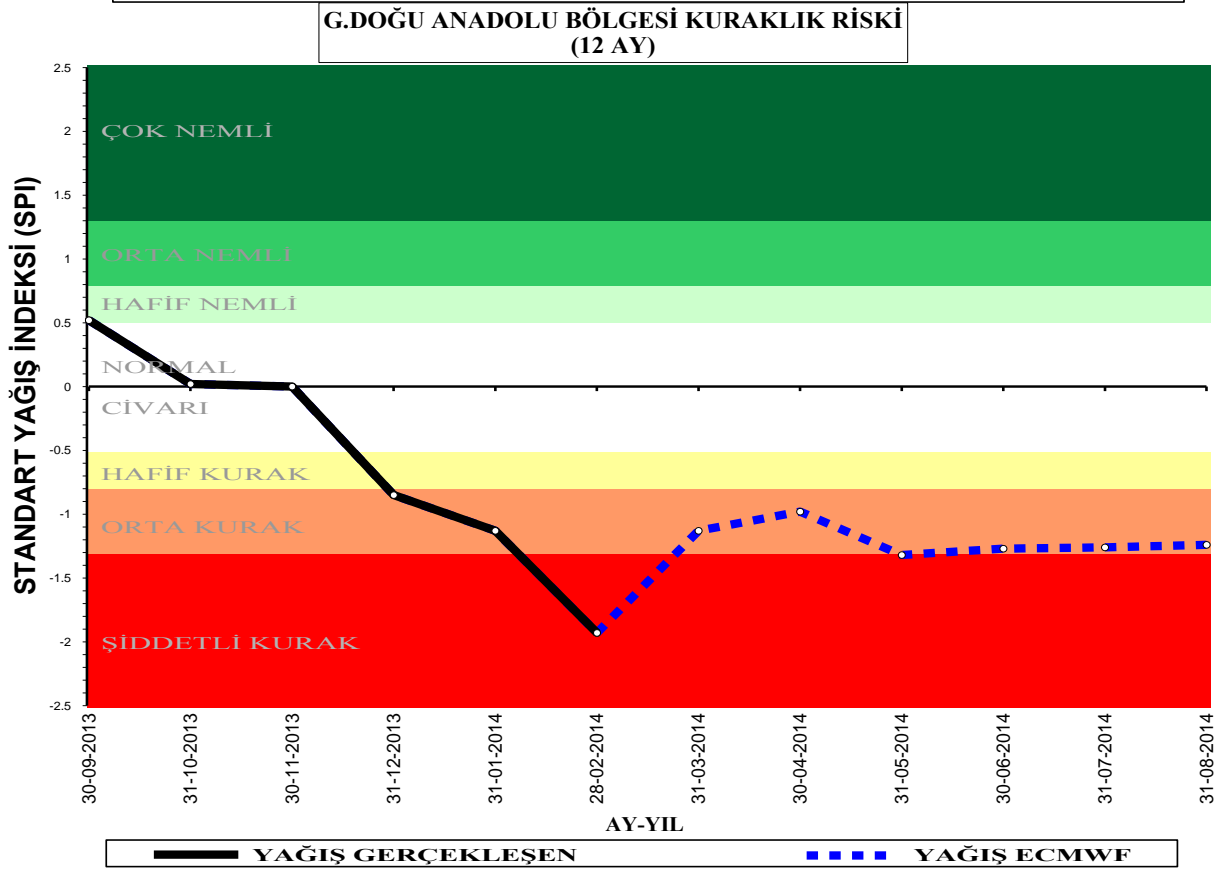
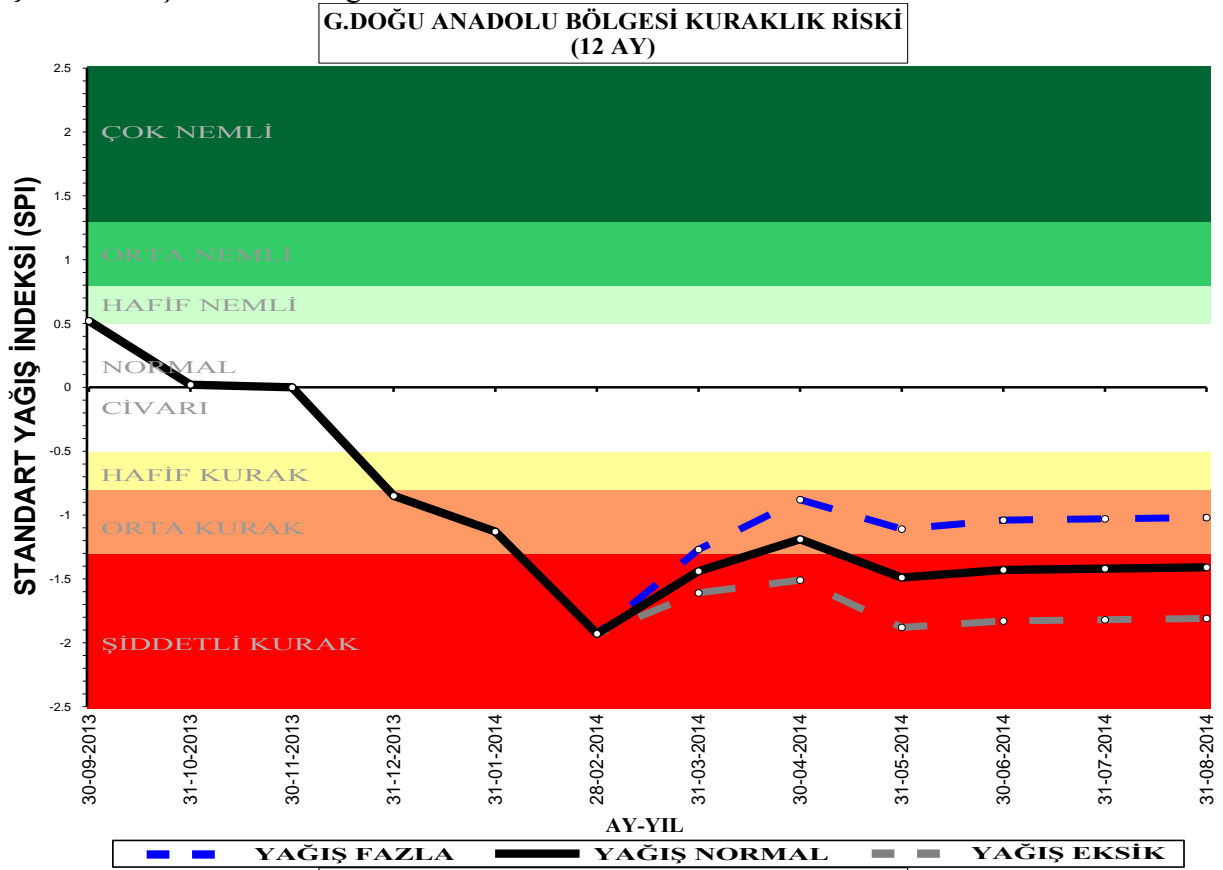
ECMWF yağış tahminlerine göre; ilk 3 ay şiddetli, sonraki 3 ay orta kuraklık beklenmektedir.

Şekil 4.14 Karadeniz Bölgesi kuraklık riski



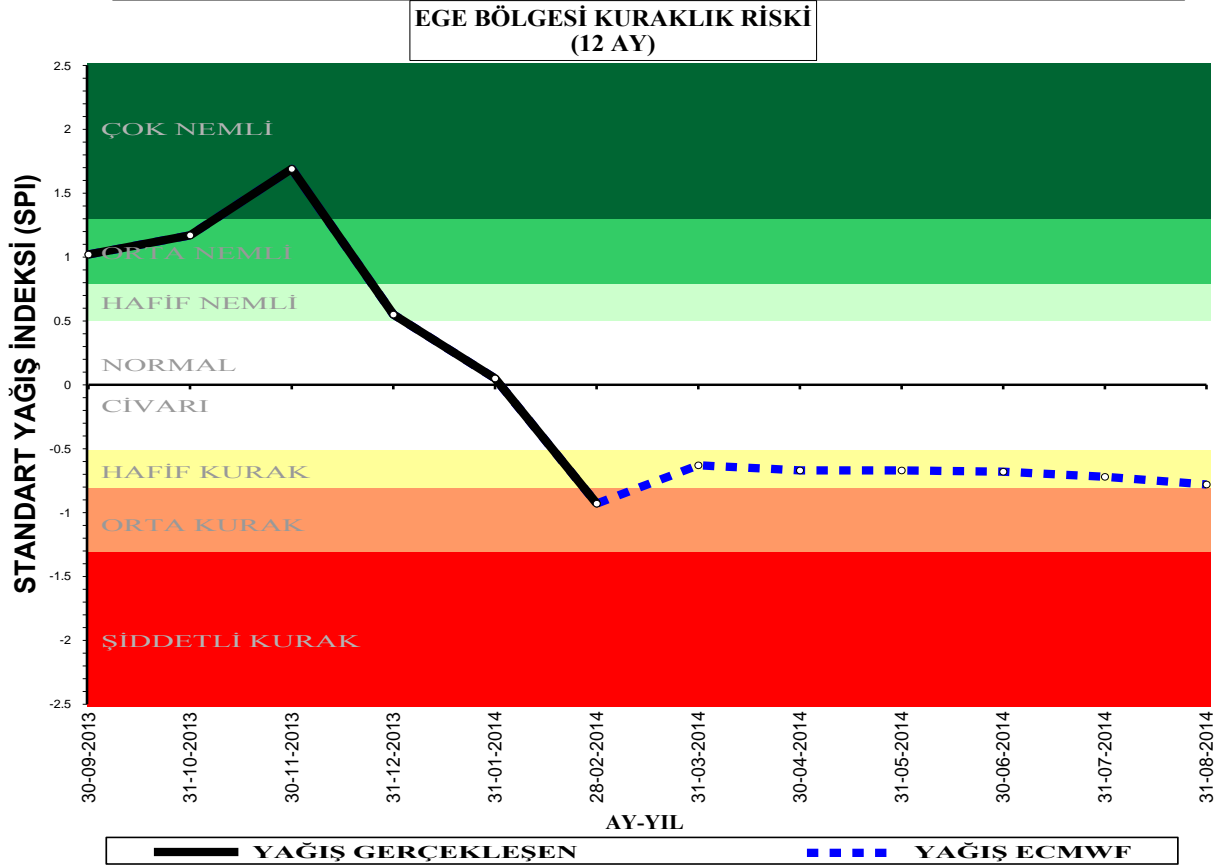
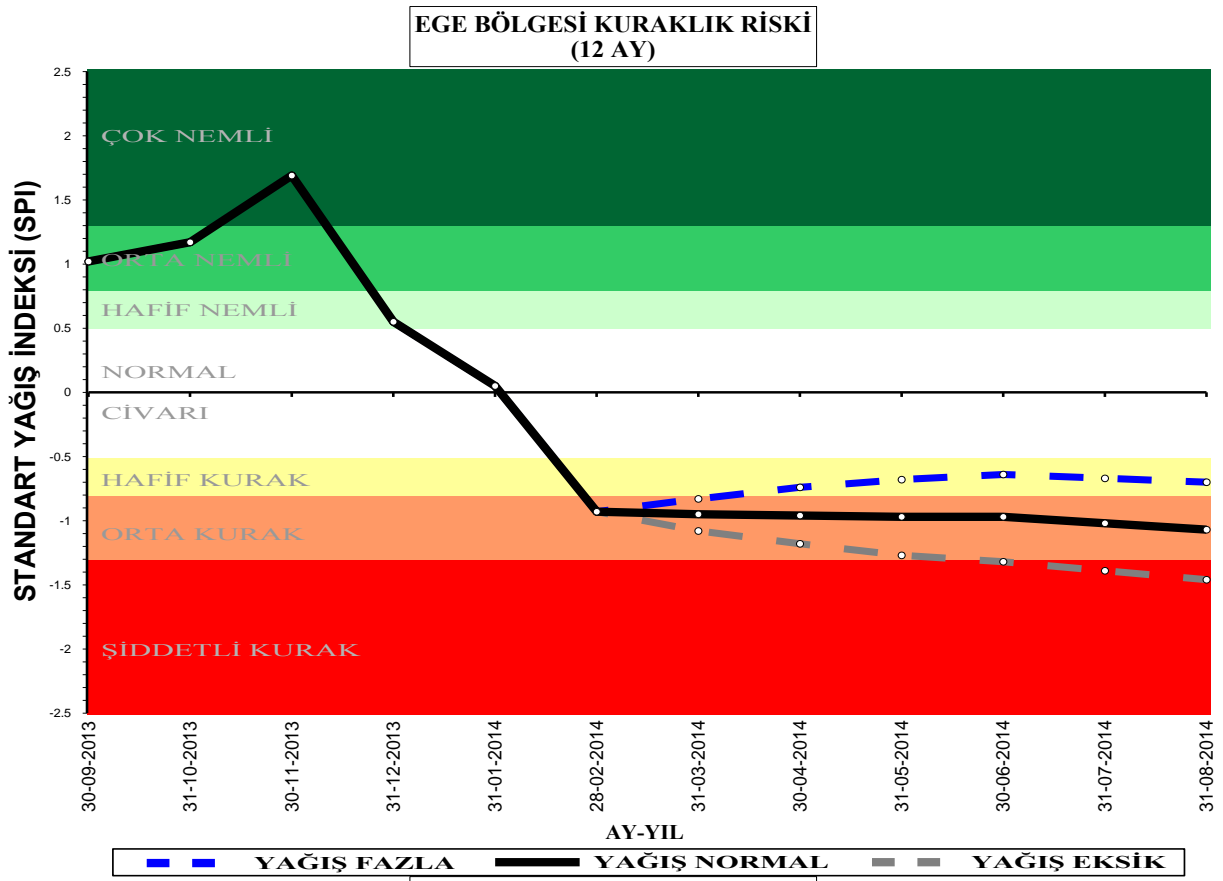
ECMWF yağış tahminlerine göre; ilk 4 ay şiddetli, sonraki 2 ay orta kuraklık beklenmektedir.

Şekil 4.15 İç Anadolu Bölgesi kuraklık riski



ECMWF yağış tahminlerine göre; 6 ay boyunca orta kuraklık beklenmektedir.

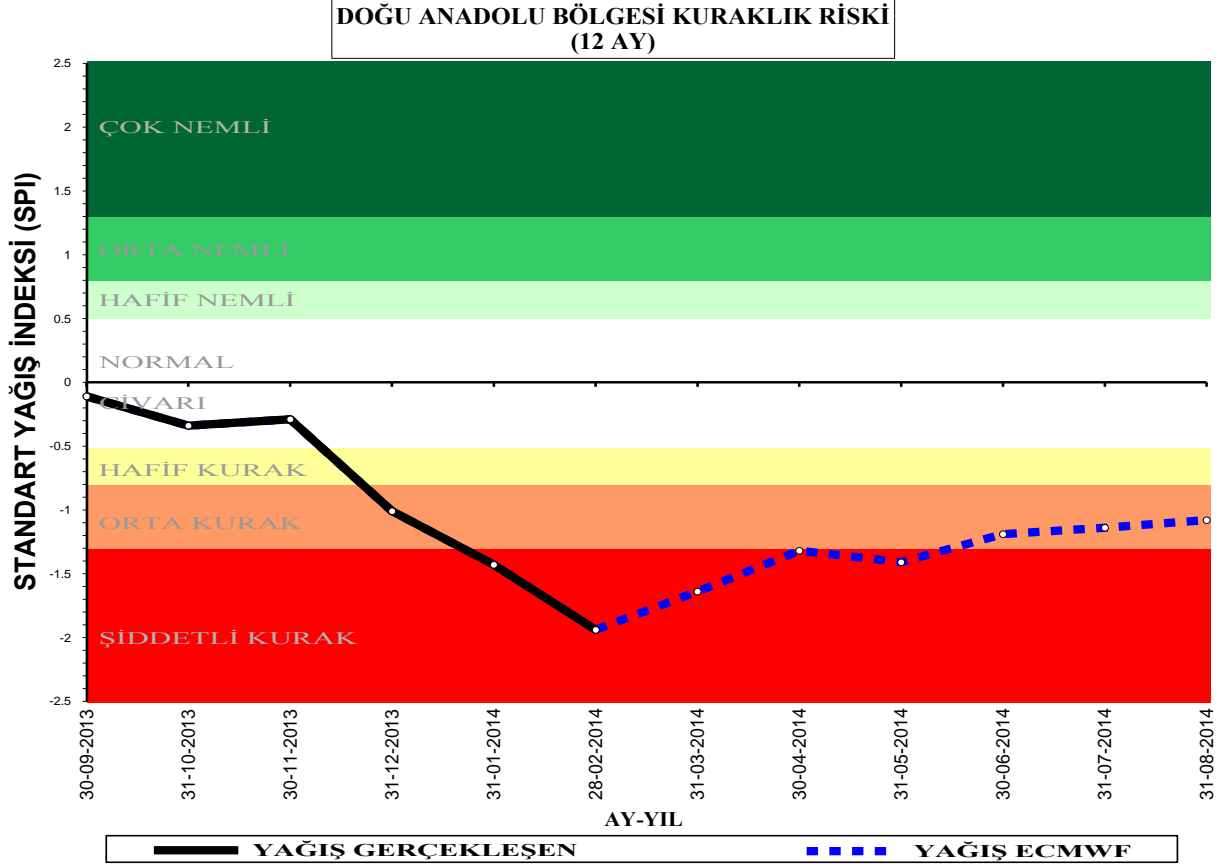
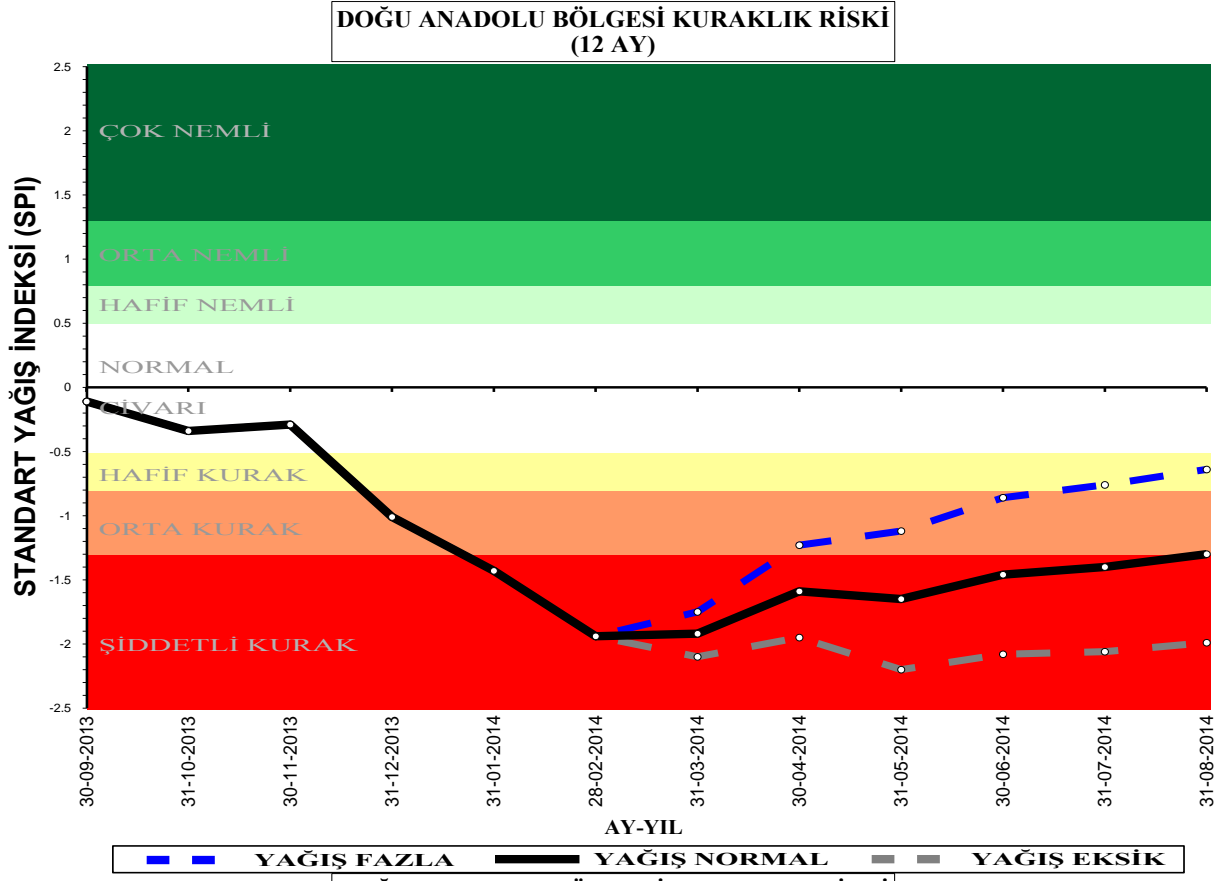
Şekil 4.16 Güneydoğu Anadolu Bölgesi kuraklık riski



ECMWF yağış tahminlerine göre; 6 ay boyunca hafif kuraklık beklenmektedir.

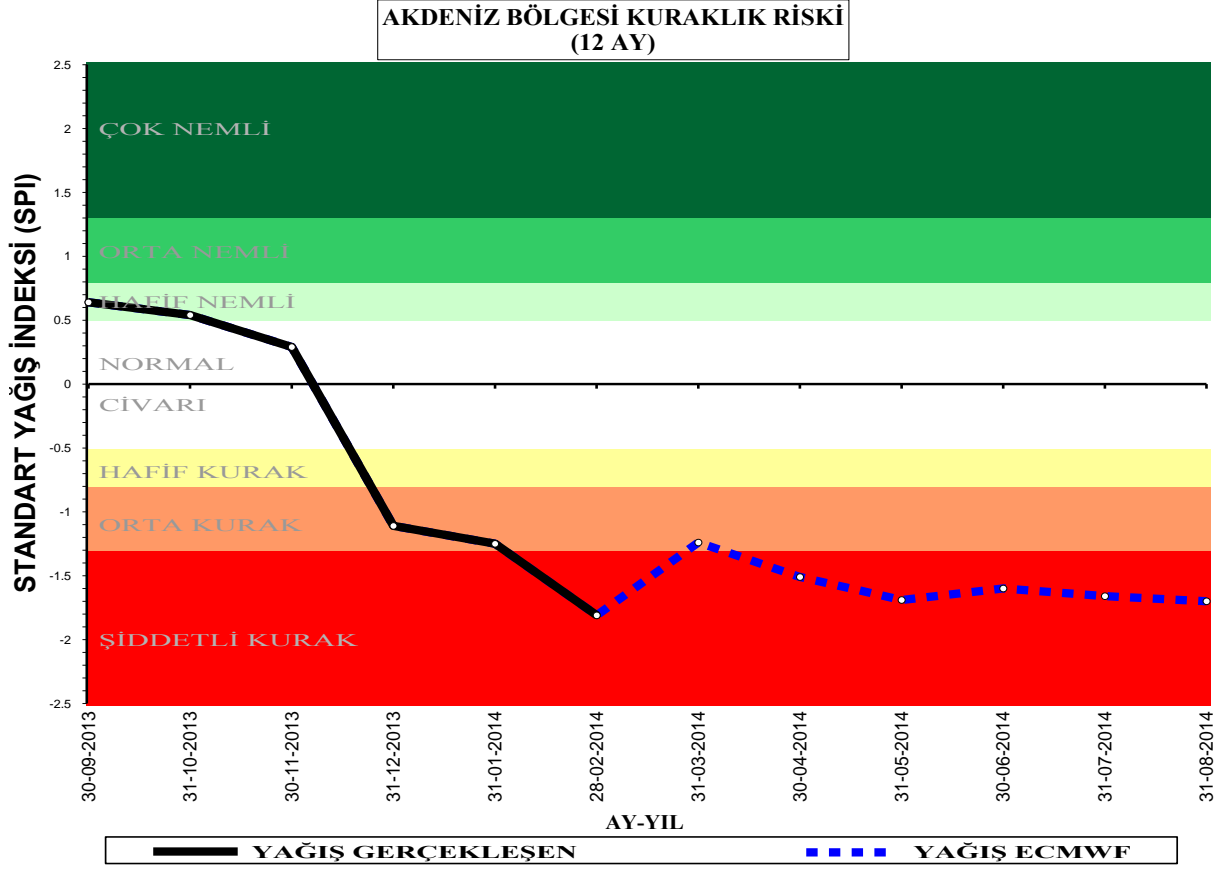
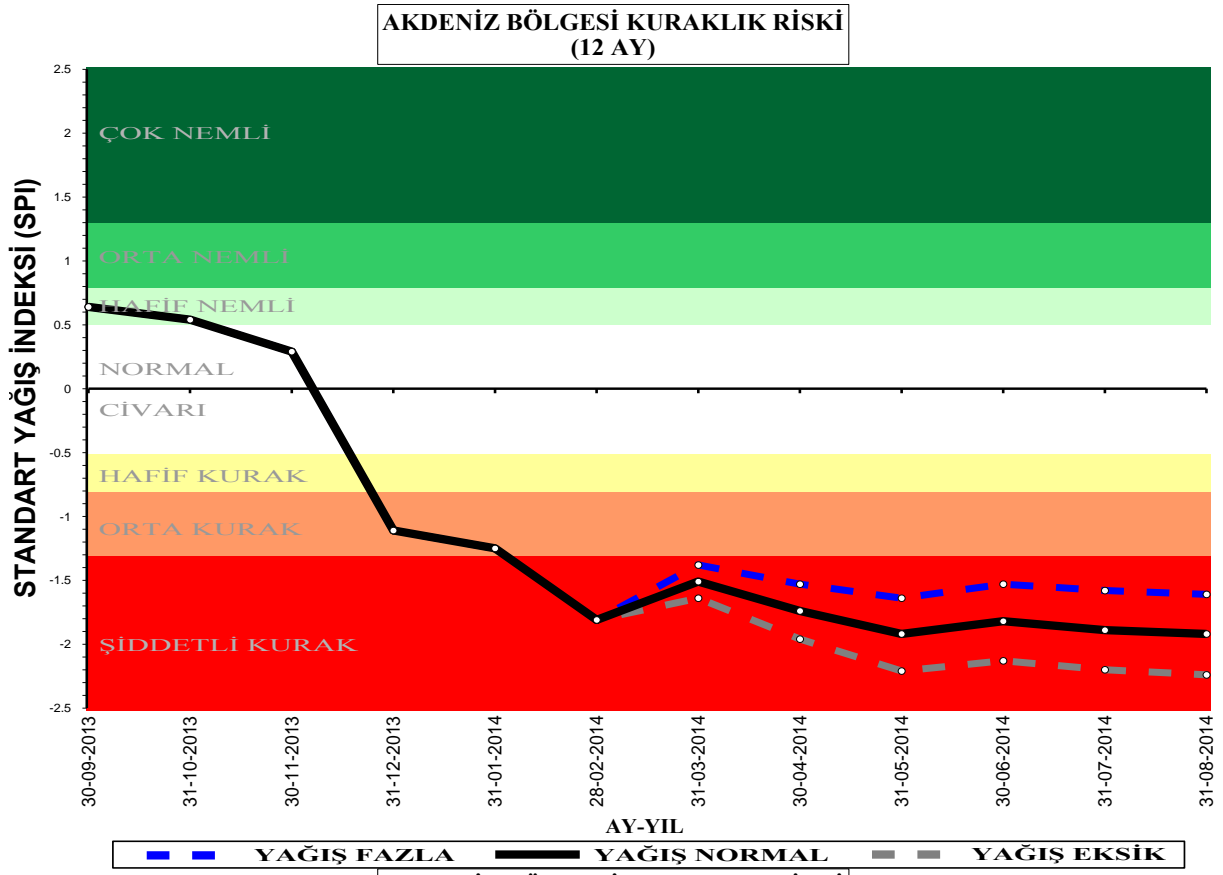
Şekil 4.17 Ege Bölgesi kuraklık riski





ECMWF yağış tahminlerine göre; ilk 3 ay şiddetli, sonraki 3 ay orta kuraklık beklenmektedir.

Şekil 4.18 Doğu Anadolu Bölgesi kuraklık riski



ECMWF yağış tahminlerine göre; ilk ay orta, sonraki 5 ay şiddetli kuraklık beklenmektedir.

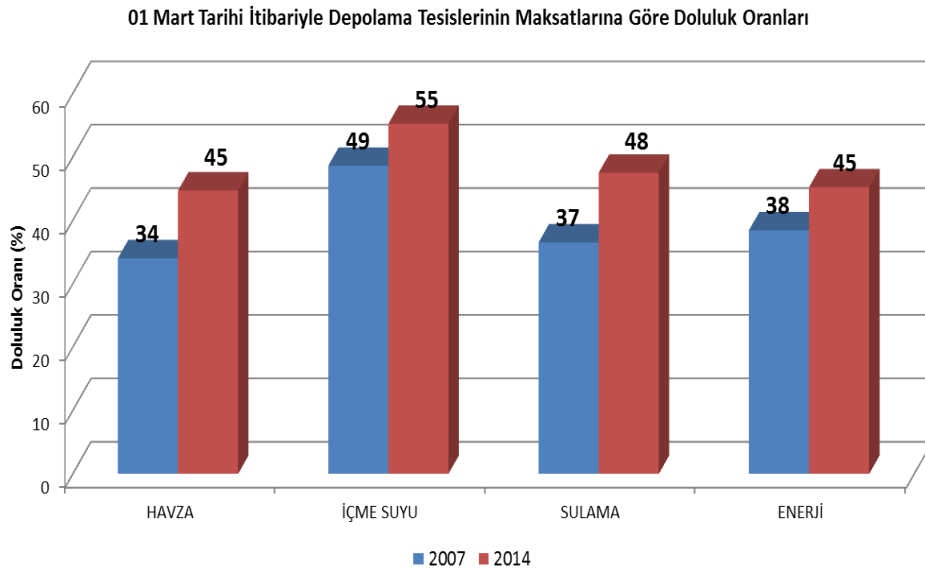
**Şekil 4.19** Akdeniz Bölgesi kuraklık riski

**Tablo 4.1** Türkiye ve bölgelerimize göre mevcut kuraklık durumu ve kuraklık tahmini tablosu

BÖLGELER	MEVCUT DURUM	KURAKLIK TAHMİN (MART 2014- AĞUSTOS 2014)					
		MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS
TÜRKİYE GENEL	ŞİDDETLİ KURAK	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ
MARMARA	ŞİDDETLİ KURAK	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ
KARADENİZ	ŞİDDETLİ KURAK	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ORTA	ORTA	ORTA
İÇ ANADOLU	ŞİDDETLİ KURAK	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ORTA	ORTA
GÜNEYDOĞU ANADOLU	ŞİDDETLİ KURAK	ORTA	ORTA	ORTA	ORTA	ORTA	ORTA
EGE	ORTA KURAK	HAFİF	HAFİF	HAFİF	HAFİF	HAFİF	HAFİF
DOĞU ANADOLU	ŞİDDETLİ KURAK	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ORTA	ORTA	ORTA
AKDENİZ	ŞİDDETLİ KURAK	ORTA	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ	ŞİDDETLİ

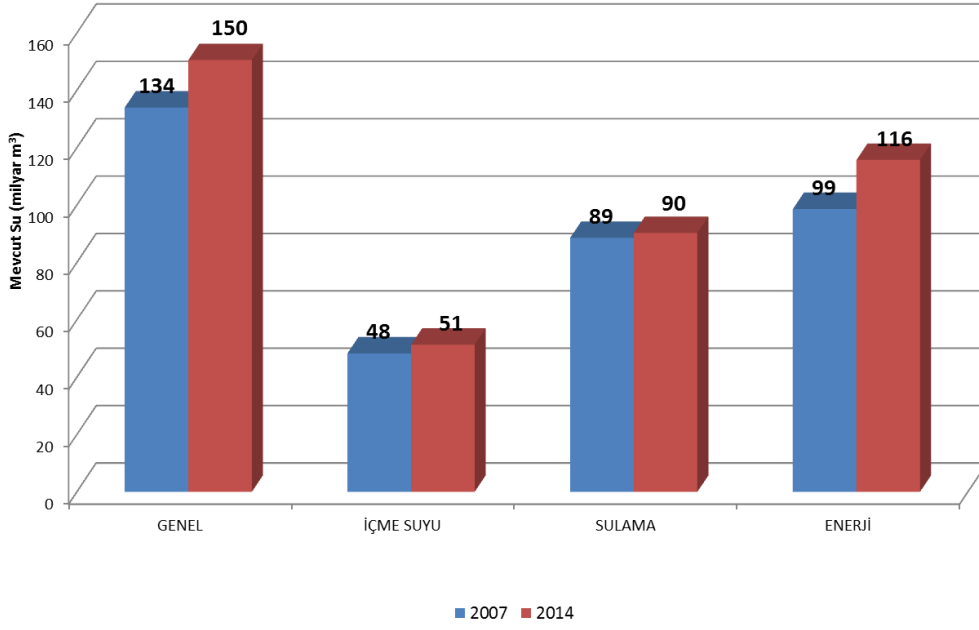
#### 4.7. Depolama Tesislerinin Doluluk Oranları

Son kurak su yılı (01 Ekim 2006 - 30 Eylül 2007) ile bu yılın aynı dönemdeki yağışları kıyaslandığında Türkiye ortalamasında % 34,6 yağış azalmasına rağmen inşa edilerek işletmeye alınan ilave depolama tesislerinin dâhil edilmesi ile toplam doluluk oranı % 31,5 daha yüksek seviyeye ulaşmıştır (Şekil 4.20).



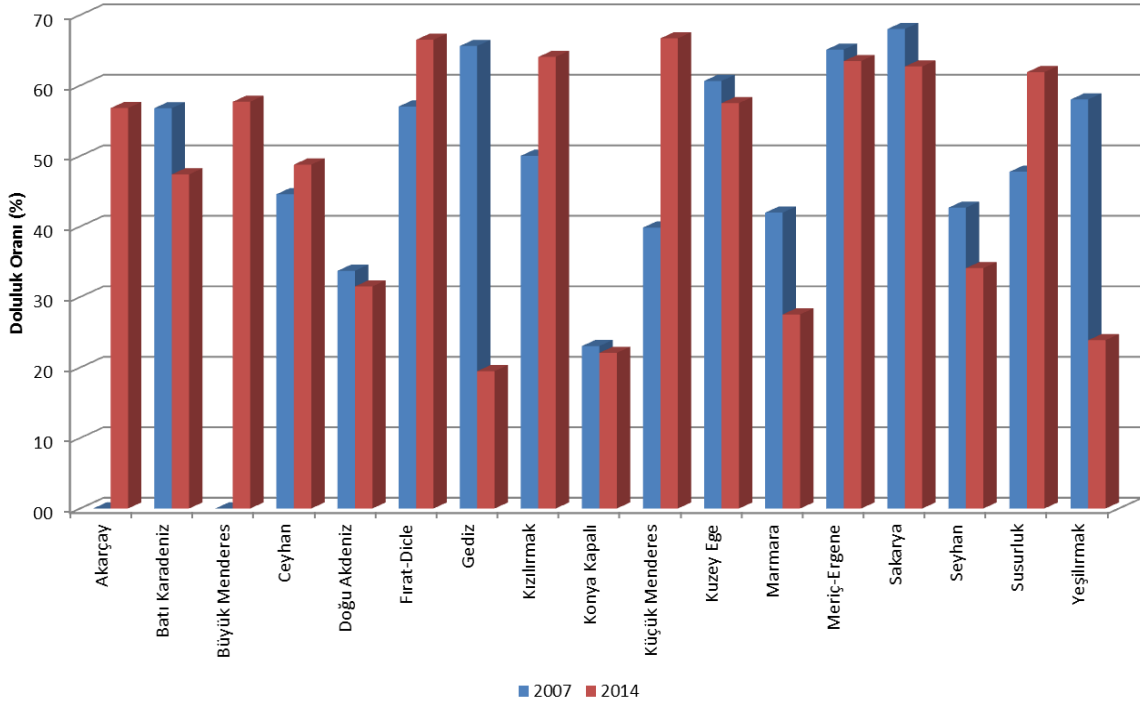
Şekil 4.20 Depolama tesislerinin mukayeseli doluluk oranları.

01 Mart Tarihi İtibariyle Depolama Tesislerinin Maksatlarına Göre Mevcut Su Durumu



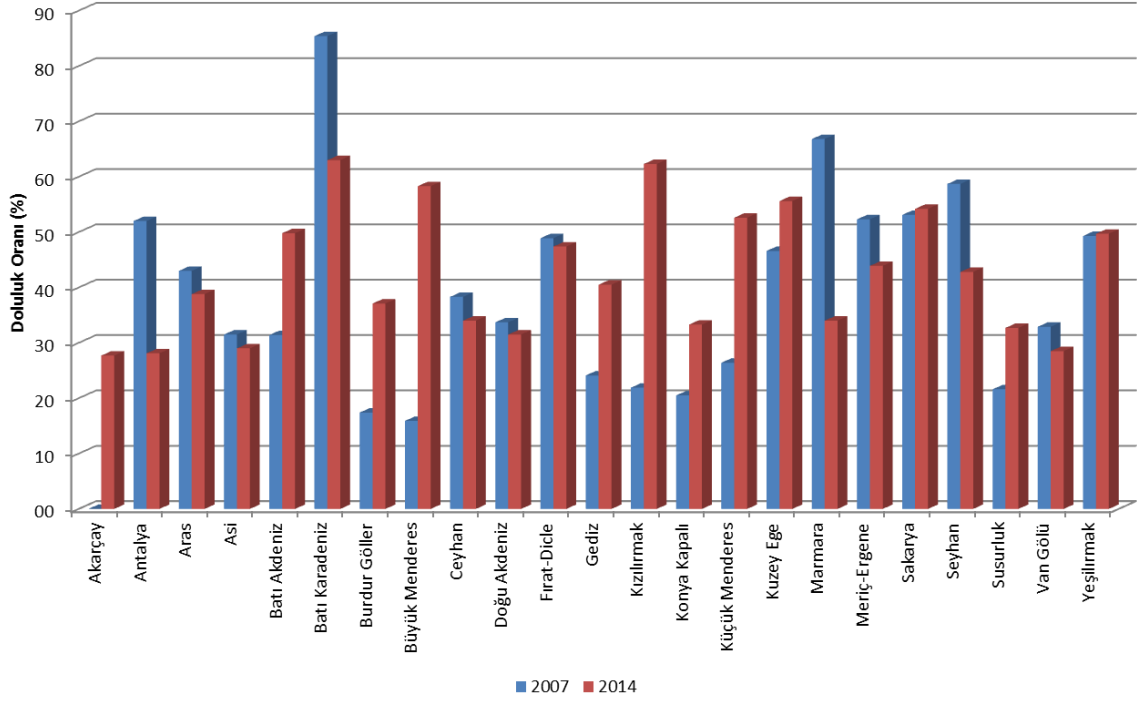
Şekil 4.21 Depolama tesislerinin 2007 yılı ile 2014 yıllarına ait mevcut su miktarlarının mukayesesi.

01 Mart Tarihi İtibariyle İçme Suyu Maksatlı Barajların Doluluk Oranları



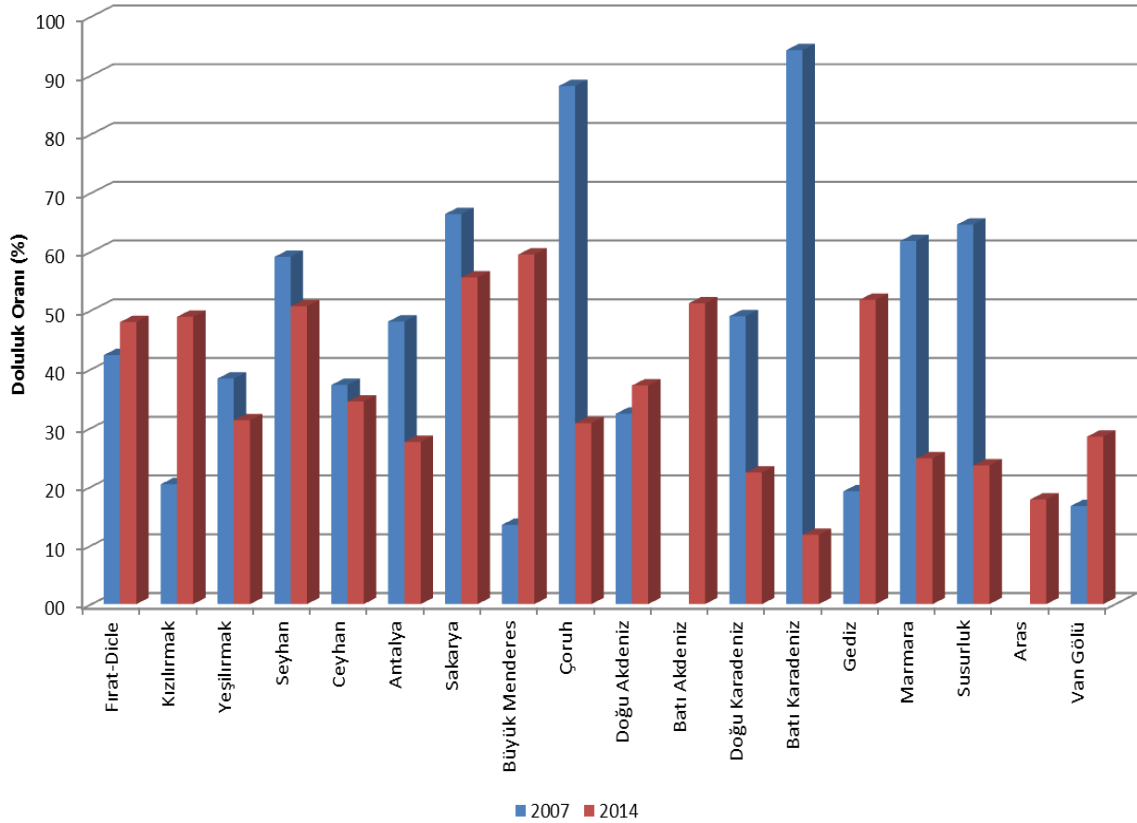
Şekil 4.22 İçmesuyu maksatlı barajların havzalara göre mukayeseli doluluk oranları.

01 Mart tarihi itibariyle Sulama Maksatlı Barajların Doluluk Oranları



Şekil 4.23 Sulama maksatlı barajların havzalara göre mukayeseli doluluk oranları.

01 Mart tarihi itibariyle Enerji Maksatlı Barajların Doluluk Oranları



Şekil 4.24 Enerji maksatlı barajların havzalara göre mukayeseli doluluk oranları.

#### **4.8. 2014 Yılı su durumunun 2007 yılı ile mukayesesi**

1. İçmesuyu maksatlı barajlar için; 2007 yılında gelen akımların 2014 yılında da geleceği varsayılmış ve 2014 yılına ait aylık ihtiyaçlar göz önüne alınarak barajların durum değerlendirmesi yapılmıştır.

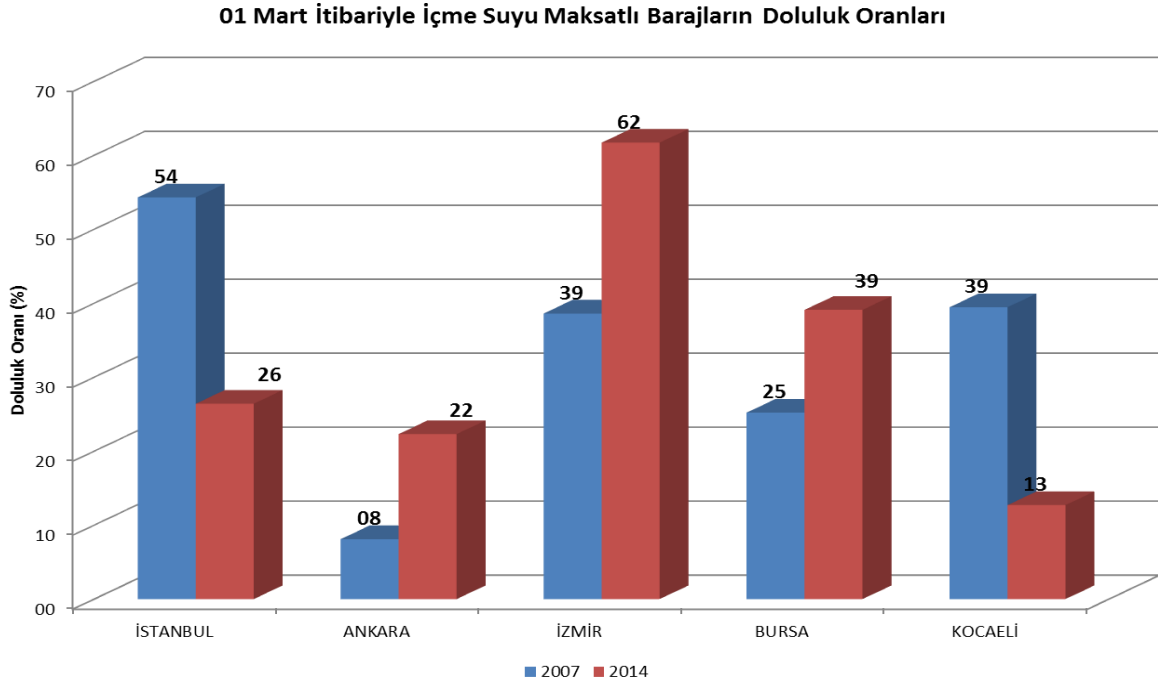
2. Sulama maksatlı barajlar için; 2007 yılının 01 Mart-1 Mayıs tarihleri arasında gelen akımların 2014 yılının aynı döneminde de geleceği varsayılarak bu akımlar, 01.03.2014 tarihindeki barajların hacimlerine eklenmiş ve 01 Mayıs 2014 tarihindeki doluluk oranları tespit edilerek durum değerlendirme yapılmıştır (Şekil 4.25).

İL	BARAJ ADI	KULLANILABİLİR SU MİKTARI (Milyon m <sup>3</sup> ) 01.03.2014	01.03.2014 TARİHİNDEN İTİBAREN YILLIK İÇME SUYU TALEBİ (Milyon m <sup>3</sup> )	01.03.2014 TARİHİNDEN İTİBAREN GELMESİ MUHTEMEL YILLIK AKIM (Milyon m <sup>3</sup> )	DÖNEM SONUNDAKİ SU HACMI (Milyon m <sup>3</sup> )
ADANA	ÇATALAN	245,6	132,4	1380,0	1493,2
AFYON	AKDEĞİRMEN	26,9	11,2	11,0	26,8
AĞRI	YAZICI	170,9	12,3	21,8	180,3
AKSARAY	MAMASIN	34,2	10,4	50,4	74,2
AYDIN	KİZDERE	111,1	12,0	57,6	156,7
BALIKESİR	KİZCETEPELER	88,9	21,3	17,2	84,9
BOLU	GÖLKÖY	7,2	8,2	17,0	16,1
ÇANAKKALE	ATIKHİSAR	23,9	8,0	6,3	22,3
ÇANKIRI	GÜLDÜRCEK	18,3	6,8	4,0	15,5
ÇORUM	YENİHAYAT	6,7	6,3	2,6	3,0
	HATAP	5,9	1,1	4,0	8,8
DIYARBAKIR	DİCLE	209,6	64,0	495,0	640,6
EDİRNE	SÜLOĞLU	26,3	3,3	3,4	26,5
ERZURUM	PALANDÖKEN	56,6	41,5	45,1	60,2
ESKİŞEHİR	PORSUK	274,9	26,7	65,1	313,4
GAZİANTEP	KARTALKAYA	64,9	80,5	118,1	102,5
İZMİR	GÜZELHİSAR	82,5	1,3	3,6	84,8
İZMİR (Ürkmez Beldesi)	ÜRKMEZ	5,1	1,8	3,5	6,8
İZMİR	GÖRDES	83,0	28,7	56,0	110,3
KARS*	BAYBURT (SELİM)	0,0	9,9		
KAHRAMANMARAŞ	AYVALI	55,7	34,0	23,0	44,6
KASTAMONU	KARAÇOMAK	4,4	6,2	5,8	4,0
KIRIKKALE	KAPULUKAYA	125,4	45,0	800,0	880,4
KIRKLARELİ	KIRKLARELİ	72,7	8,9	23,1	86,9
KİLİS	SEVE	12,7	4,1	2,0	10,6
KONYA	ALTINAPA	5,0	22,7	23,6	6,0
MERSİN, TARSUS	BERDAN	49,2	82,2	472,0	439,0
SAMSUN	ÇAKMAK	18,2	43,9	79,2	53,5
SİNOP	ERFELEK	12,9	10,0	3,0	5,9
SİVAS	4 EYLÜL	58,5	27,5	12,0	43,0
ŞANLIURFA	ATATÜRK	7326,2	51,8	12000,0	19274,5
TRABZON	ATASU	13,0	28,7	71,7	56,0
UŞAK	KÜÇÜKLER	4,1	6,3	4,0	1,9
YALOVA	GÖKÇE	4,0	28,3	15,2	-9,2
ZONGULDAK	KOZLU(ULUTAN)	11,6	15,2	4,1	0,5

Şekil 4.25 İçme suyu maksatlı barajlar.

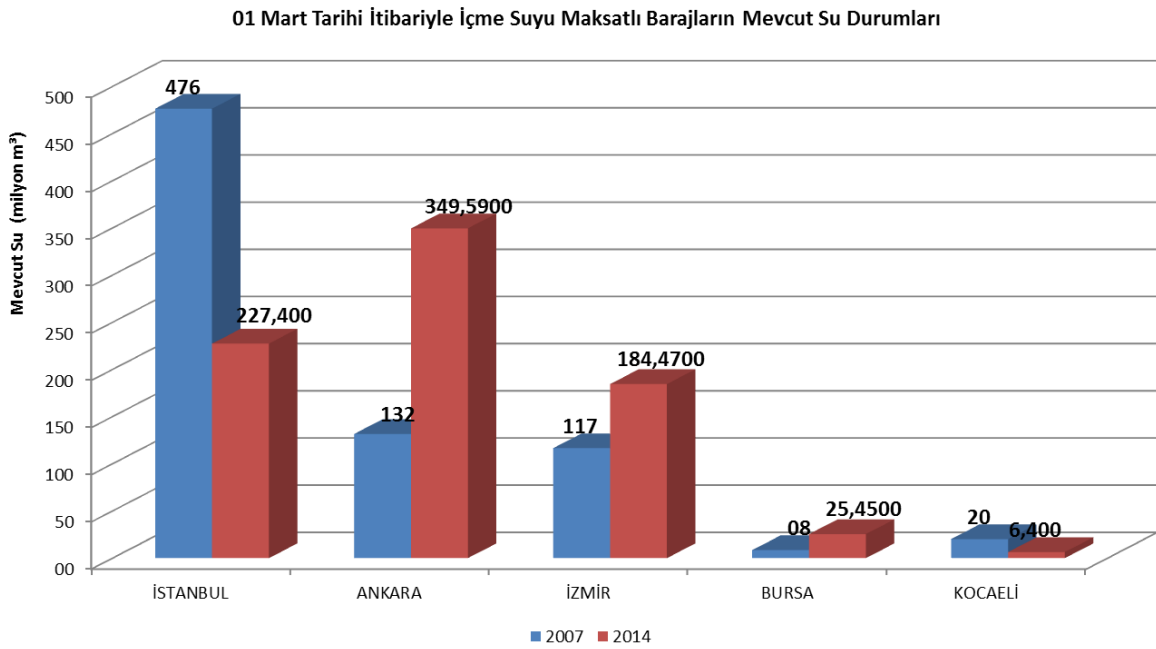
\* Kars içmesuyu mevcut kaynak akımlarından karşılanacaktır. Selim Barajı'nda enjeksiyon çalışmaları devam etmektedir.

#### 4.9. Büyük illerin içmesuyu depolama tesislerinin durumu



Şekil 4.26 Depolama tesislerinin aktif doluluk oranları (içme suyu maksatlı barajlar)

01 Mart tarihi itibariyle Büyükşehirlere ait içme suyu maksatlı barajlarda 2007 yılına göre 40 milyon m<sup>3</sup> daha fazla su bulunmaktadır.



Şekil 4.27 Depolama tesislerinin 2007 yılı ile 2014 yılının mevcut su miktarlarının mukayesesi (içme suyu maksatlı barajlar).



İl Adı	Baraj Depo (milyon m <sup>3</sup> )	Doluluk Oranı (%)	Günlük Tüketim (milyon m <sup>3</sup> )	Günlük Tüketimin Karşılama Şekli (milyon m <sup>3</sup> )		
				Baraj	Derivasyon	YAS
İSTANBUL	227,4	26,4	2,44	1,53	0,91 (Melen ve Yeşilçay Takviyesi)	-
ANKARA	349,6	22,3	0,98	0,98	-	-
İZMİR	184,5	61,7	0,44	0,27	-	0,17
BURSA	25,5	39,1	0,22	0,22	-	-
KOCAELİ	6,4	12,7	0,40	0,34	0,06	-

Şekil 4.28 Büyük illerin içmesuyu depolama tesislerinin durumu (01 mart 2014 itibarıyla).

#### İSTANBUL:

2014 yılı Aktif Doluluk Oranı (%)	26,4
2013 yılı Aktif Doluluk Oranı (%)	84,3
Günlük tüketim Ortalama	2,46 milyon m <sup>3</sup>
<b>2007 yılı akımlarının gelmesi durumunda ;</b>	
Mevcut su	227,4 milyon m <sup>3</sup>
Gelebilecek su miktarı	212,8 milyon m <sup>3</sup>
Melen Sistemi 1. Hat (2013 Yılında verilen)	143,9 milyon m <sup>3</sup>
Yeşilçay Sistemi (2013 Yılında verilen)	51,4 milyon m <sup>3</sup>
Toplam oluşacak su miktarı	635,5 milyon m <sup>3</sup>

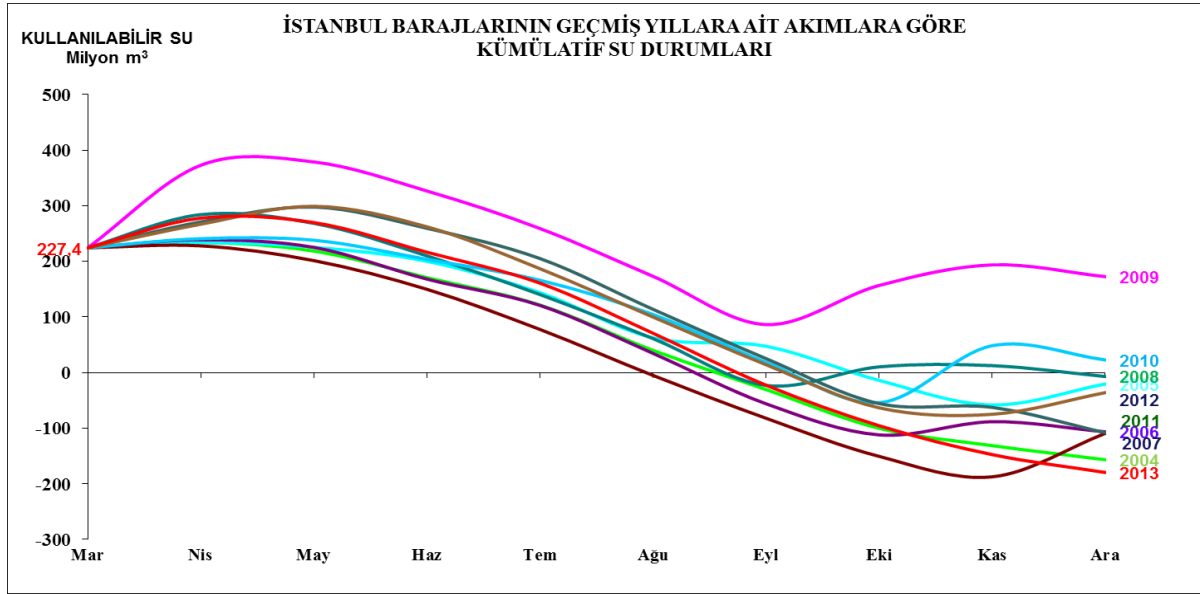
Şekil 4.29 İstanbul içme suyu depolama tesislerinin durumu.

Toplam oluşacak su miktarı	635,5 milyon m <sup>3</sup>
Toplam Sarfiyat	744,5 milyon m <sup>3</sup>
Ağustos 2014'de Toplam Su açığı	-5,1 milyon m <sup>3</sup>
Eylül 2014'de Toplam Su açığı	-82,1 milyon m <sup>3</sup>
Ekim 2014'de Toplam Su açığı	-150,6 milyon m <sup>3</sup>
Kasım 2014'de Toplam Su Açığı	-187,3 milyon m <sup>3</sup>
31 Aralık 2014'de Toplam Su Açığı	-109,0 milyon m <sup>3</sup>

Şekil 4.30 Yeşilçay-Melen sisteminden suyun takviye edilmesi durumunda; İstanbul içme suyu depolama tesislerinin durumu.

**Not:** Marmara Bölgesi'nde 2013-2014 su yılındaki ilk 5 aylık yağış miktarı 2006-2007 su yılının aynı dönemine ait yağış miktarından % 2,4 daha fazladır.

İstanbul iline içme suyu sağlayan barajlarda meydana gelebilecek muhtemel su açığı; Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarındaki toplam su açığı olan -187,3 milyon m<sup>3</sup> su, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında Melen sistemi 2. Hattının devreye girmesi karşılanacaktır. Kasım ve Aralık ayında ise sonbaharda gelmesi muhtemel yağışlar sonucu su açığı azalarak yılsonunda -109,0 milyon m<sup>3</sup> olmaktadır.



**Şekil 4.31** İstanbul barajlarının geçmiş yıllara ait akımlara göre kümülatif su durumları.

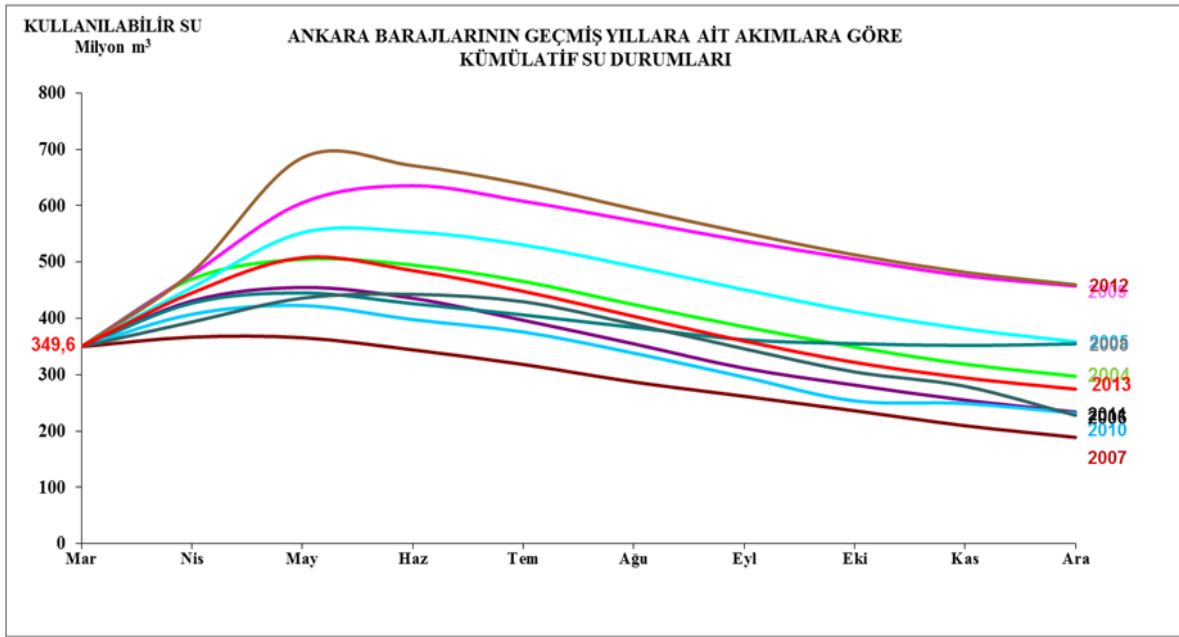
**Not:** Kümülatif su miktarları, barajlardaki mevcut kullanılabilir su miktarlarına geçmiş yıllardaki akımlar eklenerek ve 2014 yılında içme suyunda kullanılabilir su miktarları (2013 yılına benzer şekilde su tüketimi olacağı kabul edilerek) çıkarılarak hesaplanmıştır.

#### **ANKARA:**

Ankara şehrinde su sıkıntısı bulunmamaktadır.

2014 yılı Aktif Doluluk Oranı ( %)	22,3
2013 yılı Aktif Doluluk Oranı ( %)	30,7
YAS Kuyularından Günlük	0,055 milyon m <sup>3</sup>
Kesikköprü barajından Günlük	0,75 milyon m <sup>3</sup>
Günlük tüketim	0,98 milyon m <sup>3</sup>
<b>2007 yılı akımlarının gelmesi durumunda ;</b>	
Mevcut su	349,6 milyon m <sup>3</sup>
Gelebilecek su miktarı	136,0 milyon m <sup>3</sup>
Toplam Sarfiyat	296,9 milyon m <sup>3</sup>
Gelecek yıla devredilecek Su	188,7 milyon m <sup>3</sup>

**Şekil 4.32** Ankara içme suyu depolama tesislerinin durumu.



**Şekil 4.33** Ankara barajlarının geçmiş yıllara ait akımlara göre kümülatif su durumları.

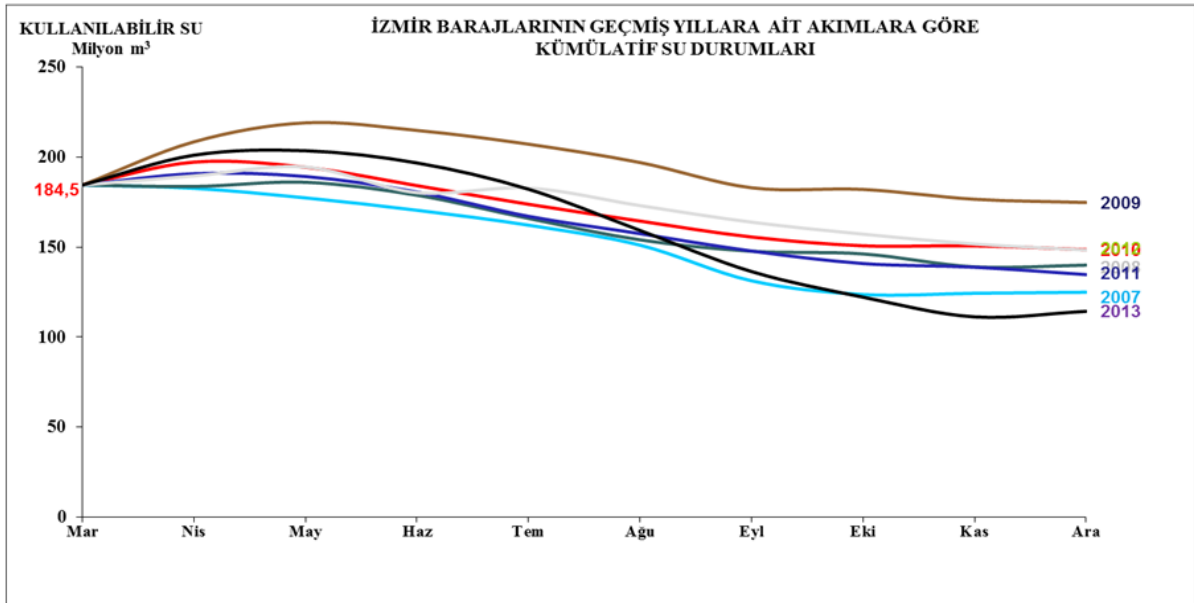
**Not:** Kümülatif su miktarları, barajlardaki mevcut kullanılabilir su miktarlarına geçmiş yıllardaki akımlar eklenerek ve 2014 yılında içme suyunda kullanılabilir su miktarları (2013 yılına benzer şekilde su tüketimi olacağı kabul edilerek) çıkarılarak hesaplanmıştır.

### İZMİR:

İzmir şehrinde su sıkıntısı bulunmamaktadır.

2014 yılı Aktif Doluluk Oranı (%)	61,7
2013 yılı Aktif Doluluk Oranı (%)	83,3
YAS Kuyularından Günlük	0,24 milyon m <sup>3</sup>
Günlük tüketim	0,24 milyon m <sup>3</sup>
<b>2007 yılı akımlarının gelmesi durumunda ;</b>	
Mevcut su	184,5 milyon m <sup>3</sup>
Gelebilecek su miktarı	13,1 milyon m <sup>3</sup>
Toplam Sarfiyat	72,7 milyon m <sup>3</sup>
Gelecek yıla devredilecek Su	124,9 milyon m <sup>3</sup>

**Şekil 4.34** İzmir içme suyu depolama tesislerinin durumu.



**Şekil 4.35** İzmir barajlarının geçmiş yıllara ait akımlara göre kümülatif su durumları.

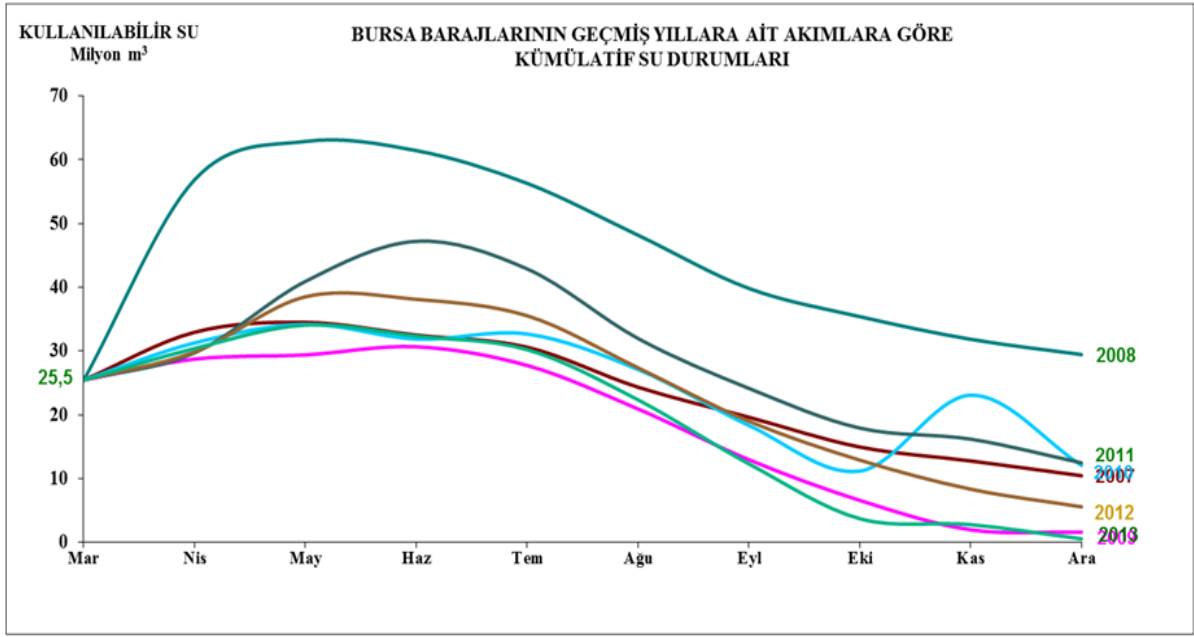
**Not:** Kümülatif su miktarları, barajlardaki mevcut kullanılabilir su miktarlarına geçmiş yıllardaki akımlar eklenerek ve 2014 yılında içme suyunda kullanılabilir su miktarları (2013 yılına benzer şekilde su tüketimi olacağı kabul edilerek) çıkarılarak hesaplanmıştır.

#### **BURSA:**

Bursa şehrinde su sıkıntısı bulunmamaktadır.

2014 yılı Aktif Doluluk Oranı ( %)	39,1
2013 yılı Aktif Doluluk Oranı ( %)	86,1
YAS Kuyularından Günlük	0,15 milyon m <sup>3</sup>
Günlük tüketim	0,25 milyon m <sup>3</sup>
<b>2007 yılı akımlarının gelmesi durumunda ;</b>	
Mevcut su	25,5 milyon m <sup>3</sup>
Gelebilecek su miktarı	60,7 milyon m <sup>3</sup>
Toplam Sarfiyat	75,8 milyon m <sup>3</sup>
Gelecek yıla devredilecek Su	10,4 milyon m <sup>3</sup>

**Şekil 4.36** Bursa içme suyu depolama tesislerinin durumu.



**Şekil 4.37** Bursa barajlarının geçmiş yıllara ait akımlara göre kümülatif su durumları.

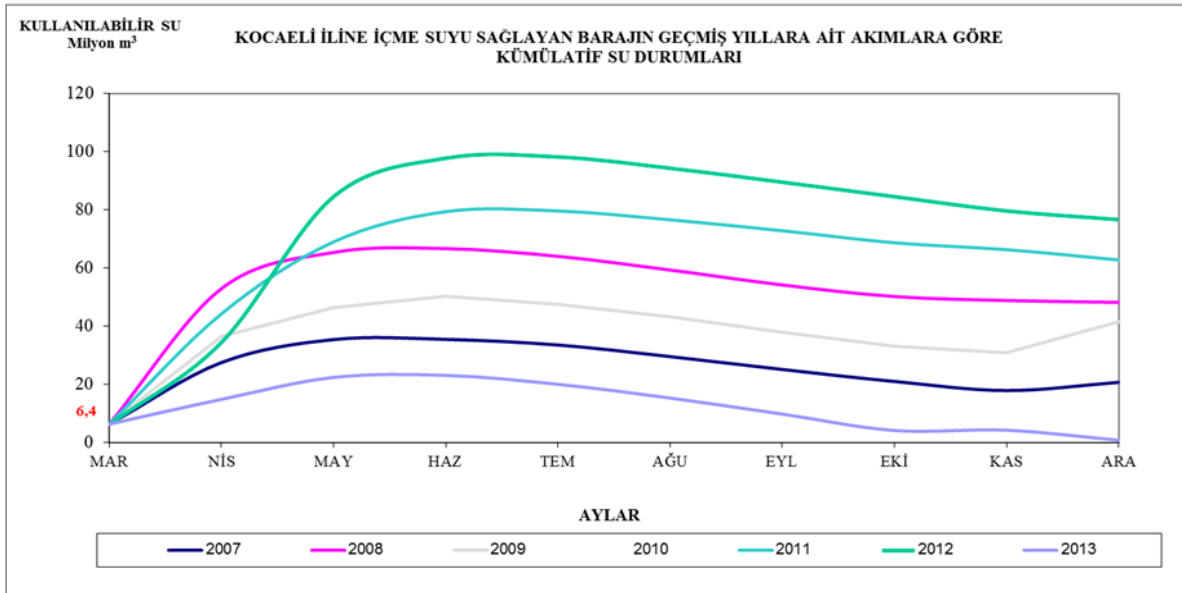
**Not:** Kümülatif su miktarları, barajlardaki mevcut kullanılabilir su miktarlarına geçmiş yıllardaki akımlar eklenerek ve 2014 yılında içme suyunda kullanılabilir su miktarları (2013 yılına benzer şekilde su tüketimi olacağı kabul edilerek) çıkarılarak hesaplanmıştır.

#### **KOCAELİ:**

Kocaeli ilinin muhtemel içmesuyu açığı Sapanca Gölü ve diğer kaynaklardan karşılanacağından Kocaeli şehrinde su sıkıntısı bulunmamaktadır.

2014 yılı Aktif Doluluk Oranı (%)	12,7
2013 yılı Aktif Doluluk Oranı (%)	64,0
YAS Kuyularından Günlük	0,09 milyon m <sup>3</sup>
Sapanca Gölü'nden Günlük	0,11 milyon m <sup>3</sup>
Diğer kaynaklardan Günlük	0,04 milyon m <sup>3</sup>
Günlük tüketim	0,40 milyon m <sup>3</sup>
<b>2007 yılı akımlarının gelmesi durumunda ;</b>	
Mevcut su	6,4 milyon m <sup>3</sup>
Gelebilecek su miktarı	135,6 milyon m <sup>3</sup>
Toplam Sarfiyat	121,2 milyon m <sup>3</sup>
<b>Gelecek yıla devredilecek su</b>	<b>20,8 milyon m<sup>3</sup></b>

**Şekil 4.38** Kocaeli içme suyu depolama tesislerinin durumu.



**Şekil 4.39** Kocaeli barajlarının geçmiş yıllara ait akımlara göre kümülatif su durumları.

**Not:** Kümülatif su miktarları, barajlardaki mevcut kullanılabilir su miktarlarına geçmiş yıllardaki akımlar eklenerek ve 2014 yılında içme suyunda kullanılabilir su miktarları (2013 yılına benzer şekilde su tüketimi olacağı kabul edilerek) çıkarılarak hesaplanmıştır.

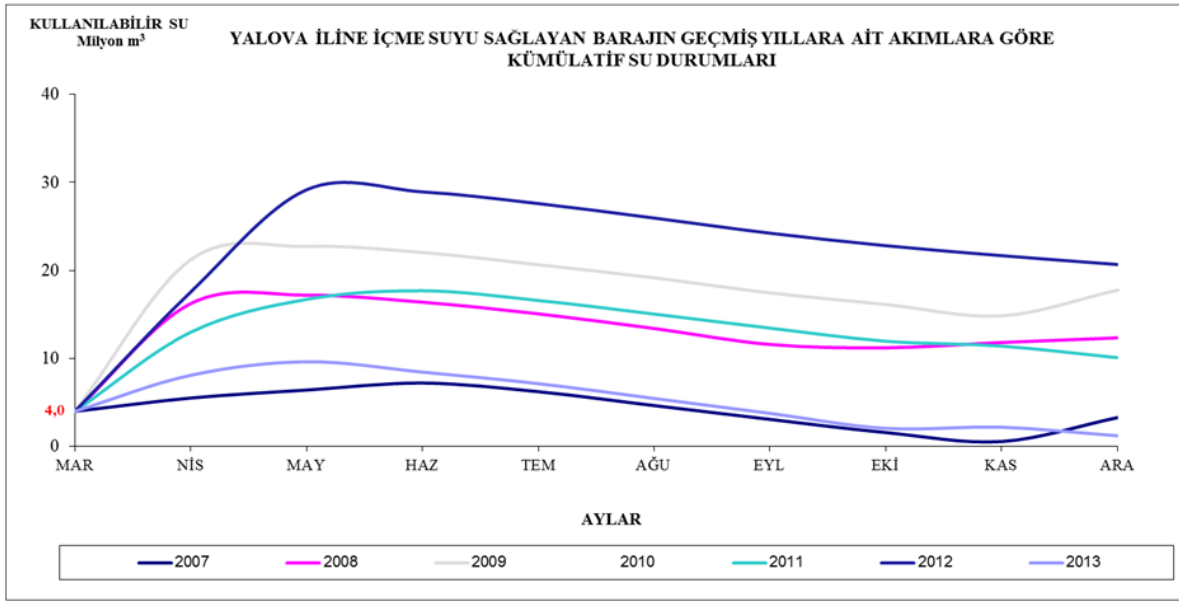
#### **YALOVA:**

Yalova ilinde muhtemel içmesuyu açığını gidermek amacıyla yeraltı suyu potansiyeli olan yerlerde kuyular açılacaktır.

Gökçe barajına Safran Dere'den (Kurtköy) su aktarılacaktır. Yalova şehrinde su sıkıntısı bulunmamaktadır.

2014 yılı Aktif Doluluk Oranı (%)	18,9
2013 yılı Aktif Doluluk Oranı (%)	78,7
YAS Kuyularından Günlük	0,017 milyon m <sup>3</sup>
Kurtköy deresinden Günlük	0,013 milyon m <sup>3</sup>
Günlük tüketim	0,080 milyon m <sup>3</sup>
<b>2007 yılı akımlarının gelmesi durumunda ;</b>	
Mevcut su	4,6 milyon m <sup>3</sup>
Gelebilecek su miktarı	22,9 milyon m <sup>3</sup>
Toplam Sarfiyat	24,2 milyon m <sup>3</sup>
Gelecek yıla devredilecek su	3,3 milyon m <sup>3</sup>

**Şekil 4.40** Yalova içme suyu depolama tesislerinin durumu.



**Şekil 4.41** Yalova barajlarının geçmiş yıllara ait akımlara göre kümülatif su durumları.

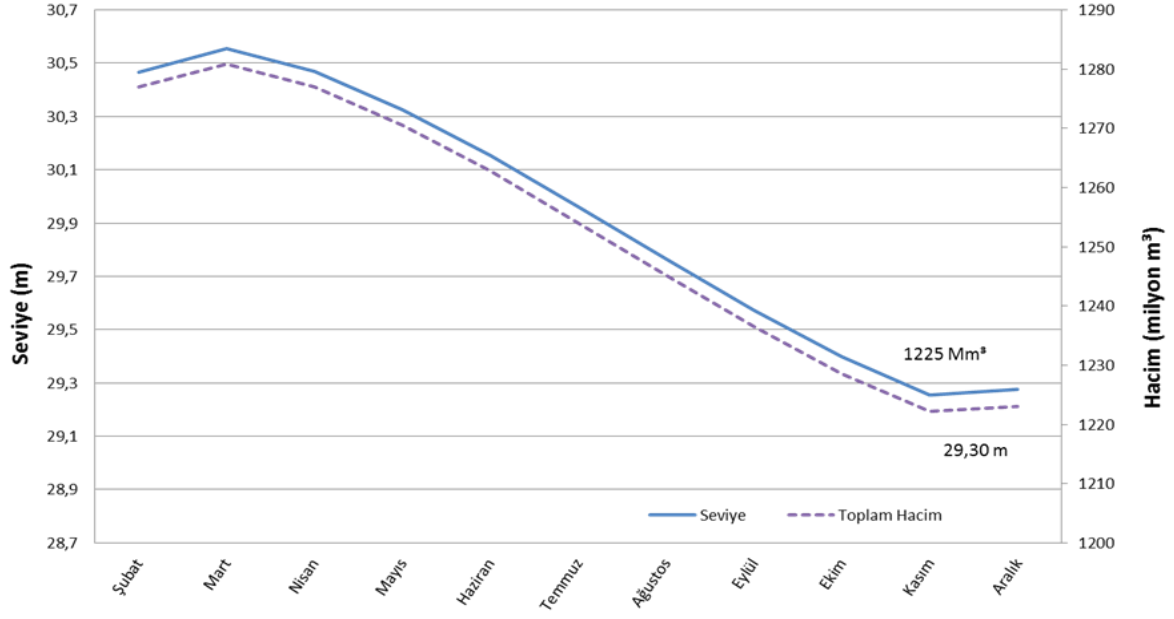
**Not:** Kümülatif su miktarları, barajlardaki mevcut kullanılabilir su miktarlarına geçmiş yıllardaki akımlar eklenerek ve 2014 yılında içme suyunda kullanılabilir su miktarları (2013 yılına benzer şekilde su tüketimi olacağı kabul edilerek) çıkarılarak hesaplanmıştır.

#### Sapanca Gölü 2013-2014 su yılı tahmini su bütçesi:

Sapanca Gölü'ne Giren Su: 2014 su yılı bütçesi hesaplanırken, göle giren akım miktarı, en kurak yıl olarak görünen 2013 su yılı değeri (79 Milyon m<sup>3</sup>) (6/7) oranında azaltılarak (68 Milyon m<sup>3</sup>) alınmıştır.

Kurum	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık T. Mm <sup>3</sup>
SAKARYA	5,32	4,80	5,32	5,14	5,32	5,14	5,32	5,32	5,14	5,32	5,14	5,32	62,60
KOCAELİ	3,31	3,00	3,31	3,21	3,31	3,21	3,31	3,31	3,21	3,31	3,20	3,31	39,00
SANAYİ	0,64	0,58	0,64	0,61	0,64	0,61	0,64	0,64	0,61	0,64	0,61	0,64	7,50
<b>TOPLAM</b>	<b>9,27</b>	<b>8,38</b>	<b>9,27</b>	<b>8,96</b>	<b>9,27</b>	<b>8,96</b>	<b>9,27</b>	<b>9,27</b>	<b>8,96</b>	<b>9,27</b>	<b>8,96</b>	<b>9,27</b>	<b>109,10</b>

**Şekil 4.42** Sapanca Gölü'nden çekilecek su miktarları.



Şekil 4.43 Sapanca Gölü 2013-2014 su yılı tahmini su bütçesi.

#### 4.10. Zirai sulama maksatlı barajlar

Değerlendirme kriterleri:

- 1- Rezervuar doluluk oranı 0-%40 ise KRİTİK faaliyet planı uygulanır.
- 2- Rezervuar doluluk oranı %41-%70 ise KISITLI faaliyet planı uygulanır.
- 3- Rezervuar doluluk oranı %70 ise YETERLİ faaliyet planı uygulanır.



						SENARYO (2007 Akımlarına Göre)		
HAVZA ADI	BÖLGE	BARAJ ADI	İL	Baraj Kapasitesi (milyon m <sup>3</sup> )	01.03.2014 Mevcut Hacim (milyon m <sup>3</sup> )	01.05.2014 Muhtemel Hacim (milyon m <sup>3</sup> )	DOLULUK ORANI (01.05.2014) (%)	DÜŞÜNCELER
Akarçay	18	SELEVİR	AFYON	56,0	18,4	22,8	32,2	KRİTİK
Antalya	18	ONAÇ II	BURDUR	25,7	4,2	6,0	13,5	KRİTİK
Antalya	18	YALVAÇ	ISPARTA	7,3	1,9	4,2	39,1	KRİTİK
Aras	8	DEMİRDÖVEN	ERZURUM	33,3	11,0	13,4	36,1	KRİTİK
Asi	6	TAHTAKÖPRÜ	HATAY	165,2	53,5	75,2	38,6	KRİTİK
Burdur Göller	18	BADEMLİ	BURDUR	6,5	0,8	0,8	11,6	KRİTİK
Fırat-Dicle	20	ÇAMGAZİ	ADİYAMAN	44,6	15,3	24,7	36,1	KRİTİK
Fırat-Dicle	10	DUMLUCA	MARDİN	19,8	6,9	6,9	29,5	KRİTİK
Gediz	2	GÖRDES	MANİSA	434,8	101,6	123,4	24,1	KRİTİK
Kızılırmak	23	KARAÇOMAK	KASTAMONU	20,8	6,2	8,6	32,8	KRİTİK
Kızılırmak	19	GAZİBEY	SİVAS	21,2	3,1	4,2	10,5	KRİTİK
Kızılırmak	12	AĞÇAŞAR	KAYSERİ	59,1	11,2	21,2	31,5	KRİTİK
Kızılırmak	12	KÜLTEPE	AKSARAY	22,0	10,6	10,8	34,4	KRİTİK
Kızılırmak	12	FEHİMLİ	YOZGAT	10,0	2,7	2,9	28,8	KRİTİK
Kızılırmak	12	KUZAYCA	YOZGAT	6,9	0,4	1,7	18,8	KRİTİK
Kızılırmak	7	SARAYÖZÜ	AMASYA	14,2	4,9	5,9	37,9	KRİTİK
Konya Kapalı	4	GÖDET	KARAMAN	153,9	20,7	21,3	6,9	KRİTİK
Konya Kapalı	4	MAMASIN	AKSARAY	149,6	39,2	42,4	25,0	KRİTİK
Konya Kapalı	4	İVRİZ	KONYA	73,6	31,0	22,3	20,8	KRİTİK
Konya Kapalı	4	AYRANCI	KARAMAN	30,2	2,4	7,6	22,9	KRİTİK
Konya Kapalı	4	DELİÇAY	KONYA	23,5	2,0	9,0	23,3	KRİTİK
Sakarya	3	ÇATÖREN	ESKİŞEHİR	38,0	10,2	14,1	26,5	KRİTİK
Sakarya	3	DARİDERE (DODURGA)	BİLECİK	17,4	6,6	7,2	30,7	KRİTİK
Susurluk	1	DEMİRTAŞ	BURSA	12,8	4,9	5,5	36,0	KRİTİK
Yeşilirmak	7	BELPINAR	TOKAT	27,3	3,5	8,3	23,0	KRİTİK
Yeşilirmak	7	BEDİRKALE	TOKAT	19,4	5,6	5,5	24,1	KRİTİK

**Şekil 4.44** Sulama maksatlı barajlar.

**Not:** Mayıs 2014 tarihindeki hacim değerleri, 01.05.2007 tarihindeki baraj hacimlerinden 01.03.2007 tarihindeki baraj hacimleri çıkarılarak elde edilen hacimlere 01.03.2014 tarihindeki baraj hacim değerleri eklenerek hesaplanmıştır. Nisan 2014 ayı başında yeniden değerlendirilecektir.

2007 su yılına ait akım değerleri dikkate alınarak yapılan çalışmada işletme halinde bulunan toplam 222 adet sulama maksatlı barajlardan 26 adedinde 01.05.2014 tarihi itibarıyla kritik durum muhtemeldir.

### **Kuraklıkta zirai sulamada alınacak tedbirler (DSİ):**

- Kritik durumda olan sulama barajlarının sulama tesislerinde işletme tedbirleri alınacaktır.
- Çok maksatlı barajlarda birinci öncelik içme suyuna, ikinci öncelik zirai sulamaya verilecek, kalanı ile enerji üretilecek şekilde işletme planları yapılacaktır.
- Zirai sulamada kuraklığın etkisini azaltmak amacıyla Bakanlığımızca “**1000 günde 1000 Gölet Projesi**” yürütülmektedir.

### **Kuraklığın şiddetine göre;**

- Sadece sabit tesis olan meyve bahçelerine su verilmesi,
- Münavebeli sulama yapılması,
- Kısıtlı sulama yapılması,
- İkinci ürünün ekilmemesi,
- Az su tüketen bitkilerin ekilmesi,
- Gece sulamaları teşvik edilerek uygulanması sağlanmaktadır.

### **Kuraklıkta zirai sulamada alınacak tedbirler (Risk ve Kriz Yönetimi Temelinde):**

#### 1- Kritik Durumda Alınacak Tedbirler:

a) Mülki İdare Amirleri, Yerel Yöneticiler, Sulama Teşkilat Yöneticilerinin katılımı ile mevcut suyun adil bir şekilde dağıtımı için bir komisyon kurulacaktır.

b) Gece sulaması yapılması sağlanacaktır.

c) Sabit tesislere (meyve bahçeleri) öncelik verilecektir.

#### 2- Kısıtlı Durumda Alınacak Tedbirler:

DSİ tarafından kısıtlı su dağıtım programı hazırlanarak mülki idari amir ve yerel yöneticilerce uygulanması sağlanacaktır.

#### 3- Yeterli Durumda Alınacak Tedbirler:

Sulama planlaması doğrultusunda su dağıtımı yapılarak suyun tasarruflu kullanımı sağlanacaktır

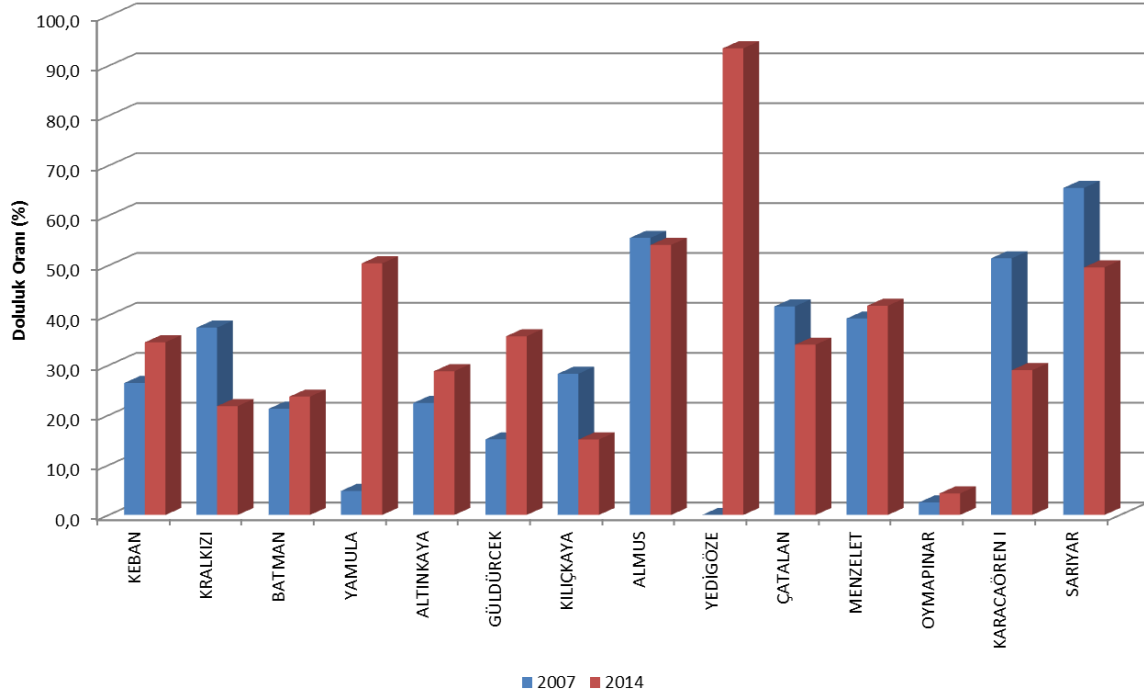
#### 4.11. Enerji maksatlı barajlar

HAVZA ADI	BARAJ ADI	AKTİF HACİM (milyon m <sup>3</sup> )		AKTİF DOLULUK (%)		ENERJİ ÜRETİMİ (milyon kWh)		
		2007	2014	2007	2014	ORTALAMA	2007	2013
FIRAT-DİCLE	KEBAN	3682,2	4724,76	26,4	34,6	6123	6123	5856
	KRALKIZI	637,0	370,35	37,5	21,8	63	122	159
	BATMAN	173,7	193,25	21,3	23,7	352	344	377
KIZILIRMAK	YAMULA	99,2	1045,82	4,8	50,4	385	176	476
	ALTINKAYA	648,5	834,33	22,4	28,8	1061	466	1030
	GÜLDÜRCEK	7,7	18,29	15,1	35,8	3	*	3
YEŞİLIRMAK	KILIÇKAYA	292,2	156,24	28,3	15,1	342	285	312
	ALMUS	474,7	462,47	55,5	54,1	98	63	70
SEYHAN	YEDİGÖZE	*	280,49	*	93,5	998	*	715
	ÇATALAN	300,8	245,59	41,8	34,1	493	226	474
CEYHAN	MENZELET	566,8	603,9	39,3	41,9	519	317	483
ANTALYA	OYMAPINAR	1,9	3,27	2,5	4,3	1166	855	1233
	KARACAÖREN I	423,9	238,87	51,4	29	100	86	112
SAKARYA	SARIYAR	617,4	406,37	65,5	49,6	375	180	277
BÜYÜK MENDERES	ADIGÜZEL	-27,3	479,15	-3,3	58,4	98	3	159
	KEMER	77,3	250,36	25,7	69,2	99	24	147
ÇORUH	BORÇKA	144,1	43,79	95,7	29	858	570	655
D.AKDENİZ	GEZENDE	18,4	10,85	28,1	16,6	356	98	666
	BERDAN	51,1	49,17	32,7	31,4	40	19	49
BATI AKDENİZ	ALAKIR	35,7	65,41	39,3	72	7	*	13
D.KARADENİZ	KÜRTÜN	29,2	25,54	46,5	40,8	158	142	148
B.KARADENİZ	HASANLAR	46,2	17,1	96,7	44,4	33	30	29
GEDİZ	DEMİRKÖPRÜ	144,8	396,31	18,9	51,8	121	55	159
MARMARA	YENİCE-GÖNEN	124,7	50,71	60,9	24,8	38	29	59
SUSURLUK	ÇAYGÖREN	40,5	50,53	30,5	38,6	13	3	18
ARAS	ÇILDIR	*	117,97	*	17,2	21	*	27
VAN GÖLÜ	ZERNEK	25,0	38,79	29,3	45,4	9	12	6
	KOÇKÖPRÜ	0,0	8,27	0,0	12,9	17	21	15
	SARİMEHMET	81,1	46,53	47,0	26,1	7	*	7

Şekil 4.45 Enerji maksatlı barajlar

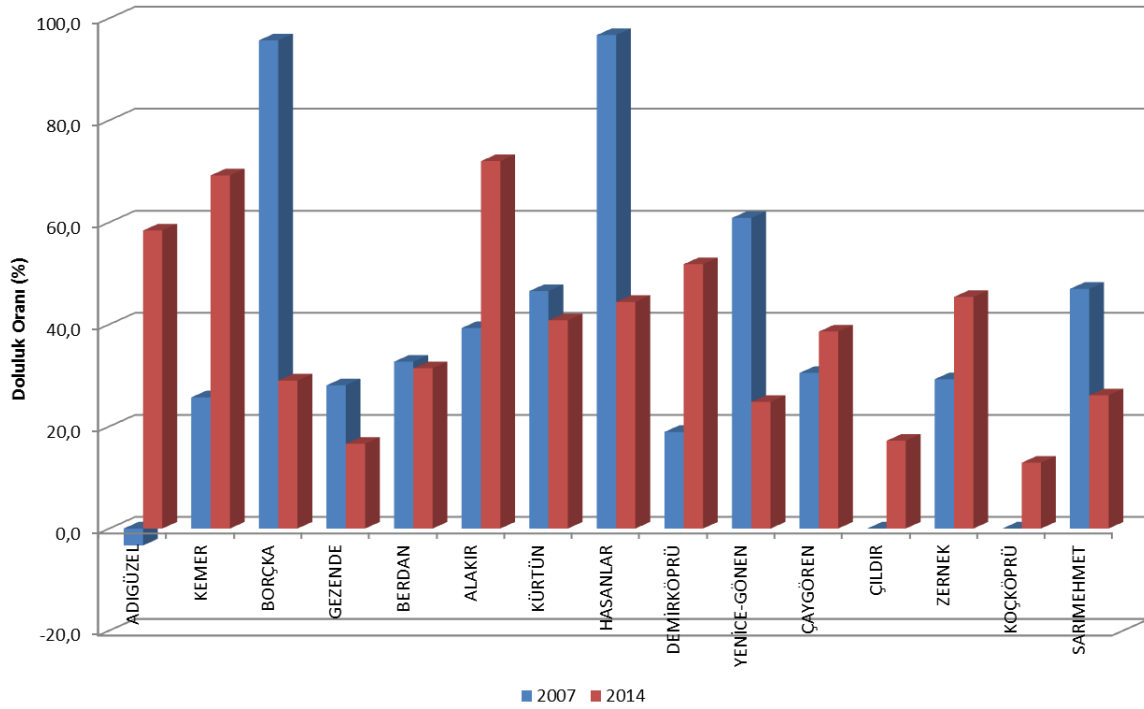
**Not:** 2007 yılında değerler mevcut değildir. Yeterli ilkbahar yağışları olmaması durumunda enerji üretimi 2007 yılı değerlerine yakın olacak şekilde üretim yapılacaktır.

01 Mart Tarihi İtibariyle Enerji Maksatlı Barajların Doluluk Oranları



Şekil 4.46 a) Depolama tesislerinin aktif doluluk oranı (Enerji maksatlı barajlar).

01 Mart Tarihi İtibariyle Enerji Maksatlı Barajların Doluluk Oranları



Şekil 4.47 b) Depolama tesislerinin aktif doluluk oranı (Enerji maksatlı barajlar).

- Çok maksatlı barajlarda, öncelikle içme suyu karşılanacaktır.

- Sulama suyu ise değerlendirme kriterlerine göre karşılanacak olup, kalan su miktarı bir sonraki yılın ihtiyaçları da dikkate alınarak enerji üretiminde kullanılacak şekilde işletme programları yapılacaktır.
- İlkbahar yağışlarının yeterli olmaması durumunda enerji üretiminin 2007 yılı değerlerine yakın olacak şekilde üretim planlanması yapılacaktır.

2006-2007 ile 2013-2014 yıllarının 1 Ekim – 03 Mart döneminde alınan yağışlar kıyaslandığında, bu yılın Türkiye geneli yağışlarının % 34,6 daha az olduğu görülmektedir.

Avrupa Orta Vadeli Hava Tahminleri Merkezi'nin sonuçları ile bu veriler birlikte değerlendirildiğinde 2014 yılında beklenen meteorolojik kuraklığın 2007 yılı civarında olacağı tahmin edilmektedir.

2006-2007 ile 2013-2014 yıllarının 1 Ekim – 03 Mart döneminde alınan yağışlar kıyaslandığında Türkiye ortalamasında % 34,6 yağış azalmasına rağmen inşa edilerek işletmeye alınan ilave depolama tesislerinin dâhil edilmesi ile depolama tesislerinin toplam doluluk oranı %31,5 daha yüksek seviyeye ulaşmıştır.

2007 yılı Mart ayında 244 adet depolama tesisinde 134 milyar m<sup>3</sup> su mevcut iken 2014 yılı Mart ayında 303 adet depolama tesisinde 150,5 milyar m<sup>3</sup> su bulunmaktadır.

01 Mart tarihi itibarıyla barajlardaki doluluk oranları;

İçme suyu maksatlı barajlarda 2007 yılında % 48,6 iken 2014 yılında % 55,2

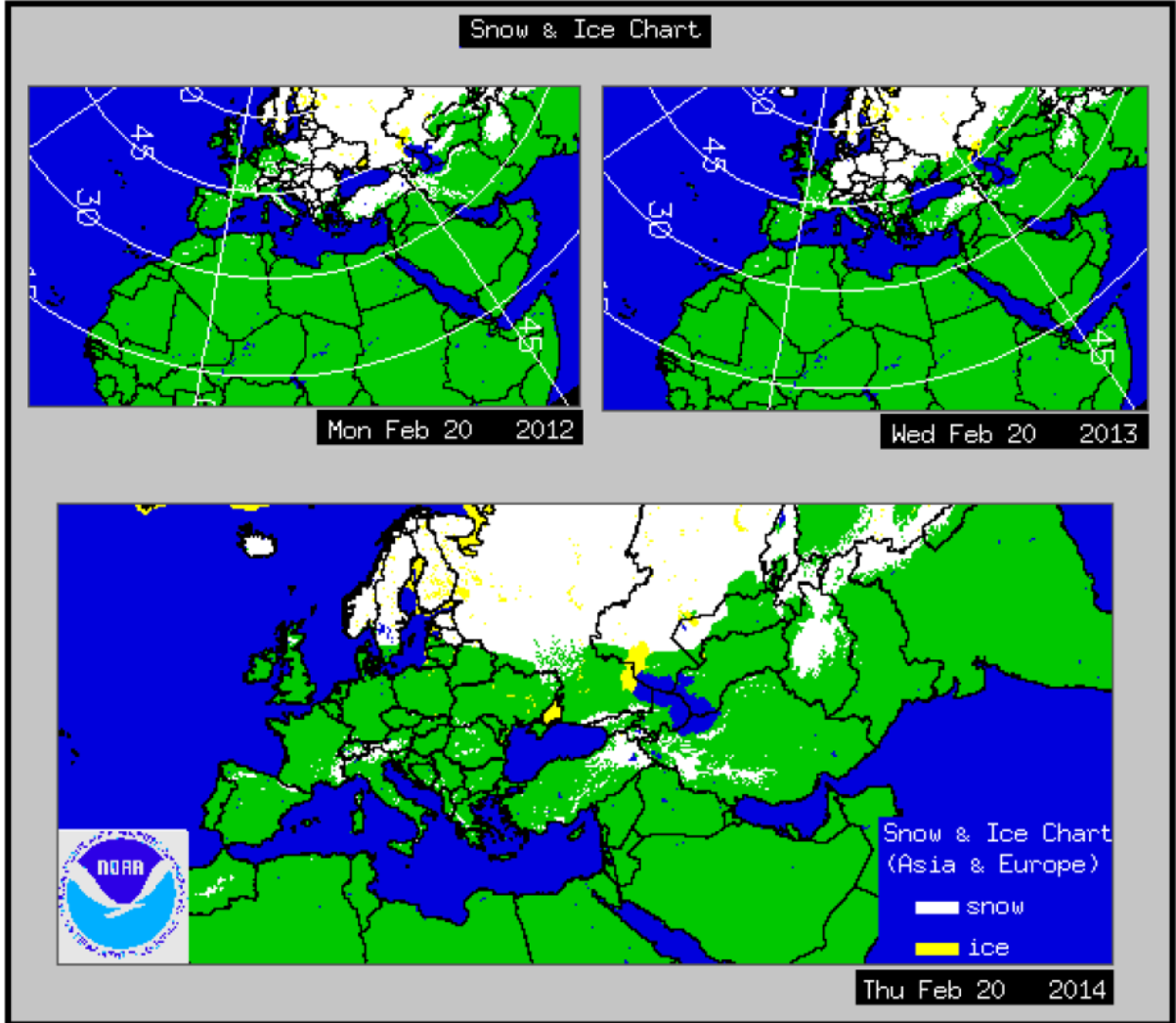
Sulama maksatlı barajlarda 2007 yılında % 36,5 iken 2014 yılında % 47,5

Enerji maksatlı barajlarda 2007 yılında % 38,4 iken 2014 yılında % 45,2'dir.

Barajlarda bulunan su miktarları dikkate alındığında alınan önlemlerle 2014 yılında ciddi bir su sıkıntısının yaşanmayacağı düşünülmektedir.

#### 4.12. Türkiye'nin Kar Durumu

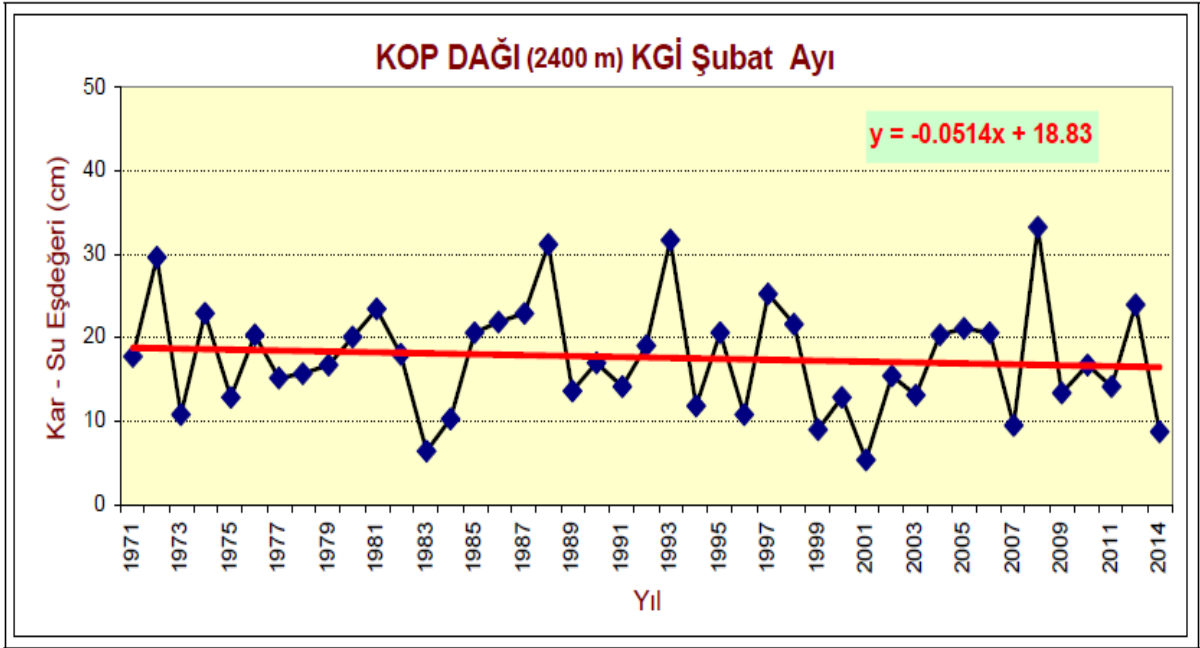
NOAA'nın 20 Şubat tarihli son üç yılın kar örtüsü haritaları aşağıda verilmektedir. Haritalar incelendiğinde ülkemizde karla kaplı alanların 2012 yılına göre oldukça az olduğu, kar örtüsünün Doğu Anadolu Bölgesinin yüksek kesimlerinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.48). Bu durumda özellikle kar yağışından beslenen havzalarda akarsu akımlarının olumsuz olarak etkilenebileceği öngörülebilir.



Şekil 4.48 20 Şubat 2012, 2013 ve 2014 tarihli kar haritası, NOAA.

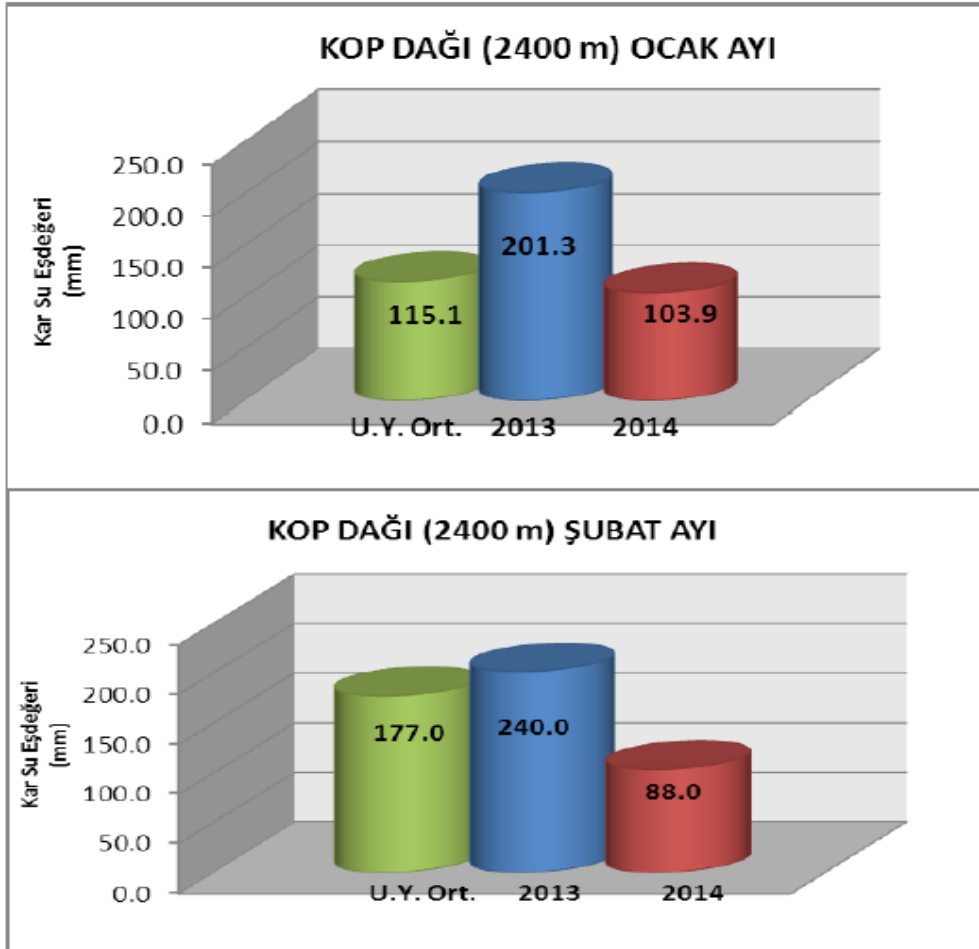
Havzalardaki mevcut su potansiyelinin bilinmesi açısından hidrometeorolojik ölçüm ve gözlemler önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizde bu amaçla akım gözlemleri 1935, kar gözlemleri ise 1966 yılından itibaren yapılmaktadır. Ülke genelinde hidrometrik ölçme ve değerlendirme yapmak amacıyla, koordinasyon ve denetimi Kuruluşumuz tarafından yapılan, yaklaşık 1485 adet akım gözlem, 124 adet göl gözlem, 244 adet kar gözlem ve 174 adet meteoroloji gözlem istasyonu çalıştırılmaktadır.

Ülkemizde mevcut kar potansiyeline örnek oluşturulması amacıyla Fırat (Karasu Kolu) Havzasında 2400 m kotunda bulunan Mülga EİEİ'den devredilen E21K010 nolu Kop Dağı Kar Gözlem İstasyonuna ait 1971-2014 yılları Şubat ayı kar-su eşdeğeri verileri aşağıda verilmiştir (Şekil 4.49). 2014 yılı Şubat ayı kar-su eşdeğeri verisi bu periyot içinde gözlenen en düşük 3. Değer olmuştur.



Şekil 4.49 Kop Dağı Kar Gözlem İstasyonu Şubat Ayı Kar-Su Eşdeğeri.

İstasyonun Ocak ve Şubat aylarına ait değerleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir (Şekil 4.50). Yapılan değerlendirmelerine göre; 2014 yılı Ocak ayı kar-su eşdeğeri 103,9 mm olup uzun yıllar ortalaması olan 115,1 mm'ye göre %9,7, 2013 yılı değeri olan 201,3 mm'ye göre de %48,4 oranında daha düşük olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.51).



Şekil 4.50 Kop Dağı Kar Gözlem İstasyonu Ocak ve Şubat Ayı Kar-Su Eşdeğeri.

2014 yılı Şubat ayı kar-su eşdeğeri ise 88,0 mm olup uzun yıllar ortalaması olan 177,0 mm'ye göre %50,3, 2013 yılı değeri olan 240,0 mm'ye göre de %63,3 oranında daha düşük olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4.51).

<b>KAR-SU EŞDEĞERİ DEĞİŞİMİ</b>			
<b>KOP DAĞI (2400 m)</b>	<b>YIL</b>	<b>OCAK</b>	<b>ŞUBAT</b>
		<b>Kar Su Eşdeğeri (mm)</b>	<b>Kar Su Eşdeğeri (mm)</b>
	Uzun Yıllar Ort. (1971-2014)	115.1	177.0
	2013	201.3	240.0
	2014	103.9	88.0
	Bir önceki yıla göre aylık değişim (%)	-48.4	-63.3
	Uzun yıllara göre aylık değişim (%)	-9.7	-50.3

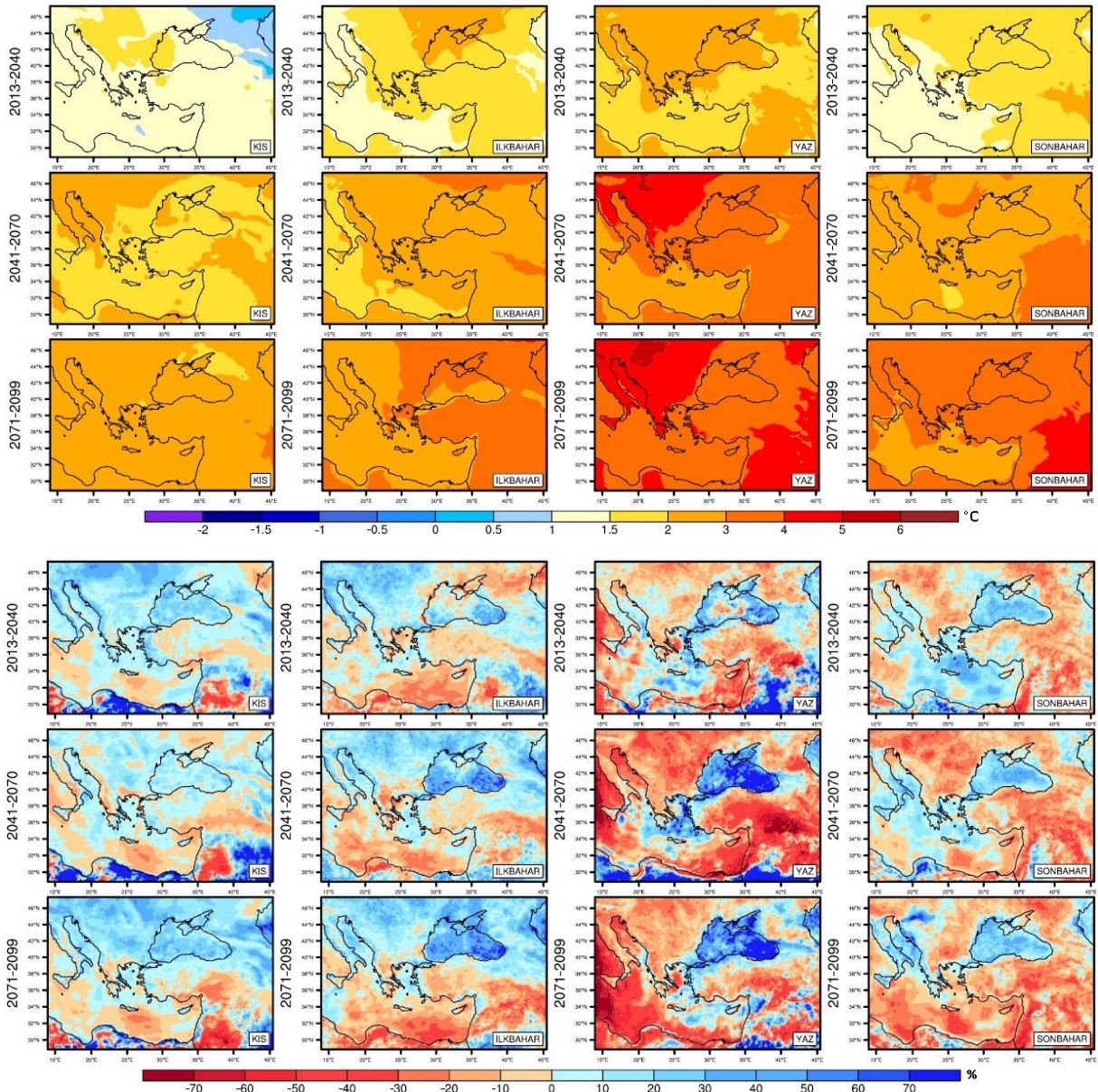
Şekil 4.51 Kop Dağı Kar Gözlem İstasyonu Ocak ve Şubat Ayı Kar-Su Eşdeğeri.



## 5. YENİ SENARYOLARLA SICAKLIK VE YAĞIŞ PROJeksiYONLARI

MGM Klimatoloji Şube Müdürlüğü, CMIP5 (Birleştirilmiş Model Projesi Faz:5) projesi kapsamında kullanılan küresel modellerden HadGEM (İngiltere Meteoroloji Servisi'ne "Met Office" bağlı Hadley Center tarafından geliştirilen küresel iklim modeli) küresel model çıktılarını olan RCP (Temsili Konsantrasyon Rotası)'leri, RegCM4 (Bölgesel İklim Modeli-4) bölgesel iklim modelini ve ölçek küçültme yöntemini kullanarak, bölgesel iklim projeksiyonlarını üretmiştir. Referans periyot olarak 1971-2000 dönemi seçilmiştir. Projeksiyonların periyodu ise 2013-2099 dönemi seçilerek model çıktıları üretilmiştir.

### 5.1. RCP4.5 Senaryosuna Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları



Şekil 5.1 RCP4.5'e Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları.

### **2013-2040 periyodu**

- Isınmanın genel olarak 2°C ile sınırlı olacağı, yaz mevsiminde Marmara ve Batı Karadeniz Bölgelerinde bu ısınmanın 2-3°C artacağı,
- Yağışlarda ise, kış aylarında Kıyı Ege, Doğu Karadeniz ve Doğu Anadolu'da bir artış beklenirken, ilkbaharda yurdun önemli bir kısmında yağışların %20 azalacağı öngörülmektedir.

### **2041-2070 periyodu**

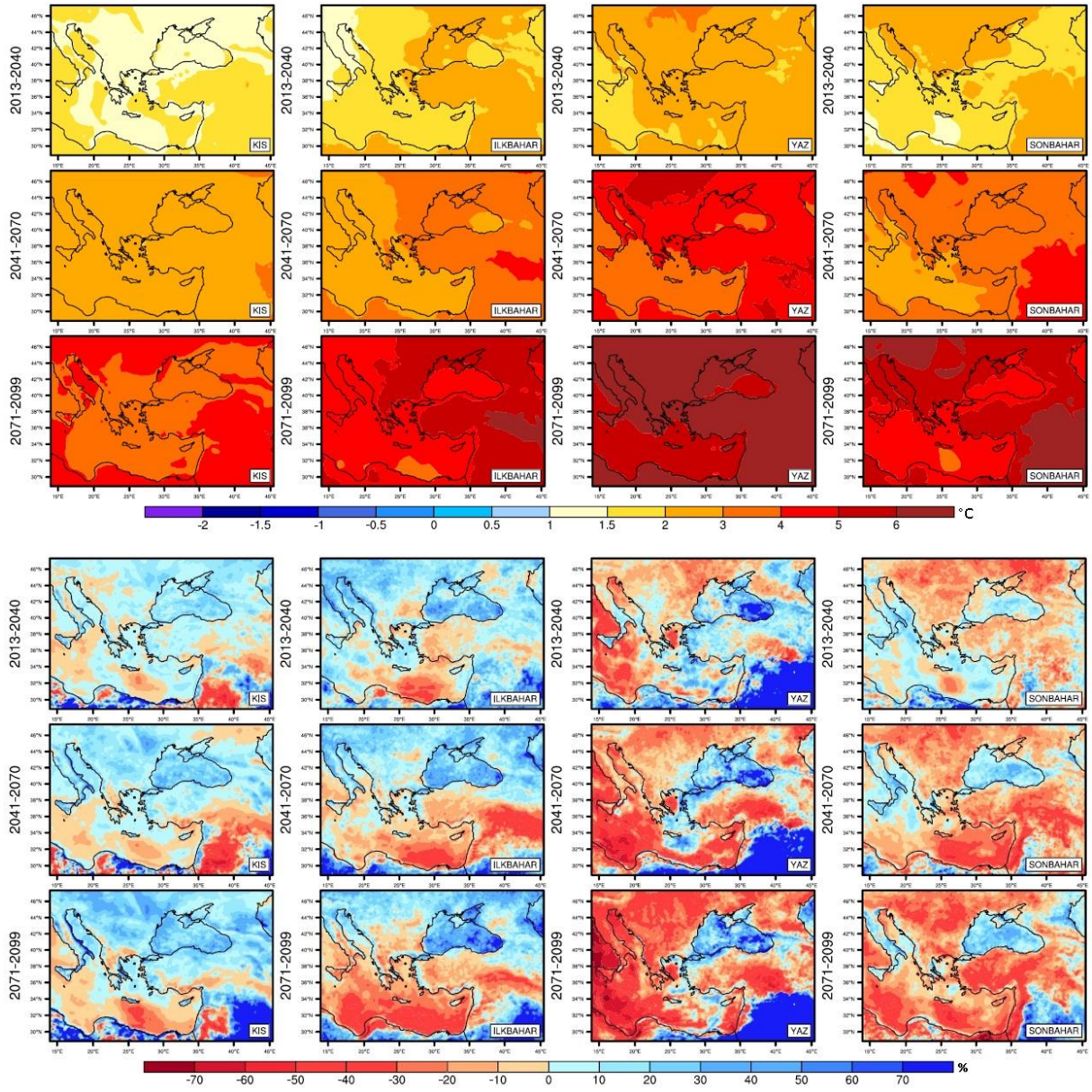
- İlkbahar ve sonbaharda sıcaklık artışı 2-3°C civarında beklenirken, yaz aylarında 4°C ye kadar artacağı,
- Doğu ve Güneydoğu Anadolu ile Orta ve Doğu Akdeniz Bölgelerinde kış yağışlarında %20'ler civarında azalışlar olacağı,
- Yaz yağışlarının önemli olduğu Doğu Anadolu'da %30 civarında azalışlar olacağı, Sonbahar yağışlarında ise Kıyı Ege ve İç Anadolu'nun küçük bir bölümü hariç azalmalar olacağı öngörülmektedir.

### **2071-2099 periyodu**

- Kış sıcaklıklarında 2°C'lik, ilkbahar ve sonbahar sıcaklıklarında 3°C'lik artışlar beklenirken, yaz sıcaklıklarında Kıyı Ege ve Güney Doğu Anadolu'da 4°C'yi aşan sıcaklık artışları olacağı,
- İlkbahar yağışlarında Kıyı Ege, Orta Karadeniz ve Kuzey Doğu Anadolu Bölgeleri hariç yağışlarda %20 civarında azalmalar olacağı,
- Kış yağışlarında özellikle kıyı şeridinde %10 civarında artışlar olacağı,
- Ege, Marmara ve Karadeniz kıyıları hariç yaz yağışlarında %40'lara varan azalmalar;
- Sonbahar yağışlarında ise bütün yurttan azalmalar olacağı öngörülmektedir.



## 5.2. RCP8.5 Senaryosuna Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları



Şekil 5.2 RCP8.5'e Göre Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları.

### 2013-2040 periyodu

- Özellikle ilkbahar ve yaz mevsimlerinde ısınmanın 3°C civarında olacağı,
- Sonbahar yağışlarında yurt genelinde, ilkbaharda ise Mersin-Ordu hattının batısında azalışlar,
- Yaz yağışlarında ise, Batı Akdeniz hariç tüm kıyı bölgelerimizde %40'lara varan artışlar olacağı ön görülmektedir.

### **2041-2070 periyodu**

- Kış aylarında 2-3°C, sonbahar ve ilkbahar aylarında 3-4°C'yi bulan sıcaklık artışlarının yaz aylarında 5°C'yi bulacağı,
- Kış yağışlarında, Kıyı Akdeniz, Güney Doğu Anadolu ve Doğu Anadolu'nun güneyi hariç artışlar olacağı,
- İlkbahar yağışlarında, Kıyı Ege ve Kuzey-Doğu Anadolu hariç tüm yurttan %20 civarında azalmalar olacağı,
- Ege, Marmara, Batı ve Doğu Karadeniz hariç, tüm yurttan, özellikle de Doğu Anadolu'da yaz yağışlarında %50 civarında azalmalar olacağı,
- Sonbaharda ise tüm yurttan yağışların azalacağı ön görülmektedir.

### **2071-2099 periyodu**

- Özellikle yaz sıcaklıklarında 6°C'yi aşan sıcaklık artışları göze çarpmaktadır. Bununla beraber, ilkbahar ve sonbahar aylarında özellikle Güney Doğu Anadolu'da sıcaklık artışlarının 6°C'yi bulacağı, kış aylarında ise Trabzon-Mersin hattının batısında 3-4°C, bu hattın doğusunda ise 4-5°C artışların olacağı,
- Kış yağışlarında Orta ve Doğu Akdeniz ile Güney Doğu Anadolu bölgelerinde azalışlar, diğer bölgelerde ise, özellikle Orta ve Doğu Karadeniz kıyılarında, artışlar olacağı,
- İlkbahar yağışlarında Kıyı Ege, Orta Karadeniz'in batı kesimi ve Doğu Karadeniz hariç, diğer bölgelerimizde %20'ler civarında azalışlar, sonbaharda Marmara kıyıları hariç tüm yurttan %40'lara yer yer de %50'lere varan azalışlar olacağı,
- Yaz yağışlarında ise Marmara ve Batı Karadeniz'de artışlar beklenirken, özellikle Akdeniz ve Doğu Anadolu'da yağışların azalacağı ön görülmektedir.

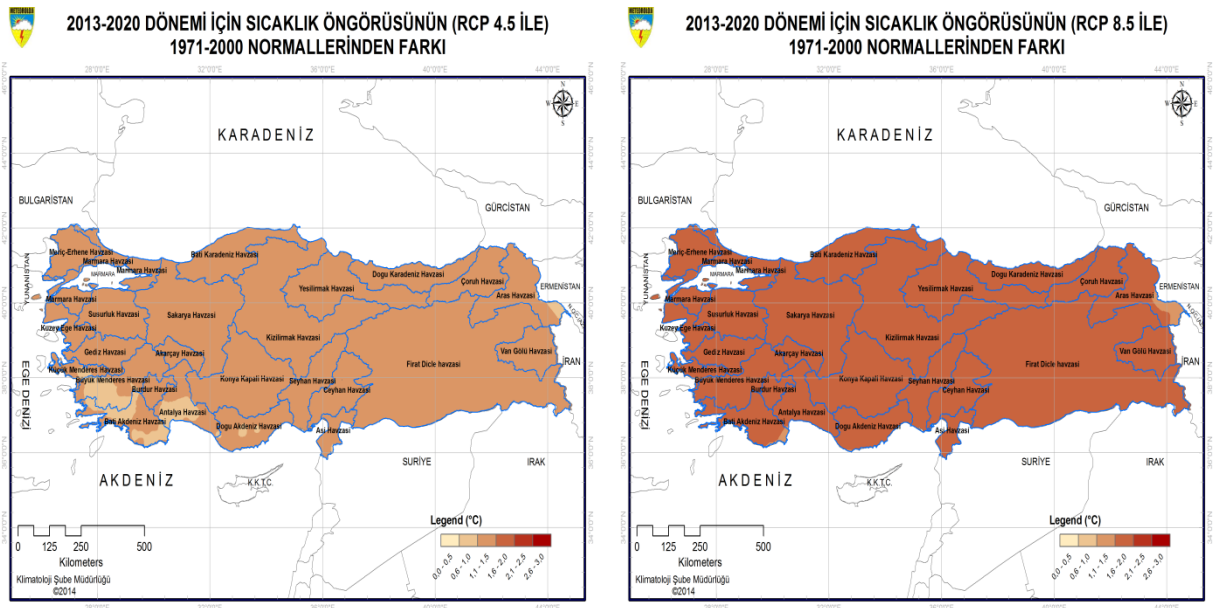
### 5.3. Havzaların 2050 Yılına Kadar Sıcaklık Ve Yağış Eğilimleri

RCP4.5 ve RCP8.5 senaryoları ile elde edilen sıcaklık ve yağış verilerinden hazırlanan 1971-2000 normalleri ile 2013-2020, 2021-2030, 2031-2040 ve 2041-2050 dönemlerine ait ortalama sıcaklık ile ortalama toplam yağış setleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak analiz edilmiş, normalleri ile ilişkisi belirlenmiş ve havzalar üzerinde alansal dağılımları elde edilmiştir.

#### 5.3.1. Havzaların RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna Göre Sıcaklık Öngörülerinin Normalleri ile İlişkisi

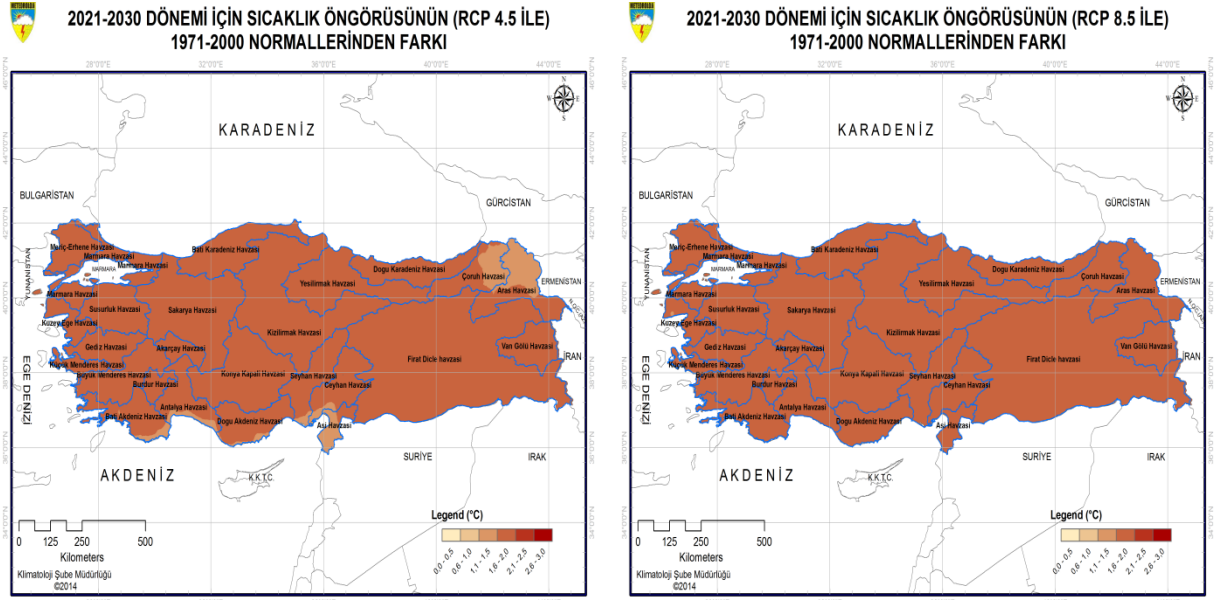
2013-2020, 2021-2030, 2031-2040 ve 2041-2050 dönemlerine ait dokuzar yıllık ortalama sıcaklık ile 1971-2000 normallerine ait ortalama sıcaklık veri setleri karşılaştırılmıştır.

Her iki senaryo ile elde edilen sıcaklık öngörülerinde de 2013-2020 ortalama sıcaklıkları 1971-2000 normallerinin üzerinde beklenmektedir. Bu artışın, RCP4.5 senaryosuna göre Büyük Menderes, Batı Akdeniz ve Antalya havzasının bazı kesimlerinde 0,6-1,0°C diğer havzalarda 1,1-1,5°C olması öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise havzalarda 2,1-2,5°C artış olması öngörülmektedir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 2013-2020 ortalama sıcaklıklarının 1971-2000 normalleri ile karşılaştırılması.

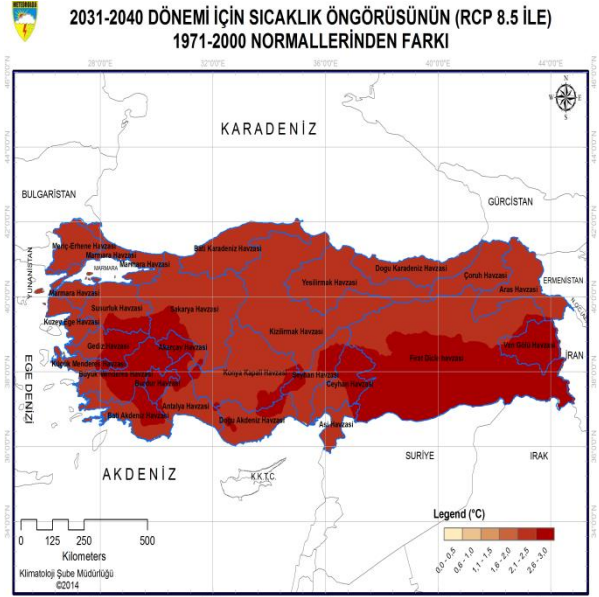
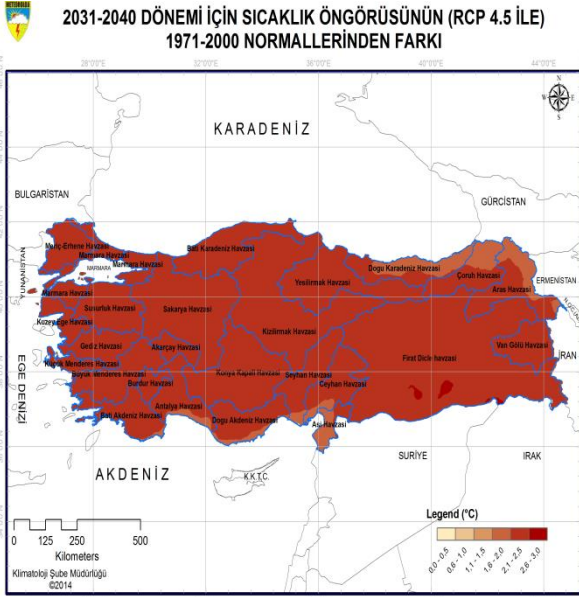
Her iki senaryo ile elde edilen sıcaklık öngörülerinde de 2021-2030 ortalama sıcaklıkları 1971-2000 normallerinin üzerinde beklenmektedir. Bu artış, RCP4.5 senaryosuna göre Batı Akdeniz, Antalya, Asi, Çoruh ve Aras havzasının bazı kesimlerinde 1,1-1,5°C, diğer havzalarda 1,6-2,0°C olması öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise havzalarda 2,1-2,5°C artış olması öngörülmektedir (Şekil 5.4).



**Şekil 5.4** 2021-2030 ortalama sıcaklıklarının 1971-2000 normalleri ile karşılaştırılması.

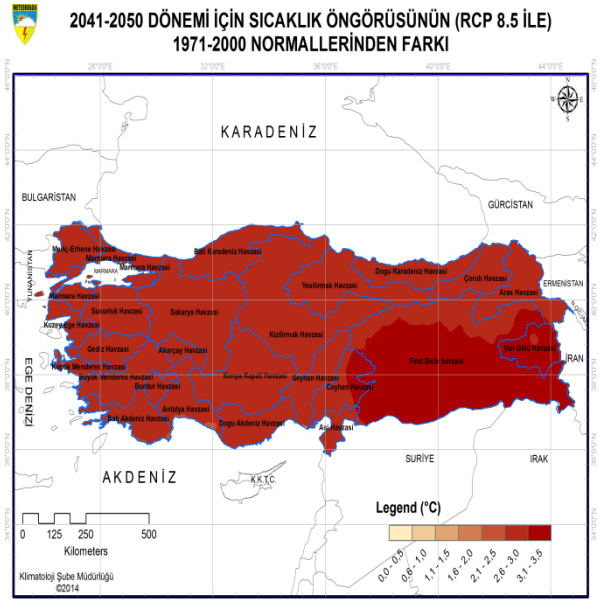
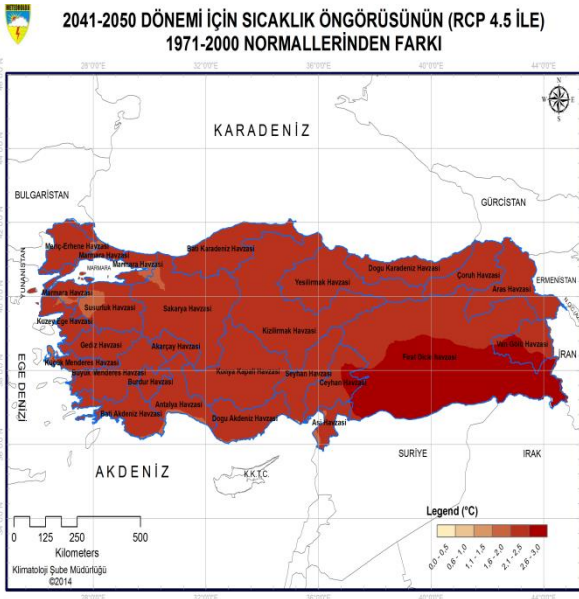
Her iki senaryo ile elde edilen sıcaklık öngörülerinde de 2031-2040 ortalama sıcaklıkları 1971-2000 normallerinin üzerinde beklenmektedir. Bu artışın, RCP4.5 senaryosuna göre Antalya, Asi, Doğu Karadeniz, Çoruh ve Aras havzasının bazı kesimlerinde 1,6-2,0°C, diğer havzalarda ise 2,1-2,5°C olması öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise genel olarak kuzey ve iç havzalarda 2,1-2,5°C, Akarçay, Burdur, Batı Akdeniz, Büyük-Küçük Menderes, Gediz, Susurluk, Sakarya, Konya, Seyhan, Ceyhan havzalarının bazı kesimlerinde, Dicle-Fırat havzasının büyük kesiminde ve Van Gölü havzasının tamamında 2,6-3,0°C artış olması öngörülmektedir (Şekil 5.5).





**Şekil 5.5** 2031-2040 ortalama sıcaklıklarının 1971-2000 normalleri ile karşılaştırılması.

Her iki senaryo ile elde edilen sıcaklık öngörülerinde de 2041-2050 ortalama sıcaklıkları 1971-2000 normallerinin üzerinde beklenmektedir. Bu artış, RCP4.5 senaryosuna göre Marmara ve Susurluk havzasında 1,6-2,0°C, Ceyhan - Van Gölü havzasının bir kısmı ile Dicle-Fırat havzasının tamamında 2,6-3,0°C diğer havzalarda 2,1-2,5°C olması öngörülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre ise genel olarak bütün havzalarda 2,5-3,0°C ile Dicle-Fırat havzasının büyük kesiminde ve Van Gölü havzasının tamamında 3,0-3,5°C artış olması öngörülmektedir (Şekil 5.6).

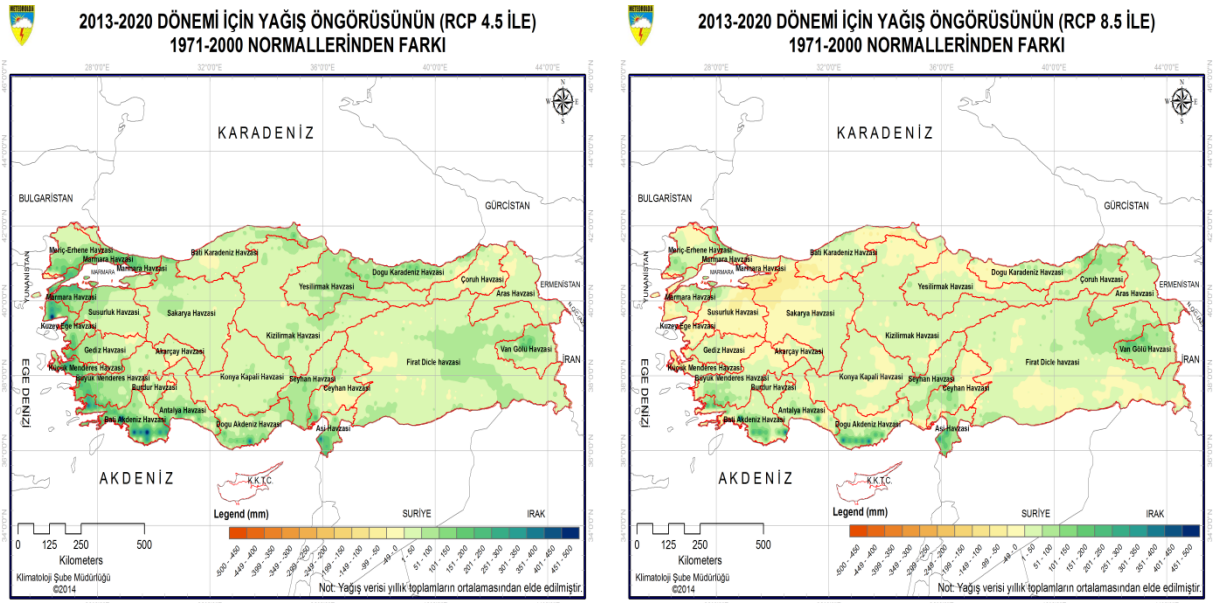


**Şekil 5.6** 2041-2050 ortalama sıcaklıklarının 1971-2000 normalleri ile karşılaştırılması.

### 5.3.2. Havzaların RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna Göre Yağış Öngörülerinin Normalleri ile İlişkisi

2013-2020, 2021-2030, 2031-2040 ve 2041-2050 dönemlerine ait dokuzar yıllık ortalama toplam yağış veri setleri ile 1971-2000 normallerine ait ortalama toplam yağış veri setleri karşılaştırılmıştır.

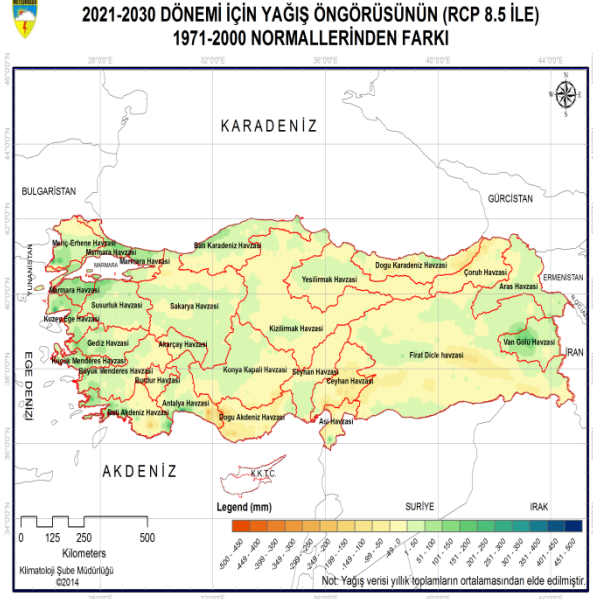
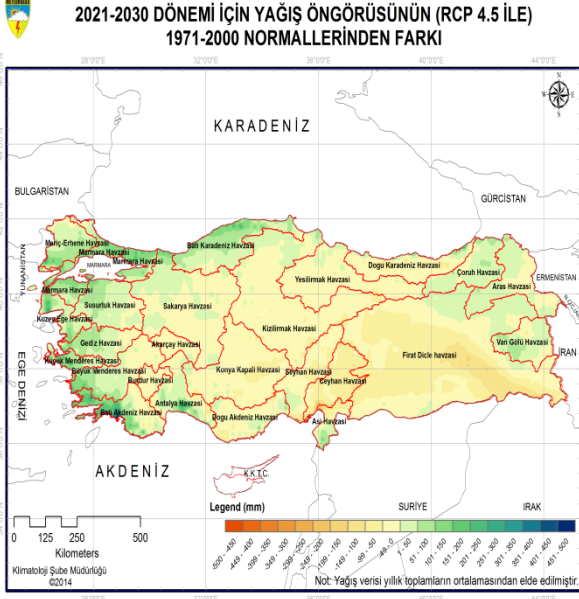
RCP4.5 senaryosuna göre elde edilen yağış öngörülerinde 2013-2020 ortalama toplam yağışları genel olarak 1971-2000 normallerinin 50-100mm üzerinde olacağı beklenmektedir. Bununla birlikte bazı havzalarda kısmî olarak 100mm'ye varan düşüşler ve Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinin özellikle yüksek kesimlerinde 300mm'ye varan artışlar görülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre elde edilen yağış öngörülerinde 2013-2020 ortalama toplam yağışları genel olarak 1971-2000 normallerinin 50-100mm üzerinde beklenmektedir. Bununla birlikte bazı havzalarda kısmî olarak düşüşler; özellikle Susurluk, Sakarya, Gediz, Akarçay ve Batı-Doğu Karadeniz havzası arasında 100-150mm'ye varan düşüşler ve Akdeniz bölgelerinin özellikle yüksek kesimlerinde 300mm'ye varan artışlar görülmektedir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7 2013-2020 ortalama toplam yağışlarının 1971-2000 normalleri ile karşılaştırılması.

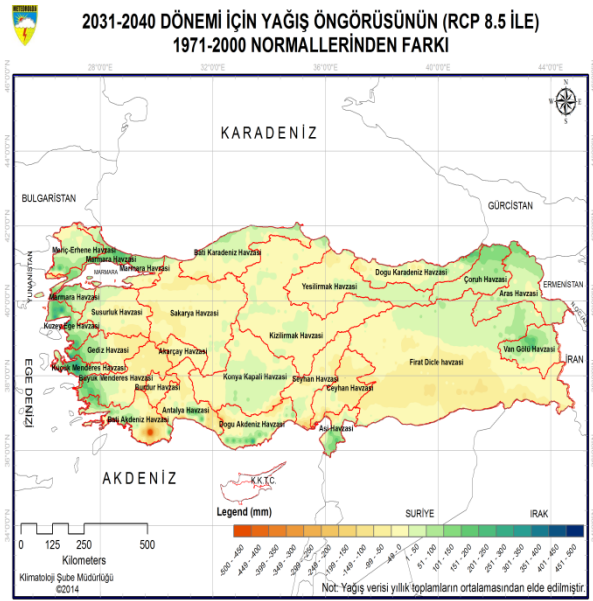
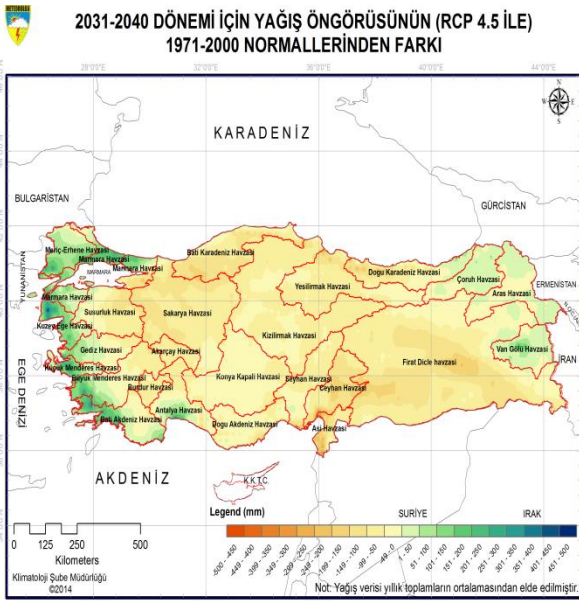
RCP4.5 senaryosuna göre elde edilen yağış öngörülerinde 2021-2030 ortalama toplam yağışları genel olarak 1971-2000 normallerinin 50-150mm altında ve Türkiye'nin batı ve kuzeydoğusundaki havzalarda 100-200mm üzerinde olacağı beklenmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre elde edilen yağış öngörülerinde ise aynı desen görülmekle birlikte normallerin üzerindeki yağış beklentisi alansal olarak daha fazladır (Şekil 5.8).





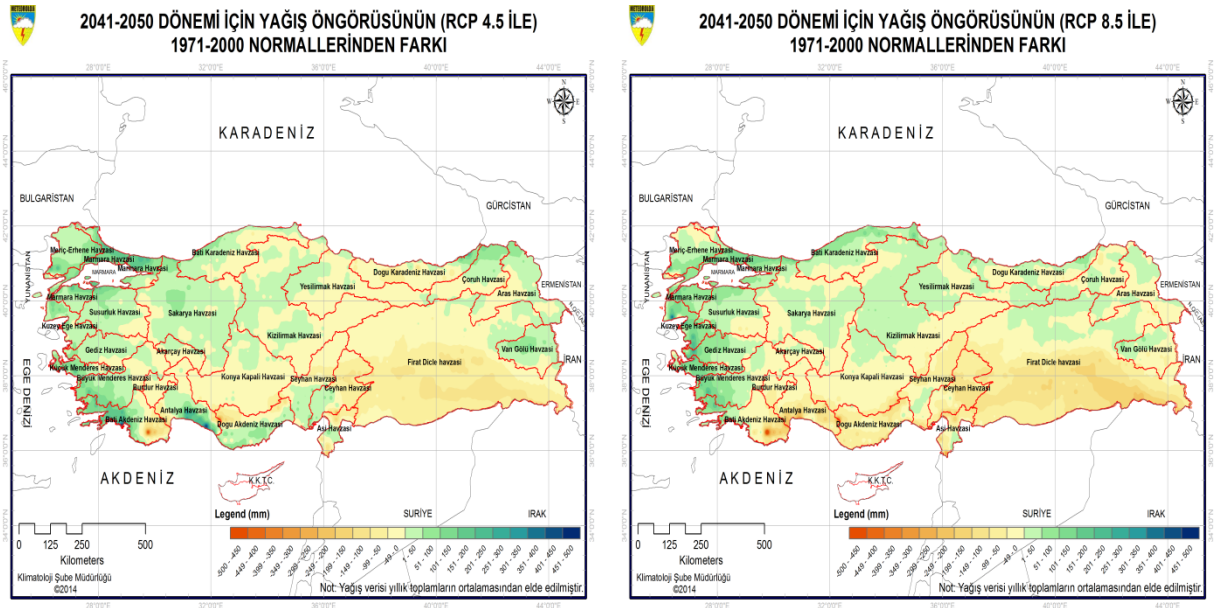
**Şekil 5.8** 2021-2030 ortalama toplam yağışlarının 1971-2000 normalleri ile karşılaştırılması.

RCP4.5 senaryosuna göre elde edilen yağış öngörülerinde 2031-2040 ortalama toplam yağışları genel olarak 1971-2000 normallerinin 100-200mm altında olacağı beklenmektedir. Bununla birlikte Çoruh, Aras ile Van Gölü havzasında 50-150mm ve Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinin özellikle kıyı kesimlerinde 300mm'ye varan artışlar görülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre elde edilen yağış öngörülerinde ise aynı desen görülmekle birlikte normallerin üzerindeki yağış beklentisi alansal olarak daha fazladır. Bununla birlikte Batı Karadeniz, Kızılırmak, Konya ve Doğu Akdeniz havzalarında 50-150mm'ye varan artışlar gözükmemektedir (Şekil 5.9).



**Şekil 5.9** 2031-2040 ortalama toplam yağışlarının 1971-2000 normalleri ile karşılaştırılması.

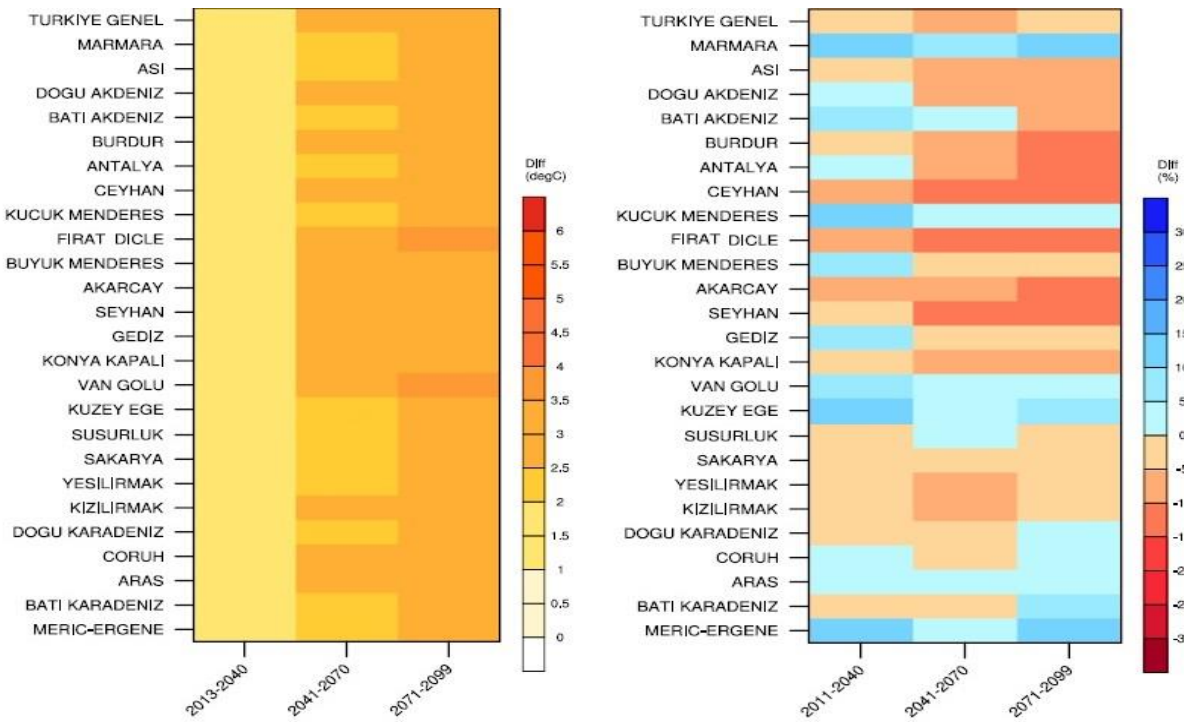
RCP4.5 senaryosuna göre elde edilen yağış öngörülerinde 2041-2050 ortalama toplam yağışları genel olarak 1971-2000 normallerinin 50-150mm üzerinde olacağı beklenmektedir. Bununla birlikte Akarçay, Burdur, Konya K. güneyi, Kızılırmak- Yeşilirmak doğusu, Seyhan-Ceyhan kuzeyi ile Fırat-Dicle havzasında 50-150mm'ye varan azalışlar görülmektedir. RCP8.5 senaryosuna göre elde edilen yağış öngörülerinde ise Akdeniz – Güneydoğu Anadolu ekseninde 50-250mm'ye varan azalışlar geri kalan bölgelerde 50-100mm'ye ve özellikle Ege kıyılarında 100-250mm'ye varan artışlar gözükmemektedir (Şekil 5.10).



Şekil 5.10 2041-2050 ortalama toplam yağışlarının 1971-2000 normalleri ile karşılaştırılması.

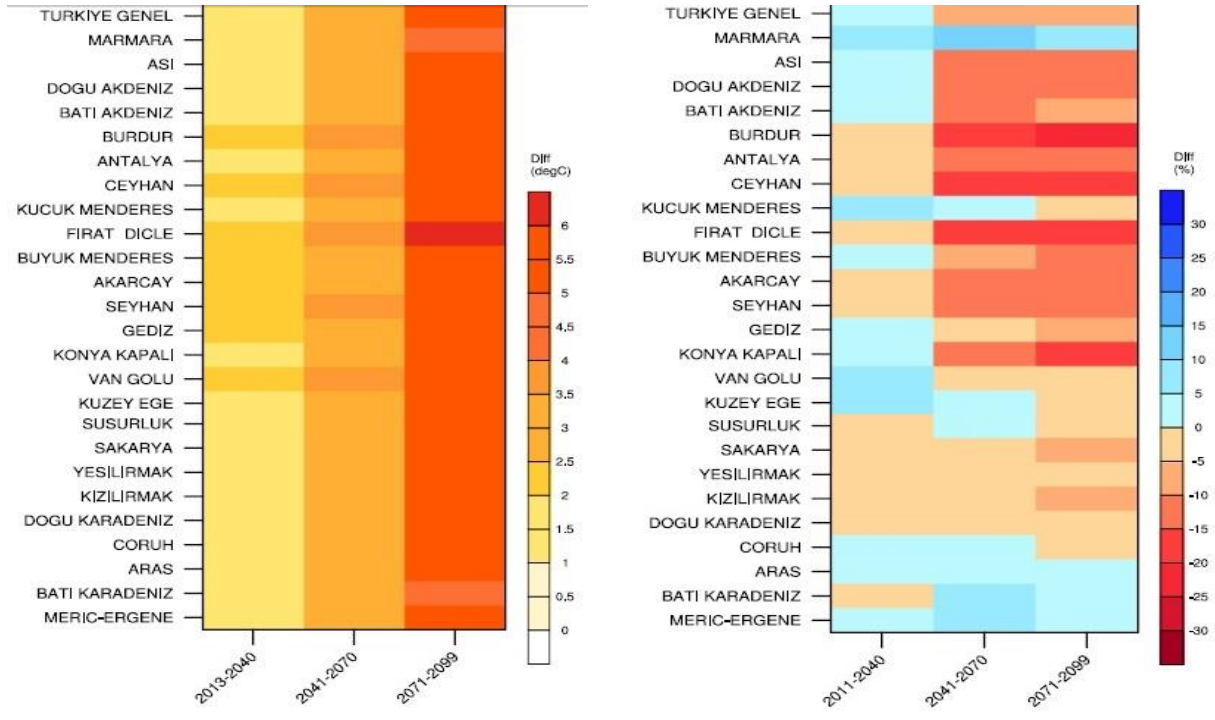
## 5.4. Havzaların RCP4.5 ve RCP8.5 Senaryosuna Göre Sıcaklık ve Yağış Öngörülleri Özeti

RCP4.5 senaryosuna göre sıcaklıklar incelendiğinde bütün havzalarımızda ortalama sıcaklıkların, bütün dönemlerde artış eğiliminde olduğu görülmektedir. En fazla artış ise 3.5-4.0°C artışla, 2071-2099 döneminde Fırat-Dicle ve Van Gölü havzalarında göze çarpmaktadır. Yağışlar incelendiğinde, Türkiye geneli yağış ortalamasında tüm 2013-2099 döneminde azalmalar görülürken, Marmara, Küçük Menderes, Van Gölü, Kuzey Ege, Aras ve Meriç-Ergene havzalarında tüm dönemlerde artışlar görülmektedir. Bazı havzalarda ise ilk dönemde artış diğer dönemlerde azalmalar dikkat çekmektedir (Şekil 5.11).



Şekil 5.11 RCP4.5'e Göre Havza Bazlı Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları

RCP8.5 senaryosuna göre sıcaklıklar incelendiğinde bütün havzalarımızda ortalama sıcaklıkların, bütün dönemlerde artış eğiliminde olduğu görülmektedir. En fazla artış ise 6.0°C'yi aşan değerle, 2071-2099 döneminde Fırat-Dicle Havzasında göze çarpmaktadır. Yağışlar incelendiğinde, Türkiye geneli yağış ortalamasında ilk dönemde artış, 2. ve 3. dönemlerde azalmalar görülürken, Marmara, Aras ve Meriç-Ergene havzalarında tüm dönemlerde artışlar görülmektedir. Burdur, Ceyhan ve Fırat-Dicle havzalarında ise tüm dönemler boyunca azalmalar göze çarpmaktadır (Şekil 5.12).



Şekil 5.12 RCP8.5'e Göre Havza Bazlı Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları

## 6. KAMU VE SİVİL TOPLUM KURULUŞLARI RAPORLARINDA KURAKLIK

### 6.1. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu

Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliğinin etkileri yalnız küresel olmadığı gibi, bunlarla da sınırlı değildir. Geçmişteki iklim değişikliklerinde olduğu gibi, bölgesel ve zamansal farklılıklar oluşabilecektir: Örneğin, gelecekte dünyanın bazı bölgelerinde kasırgalar, kuvvetli yağışlar ile onlara bağlı seller ve taşkınlar gibi meteorolojik afetlerin şiddetlerinde ve sıklıklarında artışlar olurken, bazı bölgelerinde uzun süreli ve şiddetli kuraklıklar ve bunlarla ilişkili yaygın çölleşme olayları daha fazla etkili olabilecektir.

Türkiye, subtropikal kuşakta kıtaların batı bölümünde oluşan ve Akdeniz iklimi olarak adlandırılan bir büyük iklim bölgesinde yer almaktadır. Üç yanı denizlerle çevrili ve ortalama yüksekliği yaklaşık 1100 m olan Türkiye’de, birçok alt iklim tipi belirmiştir. İklim tiplerindeki bu çeşitlilik, Türkiye’nin yıl boyunca, polar ve tropikal kuşaklardan kaynaklanan çeşitli basınç sistemleri ve hava tiplerinin etki alanına giren bir geçiş bölgesi üzerinde yer almasıyla bağlantılıdır. Buna, topoğrafik özelliklerinin karmaşıklığı ve kısa mesafelerde değişme eğiliminde olması vb. fiziki coğrafya etmenleri de eklenebilir.

Türkiye, küresel ısınmanın özellikle su kaynaklarının zayıflaması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalar gibi öngörülen olumsuz yönlerinden etkilenecektir ve küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından risk grubu ülkeler arasındadır. Atmosferdeki sera gazı birikimlerinin artışına bağlı olarak önümüzdeki on yıllarda gerçekleşebilecek bir iklim değişikliğinin, Türkiye’de neden olabileceği çevresel ve sosyoekonomik etkiler şunlardır (Türkeş, 1994):

- Sıcak ve kurak devrenin uzunluğundaki ve şiddetindeki artışa bağlı olarak, orman yangınlarının frekansı, etki alanı ve süresi artabilir;
- Tarımsal üretim potansiyeli değişebilir (bu değişiklik bölgesel ve mevsimsel farklılıklarla birlikte, türlere göre bir artış ya da azalış biçiminde olabilir);
- İklim kuşakları, Yerküre’nin jeolojik geçmişinde olduğu gibi, ekvator dan kutuplara doğru yüzlerce kilometre kayabilecek ve bunun sonucunda da Türkiye, bugün Orta Doğu’da ve Kuzey Afrika’da egemen olan daha sıcak ve kurak bir iklim kuşağının etkisinde kalabilecektir. İklim kuşaklarındaki bu kaymaya uyum gösteremeyen fauna ve flora yok olacaktır;

- Doğal karasal ekosistemler ve tarımsal üretim sistemleri, zararlılardaki ve hastalıklardaki artışlardan zarar görebileceklerdir;
- Hassas dağ ve vadi-kanyon ekosistemleri üzerindeki insan baskısı artacaktır;
- Türkiye'nin kurak ve yarıkurak alanlarındaki, özellikle kentlerdeki su kaynakları sorunlarına yenileri eklenecek; tarımsal ve içme amaçlı su gereksinimi daha da artabilecektir;
- İklimin kendi doğal değişkenliği açısından, Türkiye'de su kaynakları üzerindeki en büyük baskıyı, Akdeniz ikliminin olağan bir özelliği olan yaz kuraklığı ile öteki mevsimlerde hava anomalilerinin yağışlarda neden olduğu yüksek rasgele değişkenlik ve kurak devreler oluşturmaktadır. Bu yüzden, kuraklık riskindeki bir olumsuz değişiklik, iklim değişikliğinin tarım üzerindeki etkisini şiddetlendirebilir;
- Kurak ve yarıkurak alanların genişlemesine ek olarak, yaz kuraklığının süresinde ve şiddetindeki artışlar, çölleşme süreçlerini, tuzlanma ve erozyonu destekleyecektir;
- Su varlığındaki değişiklikten ve ısı stresinden kaynaklanan enfeksiyonlar, özellikle büyük kentlerdeki sağlık sorunlarını artırabilir;
- Mevsimlik kar ve kalıcı kar-buz örtüsünün kapladığı alan ve karla örtülü devrenin uzunluğu azalabilir; ani kar erimeleri ve kar çığları artabilir; Kar erimesinden kaynaklanan akışın zamanlamasında ve hacmindeki değişiklik, su kaynaklarını, tarım, ulaştırma ve rekreasyon sektörlerini etkileyebilir.

Ayrıca iklim değişikliği, Türkiye'nin özellikle çölleşme tehdidi altındaki yarı kurak ve yarı nemli bölgelerinde (İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde), ormancılık ve su kaynakları açısından olumsuz etkilere yol açabilir. Son yıllarda Türkiye ormanlarında artış kaydeden toplu ağaç kurumaları ve zararlı böcek salgınları vb. afetlerin birincil nedeninin, kuraklık, hava kirliliği ve asit yağmurları olduğuna dair kuvvetli bulgulara rastlanmıştır.

## **6.2. Dokuzuncu Kalkınma Planı Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu**

Sağlıklı çevrede yaşamak, öncelikli bir insan hakkıdır. Küresel ısınma nedeniyle yaşanan iklim değişiklikleri, giderek kalıcı hale gelen kuraklık ve beraberinde suların azalması ve kirlenmesi, toprakların azalması ve bozulması, ormanların, meraların yok olması ve niteliğinin değişmesi, bütün bunlara dayalı olarak çölleşmenin hızlanması, büyük ölçüde sanayileşmiş ülkelerden kaynaklanan sera etkisi, açlık ve yoksulluğun kitlesel boyutlara

ulaşması bu temel insan hakkının yaşanmasına önemli engellerdir. Kırdan ya da kentte çevre duyarlılığı olmayan, doğal kaynağı korumayan kalkınma-gelişme çabaları da bu nedenlerle başarılı olamamaktadır.

Ekolojik sistem bütünüünün ayrılmaz parçaları olan toprak ve suyun ilişkisi; karmaşık, duyarlı, açık ve etkileşimli bir sistem olduğundan; sistemin bir kısmı, daha çok yönetime bağlı olarak değiştiğinde, sistemin diğer kısımlarında da değişimler-bozulmalar, erozyon, kuraklık, sel, heyelan ve çığ gibi doğal ya da insan kaynaklı afetler ve ölüm şeklinde ortaya çıkabilmektedir.

Çölleşme tehdidi altında olan ülkemizin 1994 yılında imzaladığı “BM Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi”nde, Afrika’nın bazı ülkelerinde yaşanan kıtlıklar ve açlıktan ölümler nedeniyle, kalkınmış ülkelerin öncelikle bu kıtadaki kuraklık ve çoraklık sorununa el atmaları önerilmektedir. Afrika’dan sonra, tehdit altında olan bölgeler Asya, Latin Amerika ve Karayibler ile Kuzey Akdeniz olarak sıralanmaktadır. Son bölgede yer alan Türkiye, yaygın ve şiddetli aşınım (erozyon) ile tarım dışı kullanımdaki hızlı artış nedeniyle çölleşmeyle mücadeleyi en ciddi şekilde yürütmek zorunda olan ülkeler arasındadır.

Bilindiği üzere, kıt bir kaynak olan ve stratejik önemi giderek artan su kaynaklarına daha çok az gelişmiş ülkeler sahiptir. Sağlıklı suya erişim ve kullanım standartlarında sanayileşmiş ülkelerin açık üstünlükleri varken, Afrika ve Asya-Pasifik ülkelerinde giderek artan bir su kıtlığı vardır.

BM Kalkınma ve Çevre Dünya Zirvesi (1992) ve 22 Mart Dünya Su Günü nedeniyle 1994’te hazırlanan BM Su Raporu’nda; Türkiye, 2005 yılından itibaren kuraklığın baş göstereceği ülkelerden biri olarak gösterilmektedir. Türkiye, kuraklık ve beraberinde meydana gelecek hastalıklar için en tehlikeli yıl olarak görülen 2025’de, ekonomik olarak su sıkıntısını çekecek ülkeler arasında gösterilmektedir.

Yapılan iklim senaryoları içinde küresel ısınma önemli bir yere sahip olup, küresel ısınma eğiliminin durdurulamaması sonucu oluşabilecek iklim değişimleri ile kurak ve yarı kurak alanlardaki birçok bölge su yetmezliği, kuraklık, tuzlanma ve diğer ortam koşullarının bozulması sonucu hızlanan erozyon gibi etkiler altında kalacaktır.

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) tarafından kuraklıkla ilgili olarak Dışişleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı (GAP BKİ), Tarım ve Köyişleri Bakanlığı (TKB), vb. paydaşların da karar mekanizmalarına katılımıyla bir “Risk Yönetimi” önerilmiştir: Taşkın, kuraklık, kirlenme ve suyla ilgili zararlara karşı bir risk yönetimi ve güvenlik sağlama amacı göz önünde bulundurulmalıdır. Kuraklık, doğadaki suyun yer ve zamana bağlı olarak şiddetli bir şekilde eksikliğinin hissedilmesi olarak tanımlanmaktadır. Yasa, suyun en çok kullanıldığı alan olarak tarımı da dikkate alarak; hidrolojik, meteorolojik ve tarımsal olmak üzere ayrı kuraklık değerlendirmelerini dikkate almalıdır”:

### **6.3. Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi**

Küresel iklim değişikliği nedeniyle Türkiye’de üst tropiklerdeki çöl iklimine benzer sıcak ve kuru bir iklim hâkim olmaya başladı. Bunun en önemli nedenlerinden biri, Sahra Çölü gibi bölgelerdeki yüksek basınç kuşağının kuzeye Türkiye’ye doğru kayması. Değişen iklimle birlikte yaşadığımız düzensiz, ani ve şiddetli yağışlar ve seller; heyelanları, erozyonu ve çölleşmeyi artırıyor. Kuraklıkla birlikte kıtlık, orman yangınları, sıcak hava dalgaları, çekirge istilası, kene, sivrisinek vb. haşereler ve bunlara bağlı olarak yaşanan uzun mesafeli göçler de artıyor. Artan rüzgâr fırtınaları ise şiddetli yağmur, dolu, hortum, yıldırım, ani sel, şehir selleri gibi afetlerin daha sık, daha şiddetli, daha uzun süreli ve her yerde etkili olmasına neden oluyor.

Dünyada, ortalama hava sıcaklıkları arasında rekor olarak kaydedilen 12 sıcaklığın tümü 1997 yılından sonrası gözlemlendi. Dünya, güneş etkinliklerinin en düşük seviyede olduğu 2010 öncesi yıllarda bu sıcaklık rekorlarını kırdığı için Mart 2013’de güneş lekelerinin en üst seviyeye çıkmasıyla birlikte daha büyük sıcaklık rekorların kırılmasından endişe ediliyor. Havanın bu şekilde ısınmaya devam etmesi, Avrupa’da 35 bin kişinin ölümüne neden olan Ağustos 2003 sıcak hava dalgasının, Türkiye dahil Güney Avrupa’da görülme riskinin de en az iki kat artması ve normal bir durum haline gelmesi anlamına geliyor. Aşırı sıcaklıklar, kısa süreli şiddetli yağışlarla birlikte ani sellere neden olan gök gürültülü sağanak yağışları artırıyor. Böylece Türkiye’de 100 yılda bir görülebilecek şiddetteki yağışların neden olduğu seller ve kuraklıklar, 2070 yılına kadar her 10-50 yılda bir tekrarlanabilir.

İklim değişikliğinin etkileri arasında, kuraklık en tehlikeli ve başa çıkılması en zor afet olarak görülebilir. Tarımsal ürünlerde, meraların ve orman ürünlerinde azalma; yangınlarda



artış; su seviyelerinde azalma; besi hayvanları ve yaban hayvanlarının ölüm oranlarında artış; yaban hayatı ve balık türlerinde gözlenen zararlar kuraklığın çevre üzerine doğrudan etkileri arasındadır. Örneğin, 1990'lı yıllardaki iklim şartlarına göre Türkiye'de bir yılda kişi başına düşen su miktarı 3.070 metreküptü. Artan nüfusla birlikte, küresel iklim değişiminin de etkisiyle daha kurak bir iklime sahip olacağımız göz önüne alındığında, 2050'de Türkiye'de bir yılda kişi başına düşen su miktarının 700 metreküpe kadar düşeceği tahmin ediliyor. Diğer bir deyişle, değişen iklimimiz ve artan nüfusumuzla 2050 yılında ülkemiz su fakiri ülkelerden biri olabilir.

Kuraklık gibi nedenler, kırsal alanda yerel ekonomiyi olumsuz etkileyip geçim sıkıntısını da artırıyor. Bu nedenle dünyada milyonlarca insan "iklim göçmeni" olmuş durumdadır. Bu göçmenlerin sayısının 2050 yılına kadar 150 milyonu aşması beklenmekte.

Son yıllarda, örneğin şehirlerimizde yaşanan sel felaketlerinin daha birinin bıraktığı izler silinmeden üstüne yeni bir sel felaketi ekleniyor. Benzer şekillerde doğal ve insan kaynaklı iklim değişikliğinin artırdığı aşırı hava ve iklim olaylarının şu an hissedilen kötü etkilerinin ileriki yıllarda katlanarak artması bekleniyor.

Bütün bu nedenlerden dolayı, Türkiye'de de "Afet Risk Yönetimi Stratejisi"yle birlikte "İklim Değişikliğine Uyum", artık tüm politika, plan ve programlarda "İklim Risk Yönetimi" adı altında bütünleşik bir şekilde ele alınmalıdır. İklim risk yönetimi yaklaşımı ile Türkiye'de halkın güvenliği ve refahı için yaptığımız çalışmalardan daha yüksek katma değerler üretebilmesi mümkün olabilecektir. Ayrıca bu yaklaşım, benimsediğimiz uluslararası belgelerdeki hedeflerimize daha kolay ulaşmamıza ve uluslararası finans kaynaklarından daha etkin bir şekilde yararlanılabilmemize de imkân sunacaktır.

Aşırı sıcaklıklar (sıcak hava dalgaları) yüzünden, kuraklık ve orman yangınları gibi klimatolojik kökenli afetlerin sayısında 1990'ların ortasından başlayarak bir artış gözlenmektedir. Her yılın bir önceki yıldan daha kurak olma olasılığının artması ve buna bağlı olarak 1990'lardan başlayarak küresel sıcaklıklardaki artış, yüksek basınç merkezlerine bağlı olarak kış aylarındaki dondurucu soğuklar ile yaz aylarındaki aşırı yüksek hava sıcakları canlı yaşamı için önemli tehditler oluşturmaktadır (Munich Re, 2011). Ayrıca, kurak ve sıcak geçen yaz aylarındaki sıcak hava dalgaları, orman yangınlarını tetikleyerek büyük kayıplara yol açmaktadır (Miles, 2010).

Kışın, Akdeniz Havzası'nda dağlar mevsimsel olarak karla kaplanır. Dağlarda biriken karlar, kurak geçen yaz aylarında nehirlerle ve göllere su sağlayan doğal bir barajın göl suları gibi görev görür. Küresel ısınmadan dolayı, kışın akışta önemli bir artış olurken, yazın akış değerlerinde çok önemli düşüşler beklenmektedir. Genellikle, düşüşler artışlardan daha fazladır. Sıcak ve kuru havalarda karın erimesiyle, akışa geçmeden direkt olarak buharlaşarak (süblimasyon ile) havaya karışması daha fazladır. Karın buharlaşması Doğu Anadolu gibi yarı kurak bölgelerimizde son yıllarda çok sık gözlenmektedir. Bu durum, bazı yıllar mevsim normallerinde kar yağmasına rağmen nehirlerdeki akışın ve baraj göllerindeki suyun seviyesinin yükselmemesine neden olur.

Akdeniz Bölgesi'nde akıştaki mevsimsel salınımlar (hava sıcaklıklarına karşı duyarlı olduğu için) çok yükselmiştir. Bu da baraj göllerinin su tutma kapasitesini etkilemektedir. Özellikle kar, su toplama havzalarının iklim değişimine gösterdiği reaksiyonu ortaya koyan en iyi faktördür. Bu faktör aynı zamanda havzanın orografik özelliklerine bağlıdır. Yüksek akış katsayıları birçok su kaynakları geliştirme projesinin yapılabilmesine de engel teşkil edebilecektir.

Ana ekosistemi sulak alan olan Kuş Cenneti ve benzeri milli parklar tahrip olabilecek, kuşların göç yolları ve konaklama yerleri değişebilecektir. Kuru kesimlerde yüksek sıcaklıklar ile birlikte orman yangınları ve tarımsal hastalıklar ve böcek zararlarında büyük artışlar görülmesi beklenmektedir. Ayrıca tarım için birçok yerde sulama gereği ortaya çıkabilecektir. Geleneksel tarım ürünleri yerine daha sıcak ve kuru iklim şartlarına uygun tarım ürünlerine geçiş bir zorunluluk halini alabilecektir.

Suyun kısıtlı, yağışların bazı bölgeler dışında miktar ve dağılımının düzensiz olduğu, büyük şehirlerde ve tarımsal üretimde suyun kısıtlı bulunduğu, içme, kullanma ve sulama suyu kalitesinin gün geçtikçe artan sanayi ve diğer çevre kirlilikleri neticesinde düştüğü ve küresel iklim değişikliği düşünülürse, Türkiye'nin kuraklığın şiddetini çok yakın bir zamanda bugünkünden çok daha fazla hissedeceği açıkça görülmektedir. Kuraklığın artması ile şehir ve ülke sınırları sınırlarını aşan nehirlerin kullanımı dâhil birçok uluslararası, ulusal ve yerel su kaynağının paylaşımı ve yönetimi daha da zorlaşabilecektir. Bütün bunlar, Türkiye'nin ileride karşılaşılabileceği tehlikenin boyutlarını göstermesi açısından son derece önemlidir.

Ayrıca ülkemizde yukarı su havzalarındaki hızlı nüfus artışından dolayı tarımsal kaynaklar yetersiz kalmış ve buna bağlı olarak kırsal fakirlik sonucu şehirlere hızlı bir göç de yaşanmıştır. Bu durum şehirlerde, çarpık kentleşme ve işsizlik nedeniyle pek çok ekonomik

ve sosyal sorunların da ana kaynağı olmuştur. Göç ve aşırı nüfus artışı ile kentlerin hızlı ve kontrolsüz bir şekilde büyümesi, sanayideki su kullanımının artması, şehirlerde temiz su ihtiyacının artmasına, dolayısı ile yeni su kaynaklarına olan talebin artmasına neden olmuştur. Yukarı su havzalarından şehirlere olan aşırı ve kontrolsüz göç, pek çok havzada sadece yaşlı nüfusun kalmasına neden olmuştur. Eskiden tarımsal amaçla kullanılan küçük su kaynaklarının zamanla içme ve kullanma suyu ihtiyaçlarına tahsis edilmesi, tarımsal su kaynaklarının yetersizliği, suyun tasarruflu kullanılması ve modern sulama tekniklerinin kullanılmasına olan talebi artırmıştır.

Yine görülmüştür ki; bir kuraklık yönetim planının bulunmaması yaşanan şiddetli ve yaygın kuraklıklarda başta enerji ve tarım olmak üzere sosyo-ekonomik sektörlerin önemli bir bölümünde büyük maddi ve manevi zararlara neden olmaktadır.

Tarımda devamlılığı ve kararlılığı sağlayan, bunun yanında diğer tarımsal girdilerin etkinliğini artıran ve birim alandan yüksek verim sağlayan önemli girdilerin başında sulama gelmektedir. Sulamadan beklenen yararı sağlayabilmek için temel koşul, bitkinin ihtiyaç duyduğu miktardaki suyun yağışlarla karşılanamayan bölümünün, bitkinin kök bölgesine gereken zamanda ve gereken miktarda verilmesidir. Burada karşımıza optimum sulama kavramı çıkmaktadır. Optimum sulamada tamamen normal koşullar söz konusu olup; bitkiler, verim azalması olmayacak şekilde sulanmaktadır ve topraktaki nem miktarını tarla kapasitesine çıkaracak kadar sulama suyu bitkilere verilmektedir.

Özetle, küresel iklim değişimi sonucunda, Türkiye’de son yıllarda yağışların alansal dağılımı, şiddeti ve süresi değişmektedir. Bunun sonucu olarak buharlaşma artmakta, yağış düzeni değişmekte, toprak nemi ve kar örtüsü azalmakta, şiddetli yağışların sıklığı artmakta, akışlar ve akifer beslenmesinde azalmalar olmakta, şehirlerde ani seller olmakta ve kıyısal alanlarda deniz suyu girişi artmakta ve barajlarda daha fazla buharlaşmayla kayıplar olmaktadır.

## **UYUM:**

İnsan kaynaklı iklim değişikliğinin (kuvvetlenen sera etkisine bağlı küresel iklim değişikliğinin) Türkiye'deki en önemli sonuçları arasında, hava sıcaklıklarının artması, şiddetli ve geniş alanlı kuraklık olaylarının sıklıklarının artması ile birlikte orman yangınlarının şiddetinde, süresinde ve etki alanında ortaya çıkabilecek artışlar sıralanabilir. Bunun yanı sıra kuraklık sosyo-ekonomik etkileri, kalıcılığı ve çözüm bulmadaki zorluk nedeniyle çok tehlikeli bir afettir. Kuraklık şehirlerde kullanma suyu kıtlığının yanı sıra, tarımsal ürün ve hidroelektrik üretiminde de büyük düşüslere yol açabilecektir. Bu nedenle, su havzalarının ve tarım alanlarının korunması da kuraklıkla mücadelede büyük önem arz etmektedir.

İklimi yarı kurak olan Türkiye'de yaşanan kuraklıklardaki artışın birçok nedeni bulunmaktadır. Bunların başında, iklim değişimi ile beraber yağışların olduğu yerlerle suya ihtiyacın bulunduğu yerlerin bir birinden çok farklı ve uzakta gelişıyor olması gelmektedir. Ayrıca içme, kullanma ve sulama suyu kalitesi, gün geçtikçe artan sanayi ve diğer çevre kirlilikleri neticesinde düşmekte ve su havzaları korunamayıp tahrip edilmektedir.

Türkeş (2011)'e göre Türkiye, sahip olduğu iklim ve özellikle de yağış klimatolojisi özellikleri yüzünden, su kaynakları açısından zengin bir ülke değildir. Bu nedenle, 1970'li yılların başında beri Orta ve Doğu Akdeniz havzasında ve Türkiye'de sürmekte olan kuraklaşma ve su havzalarının kirlenme eğiliminin kuvvetlenebileceği olasılığı da dikkate alınarak, gelecekte karşı karşıya kalınabilecek olan ciddi su sıkıntısının önüne geçmek için yasalarla desteklenen gerçekçi su politikalarının oluşturulması ve ivedilikle hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Su havzalarındaki çalışmaların birçok devlet kuruluşunun görev ve yetki alanında kalması, yerel halkın ve sivil toplum kuruluşlarının sürdürülebilir bir doğal kaynak yönetimi için katılımının öneminin anlaşılması ve "bütünleşik havza yönetimi" projelerinin hayata geçirilmesi su kaynaklarının iyi bir şekilde yönetilebilmesi için olmazsa olmazdır.

Türkiye'de de kuraklık, afet mevzuatına dâhil edilmelidir. Bunun yanı sıra su kıtlığının yaşandığı alanlara uzak yerlerden su getirme projeleri kısa vadede problemi çözsede bu sistemlerin işletilmesi pahalıdır ve bu sistemler uzun vadede başka problemlere neden olmaktadır. Bu nedenle, azalan su varlığı, havzalar arasında taşınmamalı, doğal bütünlük bozulmamalı ve su yerinde değerlendirilmelidir. Türkiye'de su havzalarının bütüncül planlaması yapılarak suyu daha az tüketen bitkilerin yetiştirilmesine dikkat edilmelidir.

Tarımda geleneksel sulama yerine yağmurlama sistemleri ve damla sulama gibi mikro sulama sistemlerinin kullanımı teşvik edilmelidir. Rüzgarlı ve yağışlı havalar ile birlikte gündüz sulama yasaklanmalı ve bu konularda çiftçiler eğitilmelidir. Bitkilerin su ihtiyacını doğru belirleyebilmek için her ilçeye en az bir tane “tarımsal meteoroloji istasyonu” kurulmalıdır.

Örneğin, ABD’de yapılan kuraklıklarla mücadele planı çalışmaları kapsamında kuraklık riskinin belirlenmesinde iklim (yağış, sıcaklık), toprak nemi, akarsu akış, yeraltı suyu, rezervuar ve göl seviyeleri, kar yatakları verilerinin orta, kısa ve uzun dönem tahminlerinin, bitki sağlığı/stres ve yangın tehlikesi gibi verilerin tümünün birden kullanıldığı değişik indeks çalışmalarının yapıldığı bilinmektedir. Benzer şekilde, Şekil 6.1’de olduğu gibi Türkiye’de de sadece yağışlara ve tarımsal kuraklığa değil; yağışla birlikte akım, yer altı su seviyesi, vb. parametrelerin yerel durumuna göre hidrolojik ve sosyo-ekonomik kuraklıklar da izlenmeli ve gerekli önlemler belirlenmelidir.

Kuraklık politikalarının ulusal, bölgesel ve yerel temelli olarak hazırlanması, veri durumuna ilişkin veri tiplerinin, kayıt süresinin, metadata özelliğinin, planlama yöntemleri açısından reaktif veya proaktif olarak ele alınış biçiminin, paydaş katılımında kuraklık eylem planlarının kimler için hazırlandığının, geleneksel veya yerli uygulamalarda bilgi temelini, otomatik iklim veri ağlarının ve kullanım bakımının, iklim/kuraklık endekslerinin farklı kuraklık tahminleri açısından değerlendirilişinin ve indeks çalışmalarının anahtar niteliği konuları önemlidir. Bunun yanı sıra erken uyarı sistemleri, eşik değerlere göre karar mekanizmalarının kurulmuş olması, kuraklık risk azaltma/acil müdahale eylemlerinde adımların tanımlanması, su talebinde azalmaya/ büyümeye göre eylem planları, etki değerlendirmesi yöntemlerinde tekrarlanabilir sürecin belirlenmesi, bilimsel-uygulama işbirliği konuları da kuraklık politikaları için önem arz etmektedir.

	İzleme/Watch	Uyarı/Warning	Acil/Emergency
<b>Yağış Eksikliği (12 aylık kuraklık süresince)</b>	Normal yağıştan %15 (eksik)	Normal yağıştan %25 (eksik)	Normal yağıştan %35 (eksik)
<b>Akımlar</b>	30-günlük ortalama akım bu zamanın %75'i boyunca düşük oldu	30-günlük ortalama akım bu zamanın %90'ı boyunca düşük oldu	30-günlük ortalama akım bu zamanın %95'i boyunca düşük oldu
<b>Yeraltı Su Seviyesi</b>	30-günlük ortalama seviye bu zamanın %75'i boyunca düşük oldu	30-günlük ortalama seviye bu zamanın %75'i boyunca düşük oldu	30-günlük ortalama seviye bu zamanın %95'i boyunca düşük oldu
<b>Toprak Nemi-Palmer Kuraklık Şiddet Endeksi</b>	Değer -2.00 ila -2.99	Değer -3.00 ila -3.99	Değer -4 veya daha az
<b>Olası Önlemler</b>	% 5 ila %10 arasında gönüllü su tasarrufu	% 10 ila %15 arasında gönüllü su tasarrufu	Gereksiz Su Kullanımında Zorunlu Kısıtlama

**Şekil 6.1** Bütünleşik kuraklık takibi için kullanılacak hidro-meteorolojik parametreler ve alarm seviyeleri.

Kuraklık riskini belirlemede; kuraklık tehlike verisinin toplanması, analizi ve yönetimi, kuraklık risk haritalaması, tarım sektöründe kuraklık risk değerlendirmesi için yöntemler, araçlar, haritalama amaçlı veriler, kuraklık izleme, veri tabanı, haritalama ve analiz araçları da dâhil olmak üzere “kuraklık risk değerlendirmesi” başlıkları ele alınmalıdır.

Yasal çalışmalar ve planlamalar ile kaynakların, bilgi ve birikimin farklı paydaşlar arasında etkili paylaşılması mekanizmalarının sağlanması ile başarılı afet risk yönetiminin desteklenmesinin önemi vurgulanmalıdır.

Risk tahmininde; tarihsel afet veri tabanlarının, afet istatistiklerinin, iklim tahmini ve afet eğilim analizlerinin, maruz kalanlar ve etkilenebilirlik ve risk analiz araçlarının kullanıldığı, risk azaltımında erken uyarı sistemleri ve acil yardım ve müdahale planları ile hazırlıklı olmanın çok önemli bilinmektedir. Bunun yanı sıra risk tahmininde, orta ve uzun

dönem sektörel planlama (zonlama, altyapı, tarım vb.) ile ekonomik kayıpların önleendiği, risk transferinde Doğal Afet Sigortaları Kurumu ve tahviller, hava olayları endeksli sigorta ve türevleri esas alınmalıdır.

Türkiye için diğere bölge ülkeleri ile ortak çalışmalar ile Bütünleşik Kuraklık Yönetimi aşamalarının belirlenmesi gerekmektedir. Kuraklık ve su baskını risklerinin yönetimi birlikte ele alınmalıdır. Bütün bu çalışmalarda başarıya ulaşmak için gerçekleştirilmesi gereken eylem ve etkinliklerde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Ulusal koşullara uygun eylemler ve stratejiler çok disiplinli ve çok sektörlü Ulusal Eylem Programları yoluyla geliştirilmelidir.
- Doğal çevrenin, arazi ve su kaynaklarının korunmasına ve sürdürülebilirliğine yönelik ulusal politikalar belirlenmeli, yasal düzenlemeler yapılarak afet olmadan önce alınacak önlemler kabul edilmeli ve gerektiğinde taviz verilmeden uygulanmalıdır.

Halkın var olan tehdit algısı düzeyinin iyileştirilmesini, halkın onayını ve desteğini almayı amaçlayan, halkın bilinçlendirilmesi eylem ve etkinliklerini içeren bir afet eğitimi ve kampanyası takvimi gerçekleştirilmelidir. Bu çalışma aşağıdaki konulara vurgu yapmalıdır:

- Halkın, özellikle yarı kurak, kuru-yarı nemli ve yarı nemli arazilerdeki, kadınların ve gençlerin sürece katılımının teşvik edilmesi,
- Toprak ve su koruma uygulama ve çalışmaları, orman koruma ve rehabilitasyonu, ağaçlandırma eylem ve etkinlikleri, toprak işleme ve sulama alışkanlık, yöntem ya da sistemlerinin iyileştirilmesi,
- Doğal ekosistemlerin korunması, kuraklık ve su kaynakları yönetim planlarının oluşturulması ve uygulanması, kuraklık olaylarının ve çölleşme süreçlerinin izlenmesi, belirlenmesi ve nedenlerinin anlaşılması yoluyla kuraklığın etkilerinin azaltılması.

Ayrıca, su kullanım planlamasında doğal varlıkların su ihtiyacı da gözetilmelidir. Sanayinin suya olan gereksinimini en aza indirecek teknolojiler desteklenmelidir. Sürdürülebilir üretim ve tüketim teşvik edilmelidir. Suyun sanayide kullanımında kapalı su devre sistemleri geliştirilmeli, çıkacak atık sular da arıtımla geri kazanılmalıdır. Kentlerde su kullanımında bütün tasarruf önlemleri alınmalı ve şebeke su kayıpları önlenmelidir.

Türkiye’de denetimsiz açılan yer altı suyu kuyularının su düzeyinin hızla azalmasına yol açtığı, zemin çökmeleri ve akabinde yapısal hasar ve taşkınların artma tehlikesini de beraberinde getirdiği bilinmelidir.

Üstü açık bir fabrika olan tarım sektörü, iklim değişimine karşı en hassas olan sektördür. Bölgesel iklim ve tarımsal üretim değişiklikleri sadece meydana geldiği ülkeyi değil, dolaylı olarak uluslararası piyasaları ve dünya tarım ürünleri fiyatlarını da etkilemektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalar aracılığıyla, ülkelerin bitkisel üretim durumları ve dünya tarım pazarları arasındaki ilişki de araştırılmalıdır. Ayrıca, Türkiye için en önemli sorunlardan biri, sıcaklık artışı sonucunda artan buharlaşmanın yarı kurak olan coğrafyada gerçekleştirilen tarım faaliyetleri üzerindeki etkilerdir. Bir diğer sorun da, Türkiye tarımsal-ekolojik zonlarının zaman içinde değişecek olmasıdır. Araştırılması gereken diğer bir konu ise; Türkiye’nin bulunduğu enlemlerde olacağı tahmin edilen sıcaklık artışı, yağıştaki ve toprak rutubetindeki azalma sonucunda meydana gelebilecek kuraklık tehlikesinin sonuçlarının neler olacağıdır. Dünyada küresel ısınma sonucu artan hava sıcaklığı karşısında, bitkilerin verim ve fenolojik zaman olarak nasıl bir değişiklik gösterdiğini belirlemek amacıyla birçok çalışmalar yapılmıştır. Bunlar ülkelerin tarım politikalarına da yön verebilecek önemli çalışmalardır ve ülkemizde de desteklenmelidirler.

Orman ve ağaçlandırma sahalarında kuraklığın olumsuz etkilerini azaltmak için de bazı tedbirler alınmalıdır (Semerci, vd., 2008). Bu tedbirlerin başında; karışık meşcereler kurmak, toprakta suyun tutulmasını sağlamak ve gerekli olduğunda bu suyu bitkinin kullanımına sunan bazı sistemler kullanmak, bitkinin yaprak yüzeyinden (antitransparantlar) veya köklerinden (agricol vb.) su kaybını azaltan maddeleri ve kurağa dayanıklı orijinleri kullanmak şeklinde sayılmaktadır.

Sonuç olarak, yarı kurak bir iklim kuşağında yer alan ülkemizin kuraklığın şiddetini yakın bir gelecekte bugünkünden çok daha fazla hissedebileceği açıktır. Suyun artan önemi göz önünde bulundurularak, ilerideki yıllarda, suyun yönetiminde, kuraklık planlarına göre suyun yeniden kullanımıyla ilgili sistemlerin geliştirilmesi ve sulama tekniklerinin iyileştirilmesi çabaları yoğunluk kazanmalıdır. Bu nedenle küresel iklim değişiminin su kaynaklarımız üzerine olası etkileri araştırılmalı, su kaynaklarımız meteorolojik şartları göz önüne alarak yönetilmeli ve sınırı aşan suların komşu ülkeler ile paylaşımında iklim faktörü de göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca Akdeniz Havzası genelindeki su kaynaklarıyla ilgili bölgesel değişiklikleri belirlemek üzere, bölgesel projelere gereksinim vardır. Bu nedenle, su



kaynakları yatırımlarının ve tesislerin planlanması ve işletilmesinde iklim değişiminin söz konusu etkilerinin de göz önünde bulundurulması ülke çıkarları açısından büyük önem taşımaktadır (Özgürel, 2002).

Özetle, susuzluğun nedeni sadece kuraklık değildir. Susuzluğa bu bölümün başında sıralandığı gibi belli başlı beş faktör neden olabilmektedir. Kuraklığa bu faktörlerden bazen biri, bazen de birkaçı birden neden olmaktadır. Türkiye’deki su kıtlıklarında, farklı yerlerde, farklı faktörler, değişik ölçülerde etkili olmaktadır. Bu nedenle, kuraklığın tek bir nedeni ve çözümü yoktur. Kuraklık ile ilgili olarak önlem almak için problemi ve çözümü bir bütün olarak, yapısal ve yapısal olmayan tüm yönleri ile ele almak gerekmektedir. Yani, kuraklık problemi sadece baraj yapmak, boru döşemek gibi “yapısal” önlemler ile çözülemez. Şekil 6.2’deki gösterilen iklim değişikliğinin kuraklıkla birlikte ortaya koyduğu riskleri azaltabilmek için öncelikle sera gazlarını azaltmak ile birlikte aşırı kuraklık tahmin sistemlerini geliştirmek gerekmektedir. Zarar görebilirliği azaltabilmek erken uyarı sistemlerinin ve kuraklığa dayanıklı türler ve yerleşimler geliştirmek ve yerleşimlerin yerlerinin değiştirilmesi ile birlikte yoksulluğun azaltılması, daha iyi bir bilinçlendirme ve eğitime ilave olarak sürdürülebilir kalkınma çalışmaları ile mümkün olacaktır (IPCC, 2012).

<b>Risk (etki)</b>	<b>= Tehlike (önleme/uyum)</b>	<b>x Maruziyet (sakinme)</b>	<b>x Savunmasızlık (azaltma)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kıtlık</li> <li>• Tarım</li> <li>• Göçler</li> <li>• Su Kaynakları</li> <li>• Enerji</li> <li>• Orman</li> <li>• Erozyon</li> <li>• Çölleşme</li> <li>• Sağlık</li> <li>• Turizm</li> <li>• Yapan Hayatı</li> <li>• İş Sürekliliği</li> <li>• ..</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SG azaltma</li> <li>• Temiz enerji kaynakları</li> <li>• Enerji verimliliği</li> <li>• Su verimliliği</li> <li>• Ağaçlandırma</li> <li>• Tarım alanlarının korunması</li> <li>• Çevrenin korunması</li> <li>• Su havzalarının korunması</li> <li>• Geri dönüşüm</li> <li>• Yeniden kullanma</li> <li>• Doğru tüketim</li> <li>• Su Yapılarının düşük akıma göre planlanması</li> <li>• ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gözlem, veri tabanı</li> <li>• Tehlike ve Risk Analizleri</li> <li>• İzleme</li> <li>• Tahmin (kuraklık endeksleri)</li> <li>• Erken uyarı</li> <li>• Arazi ve su kullanımı</li> <li>• Şehir ve sanayi yer secimi</li> <li>• ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mevzuat ve standartlar</li> <li>• Bütünleşik müdahale planı ve su bütçeleri</li> <li>• Bütünleşik su ve entegre havza yönetimi</li> <li>• Gıda güvencesi politikaları</li> <li>• Müdahale kapasitesi</li> <li>• Çölleşmeyle mücadele</li> <li>• Erozyonla mücadele</li> <li>• Buharlaştırmanın azaltılması</li> <li>• Alt yapıdaki su kaçaklarının azaltılması</li> <li>• Haşereyle mücadele</li> <li>• Verimli sulama yöntemleri</li> <li>• Kuraklığa dayanıklı bitki türü secimi</li> <li>• Yoksullukla mücadele</li> <li>• Eğitim ve bilinçlendirme</li> <li>• Sigorta, Hava Türevleri</li> <li>• Tatbikatlar</li> <li>• Bilimsel araştırmalar</li> <li>• ...</li> </ul>

**Şekil 6.2** Küresel iklim değişiminde afet risklerini yönetebilmek için iklim değişikliğine uyum ve afet risk yönetimi yaklaşımlarına göre hazırlanmış gösterim

### 6.3. Ormancılık Ve Su Şurası Kararları

Ormancılık ve Su Şurasında alınan kararlar içerisinde “**Kuraklık**” geçen kararlar aşağıya çıkarılmıştır.

- Özellikle kuraklık tehdidi altındaki bölgelerde, havzalar arası su transferinde mevcut ekosistemlerin su ihtiyaçları dikkate alınmalı, ekosistemlerin sürdürülebilirliği riske edilmemeli.
- Tarımsal Kuraklık Eylem Programı, Çölleşme ile Mücadele Ulusal Eylem Programına entegre edilmeli,
- Türkiye genelinde, çölleşme, kuraklık, sel, çığ, heyelan ve taşkın risk alanları ile ilgili etüt ve envanter çalışmalarına hız verilmeli, belirlenen öncelikli alanlar projelendirilerek uygulamaya konulmalı,
- Kuraklık ve taşkın dönemlerinde havza su potansiyelinin etkin kullanımı için modelleme çalışmaları yapılmalı,

**Karar 7.** Kuraklık Yönetimi Konusunda Politikalar Geliştirilmeli, Mevzuat Alt Yapısı Oluşturulmalı Ve Eylem Planları Belirlenmelidir.

#### STRATEJİ VE POLİTİKALAR

- Kuraklık yönetiminde ilgili mevzuat gözden geçirilerek ulusal kuraklık mevzuatı geliştirilmeli,
- İlgili kurum ve kuruluşların işbirliğiyle bütüncül Kuraklık Yönetim ve Eylem Planları geliştirilmeli.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'nin üç tarafının denizlerle çevrili olması, dağların uzanışı ve yeryüzü şekillerinin çeşitlilik göstermesi, farklı özellikte iklim tiplerinin oluşmasına yol açmıştır. Yapılan iklim analizlerinde mevsimler ve bölgeler arasındaki büyük farklılıklarla birlikte, Türkiye'mizin yıllık ortalama toplam yağışlarında kurak ve ıslak dönemlerin birbirini izlediği görülmektedir. Türkiye, iklim sınıflandırmalarına göre yarı kurak ve kurak bölgelerin geniş bir alan kapladığı bir ülkedir.

Yapılan iklim indisi çalışmasında (1961-2010) Türkiye'de yaz günleri, tropik günler, sıcak günler ve sıcak geceler sayılarının artış eğilimi gösterdiği, buna karşılık donlu günler, serin geceler ve serin günler sayılarının azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Yıllık toplam yağışlar ülkemizin kuzeyinde artarken Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde azalış eğiliminde olduğu gözlenmektedir. Ankara, İstanbul ve İzmir'de ardışık kurak geçen günler sayılarının artış eğiliminde olduğunu bulunmuştur.

Yapılan iklim değişikliği model çalışmalarında şu sonuçlara ulaşılmıştır. Sıcaklıkların iyimser senaryoya göre 2050 yılına kadar 0,5 ila 3,0°C 2100 yılına kadar 0,5 ila 4,0°C, kötümser senaryoya göre ise 2050 yılına kadar 0,9 ila 3,5°C 2100 yılına kadar 0,9 ila 6,3°C artması beklenmektedir. Sıcaklık artışına karşı en hassas havzalar Doğu Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerinde olan havzalardır.

Yağış miktarlarında ise iyimser senaryoya göre ülke genelinde 2040-2050 yıllarına kadar pozitif anomaliler beklenirken, kötümser senaryoya göre 2035 yılına kadar pozitif anomaliler beklenmektedir. Bu yıllardan sonra ise ortalama yağış miktarlarında azalışlar beklenmektedir.

Öte yandan, iklim değişikliğine bağlı olarak su döngüsündeki değişim, başta su kaynakları olmak üzere tarım ve gıda güvenliği, halk sağlığı, kara ve deniz ekosistemleri ile kıyı bölgeleri, meteoroloji karakterli afetleri olumsuz etkileyeceği öngörülmektedir. Bu çerçevede öncelikli olarak su kaynaklarına ilişkin çalışmalar yürütülmelidir. Su kaynaklarımızın iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden asgari seviyede etkilenmesi için beklenen etkilerin anlaşılması, sektörel ve bölgesel etkilenebilirlik çalışmalarının tamamlanması ve akabinde de bu etkilere yönelik uyum faaliyetlerinin planlanması gerekmektedir.

Nüfus yoğunluğu hızla artan büyükşehirler ve mevcut büyüme hızı ve su tüketim alışkanlıkları gibi sebepler, hâlihazırda su kaynakları üzerinde önemli bir baskı oluşturmaktadır. Artan su ihtiyacı ve iklim değişikliği dikkate alındığında, gerekli tedbir alınmadığı takdirde sorunların giderek artacağı kesindir. Bu nedenle su kaynaklarının korunmasına, suyun iktisatlı kullanılmasına ve yağmur suları ile bilhassa arıtılmış atık suların yeniden kullanılmasına ağırlık verilmesi gerekmektedir.

İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi ve uyum çalışmaları kapsamında Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesindeki kurumlar tarafından çeşitli araştırma ve proje çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Bu kapsamda, iklim değişikliğinin su kaynaklarına etkilerinin belirlenmesinde; ülke genelinde, yüksek çözünürlüklü iklim modelleme çalışmalarının geliştirilmesi ve bu modellerle birlikte iklimin ülkemizin su kaynaklarına etkilerinin araştırılması konusu oldukça önem arz etmektedir. Bu kapsamda üniversitelerin ve enstitülerin konuyla ilgili Ar-Ge çalışmaları yapmalarını teşvik edilmeli ve desteklenmelidir.

Kurumlar içinde iklim değişikliği ve uyumun önemi konusunda en alttan en üst birime kadar kurumsal farkındalık yaratılması için eğitim programı oluşturulması ve katılım sağlanması zorunlu kılınmalıdır.

Kurumsal kapasitenin oluşturulması için öncelikle ilgili tüm kurumlarda uyum konusyla ilgili yapılar/birimler oluşturulmalıdır. Bu sayede bilgi ve tecrübe birikimi sağlanabilecek, kurum içi ve kurumlar arası koordinasyon sorunları giderilerek sürdürülen çalışmalara üst seviyede katkı ve sonuçlardan azami fayda sağlanmış olacaktır.

İklim izleme ve iklim değişikliği öngörü çalışmaları yukarıda açıklandığı gibi tüm sektörlerle ana veri girdisi sağlamakta; uyum, azaltma ve önleme çalışmalarında yapılacak planlamalar bu veriler üzerine bina edilmektedir. Bu nedenle ülkemizde iklim izleme ve analiz çalışmaları için gerekli olan gözlem sistemleri, mekânsal dağılımı ve gözlem sistemlerinin mekânlarının korunmasına önem verilmelidir. İklim değişikliği kapsamında gelecek için yapılan farklı küresel iklim değişikliği senaryolarının Türkiye ve çevresi için yüksek çözünürlüklü veri setlerinin oluşturulması, bu verilerin sektörel olarak kullanıma

sunulması ve sektörler tarafından kendi planlamalarında temel olarak kullanılması yapılacak uyum, azaltma ve önleme çalışmalarının doğruluğunu ve başarısını artıracaktır.

Küresel iklim değişiminde afet risklerini yönetebilmek için iklim değişikliğine uyum ve afet risk yönetimi yaklaşımları;

- 1) Maruziyeti azaltma,
- 2) Savunmasızlığı azaltma,
- 3) Hazırlan, müdahale et ve iyileştir,
- 4) Riski paylaş ve transfer et,
- 5) Değişen risklere karşı direnci artır,
- 6) Dönüştür,

adımları uygulanarak risk ve kriz yönetimi (RKY) yapılabilir.

Ülkemizde başta kuraklık, doğal afetler ile ilgili çalışma yapan çeşitli kurumlar olması, her kurumun farklı görev ve yetkiler ile donatıldığı ve farklı yetenekleri olduğu göz önünde bulundurulursa risk ve kriz yönetimi (RKY) için bir kurul oluşturulmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Bakanlığımız bünyesinde, bağlı kurumlar ile oluşturulacak **“Kuraklık Koordinasyon Kurulu”**dur. Bu kurulda her kurum farklı görevler üstlenip ürettikleri ürün ve verileri kurul nezdinde paylaşılması ile ortak bir çalışma ve karar mekanizması kurulması RKY'nin başarıyla yapılmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca Bakanlığımız dışındaki kamu kurumları ve kamuoyu ile tek elden ve tek seslilikle irtibat kurulması da sağlanacaktır.

Bakanlığımız ve bağlı kuruluşları düşünüldüğünde; her kurumun yeteneklerine bağlı olarak, sayfa 89 yer alan şekil 6.2'de yer alan açıklamalar ile ilişkili görevleri üstlenmesi ve kurula sunması ile etkin bir RKY'i gerçekleştirebileceği düşünülmektedir.

Bakanlığımız Su Yönetimi Genel Müdürlüğü koordinasyonunda, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile ortaklaşa, 4-5 Mart 2014 tarihlerinde Ankara'da, düzenlenmiş olan **“Uluslararası Kuraklık Yönetimi Çalışma Toplantısı”**nda genel olarak iki önemli sonucun ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Bunlar;

1. Kuraklık konusunda çalışmaların bir bütünlük içerisinde yürütülmesi amacıyla kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyon ve işbirliğini sağlamak üzere, ilgili kamu kurum

ve kuruluşlarının üst düzeyde temsil edildiği bir “**Ulusal Kuraklık Koordinasyon Kurulu**”nun kurulması,

2. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün öncülüğünde bir “**Kuraklık Tahmin ve Erken Uyarı Merkezi**”nin oluşturulması.

## **8. KAYNAKLAR**

1. Erder, L., Faroqhi, S. (1979) “Population Rise and Fall in Anatolia 1550-1620” Middle East Studies 15:322-345
2. Flannery, T., 2011, İklimin Efendileri
3. IDIH, 2014, İklim Değişikliği İhtisas Heyeti Raporu
4. Kuniholm, P.I. (1990). “Archaeological Evidence and Non-evidence for Climate Change” Philosophical Transactions of the Royal Society of London 330:645-655
5. MGM, 2010. “Meteorology from Ottoman Empire to the Republic of Turkey
6. Erder, L. and Faroqhi, S. (1979) “Population Rise and Fall in Anatolia 1550-1620” Middle East Studies 15:322-345
7. MGM, 2013, Yeni Senaryolarla Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları

8. OR-SU, 2013, Su Kaynaklarının Geliştirilmesi Çalışma Grubu Raporu, Ormancılık ve Su Şurası
9. Samsunlu A, 2014. Kuraklık ve Susuzluk, Su ve Çevre Dergisi Ocak 2014 sayısı, s 30-31
10. Sensoy S.,Türkoğlu N., Akçakaya A.,Ulupınar Y., Ekici M., Demircan M., Atay H., Tüvan A.,
11. Demirbaş H., 2013: Trends in Turkey Climate Indices From 1960 to 2010, 6th Atmospheric Science Symposium, 24-26 April 2013, ITU, Istanbul, Turkey.
12. Url: <http://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/trends-in-turkey.pdf>
13. Kadioğlu M., Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi, Türkiye’nin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ne İlişkin İkinci Ulusal Bildirimi Hazırlık Faaliyetlerinin Desteklenmesi Projesi, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), 2012
14. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT: 2532 ÖİK: 671, ANKARA, 2000
15. Dokuzuncu Kalkınma Planı, Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT: 2718 ÖİK: 548,ANKARA, 2007
16. Ekici, M., Akay A., Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Afet Çalışmaları, Dönem Projesi, Türkiye Ortadoğu AMME İdaresi Enstitüsü Kamu Yönetimi Yüksek Lisans Programı, Ankara, 2011