

## 1. GİRİŞ

İnsanlar tarafından atmosfere salınan gazların sera etkisi yaratması sonucunda dünya yüzeyinde sıcaklığın artmasına küresel ısınma denilmektedir. Dünyanın ısısı düzenli olarak artmaktadır. Jeolojik ve diğer bilimsel kanıtlar, geçmişte yüzey ısısının en yüksek 27 santigrat, en düşük de 7 santigrat derece olduğunu göstermektedir. Fakat bilim adamları doğal dengenin, insanlardan kaynaklanan yoğun bir ısınma süreciyle bozulduğunu ve bu durumun dünyadaki hayatın büyük bölümünün tabi olduğu iklimin istikrarı için önemli çıkarımlara yol açmakta olduğunu söylemektedir (<http://www.kuresel-isinma.org/>, 2009).

Küresel ısınma sonucu meydana gelen küresel iklim değişikliği ise her geçen gün gündelik yaşantımızı daha çok etkilemektedir. Günümüzde sıklaşan kurak dönemler ve hemen önceki yıllarda yaşadığımız sert geçen kışlar insanlığa bir uyarı niteliği taşımaktadır. Biz Avrupa'nın güneyinde kuraklıkla mücadele ederken, İngiltere'de oluşan seller yüzünden on binlerce insanın evlerinden tahliye edildiği can kayıpları olduğu gözden kaçmamalıdır. Benzer şekilde İstanbul ve Ankara'da susuzluk kent yaşamını ciddi anlamda tehdit ederken, seller Karadeniz Bölgesi'nde büyük maddi kayıplara yol açmaktadır. İklim değişikliği dünya üzerinde eşitsiz değişimlerle bütün insanlığı tehdit etmektedir.

IPCC (1996), Türkeş vd.'ne (1999a) göre; küresel sıcaklıklardaki artışlara bağlı olarak, dünya ölçeğinde hidrolojik döngüde önemli değişiklikler, kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesi yükselmesi, doğal afetler, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi ve salgın hastalıkların artması gibi, ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan etkileyecek önemli değişikliklerin oluşacağı beklenmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

IPCC (2001b) ve Watson (2001) kaynaklarına göre; iklim değişikliği biyolojik çeşitliliği, ormanları ve tarımsal üretkenliği etkileyecektir. Buna göre, iklim değişikliğiyle ekolojik sistemlerin bileşiminin ve üretkenliğinin bozacağı ve biyolojik çeşitliliği azaltacağı öngörülmektedir. Ormanların ve orman türlerinin dağılışının,

sıcaklık, yağış, zararlıların yayılışı ve yangınlar gibi değişiklikler karşısında tahrip olacağı öngörülmektedir. Ayrıca; akarsu akımlarının, yüksek enlemlerde ve Güneydoğu Asya'da artacağı, Orta Asya'da, Akdeniz havzasının çevresinde, güney Afrika ve Avustralya'da azalacağı, sıcaklıkta ise herhangi bir artış olması durumunda, tarımsal üretkenliğin tropiklerdeki ve subtropiklerdeki birçok ülkede azalacağı, buna karşılık orta ve yüksek enlemlerde artacağı öngörülmektedir. İklim değişikliğinin meydana getirdiği kuraklık tarımı da olumsuz etkileyecek ve tarımsal kuraklığa neden olacaktır. Bu olay sosyal ve ekonomik sorunları doğurmakta, yaşam sürekliliğini düşürmektedir. Bu sorun, ekonomisi tarıma dayalı ülkelerde ve bölgelerde çok daha tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır (Türkeş 2001).

Küresel ısınmanın etkilerini Türkiye açısından değerlendirmek gerekirse, Türkiye'yi bekleyen sorunların başında; tarımsal üretim potansiyelinin azalması, su kaynakları azalması, tarımsal ve içme amaçlı su gereksimi artması, hayvan ve bitki habitatlarının zarar görmesi, su varlığındaki azalma ve ısı stresinden kaynaklanan hastalıkların sağlık sorunlarına neden olması gelmektedir. Ayrıca; yaz kuraklığındaki artışlar çölleşmeye ve erozyona sebep olabilir, deniz seviyesi yükselmesine bağlı olarak, Türkiye'nin yoğun yerleşme, turizm ve tarım alanları durumundaki, alçak taşkın-delta ve kıyı ovaları ile haliç ve ria tipi kıyıları sular altında kalabilir. Ani kar erimeleri ve çığlar nedeniyle ulaşım ve tarım etkilenebilir.

Uluslararası düzeyde küresel ısınmanın durdurulması veya yavaşlatılması için köklü önlemler üzerinde fikir birliği sağlanamaması durumunda, önümüzdeki yıllarda; kuraklık arttıkça kuru tarımda verimlilik azalacak ve bazı türlerin yetiştirilmesi mümkün olamayacaktır. Kavurucu sıcaklar, bitkilerin su kaybının yükselmesine ve buna bağlı olarak, daha sık ve daha fazla su ile sulanmasını gerektirecektir. Toprak ve sudaki tuz oranının tolere edilebilecek sınırların üzerine çıkması ise, birçok bitkilerin yok olmasına veya yetiştirilememesine sebep olacaktır.

Her geçen gün artan kuraklık ve bunun neden olduğu susuzluk yaşamımızın her alanında olduğu gibi yeşil alanlarda da yıkıcı etkilerini hissettirmektedir. Özellikle metropol kentlerimizde büyük miktarlarda su kullanımı gerektiren klasik peyzaj

düzenleme yaklaşımıyla oluşturulan mevcut yeşil alanların hemen hemen tamamı su kullanımının kısıtlandığı birkaç ay içerisinde büyük zarar görmüştür (Barış 2007).

Su yaşam boyu insanlık için vazgeçilmez bir kaynak olmuşken, değeri küresel ısınma sonucu yaşanan kuraklıkla bir kat daha anlaşılmıştır. Bu nedenle peyzaj çalışmalarında da su tasarrufu önemli bir hal kazanmıştır. Alınan ilk ciddi önlemlerden biri, 1981 yılında ABD' de Denver kentinde Su İşleri Departmanı tarafından uygulamaya konulmuştur. Şehir içindeki peyzajlarda tasarruflu su kullanımına yönelik bu önleme Yunanca kuru anlamına gelen 'xeros' ile peyzaj anlamına gelen İngilizce 'landscape' sözcüklerinden oluşmuş bir isim verilmiştir: Xeriscape. Buna Türkçe' de Kurakçıl Peyzaj Düzenleme denilmektedir. Xeriscaping yaklaşımı çevreyi koruyan ve suyun etkin kullanan peyzaj uygulamalarını içermektedir ve amaç su kullanımını en aza indirmektir (Barış 2007).

Bir başka açıdan değerlendirmek gerekirse; M.Ö. 4000 yıllarına kadar uzanan bahçe düzenleme sanatının tarihsel gelişmesine bakıldığında; ilk dönemlerde bahçelerin kamu yararını gözetmekten çok, özel beğeni ve kullanım amacıyla yapıldığı görülür. Ancak zaman içinde, mevcut kaynakların sadece insanların lehine tüketilmesi değil, aynı zamanda doğanın lehine korunması gerekliliği ortaya çıktıkça; bütün meslek disiplinleri gibi peyzaj mimarlığında da bu felsefeyi destekleyen bir akım ortaya çıkmıştır. Canlı materyallerin kullanıldığı, dolayısıyla su kullanımının mutlak gerekli olduğu peyzaj alanlarında, bu doğal kaynağın en akılcı kullanımını sağlayan planlama prensiplerini içeren akım Xeriscape olarak nitelendirilmiştir (Yazgan ve Özyavuz 2008).

Kurakçıl peyzaj uygulamalarında bakım maliyetlerinin azaltılması, sağlıklı bir bitki dokusu sağlanması, yerel çevreye uyum, çevre kalitesinin iyileştirilmesi gibi nedenlerle doğal türlerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Sıcak iklimlerde artan hava sıcaklığı ve azalan yağış temelinde değişen iklim koşullarına en iyi uyumu göstereceği için bölgemiz koşullarında kurağa dayanıklı doğal türlerin kullanılması birçok faydalarının yanı sıra su tasarrufunda da büyük avantajlar sağlayacaktır. Karagüzel'e (2007) göre sürdürülebilirlik kavramıyla bağlantılı olarak doğal tür ve genotiplerin

hastalık ve zararlılar ile tuz, düşük ve yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi çevresel stres faktörlerine dayanıklılıkları fazladır.

Yukarıda sayılan birçok nedenden dolayı öncelikle küresel ısınmanın etkilerine karşı yapılabilecek çalışmaların ve alınması gereken önlemlerin açıklanması gereklidir. Ayrıca, kurak iklime sahip bölgelerde yapılacak peyzaj çalışmalarında minimum maliyetle, uzun vadede sürekliliğin sağlanması ve çetin doğa koşullarında yeşil mekanların nasıl oluşturulacağı vurgulanmalıdır. Bu sebeple artan sıcaklıklara ve kuraklığa karşı peyzaj uygulamalarının devamlılığının sağlıklı şekilde sağlanması amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Bu tez kapsamında kurakçıl peyzajın doğmasına sebep olan küresel ısınma, Türkiye'ye etkileri ve alınması gereken önlemler hakkında bilgi verilmiş, kurak iklimli ve su kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda yapılacak kurakçıl peyzaj planlamasından bahsedilmiş, kurakçıl peyzaja uygun bitki türlerinden ve doğa ile uyumlu yapılacak Xeriscape çalışmalarından örnekler verilmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

Kurakçıl peyzajla ilgili bir çok çalışmalar yapılmıştır. Özellikle Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün, Tema Vakfı'nın, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın bu konuda çalışmaları devam etmektedir. Bunun dışında yabancı literatürlü kaynaklarda bu konu yer almaktadır.

Kurakçıl peyzaj planlamasının yapılmasının en önemli sebepleri; iklim değişikliği ve buna bağlı olarak oluşan kuraklık ve su yetersizliğidir.

### 2.1 Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği

İnsanlar tarafından atmosfere salınan gazların sera etkisi yaratması sonucunda dünya yüzeyinde sıcaklığın artmasına küresel ısınma denilmektedir. Daha ayrıntılı açıklamak gerekirse dünyanın yüzeyi güneş ışınları tarafından ısıtılmaktadır. Dünya bu ışınları tekrar atmosfere yansıtmakta ama bazı ışınlar su buharı, karbondioksit ve metan gazının dünyanın üzerinde oluşturduğu doğal bir örtü tarafından tutulmaktadır. Bu da yeryüzünün yeterince sıcak kalmasını sağlamaktadır. Ama son dönemlerde fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, hızlı nüfus artışı ve toplumlardaki tüketim eğiliminin artması gibi nedenlerle karbondioksit, metan ve diazotmonoksit gazlarının atmosferdeki yığılması artış göstermektedir. Bilim adamlarına göre işte bu artış küresel ısınmaya neden olmaktadır (<http://www.kuresel-isinma.org/>, 2009).

Küresel ısınma sonucu meydana gelen iklim değişikliği ise, Türkeş (1997a) tarafından bildirildiğine göre; çok genel bir yaklaşımla, iklim değişikliği, “Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler” biçiminde tanımlanmaktadır. İklimdeki değişiklikler, buzul ve buzul arası çağlar arasında, dünyanın çeşitli bölgelerinde ortalama sıcaklıklarda oluşan büyük değişiklikler şeklinde ortaya çıktığı gibi, yağış değişimlerini de içermektedir. Bugünkü bilgilerimize göre, Yerkürenin çok uzun jeolojik tarihi boyunca iklim sisteminde doğal yollarla birçok değişiklik olmuştur. Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla yalnızca dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış,

ekolojik sistemlerde de kalıcı değişiklikler oluşturmuştur (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Küresel ısınmayı ve küresel iklim değişikliğini etkileyen kuvvetlerin başında sera etkisi gelmektedir. Bunun dışında güneş ışımındaki değişimler ve sülfat parçacıkları da küresel iklim üzerinde etkili olmaktadır.

Sera etkisi: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan bilgilere göre; yeryüzündeki tüm yaşam biçimleri için vazgeçilmez bir ortam olan atmosfer, birçok gazın karışımından oluşmaktadır. Atmosferi oluşturan ana gazlar, azot (% 78.08) ve oksijendir (% 20.95). Daha küçük bir tutara sahip olmakla birlikte, üçüncü önemli gaz karbondioksittir (% 0.93). Atmosferdeki birikimleri çok az olan çok sayıdaki öteki gazlar ise, atmosferin kalan bölümünü oluşturmaktadır.

İklim sistemi için önemli olan doğal etmenlerin başında sera etkisi gelmektedir. Bitki seraları kısa dalgalı güneş ışınımlarını geçirmekte, buna karşılık uzun dalgalı yer (termik) ışınımının büyük bölümünün kaçmasına engel olmaktadır. Sera içinde tutulan termik ışınım seranın ısınmasını sağlayarak, hassas ya da ticari değeri bulunan bitkiler için uygun bir yetişme ortamı oluşturmaktadır. Atmosfer de benzer bir davranış sergilemektedir. Sera etkisi sadeleştirilerek açıklanabilir: Bulutsuz ve açık bir havada, kısa dalgalı güneş ışınımının önemli bir bölümü atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşmakta ve orada emilmektedir. Ancak, Yerküre'nin sıcak yüzeyinden salınan uzun dalgalı yer ışınımının bir bölümü, uzaya kaçmadan önce atmosferin yukarı seviyelerinde bulunan çok sayıdaki ışınımsal olarak etkin eser gazlar (sera gazları) tarafından emilmekte ve sonra tekrar salınmaktadır. Doğal sera gazlarının en önemlileri, başta en büyük katkıyı sağlayan su buharı (H<sub>2</sub>O) olmak üzere, karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), diazotmonoksit (N<sub>2</sub>O) ve troposfer ile stratosferde (troposferin üzerindeki atmosfer bölümü) bulunan ozon (O<sub>3</sub>) gazlarıdır. Ortalama koşullarda, uzaya kaçan uzun dalgalı yer ışınımı gelen Güneş ışınımı ile dengede olduğu için, Yerküre/atmosfer birleşik sistemi, sera gazlarının bulunmadığı bir ortamda olabileceğinden daha sıcak olacaktır. Atmosferdeki gazların gelen Güneş ışınımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışınımına karşı çok daha az

geçirgen olması nedeniyle Yerküre'nin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu doğal süreç sera etkisi olarak adlandırılmaktadır.

Ortalama koşullarda, Yerküre/atmosfer sistemine giren kısa dalgalı güneş enerjisi ile geri salınan uzun dalgalı yer ışıınımı dengededir. Güneş ışıınımı ile yer ışıınımı arasındaki bu dengeyi ya da enerjinin atmosferdeki ve atmosfer ile kara ve deniz arasındaki dağılışını değiştiren herhangi bir etmen, iklimi de etkileyebilir. Yerküre sisteminin enerji dengesindeki herhangi bir değişiklik ışıınımsal zorlama olarak adlandırılmaktadır (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Çizelge 2.1 İnsan etkinliklerinden etkilenen önemli sera gazlarına ilişkin özet bilgiler IPCC 1992 ve 1996a'ya göre yeniden düzenlenmiştir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Sera gazları (atmosferik birikim)	CO <sub>2</sub> (ppmv)	CH <sub>4</sub> (ppbv)	N <sub>2</sub> O (ppbv)	CFC <sub>11</sub> (pptv)
Sanayi öncesi(1750-1800)	~280	~700	~275	0
Günümüzde (1994)	358	1720	312	268(1)
Yıllık değişim (birikim)	1.5	10	0.8	0
Yıllık değişim (yüzde)(2)	0.4	0.6	0.25	0
Atmosferik ömrü (yıl)	50-200(3)	12	120	50

ppmv = hacim olarak milyonda kısım; ppbv = hacim olarak milyarda kısım;

pptv = hacim olarak trilyonda kısım.

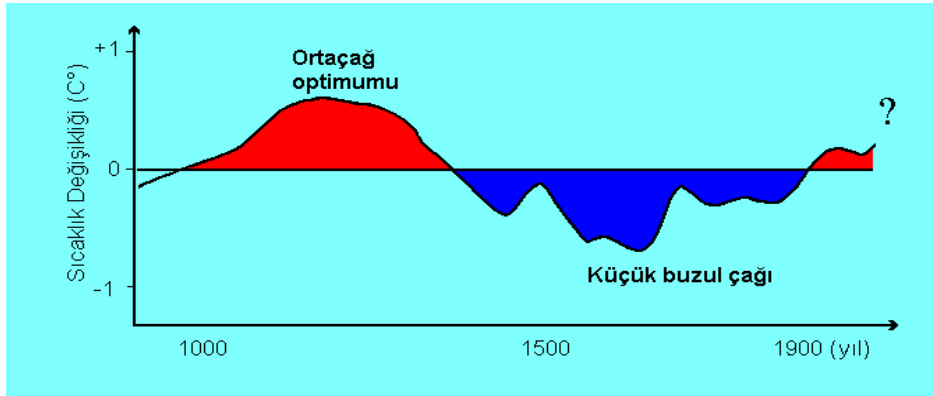
(1) 1992-93 verilerinden tahmini olarak;

(2) CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O'nun büyüme oranları, 1984'ten sonraki dönemin ortalamasına dayanmaktadır;

(3) CO<sub>2</sub>'nin okyanuslar ve biyosfer gibi yutaklarca ve çeşitli yutak süreçlerince farklı oranlarda emilmesi ve bu süreçlerin karmaşık olması nedeniyle, IPCC raporlarında CO<sub>2</sub>'nin atmosferik ömrü için tek bir değer verilmemiştir.

Sera gazı birikimlerindeki değişimlerin boyutları: Atmosferdeki antropojen (insan kaynaklı) sera gazı birikimlerinde sanayi devriminden beri gözlenen artış sürmektedir (Çizelge 2.1). IPCC'ye (1996a) göre; CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> ve N<sub>2</sub>O birikimleri, yaklaşık 1750 yılından beri, sırasıyla % 30, % 145 ve % 15 oranlarında artmıştır. CO<sub>2</sub>

emisyonlarındaki (salımlarındaki) insan kaynaklı artışların şimdiki hızıyla sürdürülmesi durumunda, sanayi öncesi dönemde yaklaşık 280 ppmv, 1994'de 358 ppmv olan CO<sub>2</sub> birikiminin 21. yüzyılın sonuna kadar 500 ppmv'ye ulaşacağı öngörülmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000). Sera gazı birikimlerindeki bu artışlar, Yerküre'nin uzun dalgalı ışınım yoluyla soğuma etkinliğini zayıflatarak, Yerküre'yi daha fazla ısıtma eğilimindeki bir pozitif ışınımsal zorlamanın oluşmasını sağlamaktadır. Yer/atmosfer sisteminin enerji dengesine yapılan bu pozitif katkı, artan ya da kuvvetlenen sera etkisi olarak adlandırılır. Bu ise, Yerküre atmosferindeki doğal sera gazları (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O ve O<sub>3</sub>) yardımıyla yüz milyonlarca yıldan beri çalışmakta olan bir etkinin, bir başka sözle doğal sera etkisinin kuvvetlenmesi anlamını taşımaktadır. Artan sera etkisinden kaynaklanabilecek bir küresel ısınmanın büyüklüğü, her sera gazının birikimindeki artışın boyutuna, bu gazların ışınımsal özelliklerine, atmosferik yaşam sürelerine ve atmosferdeki varlıkları sürmekte olan öteki sera gazlarının birikimlerine bağlıdır.



Şekil 2.1 Kuzey yarımkürede geçen bin yıllık dönemdeki yıllık ortalama sıcaklık değişimleri (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Sülfat parçacıklarının küresel iklim üzerindeki etkileri: Troposferdeki insan kaynaklı aerosoller (uçucu küçük parçacıklar) ve özellikle fosil yakıtların yanmasından çıkan kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) kaynaklı sülfat parçacıkları, Güneş ışınımını yeryüzüne ulaşmadan tutar ve uzaya yansıtır. Uçucu parçacık birikimlerindeki değişiklikler, bulut tutarını ve bulutun yansıtma özelliğini değiştirebilir. Genel olarak, troposferdeki parçacıklarda gözlenen artışlar, iklimi soğutma eğilimindeki bir negatif ışınımsal zorlama oluştururlar. Sera gazlarının yaşam süreleri on yıllardan yüzyıllara değişmekte (Çizelge



2.1), buna karşılık uçucu parçacıkların yaşam süreleri birkaç gün ile birkaç hafta arasında kalmaktadır. Bu yüzden onların atmosferdeki birikimleri, salımlardaki değişikliklere çok daha hızlı bir biçimde yanıt verebilmektedir. Öte yandan, volkanik etkinlikler sonucunda salınan kül parçacıkları da, yeryüzünün ve troposferin soğumasına neden olabilmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Güneş ışınımındaki değişiklikler: Güneş enerjisindeki doğrudan değişiklikler, oldukça iyi bilinen 11 yıllık döngülerle ve daha uzun süreli değişimlerle gerçekleşmektedir. 11 yıllık güneş döngülerindeki değişimlerin katkısının, % 0.1 gibi küçük bir oranda olduğu öngörülmektedir. Yerküre'nin ekseninde on yıllardan bin yıllara değişen bir zaman ölçeğinde gerçekleşen yavaş değişim ise, Güneş ışınımının zamansal (mevsimlik) ve kuşaksal (enlemler boyunca) değişikliklerini yine uzun bir zaman ölçeğinde yönlendirir. Sözü edilen bu değişiklikler, Kuvaterner' deki buzul çağlarında olduğu gibi, Yerküre'nin jeolojik geçmişindeki iklim değişimlerinin oluşmasında ve kontrolünde önemli bir görev üstlenmiştir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

### **2.1.1 İklim sisteminde gözlenen uzun süreli değişimler**

Küresel sıcaklıkların 1998'deki değişimi: Atmosferdeki birikimleri artmaya devam eden sera gazları nedeniyle kuvvetlenen sera etkisinin oluşturduğu küresel ısınma, özellikle 1980'li yıllardan sonra daha da belirginleşmiş ve 1990'lı yıllarda en yüksek değerlerine ulaşmıştır. 1998 yılı, hem kuzey ve güney yarımküreler için hem de küresel olarak hesaplanan yıllık ortalama yüzey sıcaklıkları dikkate alındığında, güvenilir aletli gözlemlerin başladığı 1860 yılından beri yaşanan en sıcak yıl olmuştur.

Başka sözlerle, küresel ısınma 1998 yılında, hem küresel hem de yarımküresel olarak yeni bir yüksek sıcaklık rekoru daha kırmıştır. WMO (1999) kaynaklarına göre; 1961-1990 klimatolojik normal (ortalaması) ile karşılaştırıldığında, ki bu dönemin kendisi de sıcak bir devreye karşılık gelmektedir, 1998'de Yerküre'nin yüzeye yakın yıllık ortalama sıcaklığının normalden 0.57 C° daha sıcak olduğu hesaplanmıştır. Bundan önceki en sıcak yıl ise, WMO (1998) kaynaklarına göre 1997 idi (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Küresel sıcaklıklardaki değişme eğilimlerinin boyutları: Türkeş (2000), İngiltere'deki East Anglia Üniversitesi Çevre Bilimleri Fakültesi'nin İklim Araştırma Birimi'nce yayınlanan aylık ortalama verileri (CRU/UEA 1999) çözümleyerek gerçekleştirdiği çalışmada, tüm dizilerde önemli ısınma eğilimleri bulunduğunu göstermiştir. Küresel sıcaklıklardaki uzun süreli eğilimleri ve değişim oranlarını incelemek için, küresel ve yarımküresel yıllık ve mevsimlik ortalama yüzey sıcaklığı anomalilerine (1961-1990 normalinden farklarına), en küçük kareler doğrusal regresyon yöntemi ve 13 noktalı binom süzgeci uygulanmıştır. Dizilerdeki uzun süreli ve 10'ar yıllık (her 10 yıldaki) ısınma oranları ise, 13 yıllık binom süzgecine göre hesaplanan doğrusal olmayan eğilimler temel alınarak verilmiştir. Türkeş'e (2000) göre, 1860'dan 1998'e kadar yıl yıl ve zaman dizisi yöntemleri ile incelenen küresel sıcaklık anomalisi dizileri için aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000):

Güney yarımkürenin yıllık ortalama yüzey sıcaklığı anomalilerindeki değişimler:

- (a) 1998'de normalden  $0.57\text{ C}^\circ$  daha sıcak olan küresel ortalama yüzey sıcaklığı, uzun süreli kayıttaki en sıcak yıldır;
- (b) İkinci en sıcak yıl, 1997'dir ve en sıcak 10 yılın yedisi 1990'larda oluşmuştur;
- (c) 1998 yılı, küresel yıllık ortalama sıcaklığın 1961-1990 normalinden yüksek olduğu 20'inci ardışık yıldır;
- (d) Küresel yıllık ortalama sıcaklık, 1900'dan 1998 yılına kadar yaklaşık  $0.7\text{ C}^\circ$  artmıştır. Sıcaklık artış oranı, her 10 yılda yaklaşık  $0.07\text{ C}^\circ$  olmuştur;
- (e) Küresel yıllık ve mevsimlik ortalama sıcaklıklar, 1979-1998 döneminde, bundan önceki herhangi bir 20 yıllık dönemdekinden daha yüksek bir hızla artmıştır;
- (f) 20 yüzyılın son bölümünde, birkaç ender La Niña olayı (tropikal orta ve doğu Pasifik'teki soğuk koşullar) dışında, çoğunlukla kuvvetli El Niño olayları (tropikal orta ve doğu Pasifik'teki sıcak koşullar) etkili olmuştur. Özellikle 1997 ve 1998 yıllarındaki rekor düzeydeki yüksek sıcaklıkların oluşmasında, 1997/98 kuvvetli El Niño olayının katkısının önemli olduğu kabul edilmektedir.

Kuzey ve güney yarımkürelerin ortalama yüzey sıcaklıklarındaki değişimler ise, aşağıda verilmiştir:

- (a) 1998'de kuzey yarımkürenin yıllık ortalama yüzey sıcaklığı normalden  $0.66\text{ C}^\circ$ , ilkbahar sıcaklığı  $0.64\text{ C}^\circ$ , yaz sıcaklığı  $0.55\text{ C}^\circ$ , sonbahar sıcaklığı  $0.49\text{ C}^\circ$  ve kış sıcaklığı  $0.71\text{ C}^\circ$  daha sıcaktır;
- (b) 1998'de kuzey yarımkürede sıcaklık anomalisinin en yüksek olduğu mevsim kıştır;
- (c) 1998'in yıllık ve mevsimlik sıcaklık anomalileri, sonbahar dışında, uzun süreli kayıtlarda o yıla kadar rastlanan en yüksek (sıcak) değerlerdir. Başka sözlerle, güney yarımkürenin yüksek sıcaklık rekorları da, sonbahar dışında, 1998 yılında kırılmıştır;
- (d) Kuzey yarımkürede ortalama sıcaklıklar, her 10 yılda yıllık sıcaklıklarda yaklaşık  $0.07\text{ C}^\circ$ , kış sıcaklıklarında ise  $0.074\text{ C}^\circ$  artış eğilimi göstermiştir;
- (e) Güney yarımkürede, uzun süreli kayıttaki en sıcak yıl,  $+0.48\text{ C}^\circ$ 'lik anomali değeri ile, yine 1998'dir. Bundan önceki en sıcak yıl ise 1997 idi;
- (f) Güney yarımkürede de yıllık ortalama sıcaklıklar, geçen yüzyılda yaklaşık  $0.65\text{ C}^\circ$  artmış, 10'ar yıllık artış oranı ise  $0.066\text{ C}^\circ$  olmuştur;
- (g) Küresel ortalama sıcaklıklarda olduğu gibi, kuzey ve güney yarımkürelerde de yıllık ve mevsimlik ortalama sıcaklıklar, son 20 yılda bundan önceki herhangi bir 20 yıllık dönemdekenden daha yüksek bir hızla artmıştır.

Son yıllardaki ısınmaya El Niño'nun katkısı: Bazı yıllarda kesintiye uğramakla birlikte, 1990'larda başlayan ve 1998'in ilk yarısında da etkili olan ısrarlı El Niño (sıcak) olayı, tropikal orta ve doğu Pasifik Okyanusu'nda deniz yüzeyi sıcaklıklarının normalden  $2-5\text{ C}^\circ$  daha yüksek olmasına neden olmuştur. 1998'in ilk yarısında etkili olan kuvvetli El Niño olayı döneminde, tropikal orta ve doğu Pasifik'in yanı sıra, Hint Okyanusu'nun batı ve orta bölümlerinde de beklenmedik düzeyde bir ısınma kaydedilmiştir. 1998 yılının ilk yarısında ekvatorial doğu Pasifik'te normalden  $2-5\text{ C}^\circ$  daha sıcak olan deniz yüzeyi sıcaklığı, La Niña'nın etkili olmaya başlamasıyla yılın sonunda normaline göre  $1-2\text{ C}^\circ$  soğumuştur. 1998'de küresel iklim sistemi Güneyli salınımın hem sıcak (El Niño) hem de soğuk (La Niña) uç olaylarından etkilenmiştir. Buna karşın, WMO'ya (1999) göre; El Niño olayı, bundan önceki küresel rekor yılı olan 1997'de olduğu gibi, 1998'de de küresel rekor ısınmaya katkıda bulunan ana etmen olarak kabul edilmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Küresel ısınmanın alanda ve zamandaki farklılığı: Türkeş (1995,1995a), UKMO (1995) ve Kadıoğlu (1997) kaynaklarına göre; gerçekte, küresel ortalama yüzey sıcaklığında gözlenen ısınma eğilimi, dünya üzerinde eşit bir coğrafi dağılış göstermemiştir; bölgesel farklılıklar belirgindir. Uzun süreli ısınma eğilimi, 40 °K ve 70 °K enlemleri arasındaki anakaralarda en fazladır. Buna karşılık, Atlas Okyanusu'nun kuzeyinde, Doğu Akdeniz ve Karadeniz havzaları ile Türkiye'de, özellikle son 20 yıllık dönemde, ortalama yüzey sıcaklıklarında bir soğuma eğilimi egemen olmuştur (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000). UKMO'ya (1995) göre; Atlas Okyanusu'nun kuzeyi ile Doğu Akdeniz ve Karadeniz havzalarında gözlenen bu bölgesel soğumanın, genel olarak bu bölgeler üzerindeki uçucu parçacık birikimindeki artışla ilişkili olabileceği öngörülmektedir. Bu bölgeler üzerindeki parçacık yoğunluğunun 21. yüzyılda da süreceği, ancak uzun dönemde artan sera etkisinin sıcaklıklar üzerindeki pozitif katkısının sülfat parçacıklarının negatif katkısını bastıracağı öngörülmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000). Bu yüzden, Türkiye ile bu bölgelerin de gelecek yüzyılda ısınacağı, ama bu ısınmanın öteki bölgelere göre daha az olacağı beklenmektedir.

Yirminci yüzyıldaki ısınmanın boyutları: IPCC (1996a) kaynaklarına göre; Kuzey Yarımküre'nin yaz mevsimi ortalamaları dikkate alındığında, geçtiğimiz son 20-30 yıl en azından 1400 yılından günümüze kadarki dönemde karşılaşılan en sıcak yıllar olarak gözükmektedir. Dünyanın çeşitli yerlerinden alınan derin buz örneklerinden derlenen veriler, 20. yüzyıldaki ısınmanın en azından son 600 yıllık dönemin herhangi bir yüzyılında oluşan ısınma kadar olduğunu ortaya koymaktadır (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

İklimdeki hızlı ve geniş alanlı değişiklikler, Kuvaterner'in Würm olarak adlandırılan son buzul çağı boyunca (20 000-100 000 yıl önce) ve içinde bulunduğu kabul edilen buzul arası döneme (son 10 000 yıl, Holosen) geçişte oluşmuştur. En azından Grönland'da ve Atlas Okyanusu'nun kuzey bölümünde, yıllık ortalama sıcaklıklarda yüzlerce yılda yaklaşık 5 C°'ye ulaşan değişiklikler gerçekleşmiştir. Bu değişiklikler, olasılıkla okyanus dolaşımındaki değişikliklerle ilişkiliydi. İklimdeki bu hızlı değişimler, iklimin iç ya da dış kuvvetlere ve etmenlere karşı oldukça duyarlı olabildiğini göstermektedir. Sıcaklıklar Holosen boyunca, buzul çağlarına göre daha az

değişkenlik göstermiştir. Henüz tamamlanmamış verilere ve delillere göre, küresel ortalama sıcaklıkların Holosen'deki herhangi bir yüzyılda 1 C°'den daha fazla değişmiş olması olası görülmemektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

İklimin kuraklaşması: Yağışlar, genel olarak Kuzey Yarımküre'nin yüksek enlemlerindeki kara alanlarında, özellikle de soğuk mevsimde bir artış göstermiştir. Buna karşılık, 1960'lı yıllardan sonra Afrika'dan Endonezya'ya uzanan subtropikal ve tropikal kuşaklar üzerindeki yağışlarda ani bir azalma gözlenmiştir. Bu değişiklikler, akarsularda, göl seviyelerinde ve toprak neminde de gözlenmiştir.

Türkeş (1996a ve 1998a) tarafından bildirildiğine göre; subtropikal kuşakta ve özellikle Afrika'nın Sahel bölgesinde 1960'lı yıllarda başlayan şiddetli kuraklıklar, on binlerce insanın göç etmesine ve milyonlarca hayvanın ölümüne neden olmuştur. Subtropikal kuşak yağışlarındaki ani azalma, 1970'li yıllarla birlikte Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de de etkili olmaya başlamıştır. Yağışlardaki önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olayları, kış mevsiminde daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Türkeş'e (1996b) göre; 1970'li yılların başı ile 1990'lı yılların ortası arasındaki yaklaşık 20-25 yıldaki kurak koşullardan en fazla, Ege, Akdeniz, Marmara ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri etkilenmiştir. Kuraklık olaylarının en şiddetli ve geniş yayılışlı olanları, 1973, 1977, 1989 ve 1990 yıllarında oluşmuştur. Türkeş'e (1998) göre ise; genel olarak Doğu Akdeniz Havzası'nın ve Türkiye'nin yıllık ve özellikle kış yağışlarında, 1970'li yılların başı ile 1990'lı yılların ortası arasında gözlenen önemli azalma eğilimleri, bu bölgede etkili olan cephesel orta enlem ve Akdeniz alçak basınçlarının sıklıklarında özellikle kış mevsiminde gözlenen azalma ile yer ve üst atmosfer seviyelerindeki yüksek basınç koşullarında gözlenen artışlarla bağlantılı olabilir. Öte yandan, özellikle karasal yağış rejimine sahip bazı istasyonların ilkbahar ve yaz yağışlarında, yazın daha belirgin olmak üzere, bir artış eğilimi gözlenmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Deniz ve kıta buzullarındaki değişiklikler: Parkinson (2000) tarafından bildirildiğine göre; 1978'den beri sürdürülmekte olan uydu gözlemleri, Arktik deniz buzunun alansal yayılışında her 10 yılda ortalama % 2.7 oranında bir azalma olduğunu göstermiştir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000). 1998 yılına kadar olan dönemdeki en büyük azalma

oranı, Okhotsk ve Japon denizleri ile Kara ve Barents denizlerinde oluşmuştur. Aynı dönemde, Bering Denizi'nde ise deniz buzunun kapladığı alanda bir artış gözlenmiştir. Kuzey yarım kürede Alpin dağ buzullarında da, hem alansal (buzulların geri çekilmesi) hem de hacimsel bir azalmanın varlığı, geçen yüzyılın başından beri sürmektedir. Deniz buzunun oluşum mevsimlerindeki kısalma ve daha az deniz buzulu örtüsüne yönelik eğilimlerin sürmesi durumunda, bunun hem polar ve belki de küresel iklime, hem de ender ve hassas Arktik bitki ve hayvan türlerinin yaşam tarzları ve yaşamlarını sürdürebilmeleri üzerinde önemli etkileri olabilecektir. Küresel ısınma, Arktik deniz buzundaki alansal azalmaya neden olan temel etmenlerden birisi olarak kabul edilmektedir. Bu yüzden, küresel ısınma sürdükçe, Arktik deniz buzu örtüsünün daha da geri çekilmesi ve daralması beklenmektedir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Deniz Kuvvetleri nükleer deniz altılarının elde ettiği 'sonar' verilerine göre, Arktik (Kuzey Buz) Denizi'ndeki deniz buzlarının kalınlıklarında da, geçen 20-30 yıllık dönemde belirgin bir azalma olmuştur. Gözlenen incelme yaklaşık 2m ile 3m arasında değişmektedir. Deniz buzu örtüsündeki incelme, Kuzey Buz Denizi'nin Avrasya yönündeki doğu bölümünde, Alaska ve Kanada takımadaları yönündeki batı bölümünden daha fazladır.

Arktik buzul örtüsünün (deniz buzu ve buzul kalkanı) coğrafi yayılışındaki ve kalınlığındaki azalmanın, deniz seviyesinin yükselmesi, genel okyanus ve atmosfer dolaşımının değişmesi, vb. gibi insan yaşamını, ekolojik ortamı ve iklim sistemini doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyebilecek başka birincil ve ikincil etmenlere de neden olabileceği beklenmelidir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Deniz seviyesindeki yükselme: Gel-git ve deniz seviyesi ölçüm kayıtlarına göre, küresel ortalama deniz seviyesi 19. yüzyılın sonundan günümüze kadar geçen yüzyıl süresince yaklaşık 10-25 cm kadar yükselmiştir. Deniz seviyesi yükselmesinin belirlenmesinde karşılaşılan ana belirsizlik, düşey yönlü yerkaşu hareketlerinin gel-git ölçerleriyle yapılan deniz seviyesi ölçümlerinin üzerindeki etkisidir. Uzun süreli düşey arazi hareketlerinin etkileri giderildiğinde, okyanus sularının hacminin artmakta olduğu ve deniz seviyesinde yukarıda verilen oranlar arasında bir artışa yol açtığı bulunmuştur (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Küresel deniz seviyesindeki bu yükselmenin önemli bir bölümünün, küresel ortalama sıcaklıkta aynı dönemde gözlenen artışla ilişkili olduğu öngörülmektedir. IPCC' ye (1996a) göre; yine aynı dönem boyunca, ortalama sıcaklıklardaki ısınma ve bunun sonucunda okyanuslarda oluşan termal genişleme, deniz seviyesinde gözlenen yükselmenin 2-7 cm'lik bölümüne karşılık gelirken; dağ buzullarındaki ve örtü buzullarındaki erime, yükselmenin 2-5 cm'sini oluşturmuştur. Öteki etmenlerin katkısını belirlemek daha zordur. Yüzey ve yeraltı suyu birikimindeki değişiklikler, deniz seviyesinde geçen yüzyıl boyunca küçük bir değişikliğe neden olmuş olabilir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Meteorolojik ve hidrolojik doğal afetlerdeki değişiklikler: Küresel ısınmanın etkileri, buzulların erimesi, deniz seviyesi yükselmesi, iklim kuşaklarının kayması gibi değişikliklerle sınırlı değildir. Küresel ısınmanın sürmesi durumunda, aşırı hava olayları (şiddetli fırtınalar, kuvvetli yağışlar ve fırtına kabarmaları) gibi meteorolojik, bu olaylara bağlı olarak oluşan taşkınlar ve seller gibi hidrolojik ve uzun süreli kuraklık olayları ve çölleşme süreçleri gibi klimatolojik kökenli doğal afetlerin şiddetinde, sıklığında ve etkinlik alanında önemli artışların olabileceği beklenmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Küresel sıcaklıklarda, özellikle 1980'lerden başlayarak belirginleşen ısınmaya koşut olarak, 1980'lerde ve özellikle 1990'lı yıllarda doğal afetlerin daha sık olduğu ve daha etkili olduğu dikkat çekmektedir. Artık günümüzde, giderek daha çok sayıda iklim bilimci, doğal afetlerdeki bu belirgin artışı, insan kaynaklı sera gazlarının atmosfere salınması sonucunda kuvvetlenen sera etkisine (küresel ısınmaya) bağlamaktadır.

1998 yılı aşırı hava olayları ve iklim ilişkili doğal afetler açısından özel bir yere sahiptir. 1998 yılı, yaklaşık 140 yıllık aletli küresel sıcaklık kaydının en sıcak yılı olmasının yanı sıra, bu yılda daha önce hiç görülmediği kadar çok sayıda ve etkili doğal afet oluşmuştur: 240 kuvvetli fırtına, 170 taşkın ve 190 orman yangını, çok sayıda şiddetli kuraklık olayı, sıcak ve soğuk hava dalgaları, bunlara örnek olarak verilebilir. Tüm bu afetler dikkate alındığında, 1998 yılında, doğal afetler açısından da (olumsuz) bir rekor kırıldığı söylenebilir.

Bu noktada, konunun bir başka ve yeni boyutunun sigortacılık olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Doğal afetlerde gözlenen bu dikkat çekici ve insani boyutları açısından üzücü artış ile gelecekte küresel ısınmaya bağlı artma olasılığı ya da artan risk potansiyeli, bu tip afetlere karşı sigortacılık için yeni bir hizmet alanı ve giderek artabilecek olan bir istem doğurmaktadır (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Türkeş (1998c, 1999) ve Rees (1999) taraflarından bildirildiğine göre; 1998 yılındaki yıkıcı doğal afetlerden seçmeler (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000):

4-10 Ocak 1998, Kanada/ABD: Yıl, Kanada sigortacılık sektörü için rekor düzeyde bir kayıpla başlamıştır. Kanada'nın doğusunda birkaç gün etkili olan bir buz fırtınası (çok soğuk ve fırtınalı havayla birlikte donan yağmur, buzlanma, vb.), 10 cm kalınlığa ulaşan bir buz tabakasının oluşmasına neden olmuştur. Bu, sigortacılık açısından Kanada tarihinin en pahalı afeti olarak değerlendirilmiştir. Bu afet sırasında, ABD'de de başta enerji sistemleri gelmek üzere, önemli hasarlar oluşmuştur.

15-16 Mayıs 1998, ABD: Minneapolis yöresinde oluşan bir dolu fırtınası (çoğunlukla soğuk cepheler ve kararsız kümülönimbüs bulutlarınca oluşturulur), birçok aracın zarar görmesine, yerleşim alanlarının ve sanayi kuruluşlarının çok büyük hasarlara uğramasına neden olmuştur. Aradan aylar geçtikten sonra bile, bu afetin oluşturduğu hasarın tam bir bilançosu doğru bir biçimde çıkarılamamıştır. Bu dolu afeti, ABD'denin sigortacılık tarihinin o güne kadarki en pahalı afet olayı olarak değerlendirilmiştir.

Mayıs (21 Mayıs) 1998, Batı Karadeniz, Türkiye: Mayıs 1998'de, Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Karadeniz Havzası'nda etkili olan, cephesel orta enlem ve Akdeniz alçak basınçları, birlikte özellikle Türkiye üzerinde şiddetli yağışlara neden olmuştur. Mayıs ayı boyunca, Türkiye'nin batı ve kuzey bölgelerinde hemen her gün, sağanak ve gök gürültülü sağanak yağışlar kaydedilmiştir. Özellikle Mayıs ortasında, Orta Akdeniz Havzası'nda ve Balkanlar-Karadeniz Havzası'nda iki yeni cephesel fırtına (alçak basınç) etkili olmuştur. Bu birleşik alçak basınç sistemi, 19 Mayıs'tan başlayarak Ege Bölgesi'nde (Aydın ve İzmir) daha şiddetli olmak üzere, Türkiye'nin büyük bir bölümünde, sağanak ve gök gürültülü sağanak yağışların oluşmasına neden olmuştur.



Bu şiddetli ve sürekli yağışlar sonucunda, 21 Mayıs'ta Türkiye'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde çok etkili taşkın ve sel olayları oluşmuştur. Can ve büyük mal kayıplarına neden olan taşkınlar, özellikle Zonguldak, Bartın, Karabük ve Bolu'da etkili olmuştur. Hükümet, Batı Karadeniz Bölümü'ndeki taşkın olaylarında, yaklaşık 20 kişinin hayatını kaybettiğini ve taşkınların neden olduğu toplam hasarın yaklaşık 1 milyar ABD \$ olduğunu açıklamıştır.

Batı Karadeniz taşkın afeti, birbirinden ayrılması ve açık bir biçimde tanımlanması gereken iki temel elemanla karakterize olmaktadır. Bunlardan birincisi, bölgedeki meteorolojik olaylar zinciridir: Mayıs ayının ilk yarısında, kuzey Atlantik kaynaklı alçak basınçlar ile Akdeniz alçak basınçlarıyla bağlantılı birlesik cephesel fırtınalar, Dogu Akdeniz ve Karadeniz havzalarında etkili olmuştur. Bu birleşik şiddetli hava tipi göreceli olarak durağan olduğu için, ki bu hava durumu tipi yılın bu dönemi için olağan değildir, yıkıcı sağanak ve gök gürültülü sağanak yağışlarla kendisini gösteren şiddetli hava koşullarının Türkiye'nin büyük bölümünde ve bu arada Batı Karadeniz'de haftalarca etkili olmasına yol açmıştır. Kötü hava koşulları, 19-20 Mayıs'tan sonra daha da şiddetlenerek, Ege Bölgesi ve Batı Karadeniz Bölümü üzerinde aşırı ve yıkıcı yağışların oluşmasına neden olmuştur. Mayıs 1998'in ilk üç haftasında Batı Karadeniz Bölümü'nün pek çok yerinde ortalamanın üzerinde ekstrem yağış olarak gerçekleşen uzun süreli kuvvetli yağışlar ve bunlara bağlı seller sonucunda da, Koca çay ve Filyos akarsularında büyük taşkınlar oluşmuştur. Şiddetli cephesel fırtına etkinliği için uygun olan basınç ve nem koşullarına ek olarak, topografya ve arazi kullanımı tipleri gibi meteorolojik olmayan etmenler de taşkına büyük ölçüde katkıda bulunmuştur.

Çizelge 2.2 Türkeş (1998b) tarafından bildirildiğine göre; seçilmiş istasyonların Mayıs 1998 yağış toplamları (mm), Mayıs ayı yağış toplamlarının uzun süreli ortalaması (mm) ve bu istasyonların Mayıs 1998 yağış toplamlarının, normal sıklık dağılımına göre yüzde cinsinden oluşma olasılıkları (Çetiner, Sümer, Türkeş 2000)

İstasyon	Mayıs 1998 yağış toplamı (mm)	Mayıs ayı uzun süreli yağış ortalaması (mm)	Mayıs 1998 yağışının oluşma olasılığı
Zonguldak	229.9	56.2	p < 0.001
Bolu	157.0	59.3	p < 0.001
Bartın	219.7	53.8	p < 0.001
Düzce	176.1	61.7	p 0.001

Mayıs ve Eylül 1998, Çin: Yang-Çe Nehri boyunca çok geniş alanlar, aylarca taşkın suları altında kalmıştır. 10 milyon insan afet bölgesinden uzaklaştırılmış olmasına ve etkin koruma önlemlerine karşın, bölgedeki hasarlar afet boyutlarına ulaşmıştır. Bu taşkın afeti, sigorta şirketlerinin Çin Halk Cumhuriyeti'nde bir doğal afet hasarının maliyetini önemli ölçüde karşıladığı ilk olaydır. Taşkınlar sonucunda yaklaşık 3600 insan yaşamını yitirdi; 22 milyon ev yıkıldı ve milyonlarca insan evsiz kalmıştır.

9-10 Haziran 1998, Hindistan: '03A' siklonu (tropikal kuşak okyanuslarında oluşan çok yıkıcı bir tropikal alçak basınç ya da fırtına), saatte 190 kilometreye ulaşan rüzgarlarla birlikte, Hindistan'ın batı eyaletlerinden biri olan Gujarat'ta yapımı sürmekte olan iki petrol rafinerisini, altı rüzgar tarlasını ve bir tuz üretim kuruluşunu yıkıp geçmiştir.

10 Temmuz-30 Eylül 1998, Bangladeş, Hindistan ve Nepal: Kuvvetli muson yağmurları, özellikle Bangladeş'te, son 20-30 yılın en yıkıcı taşkınlarına neden olmuştur. Taşkınların sonucunda, özellikle temiz içme suyu, yeterli gıda ve sağlıklı barınma koşullarının sağlanamaması yüzünden salgın hastalıklar baş göstermiştir. Afetlerden etkilenen bölgelerdeki ekonomik hasarlar, bu bölgelerin yıllık gayri safi milli hasılasının yaklaşık % 10'una karşılık gelmektedir.

15 Eylül-1 Ekim 1998, Karayibler ve ABD: 'Georges' kasırgası (kendilerine verilen özel isimler dışında, Karayib Denizi, Meksika Körfezi ve orta Atlantik bölgelerindeki tropikal siklonlara ve fırtınalara kasırga adı verilmektedir), Puerto Rico, Hispaniola, Küba ve ABD'nin Florida, Mississippi, Louisiana ve Alabama eyaletlerini yıkıma uğratmıştır. Bu tropikal fırtına, Karayibler bölgesinde oluşturduğu hasarlar açısından bir rekor kırmıştır.

22 Ekim-5 Kasım 1998, Orta Amerika: 'Mitch' kasırgası yaklaşık 10 000 insanın ölümüne yüz binlerce insanın evsiz kalmasına neden olmuştur. Mitch kasırgası, 1780 yılından beri kaydedilen Atlantik kasırgalarının en kuvvetlilerinden birisi (dördüncüsü) olarak değerlendirilmiştir.

Kasırgadan etkilenen bölgeler, ekonomik kalkınma açısından çok büyük sıkıntılarla karşı karşıya kalmıştır; sosyoekonomik kayıpların karşılanması ve ekonomik kalkınmanın yeniden başlatılabilmesi için uzun bir zamana gereksinim duyulacağı öngörülmektedir.

2000 yılının da doğal afetler açısından kötü başladığı söylenmektedir. 19 Şubat 2000'den başlayarak 'Eline' siklonuna bağlı aşırı yağışlar ve fırtınalı hava koşulları Afrika'nın güneydoğusunda ve özellikle Mozambik'te etkili olmuştur. 20 Şubat'tan sonra aşırı yağışlara bağlı olarak, son 30 yılda ülkede yaşanan en kötü taşkın ve sel olayları oluşmuştur. Bu kötü hava koşulları ve taşkınlar Mart ortasına kadar etkili olmuştur. Mozambik'te yaşanan çok şiddetli fırtına ve yağış koşullarına bağlı olarak oluşan bu etkili ve yaygın taşkın ve sel olayları, çok sayıda insanın ölümüne, 300 000'den fazlasının evsiz kalmasına, ülkenin alt yapısının büyük bir hasara uğramasına ve ekonominin çökme noktasına gelmesine neden olmuştur. Yaklaşık bir ay süreyle etkili olan bu afetin neden olduğu hasarların ve ekonomik kayıpların giderilmesi için, yaklaşık 200 000 ABD gerekmektedir. Şimdi, temiz içme suyu ile gerekli parasal ve sağlık yardımlarının ulaştırılamaması durumunda, açlık ve salgın hastalıkların (sıtma, dizanteri, bronşit, kolera, vb.) artmasından kaygı duyulmaktadır.

Neredeyse tüm şiddetli hava olaylarının birer afete dönüşmesi, tomografik koşulların, yanlış yerleşme ve yanlış arazi kullanımı uygulamaları gibi yerel yada bölgesel coğrafya etmenlerinin yanı sıra, temel olarak insan sistemlerinin 'olası' yerel hava tiplerine karşı hazırlıklı olma ve önlemler almadaki başarısızlığının doğal bir sonucudur. Bu büyük tehlike, günümüzde dramatik olarak şiddetlenmektedir. İnsanın doğal iklim sistemi üzerindeki müdahalesi, küresel iklim değişikliğini, toplumun bu gelişmeye gerektiği kadar hızlı uyum gösteremeyebileceği ölçüde hızlandırmaktadır.

Bu kayıpları önlemek yada en azından azaltmak, devletlerin, politikacıların, karar vericilerin ve yurttaşların görevidir. Özellikle sera gazı salımlarının önemli ölçüde azaltılması açısından, toplu taşımacılık, enerji tasarrufu ve verimliliği, fosil yakma teknolojilerinin geliştirilmesi ve yenilenebilir enerjiler gibi uygulanabilir öneriler konusunda bir sıkıntı bulunduğu söylenmemektedir. Bu konu, kuvvetli bir uluslararası

iradeyi ve uygulamayı beklemektedir. Türkes'e (2000a) göre; karbondioksit ve öteki sera gazı salımlarını küresel olarak azaltmaya yönelik uluslararası çabaların odak noktası, Haziran 1992 Rio Doruğu'nda imzaya açılan BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'dir. Sözleşme, Aralık 1997'de Japonya'nın Kyoto kentinde yapılan 3. Taraflar Konferansı'nda kabul edilen Kyoto Protokolü ile, göreceli de olsa kuvvetlendirilmiştir (Türkes, Sümer ve Çetiner 2000). Çağdaş toplumların sorumluluk tanımına göre, kayıp ve hasarlarla ilgilenmek sosyal devletin ve sigorta kuruluşlarının görevidir. Bu yüzden, son yıllarda sigortacılık sektörü, 1980'li ve 1990'lı yıllarda dünyaya egemen olmaya başlayan kamu mallarının ve hizmetlerinin özelleştirilmesi eğiliminin de etkisiyle, fırtına, sel, taşkın, çığ ve dolu vb. şiddetli hava afetlerinden kaynaklanan zararlar konusunda yakından ilgilenmektedir. Genel olarak, bu görev sorumluluğu, olası bir korumanın sınırlarına ilişkin açık bir göstergesi içermektedir. Bunlar, daha hızlı ve köktenci küresel iklim değişiklikleri ile daha uç yada şiddetli hava tiplerini karşılamaktadır. Bu olaylar, tek başına bireylere, ailelere ve şirketlere tehdit oluşturan hasarlara neden olmakta; ayrıca tüm kentler ve ekonominin tüm kolları, küresel ölçekte ise tüm devletler ve sosyal sistemler için bir tehlike oluşturmaktadır (Türkes, Sümer ve Çetiner 2000).

Yukarıda da belirtilen nedenlerle sera gazı salınımlarına engel olmak büyük önem taşımaktadır. IPCC'nin değerlendirme raporu incelendiğinde de sera gazı salınımlarının küresel iklim değişikliğini ne derece etkilediği görülmektedir. Bu yüzden sera gazı salınımlarını azaltmak için bazı önlemler almak gerekmektedir. Sera gazı salımlarını azaltacak birçok teknolojik seçenek ve harcamaları düşürmek için birçok olanak bulunmasına karşın, iklim dostu teknolojilerin yaygınlaşmasının önündeki engellerin kaldırılması gerekmektedir. Konuyla ilgili değerlendirmeler aşağıda verilmiştir (Türkes 2001):

- Sera gazlarının atmosferik birikimlerinin durdurulması, salımların tüm bölgelerde azaltılmasını gerektirecektir.
- Daha düşük sera gazı salımları, enerji kaynaklarının geliştirilmesinde ve üretiminde farklı desenleri dikkate almayı ve enerjinin son kullanımında verimlilikte artış sağlanmasını gerektirecektir.

- Bilim ve teknolojideki önemli gelişmeler, geçen 5 yılda ve beklenenden çok daha hızlı bir biçimde gerçekleşmiştir. Bu gelişmeler, rüzgar türbinlerini, hibrid motorlu otomobilleri, yakıt hücresi teknolojisini ve CO<sub>2</sub>'nin yeraltında depolanmasını içermektedir.
- Küresel salımlarda günümüz ile 2020 arası için öngörülen artışların yarısı, doğrudan yararlarla (negatif maliyetlerle) azaltılabilecekken, salımların öteki yarısı ton karbon (tC) başına 100 \$'dan daha küçük bir harcamayla azaltılabilir; ve
- Bu azaltmaların gerçekleşmesi, engellerin üstesinden gelmeyi ve politikaların desteklenmesini, artan araştırma ve geliştirme etkinliklerini ve etkili teknoloji transferini kapsamaktadır.
- Salım azaltımlarının bazıları, 'no regret' (her koşulda kullanmaya ve uygulanmaya değer) olanaklarla yada seçeneklerle sıfır yada negatif maliyetlerle elde edilebilmektedir. 'Her koşulda uygulanmaya değer' seçenekler ise aşağıda verilenleri içermektedir:
  - Pazar ve kurumsal düzensizliklerin azaltılması;
  - Yerel ve bölgesel hava kalitesi iyileştirmeleri gibi yardımcı yararlar ve dolaylı katkılar;
  - Vergi gelirlerinin yada açık arttırma izinlerinin, geri dönüşüm geliri aracılığıyla var olan dengesiz vergileri azaltmak amacıyla kullanılabilmesi; ve
  - Tüm sektörlerde enerji verimliliği (enerjinin etkili ve yeterli kullanımı) potansiyelinden en yüksek düzeyde yararlanılması, vb.
  - Ormanlar, tarımsal araziler ve öteki karasal ekosistemler, önemli bir karbon tutmaya da emme potansiyeli sunmaktadır. Küresel olarak, bu tutarın gelecek 50 yılda 200 milyar ton karbon (GtC) dolayında olabileceği öngörülmektedir;
  - Salım ticareti olmaksızın, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (İDÇS) Kyoto Protokolü (KP) Ek B taraflarının KP'ne uyma maliyetleri % 0.2-2 arasında değişirken, tam bir Ek B salım ticaretinde maliyetler % 0.1-1 dolayına indirilebilir. Bu hesaplamaları yapan modellerde, yalnız enerji-ilişkili CO<sub>2</sub> salımları dikkate alınmıştır. Bu maliyetler, yutakların, Temiz Kalkınma Düzeninin (TKD), tüm sera gazlarının, etkili vergi dönüşümünün, yardımcı yararların ve artan teknolojik değişikliklerin kullanımıyla daha da azaltılabilir; ve

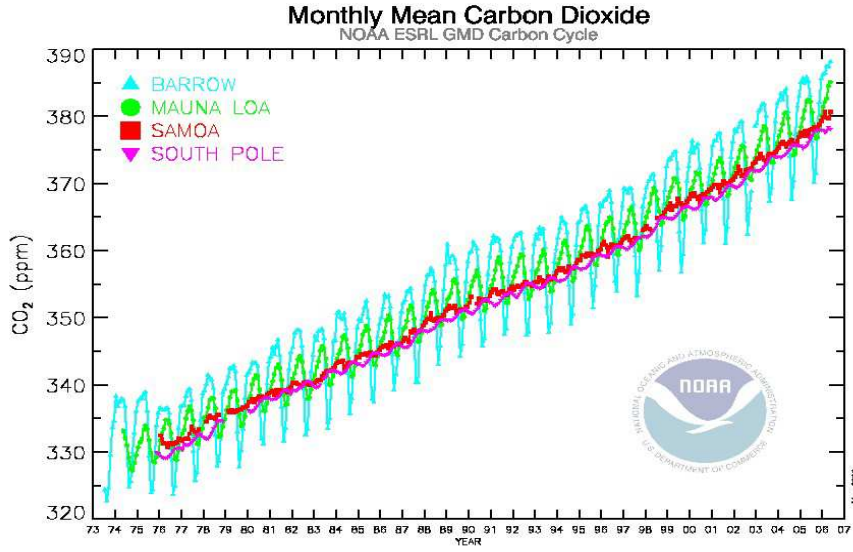
- CO<sub>2</sub> birikimini durdurma maliyetleri, durdurmaya başlanılan düzeye ve durdurmanın hedefine (ulaşılmaya çalışılan düzeye) göre değişmektedir.

Öte yandan, tarım ve su temini gibi yönetilen sistemler için geçerli uyum seçenekleri, teknolojiye ilerlemeler nedeniyle genellikle artış gösterirken, gelişmekte olan ülkeler bu teknolojilere ve uygun bilgiye ulaşmada zorluk çekmektedir. Bunun dışında, iklim değişikliği uyum stratejilerinin maliyet-etkinliği ve yararı, kültürel, eğitimsel, yönetimsel, kurumsal, yasal ve düzenleyici uygulamalara bağlı olacaktır. Ayrıca, iklim değişikliği kaygısını dikkate alan kaynak kullanımı, kalkınma kararları ve planlarının, düzenli ve zamanlı alt yapı yatırımlarıyla bütünleştirilmesi, uyumu kolaylaştırabilecektir (Türkeş 2001).

## 2.2 Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre; Dünyanın son 400.000 yıllık Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve sıcaklık değişimlerine bakarsak ortalama olarak 80.000 ile 110.000 yılda bir CO<sub>2</sub> miktarında bir artış olurken buna paralel olarak sıcaklıkta artmış ve azalmıştır. CO<sub>2</sub> ve sıcaklıktaki değişim hep birbirine paralel bir şekilde devam etmiştir. Günümüzden 120.000 yıl önceki son CO<sub>2</sub> döngüsünde sonra dünyamız buzul çağını yaşamıştır. Günümüzde CO<sub>2</sub> teki artış insan kaynaklı ve acımasız bir hızla devam etmektedir (Kayhan 2007).

Serbest Atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarını ölçebilmek amacıyla aktif CO<sub>2</sub> kaynaklarından uzak Hawaii adalarında Mouna Loa, Samoa adaları, Güney kutbu Barrow'da 30 yıllık yapılan gözlemlere göre 2006 yılında ortalama CO<sub>2</sub> miktarı 385 ppm miktarına ulaştığı ve halen artmaya devam ettiği görülmektedir. Atmosferde son 400.000 yıllık tarihinde hiçbir zaman bu kadar yüksek CO<sub>2</sub> miktarına ulaşmamıştır (Şekil 2.2).



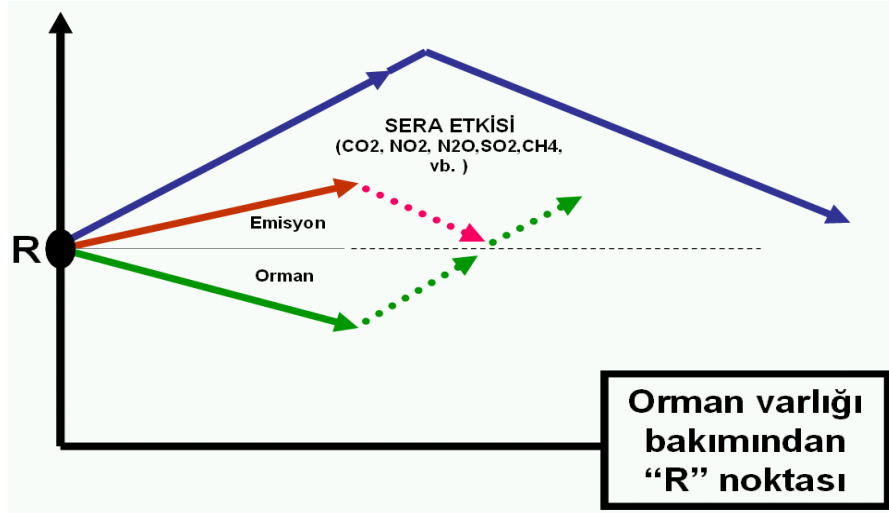
Şekil 2.2 1973-2006 arasında Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) değişimi (Kayhan 2007)

Fosil kökenli yakıtların kullanımının devam ediyor olması, çevrenin kirletiliyor ve en önemli CO<sub>2</sub> yutakları olan ormanların büyük bir hızla azalıyor olması nedeniyle CO<sub>2</sub> miktarındaki hızlı artışının devam edeceğini net bir şekilde görülmektedir. Bunun yanında Metan miktarındaki artışta çok dikkat çekicidir, CH<sub>4</sub> miktarındaki değişim 06/1983' te 1638.43 iken bu değer 12/2005' te 1799.30 ppmv değerine ulaşmıştır.

Geçmiş 400.000 yıllık CO<sub>2</sub> ile sıcaklık değişimi incelendiğinde CO<sub>2</sub> ile sıcaklık arasındaki korelasyona göre günümüzde dünyanın 14,5 C° olan ortalama sıcaklığı 385 ppm CO<sub>2</sub> miktarına göre 17 C° ile 21 C° arasında olması gerekirdi, yani mevcut CO<sub>2</sub> miktarına göre sıcaklık olmasından daha düşüktür. Olayı tersten incelemek gerekirse dünyanın 14,5 C° sıcaklığına karşılık gelen CO<sub>2</sub> miktarı 270 ppm ile 300 ppm arasında bir değer olmalıdır. Bu durum bize CO<sub>2</sub> ile sıcaklığın şu anda doğrusal olmadığını göstermektedir, yani CO<sub>2</sub> artışına dayanarak yapılan tahminlerin öngörülerini zorlaştırdığını ve dolayısıyla yaşanacak problemlerin tahmin edilenlerden daha büyük olacağını göstermektedir (Kayhan 2007).

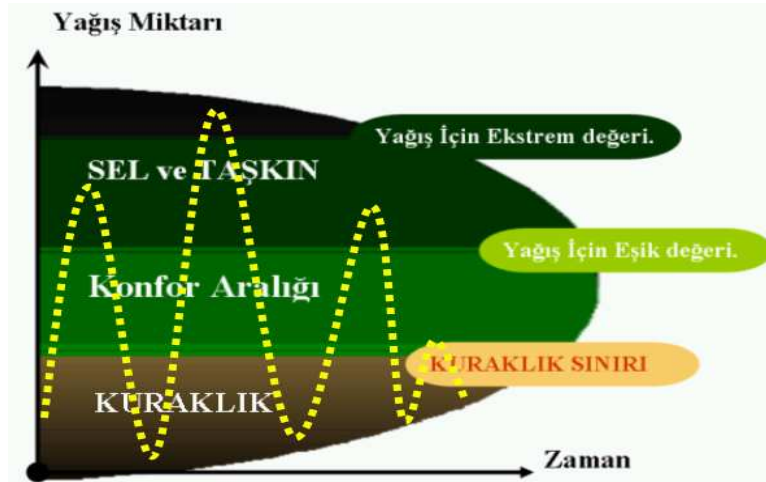
Şekil 2.3 incelediğinde şu anda referans noktası ( R ) olarak alınan değerlerine göre atmosferdeki emisyon miktarı artmakta ve dünyadaki orman varlığı azalması ile sera etkisi bunlara paralel olarak artmaktadır. Eğer CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> gibi sera gazlarının salımları azaltılır ve orman varlığı hızlı bir şekilde artırılırsa dahi sera etkisi

mevcut gazlardan dolayı bir süre daha artmaya devam edecektir. Sera etkisinin devam etmesinin sebebi CO<sub>2</sub> 200 yıl CH<sub>4</sub> 15 yıl N<sub>2</sub>O 114 yıl gibi sürelerde atmosferde varlıklarını koruyor oldukları için çok uzun süre daha sera etkisi devam edecektir (Kayhan 2007).



Şekil 2.3 Sera etkisinin değişimi (Kayhan 2007)

Canlıların yaşamsal faaliyetlerini etkileyen en önemli meteorolojik parametreler sıcaklık, yağış, nem ve rüzgardır. İklim değişikliği bakımından bu parametrelere bakacak olursak;

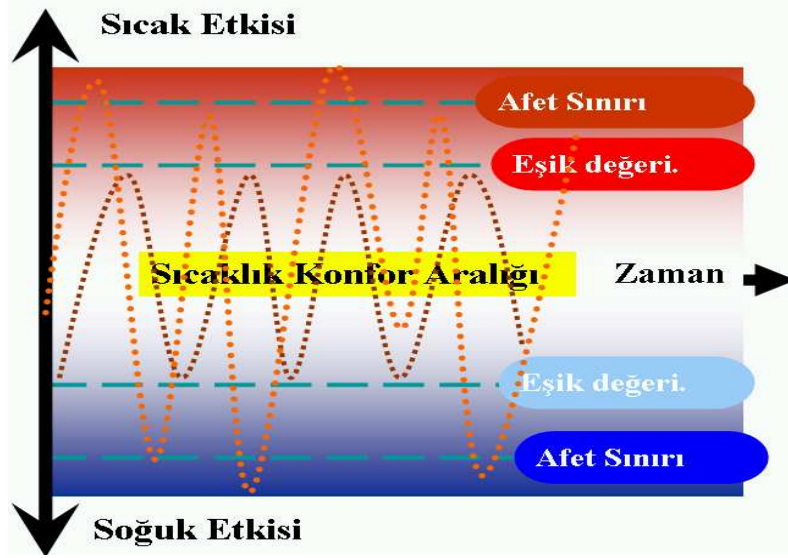


Şekil 2.4 Yağışın konfor analizi (Kayhan 2007)

Bir canlının bir bölgede sağlıklı bir şekilde yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan meteorolojik değer aralığına konfor aralığı denilmektedir. Örneğin; yağışın zamansal ve mekansal dağılımının, belli bir eşik değerinin altındaki olması kuraklık yaşanmasına



sebepler olurken, belirli bir miktarın üzerinde olması ise sel ve taşkına sebep olmaktadır. Kuraklık sınırı ile sel ve taşkın sınırı arasındaki değere konfor değeri denilmektedir. Bu sınırlara eşik değeri adı verilmektedir (Şekil 2.4). Bu değerler her bölge ve her ay için değişkenlik göstermektedir (Kayhan 2007).



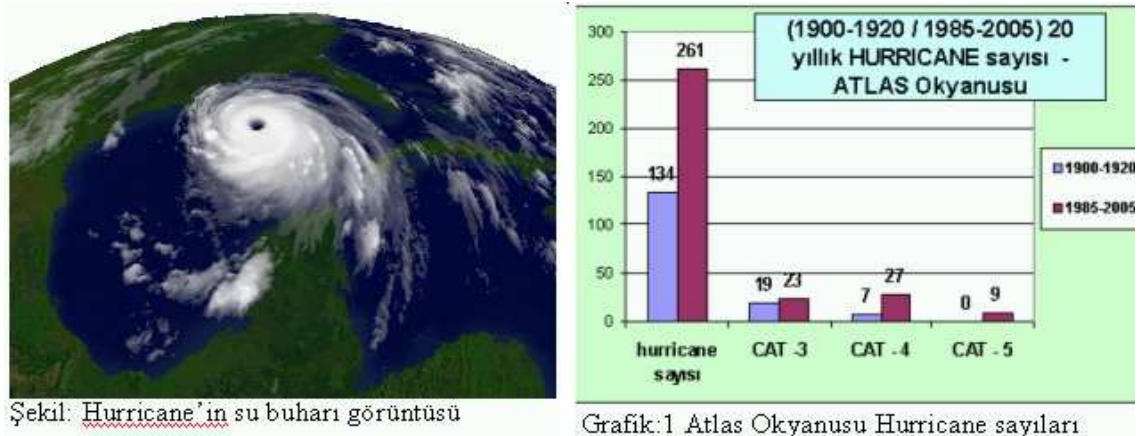
Şekil 2.5 Sıcaklık konfor analizi (Kayhan 2007)

Eğer aynı analizi sıcaklık için yapmamız gerekirse her bir bölgenin aylık maksimum ve minimum sıcaklık için eşik değerleri arasındaki alan canlılar için konfor sıcaklıklarını oluşturmaktadır. Sıcaklığın eşik sınırlarının üzerine çıkılması ve altına inmesi meteorolojik bakımdan bir uyarı anlamı taşır, eşik değerlerinin aşılma sıklıkları ile kuvvetlerine göre afet tanımları yapılmaktadır (Şekil 2.5).

Konfor aralığı içinde görülecek meteorolojik hadiselerin anlamı, herhangi bir anomalinin olmadığı, sıcaklığın mevsim normalleri civarında olduğunu göstermektedir. İklim Değişikliği bakımından anlam ifade edebilmesi için eşik ve afet sınırını aşma sıklığında bir yoğunlaşma ve aşım değerlerinde de kuvvetlilik olması gerekmektedir. Dünyada son yıllarda bunun sinyallerini anlayabilmek için meteorolojik karakterli doğal afetlerin oluş sıklığına ve kuvvetine bakıldığında önemli artışların olduğu net bir şekilde görülecektir. Örneğin Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO) verilerine göre 1990 – 2000 arasındaki 10 yıllık sürede Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlere bağlı olarak 625.000 kişi hayatını kaybederken 450 Milyar \$ (ABD) maddi

zarar meydana gelmiştir ve 2001 - 2005 yılında ABD ve Uzakdoğu'daki Kasırgaların verdiği zarar bu kayıtlara dahil değildir. Küresel iklim değişikliği gibi böylesine büyük bir olayı anlayabilmek için çok küçük ölçekteki meteorolojik olaylara bakarak yorum yapmak her zaman yanlış sonuçların çıkmasına sebep olacaktır. Bu nedenle küresel çapta etkili olan büyük meteorolojik olayların değişimlerini incelenmesi gerekir. Bunun en önemlisi tropikal kasırgalardır (Kayhan 2007).

Tropikal kasırgalardaki değişim:



Şekil: Hurrıcanne'in su buharı görüntüsü

Grafik:1 Atlas Okyanusu Hurrıcanne sayıları

Şekil 2.6 Tropikal kasırgalardaki değişim (Kayhan 2007)

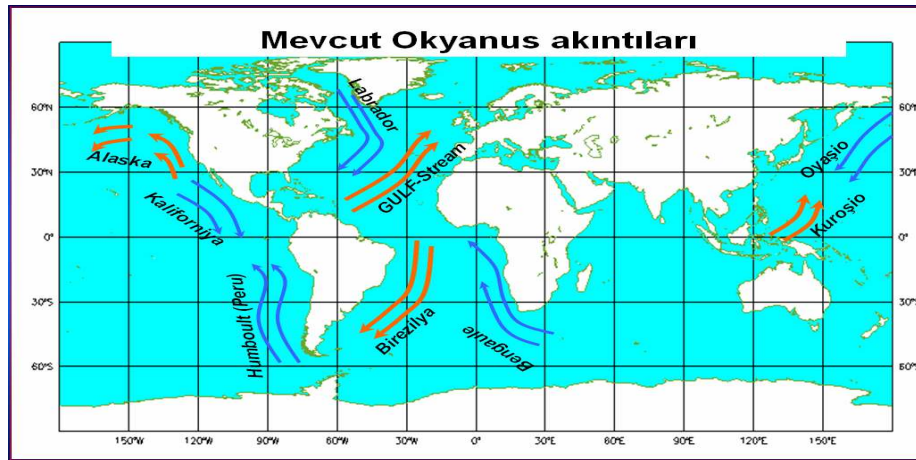
Atlas Okyanusunda 1900 - 1920 arasındaki 20 yılda meydana gelen kasırga sayıları 1985 - 2005 arasında meydana gelen 20 yıllık kasırga sayıları ile karşılaştırıldığında yukarıdaki Şekil 2.6'da görüleceği gibi ilk 20 yılda 134 kasırga olmuşken son 20 yılda 261 kasırga olmuştur. Sayısal olarak bu artışın yanında kasırgaların kuvvetinde de önemli artışlar olmuştur. Kategori-3 seviyesinde ilk 20 yılda 19 kasırga olmuşken, son 20 yılda 23 kasırga olmuştur. Kategori-4 seviyesinde ilk 20 yılda 7 kasırga olmuşken, son 20 yılda 27 kasırga olmuştur. Kategori-5 seviyesinde ilk 20 yılda hiç kasırga olmamışken, son 20 yılda 9 kasırga olmuştur (Kayhan 2007).

Bunlar; GILBERT (8-20 SEP -1988), HUGO (30 AUG-13 SEP -1989), ANDREW (16-28 AUG -1992), MITCH (22 OCT-05 NOV- 1998), ISABEL (06-19 SEP - 2003), IVAN (02-24 SEP - 2004), WILMA -(15-25 OCT) ,RITA -(18-26 SEP) ,KATRINA - (23-31 AUG) dır.

Çizelge 2.3 2006 yılı kasırga istatistikleri (Kayhan 2007)

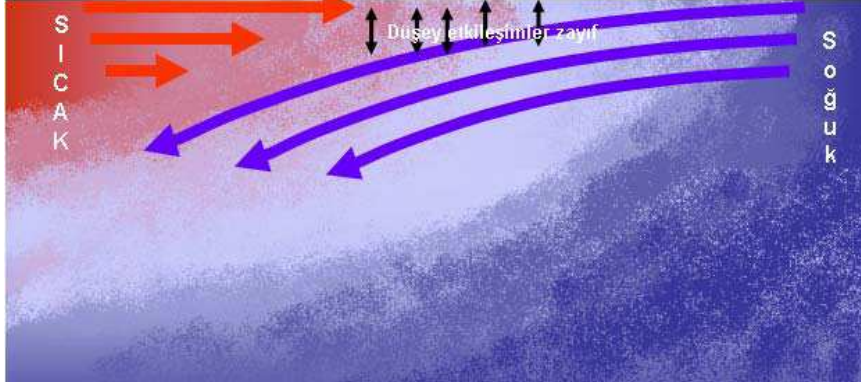
SAHA	Toplam	3 Kuv.	4 Kuv.	5 Kuv.
Atlas Okyanusu	9	-	-	-
Doğu Pasifik (Batı Amerika)	25	3	2	1
Batı Pasifik Okyanusu (Çin, Japonya)	30	1	6	3
Avustralya Açıkları	11	1	1	1
Güney Hint Okyanusu	15	1	3	2

Bütün bu analizler bize net bir şekilde göstermektedir ki tropikal kasırgaların sayısında ve kuvvetlerinde çok önemli artışlar meydana gelmiştir. Bunun en önemli sebebi Küresel İklim değişikliğidir, buna bağlı olarak kuzey kutup buzullarının hızlı bir şekilde eriyerek kütlelerini kaybetmesi ve bunun etkisiyle kutup bölgesindeki deniz yüzey su sıcaklıklarındaki artışın etkisiyle Labrador soğuk su akıntısının ile Gulf-Stream sıcak su akıntılarının kuvvetinde meydana gelen zayıflamaya dönük davranış değişikliğidir (Kayhan 2007).

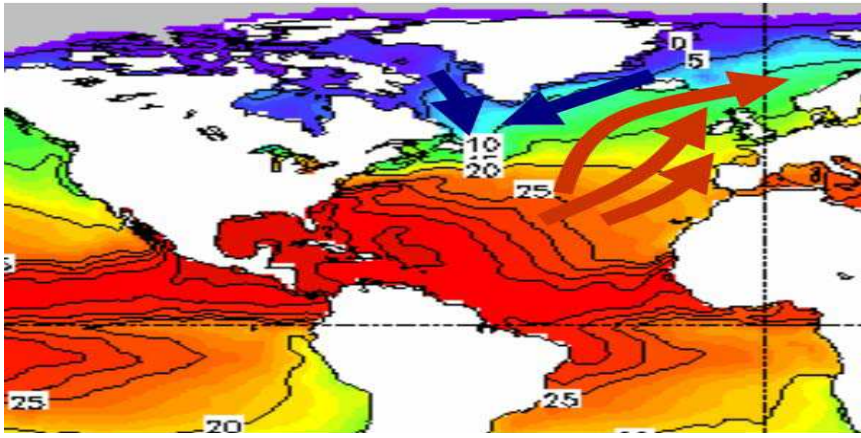


Şekil 2.7 Okyanus akıntıları (Kırmızı :Sıcak, Mavi: Soğuk) (Kayhan 2007)

Küresel boyuttaki bütün iklim olayları her zaman için okyanus yüzey sıcaklıklarından ve dolayısıyla okyanus akıntılarına bağlı olarak değişmektedir. Şekil 2.7’de mevcut okyanus akıntılarını görülmektedir. Mavi renkler soğuk su akıntılarını kırmızılar ise sıcak su akıntılarını göstermektedir.



Şekil 2.8 Akışkanlarda hareketin başlamasının nedeni (Kayhan 2007)



Şekil 2.9 Labrador ve Gulf-Stream akıntıları (Kayhan 2007)

Şekil 2.9’da Kuzeyden başlayıp Kuzey Amerika’nın doğu kıyıları boyunca akan Labrador soğuk su akıntısı ile onun boşalttığı alanı doldurmak için tropikal bölgeden Batı Avrupa boyunca kuzeye doğru akan Gulf-Stream akıntısını uydu fotoğraflarında net bir şekilde görmemizi mümkün kılmaktadır. Yine aynı uydu resminden tropikal alanlarda Okyanus Yüzey Sıcaklığının  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  Kutup bölgesinde yine deniz suyu yüzey sıcaklığının  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  arasında olduğu görülmektedir. Akışkanlarda düşey veya yatay olarak bir sıcaklık veya yoğunluk farklılığı olması durumunda, bir denge sağlanıncaya kadar akıntılar devam edecektir (Kayhan 2007).

Labrador ve Gulf-Stream akıntılarını hızlandıran kuzey kutup buzul alanıdır ve son 25 yılda önemli bir miktarda kütesini kaybetmiştir. Bu buzulların tamamen erimesiyle bölgedeki deniz suyu sıcaklıklarında bir miktar artış olacaktır. Bu durum tropikal bölge ile kutup alanı arasındaki yaklaşık  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklık farkının azalmasına ve dolayısıyla



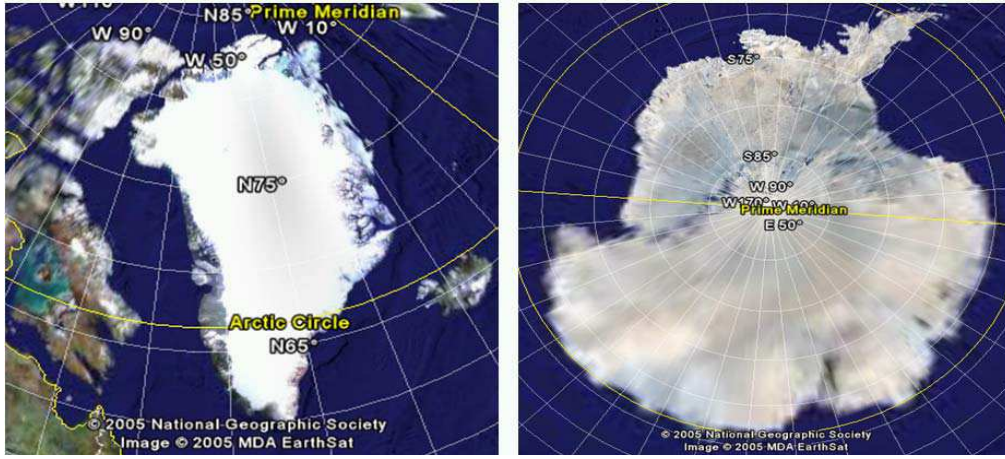
hem Labrador hem de Gulf-Stream akıntıları zayıflamasına sebep olacaktır. Bu akıntıların zayıflaması Tropikal bölgelerdeki deniz suyu sıcaklıklarında bir miktar daha artışına sebep olacaktır. Özellikle Gulf-Stream akıntısının zayıflamasının Batı Avrupa açısından çok ciddi problemler oluşturacağı muhakkaktır (Kayhan 2007).

Buzulların eriyerek deniz seviyesinde meydana gelecek olası yükselme durumunu incelemek gerekirse;

Dünyanın toplam yüzey alanı :510.067.420 km<sup>2</sup>

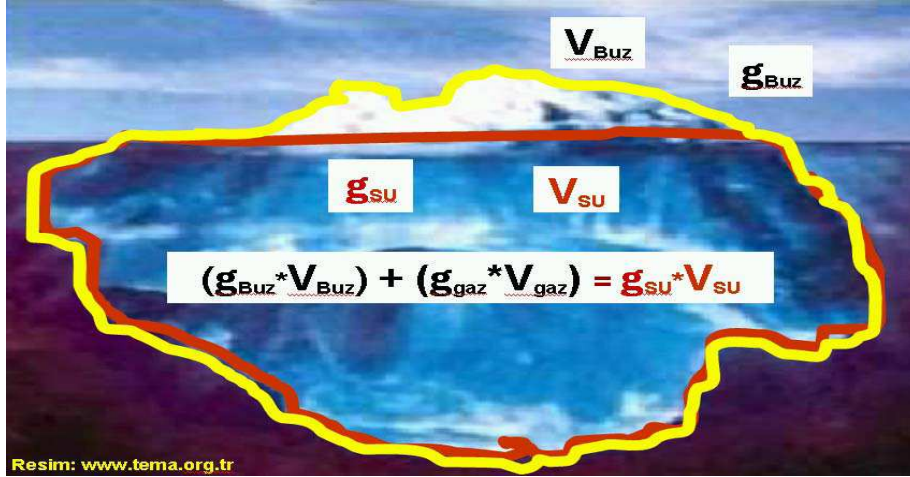
Toplam kara alanı :148.847.000 km<sup>2</sup> % 29,2

Toplam deniz alanı : 361.220.420 km<sup>2</sup> % 70,8



Şekil 2.10 Buzulların eriyerek deniz seviyesinde meydana gelecek olası yükselme durumu (Kayhan 2007)

Buz su eşdeğeri yaklaşık olarak 1/10 oranındadır ve kutup bölgelerinde hava çok soğuk olduğundan daha düşük nem değerlerinde kar oluştuğundan kutup bölgelerindeki kar kuru kar şeklinde tanımlanacağından yoğunluğu ve su eşdeğeri daha düşüktür. Dolayısıyla en kötü senaryoya göre su seviyesinde 1 cm yükselme olabilmesi için  $361.220.420 \text{ km}^2 / 0.1 \text{ gr/cm}^3 = 3.612.204.200 \text{ km}^2 / 24088000 \text{ km}^2 = 148 \text{ cm}$  kalınlığında buzulun erimesi gerekmektedir.



Şekil 2.11 Deniz buzunun su üzerindeki denge durumu (Kayhan 2007)

$g_{Buz}$  : Buzun yoğunluğu ( $gr/cm^3$ )  $V_{Buz}$  :Buzun Hacmi ( $cm^3$ )

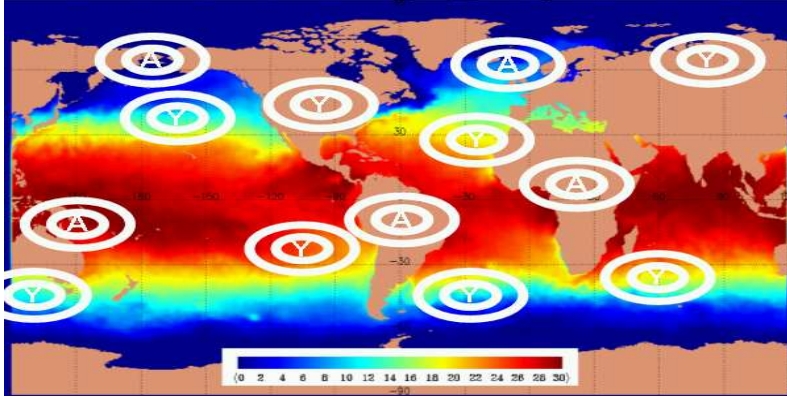
$g_{gaz}$  : Gaz yoğunluğu ( $gr/cm^3$ )  $V_{gaz}$  : Gazın Hacmi ( $cm^3$ )

$g_{Su}$  : Suyun yoğunluğu ( $gr/cm^3$ )  $V_{Su}$  : Suyun Hacmi ( $cm^3$ )

Kuzey kutup buzul alanı = 2.200.000  $km^2$  , Güney kutup buzul alanı = 21.880.000  $km^2$ ,  
Toplam buzul alan = 24.088.000  $km^2$

Şekil 2.10 incelendiğinde kuzey kutbundaki buzulları tamamen erimesi kaçınılmazdır. Bunun nedeni şu andaki kendi konumundan dolayı bölgedeki deniz suyunun soğuk kalmasını sağlamakta, bu durum akışkanlarda termodinamik kanunlarına göre bir hareketin başlamasını tetiklemektedir. Akışkanlarda yukarıda soğuk aşağıda sıcak su varsa yoğunluk farkından dolayı düşey hareketler meydana gelmektedir. Tabaklar arasındaki sıcaklık farkı ne kadar fazla olursa düşey hareket o denli kuvvetli olmaktadır. Şekil 2.9 sıcak su tarafında gibi yapıda üstte sıcak altta soğuk su olduğunda düşey hareketlerin oluşması mümkün değildir.

Şekil 2.8'e tekrar dönmek gerekirse kuzeydeki soğuk su ağırlığından dolayı güneye ve okyanus tabanına doğru dengede kalana kadar hareket etmek zorundadır (mavi okların yönünde), buna karşılık akışkanlarda boşluk olmayacağından soğuk suyun yüzeyde boşalttığı alana doğru yüzeyden sıcak su akarak alanı (kırmızı okların yönünde) dolduracaktır. Kuzey kutbundaki bu durum aslında bütün okyanus akıntılarını tetikleyen motor görevini görmektedir (Kayhan 2007).



Şekil 2.12 Basınç sistemlerinin dağılımı (A: Alçak Basınç Merkezi, Y: Yüksek Basınç Merkezi) (Kayhan 2007)

Şekil 2.12 deki basınç dağılım haritasında görüleceği gibi İzlanda merkezli alçak basınç merkezinin bulunması bunun karşılığı olarak Azor yüksek basınç merkezi nedeniyle tropikal bölgedeki sıcak havanın kuzeye taşınmasını sağlamaktadır bu durum nedeniyle kuzey buzulları üzerinde ikinci bir kuvvetli sıcaklık baskısı oluşturduğundan bölgedeki buzullar beklenenden daha kısa bir zamanda erimesini sağlayacaktır. Kuzey kutup bölgesindeki buz kütlesinin erimesinin toplam deniz seviyesine olan yükseklik etkisi her 1 cm yükseklik artışı olabilmesi için  $1640,95 \text{ cm} = 16,4 \text{ metre}$  kalınlığında Kuzey kutup buzununun erimesi gerektirmektedir ( Kayhan 2007).

Güney kutbundaki buzul kütlesi için böyle bir durum söz konusu değildir. Bölgede okyanus akıntısı olarak yalnızca Brezilya sıcak su akıntısı mevcuttur. Bu akıntının çok zayıf bir akıntı olması ve güney kutup buzul alanına çok uzak mesafede kalmasından dolayı Antarktika'da erimeyi tetikleyici bir baskı oluşturmamaktadır. Daha da önemli bir durum Antarktika'nın üç adet soğuk nüveli yüksek basınç alanı ile çevrili olması hem bölgenin soğuk kalmasını sağlamakta hem de orta enlemlerden gelecek sıcak havanın önünü keserek bölgeye ulaşmasını engellemektedir. Bu durum Güney kutup buzullarının kısa vadede erimesini engelleyici en önemli Meteorolojik ve Oşinografik özelliklerdir (Kayhan 2007).

### 2.2.1 İklim değişikliğinin Türkiye üzerindeki olası etkileri

IPCC (1996b), Türkeş vd. (1999a) tarafından belirtildiğine göre; küresel sıcaklıklardaki artışlara bağlı olarak, dünya ölçeğinde hidrolojik döngüde önemli değişiklikler, kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesi yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi ve salgın hastalıkların artması gibi, ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan etkileyecek önemli değişikliklerin oluşacağı beklenmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

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, orta enlem/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 (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

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. Türkeş'e (1994) göre; atmosferdeki sera gazı birikimlerinin artışına bağlı olarak önümüzdeki on yıllarda gerçekleşebilecek bir iklim değişikliğinin, Türkiye'de neden olabileceği çevresel ve sosyoekonomik etkiler şunlardır (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000):

- 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 yada 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 yarı kurak 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 yarı kurak alanların genişlemesine ek olarak, yaz kuraklığının süresinde ve şiddetindeki artışlar, çölleşme süreçlerini, tuzlanma ve erozyonu destekleyecektir;
- İstatistik dağılımının yüksek değerler yönündeki ve özellikle sayılı sıcak günlerin (örneğin tropikal günlerin) frekansındaki artışlar, insan sağlığını ve biyolojik üretkenliği etkileyebilir;
- Kentsel ısı adası etkisinin de katkısıyla, özellikle büyük kentlerde, sıcak devredeki gece sıcaklıkları belirgin bir biçimde artacak; bu da, havalandırma ve soğutma amaçlı enerji tüketiminin artmasına neden olabilecektir;
- Su varlığındaki değişiklikten ve ısı stresinden kaynaklanan enfeksiyonlar, özellikle büyük kentlerdeki sağlık sorunlarını artırabilir;
- Rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları üzerindeki etkiler bölgelere göre farklılık gösterecek olmakla birlikte, rüzgar esme sayısı ve kuvveti ile güneşlenme süresi ve şiddeti değişebilir;
- Deniz akıntılarında, denizel ekosistemlerde ve balıkçılık alanlarında, sonuçları açısından aynı zamanda önemli sosyoekonomik sorunlar doğurabilecek bazı değişiklikler olabilir;
- Deniz seviyesi yükselmesine bağlı olarak, Türkiye'nin yoğun yerleşme, turizm ve tarım alanları durumundaki, alçak taşkın-delta ve kıyı ovaları ile haliç ve ria tipi kıyıları sular altında kalabilir;

- Ormanların ve denizlerin CO<sub>2</sub> tutma ve salma kapasitelerindeki değişiklikler, doğal hazne ve sink'lerin (yutakların) zayıflamasına neden olabilir;
- 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, Türkeş'e (1998b) göre; Türkiye'nin özellikle çölleşme tehdidi altındaki yarı kurak ve yarı nemli bölgelerinde (İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde), tarım, ormancılık ve su kaynakları açısından olumsuz etkilere yol açabilir. OB'ye (1999) göre; 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. Yalnız 1993-94 yılları arasında yaklaşık 2 milyon m<sup>3</sup> ağaç serveti böcek yıkımı nedeniyle kesilmiştir. Bunun yanı sıra, belki de 1970'li yıllardan başlayarak Akdeniz Havzası'nda etkili olan normalden daha kurak koşullara bağlı olarak, Ege ve Akdeniz bölgelerinde kitlesel boyutlarda olmasa da gözle görülür ağaç kurumaları gözlenmektedir. Ayrıca ağaçların zayıf düşmesi, ormanların fırtına, kar, çığ ve benzeri meteorolojik afet etkilerine karşı direncini de düşürmekte, bunun sonucunda ağaçlarda devrik ve kırık miktarı artmakta; bu da ormanın yapısını diğer zararlılara karşı dayanıksız hale getirmektedir. Bu olumsuz etkiler ormanlarımızın biyolojik çeşitliliğini, gen rezervlerini, karbon tutma kapasitelerini olumsuz yönde etkilemektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Konuyla alakalı olarak alınması gereken acil tedbirler: Gerçekten sürdürülebilir ve gerçekçi önlemlerin alınması gereklidir. İnsanlara otomobil kullanmayın, çevreyi daha az kirletin ve CO<sub>2</sub> miktarını düşürmek için tüketimleriniz azaltın, enerji kaynaklarını temiz enerjiye dönüştürün daha az enerji kullanın, suyu az tüketin gibi öneriler elbette doğru önerilerdir, fakat artan refah düzeyi ile insanların tüketim alışkanlıklarının vazgeçmesi konusundaki güçlükler nedeniyle çok fazla uygulanabilir değildir. İklim değişikliği konusunda acilen tedbirler almak gerekir, bunun için vakit geçirmeden yurt genelinde bir seferberlik ilan ederek hiç boş alan kalmayacak şekilde her yerin daima

yeşil kalabilen ve hızlı yetişen, az su isteyen ve yangına dayanıklı ağaçlarla ağaçlandırılması gerekmektedir (Kayhan 2007).

Çünkü (Kayhan 2007);

- Ormanlar Güneşten gelen kısa dalga boylu radyasyonun büyük kısmını kendisi absorbe ettiğinden Atmosferin aşırı ısınmasını engeller.
- Yağışın oluşmasına önemli katkı sağlar.
- En önemli CO<sub>2</sub> yutağıdır ve Oksijen kaynağıdır.
- Yaprakları ile toprak arasında güçlü bir Mikro Klima tabakası oluşturarak gündüz etkili olan direkt güneş radyasyonu veya aşırı soğumlardan kaynaklanan olumsuz etkilenmelere karşı toprağın kimyasal yapısı ile taban canlılarının termal dengesinin korunmasını sağlar.
- Bitkisel atıklarında Biyo Kütle enerji temin etmeyi sağlayacaktır ve dökülen yaprakları ve çürüyen atıklarıyla verimli toprakların oluşmasını sağlayacaktır.

Ayrıca (Kayhan 2007);

- Yer altı sularının kullanımı konusunda ciddi bir disiplin oluşturulması gerekir.
- Mümkün olduğu kadar sulak alan oluşturularak Mikro Klima alanları oluşturulmalıdır.
- Yeraltındaki büyük boşluklara tatlı su şarj edilerek buraların depo olarak kullanılması gerekir.
- Enerji tüketimi azaltılmalı ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalıdır.
- Çevrenin ve atmosferin korunmasına önem verilmeli ve gerekirse bu konuda kanuni zorlama yapılarak koruma hızlandırılmalıdır.
- Uluslararası süreçleri (BM İklim Değişikliği Konferansı, Kyoto Protokolü, vb.) devam ettirirken, diğer yandan yerel bazda ulusal çareler üretilmelidir.
- Su konusundaki hesap doğru yapılmalıdır çünkü; tatlı su kaynakları Hidrolojik çevrimin en son ürünü olan yağmur ve kara bağlıdır. Hidrolojik döngüdeki bozulma her şeyi altüst edecektir.
- Tarım politikaları doğru yapılandırılıp mevsimsel iklim tahminlerine göre ekim, dikim yapılmalıdır. Düzenli gıda stokları tutulmalıdır.

- Sınır aşan sularla ilgili olarak, ilgili ülkelerle su paylaşımı ve su kullanımı konusunda ortak politikalar oluşturup, uyumsuzlukların engellenmelidir.
- Denizlere akan tatlı suyun su ihtiyacı olan bölgelere transfer edilmelidir.
- Türkiye'nin yağış klimatolojisi bakımında en zayıf ve en duyarlı bölgesi İç Anadolu Bölgesi Marmara, iç Ege ile Doğu Anadolu Bölgesidir. Sıcaklık bakımından yine İç Anadolu bölgesi son derece hassastır. Bu bilgiler doğrultusunda eylem planları hazırlanmalıdır.

Türkiye diğer ülkelere göre bu konuda daha şanslıdır. Çünkü (Kayhan 2007);

- Tropikal kasırgalar, El-Nino ve muson yağışları gibi küresel etkisi çok büyük olan meteorolojik olayların etki sahalarında çok uzaktır ve direkt etkilenmesi söz konusu olmayıp ancak dolaylı olarak etkilenmektedir.
- Farklı Meteorolojik sistemlerin (Sibiryaya Yüksek Basınç Sistemi, Azor Yüksek Basınç Sistemi, İzlanda Alçak Basınç Sistemi, Basra Alçak Basınç Sistemi) etkisinde kalmaktadır.
- Kara ve Deniz dağılımı nedeniyle önemli bir kazanıma sahiptir. Bu kazanım kıyılardaki (Dağların deniz tarafının) yağış rejiminin zenginliğini sağlamaktadır.

### **2.2.2 Hadley Centre İkinci İklim Modeli'ne göre iklim değişikliğinin Türkiye iklimi, bitki kütlesi, su kaynakları ve besin temini üzerindeki etkileri**

Bu bölümde UKMO/DETR (1999) kaynağına göre; iklim değişikliğinin Türkiye'nin sıcaklık ve yağış koşulları, bitki biyokütlesi, su kaynakları ve besin temini üzerindeki etkileri, Hadley Centre'ın yeni model sonuçlarına göre değerlendirilmiştir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000). Hadley Centre İkinci İklim Modeli olarak adlandırılan bu model, IPCC'nin 'en iyi kestirme' değerine yakın bir iklim duyarlılığına sahiptir. Hadley Centre bu model çalışmasını, atmosferdeki CO<sub>2</sub> birikimlerini 750 ppmv ve 550 ppmv'de durduran CO<sub>2</sub> salımları senaryolarına göre çalıştırmıştır. Bu modelde, öteki sera gazlarındaki ya da aerosollerdeki artışları dikkate alınmamıştır. Ayrıca, sözü edilen bu çalışmada CO<sub>2</sub> ve öteki sera gazlarındaki artışlar için herhangi bir önlemin alınmadığını kabul eden salımların kontrol edilmediği (azaltılmadığı) senaryoya dayalı model sonuçları, durdurma senaryolarının kullanıldığı model sonuçlarıyla bir

karşılaştırma yapılabilsin diye aynı raporda verilmiştir. Bu yeni model sonuçlarının Türkiye için yapılan değerlendirmesi aşağıda özetlenmiştir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

2080’li yıllara kadar Türkiye üzerindeki sıcaklık değişiklikleri:

- Salımların kontrol edilmediği senaryoya göre, 2080’li yıllara kadar Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıklarda (1961-1990 normaliyile karşılaştırıldığında) yaklaşık 3-4 C° artış;
- CO<sub>2</sub> birikimlerini 750 ppmv’de durdurmayı öngören senaryoya göre, yıllık ortalama sıcaklıklarda yaklaşık 2-3 C° artış;
- CO<sub>2</sub> birikimlerini 550 ppmv’de durduran senaryoya göre, yıllık ortalama sıcaklıklarda yaklaşık 1-2 C° artış öngörülmektedir.

2080’li yıllara kadar Türkiye üzerindeki yağış değişiklikleri:

- Salımların kontrol edilmediği senaryoya göre, 2080’li yıllara kadar Türkiye üzerindeki yıllık ortalama yağışlarda yaklaşık 0 ile –1 mm/gün değişiklik (azalma);
- CO<sub>2</sub> birikimlerini 750 ve 550 ppmv’de durdurmayı öngören her iki senaryoya göre, 2080’li yıllara kadar Türkiye üzerindeki yıllık ortalama yağışlarda yaklaşık 0 ile –0.5 mm/gün değişiklik (azalma) öngörülmektedir.

2080’li yıllara kadar Türkiye üzerindeki vejetasyon biyokütle değişiklikleri:

- Salımların kontrol edilmediği senaryo ile CO<sub>2</sub> birikimlerini 750 ve 550 ppmv’de durdurma senaryolarına göre, Türkiye üzerindeki vejetasyon biyokütlesinde (kgC/m<sup>2</sup>) 2080’li yıllara kadar iklim değişikliği nedeniyle önemli bir değişiklik öngörülmemiştir.

2080’li yıllara kadar Türkiye üzerindeki önemli akarsu havzalarındaki yıllık akım değişiklikleri:

- Salımların kontrol edilmediği senaryo altında, Türkiye akarsularının yıllık akımlarında yaklaşık % 20-50 azalma;
- CO<sub>2</sub> birikimlerini 750 ppmv’de durduran senaryo altında, Türkiye akarsularının yıllık akımlarında yaklaşık % 5-25 azalma;

- CO<sub>2</sub> birikimlerini 550 ppmv'de durduran senaryo altında, Türkiye akarsularının yıllık akımlarında yaklaşık % 0-15 azalma öngörülmektedir.

2080'li yıllara kadar iklim değişikliği nedeniyle Türkiye üzerindeki su stresi:

- Salımların kontrol edilmediği senaryo ile CO<sub>2</sub> birikimlerini 750 ve 550 ppmv'de durduran sera gazı salımları senaryolarına göre, Türkiye ve Orta Doğu bölgesi, dünyanın su stresinde artış beklenen stresli ya da su sıkıntısı çeken alanları arasında değerlendirilmiştir. UKMO/DETR Raporu'nda kullanılan su kaynakları stresi yaklaşımının göstergesi, ulusal toplam su çekilmesinin ya da kullanımının yukarı havza ülkelerinden alınan akımları da içeren ulusal toplam yıllık ortalama akıma oranı şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tanım, Birleşmiş Milletler Dünya Tatlı Su Kaynaklarının Geniş Açılı Değerlendirilmesi çalışması için yapılan hesaplamalarda da kullanılmıştır (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

2080'li yıllara kadar Türkiye'nin tarımsal ürün üretimindeki değişiklikler:

- Salımların kontrol edilmediği senaryoya göre, 2080'li yıllara kadar Türkiye'nin tarımsal ürün üretiminde yaklaşık % 0 ile -2.5 arasında bir azalma;
- CO<sub>2</sub> birikimlerini 750 ve 550 ppmv'de durdurmaya sağlayan salım senaryolarına göre, 2080'li yıllara kadar Türkiye'nin tarımsal ürün üretiminde yaklaşık % 0-2.5 arasında bir artış öngörülmektedir.

Türkeş'e (1998a) göre; Akdeniz ikliminin uzun süreli yaz kuraklığına ek olarak, geçen 20 yıldaki kuraklık olayları ve özellikle kış yağışlarındaki uzun süreli azalma eğilimleri, Türkiye'nin doğal (su kaynaklarını içerir) ve sosyoekonomik sistemlerinin, ortalama iklim ve iklimsel değişkenlik için öngörülen değişikliklere karşı daha akılcı yönetimini gerekli kılmaktadır (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

Öte yandan, günümüzün ya da 50-100 yıl sonrasının iklimini ortaya koymaya yönelik bu model çalışmalarında, bazı belirsizlikler bulunmaktadır. Bunların bazıları, deneysel çalışmalarda kullanılan donanım ve veriye ilişkin teknik, bazıları ise iklim sistemini kavrama düzeyinde kaynaklanan bilimsel belirsizliklerdir. İklimdeki değişiklikleri ya da geleceğin iklimini öngörmek için geliştirilen bir iklim modelinin olanakları, olasılıkları

ve sınırları, ancak iklim bilim yönteminin geniş açılı yaklaşımıyla incelenerek istenen düzeyde tanımlanabilir. Birkaç yıldan binlerce yıllara dek süren dönemlerdeki olayları anlayabilmek için, Güneş ışınımından yüzey özelliklerine ve yer ışınımına, dağ buzullarından oldukça derinlerdeki deniz akıntılarına kadar iklim sistemini oluşturan tüm bileşenler arasındaki karmaşık kimyasal ve fiziksel süreçler incelenmektedir (Türkeş, Sümer ve Çetiner 2000).

### **2.3 Türkiye’ de Yıllara Göre Değişen İklim Verilerinin Değerlendirilmesi**

Bu bölümde Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verileri kullanılarak 2007, 2008 ve 2009 yıllarına ait iklim verileri incelenmiştir. Kuraklık durumu, sıcaklık analizleri ve yağış raporları verilmiştir.

#### **2.3.1 Kuraklık çeşitleri ve yıllara göre kuraklık durumu değerlendirmesi**

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 tanımlanmaktadır (BMÇMS<sup>1</sup> 1997).

Kuraklığın önemli özellikleri ise şu şekilde sıralanabilir:

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

---

<sup>1</sup> Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi. Haziran 1992 tarihinde Rio de Jenerio' da düzenlenen BM Çevre ve Kalkınma Konferansı' nda alınan kararlar çerçevesinde kurulan Hükümetler arası Müzakere Komitesince “Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi” hazırlanmış ve 17 Haziran 1994 tarihinde kabul edilmiştir. Türkiye 1998 yılında resmen taraf olmuştur.

Türkiye'de kuraklığa etki eden belli başlı faktörler arasında atmosferik koşullar, fiziki coğrafya faktörleri ve iklim koşulları yer almaktadır. Yeryüzünde iklim özelliklerinin meydana gelişinde fiziki coğrafya faktörlerinin önemli etkileri vardır. Bunlar denize yakınlık-uzaklık (karasallık derecesi), yükselti ve orografik özelliklerdir.

Kuraklık Çeşitleri: Wilhite and Glantz (1987) tarafından bildirildiğine göre; kuraklığın literatürde tanımlanan birçok çeşidi olmakla üç belirgin kuraklık tipi vardır. Bunlar (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü);

- Meteorolojik Kuraklık,
- Tarımsal Kuraklık,
- Hidrolojik Kuraklık

Meteorolojik Kuraklık: Belirli bir zaman periyoduna ait normallerden (genellikle en az 30 yıllık) meydana gelen sapma olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlamalar genellikle bölgeseldir ve tahminen bölgesel klimatolojinin tam olarak anlaşılması temeline oturmaktadır. Normal olarak meteorolojik ölçümler kuraklığı ifade etmede başta gelen göstergelerdir. Devam eden bir meteorolojik kuraklık olayı hızlı bir şekilde kuvvetlenebilir veya aniden sona erebilir. Kuraklık periyotları genellikle, belirlenen eşik değerlerinin altında yağışlı olan günlerin sayısı olarak tanımlanmaktadır.

Tarımsal kuraklık: Bitkinin kök bölgesinde, büyüüp gelişmesi için yeterli nem bulunmaması durumu olarak ifade edilmektedir. Büyüme periyodu boyunca, belirli bir bitkinin suya ihtiyaç duyduğu belirli bir kritik dönemde yeterli toprak nemi olmadığı zaman tarımsal kuraklık meydana gelmektedir. Tarımsal kuraklık meteorolojik kuraklıktan sonra ve hidrolojik kuraklıktan önce ortaya çıkan tipik bir durumdur. Tarımsal kuraklık, toprağın derinlikleri doymuş halde olsa bile ürün verimlerini ciddi oranda düşürebilir. Yüksek sıcaklıklar, düşük nispi nem ve kurutucu rüzgarlar yağış azlığının etkilerinin katlanmasına sebep olmaktadır.

Hidrolojik Kuraklık: Hidrolojik kuraklık, uzun süre devam eden yağış eksikliği neticesinde ortaya çıkan yeryüzü ve yer altı sularındaki azalma ve eksiklikleri ifade etmektedir. Nehir akım ölçümleri ve göl, rezervuar, yer altı su seviyesi ölçümleri ile takip edilebilir. Yağmur eksikliği ile akarsu, dere ve rezervuarlardaki su eksikliği



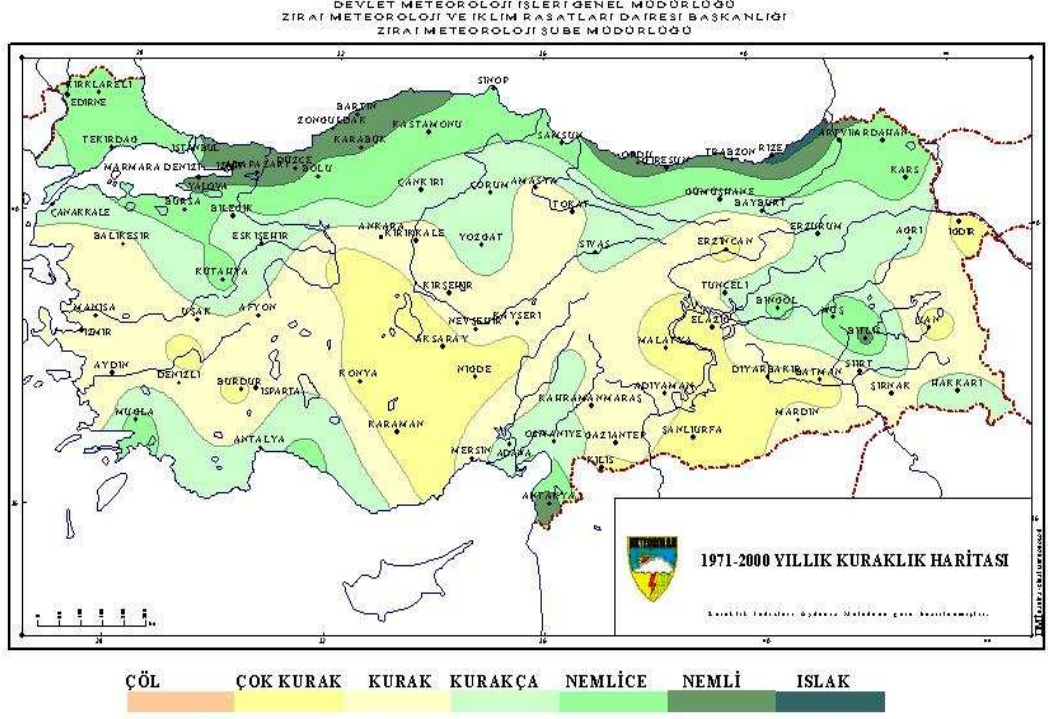
arasında bir zaman aralığı olduğundan dolayı hidrolojik ölçümler kuraklığın ilk göstergelerinden değildir. Meteorolojik kuraklık sona erdikten uzun süre sonra dahi hidrolojik kuraklık varlığını sürdürebilir.

2007 yılı kuraklık durumu: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre; kuraklık indeksleri Aydeniz metodu, Standart Yağış İndeksi ve Normalin Yüzdesi İndeksi olarak 3 kısımda incelenmektedir. Aydeniz metodu, Prof. Dr. Akgün Aydeniz'in 1973 yılında geliştirmiş olduğu formüle dayanmaktadır. Aydeniz (1985), özellikle kurak dönemlerin ve indislerin belirlenmesinde, sadece yağış ve sıcaklık parametrelerinin kullanımının yetersiz olduğunu ve gerçeğe yakın değerlerin elde edilmesinde nem-yağış ilişkisi ile sıcaklık-güneşlenme süresi ilişkilerinin göz önünde bulundurulmasının daha uygun sonuçlar vereceğini bildirmiştir. Aydeniz formülünde yer alan parametreler ortalama sıcaklık, yağış, ortalama nem yüzdesi, ortalama güneşlenme yüzdesidir.

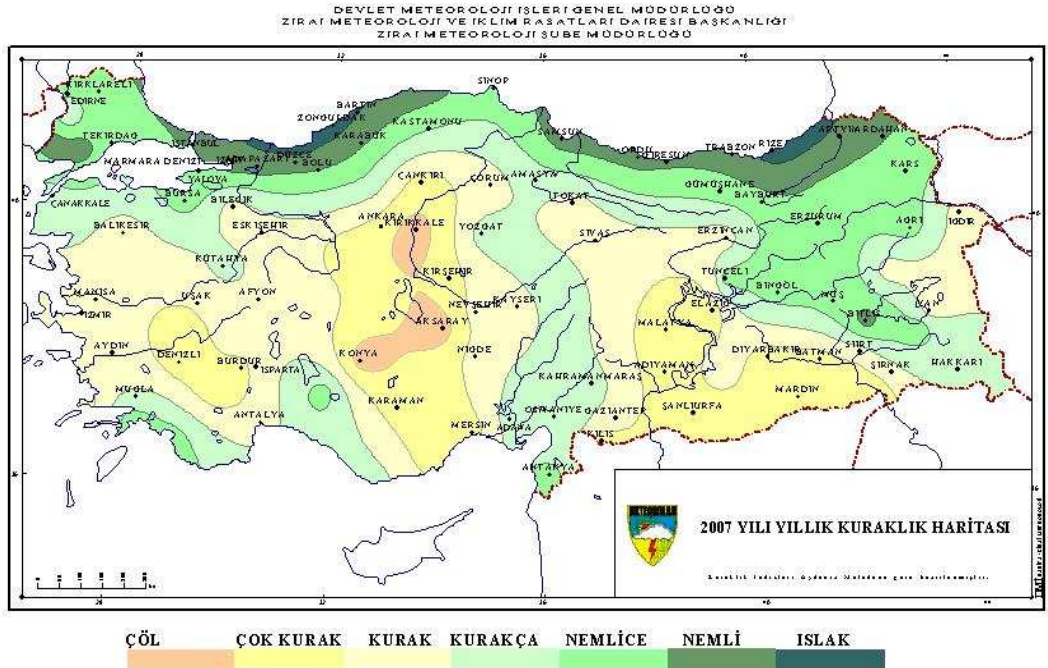
Aydeniz metoduna göre çizilen 2007 yılı kuraklık haritasında; Rize, Hopa, Bartın, Zonguldak ve Karabük çevreleri ıslak; Kars, Ardahan, Artvin, Trabzon, Giresun, Ordu, Ünye, Samsun, Sinop, İnebolu, Bolu, Düzce, Sakarya, İzmit, Yalova, Bursa, İstanbul, Kırklareli, Edirne, Muğla, Hınıs, Tortum ve Bitlis çevreleri nemli; Erzurum, Muş, Bingöl, Bayburt, Gümüşhane, Kastamonu, Kütahya, Uşak, Çanakkale, Tekirdağ, Manisa, Finike, Antalya, Manavgat, Antakya, Yozgat ve Göksun çevreleri nemlice; Hakkari, Erzincan, Sivas, Tokat, Çorum, Çankırı, Ankara, Bilecik, Afyon, Balıkesir, İzmir, Aydın, Anamur, Adana, Osmaniye ve Gaziantep çevreleri kurakça; Ağrı, Van, Şırnak, Siirt, Malatya, k. Maraş, Amasya, Kayseri, Nevşehir, Kırıkkale, Eskişehir, Denizli ve Burdur çevreleri kurak; Batman, Diyarbakır, Elazığ, Adıyaman, Kilis, Mersin, Niğde, Aksaray, Kırşehir, Konya çevreleri çok kurak; Iğdır, Mardin, Şanlıurfa ve Karaman çevreleri çöl karakterler göstermiştir.

Uzun yıllar yıllık kuraklık haritası (1980-2000) ile 2007 yılı yıllık kuraklık haritası karşılaştırıldığında, uzun yıllara göre bu yıl Doğu Anadolu' nun doğusu, Güneydoğu Anadolu' nun ve İç Anadolu' nun güney kesimleri ile Ordu, Amasya, Denizli, Mersin, Antakya ve Tekirdağ çevrelerinde kuraklıkta bir artış gözlenirken, Doğu Anadolu' nun ve Trakya' nın kuzey kesimleri, Ege bölgesi' nin iç kesimleri ve Gaziantep çevrelerinde

nemlilikte bir artış olmuştur. Yurdumuz geri kalan kesimleri kuraklık durumu bakımından benzer karakter göstermiştir.



Şekil 2.13 1971-2000 yıllık kuraklık haritası (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



Şekil 2.14 2007 yılı yıllık kuraklık haritası (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

Çok kurak: Yıllık yağış miktarı 100 ile 250mm arasındadır.

Kurak: Yağışın ve buna bağlı olarak bitki örtüsünün çok az olduğu yerlerde görülür.

Yıllık yağış miktarı 250 mm'nin altındadır.

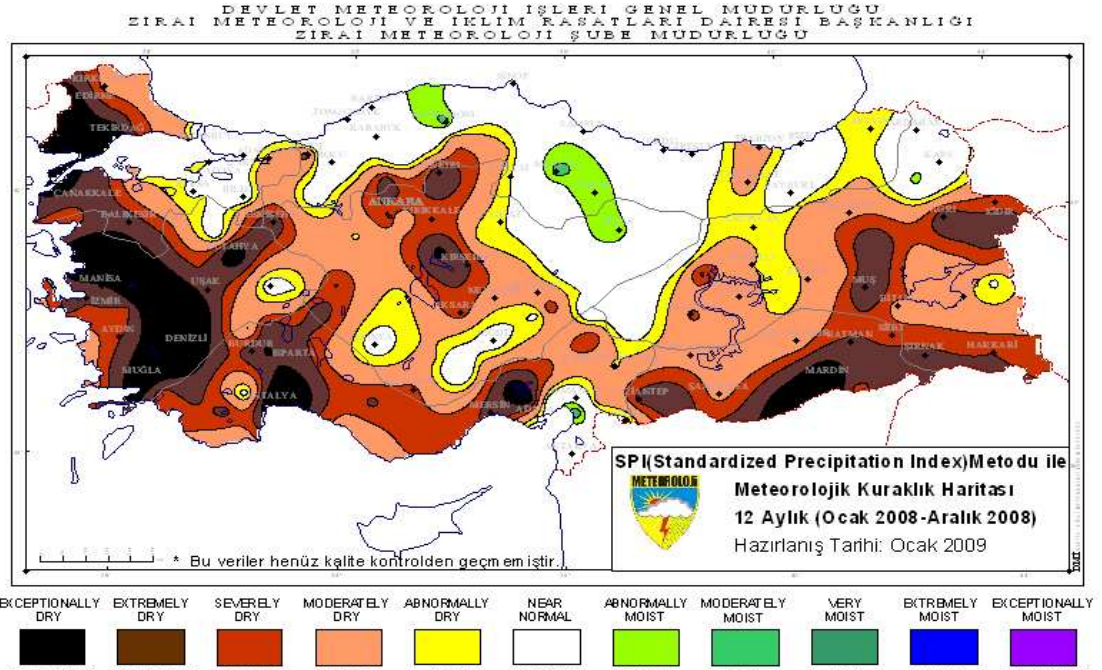
Kurakça: Yarı kurak iklim veya step iklimi genellikle yıllık olarak düşük yağmur miktarı alan (250-500 mm veya 10-20 in) bölgelerin iklimini ifade eder.

Nemlice: En soğuk ayın ortalama sıcaklığı 18 C den az, -3 C den fazladır. En sıcak ayın ortalama sıcaklığı 10 C üzerindedir. Kışlar kısadır. Birkaç ay toprak karla örtülü kalabilir.

Nemli: Yağışın buharlaşmadan çok olduğu iklimdir. Her mevsim yağışlıdır, kışlar çok kısadır.

Islak: En soğuk ayın ortalama sıcaklığı 18 C nin üzerindedir. Bütün mevsimler sıcaktır, kış yoktur. Yıllık yağış 750 mm.den fazladır.

2008 yılı kuraklık durumu: McKee et al. (1993) taraflarından bildirildiğine göre; SPI Metodu, Standart Yağış İndeksi (SPI) esas olarak belirlenen zaman dilimi içinde yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilmektedir (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü).

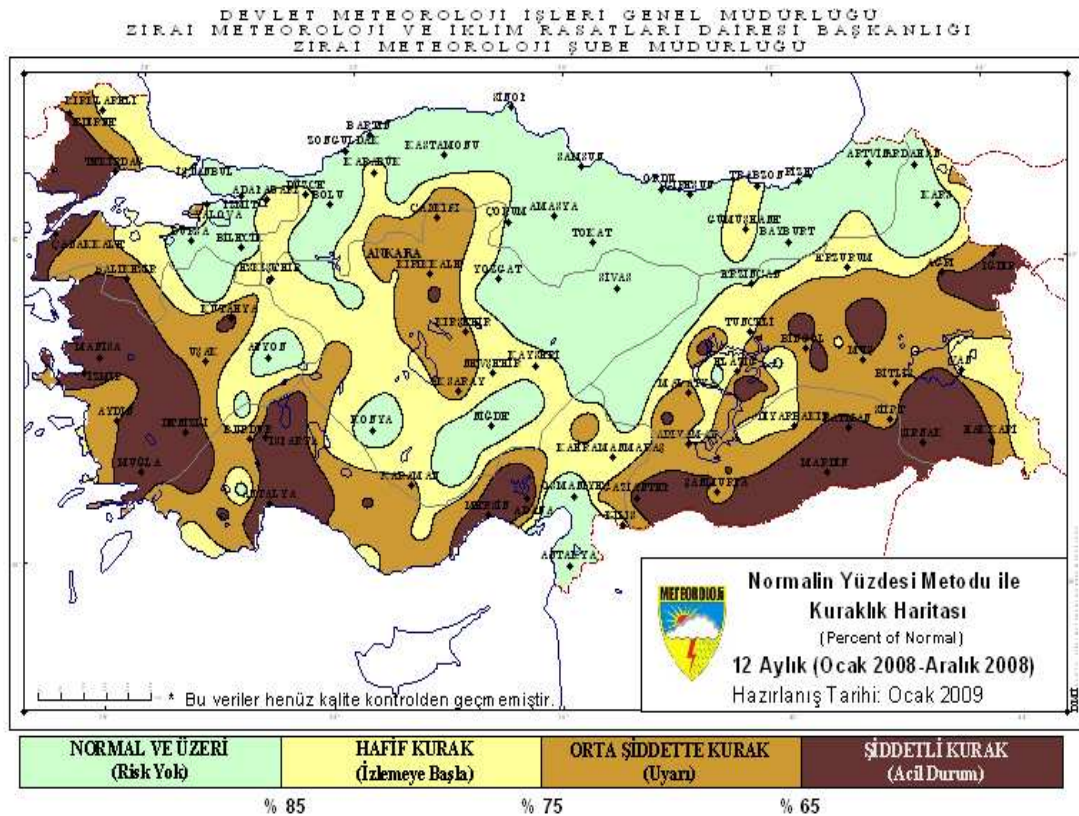


Şekil 2.15 SPI metoduna göre 2008 yılı kuraklık haritası (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



SPI Metodu ile yapılan kuraklık değerlendirmesinde yurdumuzda Marmara'nın doğusu, Batı ve Orta Karadeniz Bölümleri, İç Anadolu'nun doğusu, Doğu Anadolu'nun kuzeydoğusu ile İç Anadolu ve Ege Bölgesi'nin değişik kesimlerinde kuraklığın olmadığı buna karşılık yurdun diğer tüm kesimlerinin şiddeti değişmekle birlikte kuraklığın etkisinde kaldığı görülmektedir. Marmara Bölgesi'nin batısında, İç ve Doğu Anadolu'nun orta kesimlerinde, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin ise büyük bir bölümünde şiddetli kuraklık etkili olmuştur (Şekil 2.15).

Willeke et al. (1994) taraflarından bildirildiğine göre; PNI Metodu, Normalin yüzdesi indeksi kuraklık indeksleri arasında en basittir ve esas olarak belirlenen zaman dilimi içinde yağış miktarının ortalamasına bölünmesiyle yüzdeler halinde elde edilmektedir. PNI'nın hesaplanmasında yağışın 12 ay ve daha az periyotları da kullanılabilir (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü).



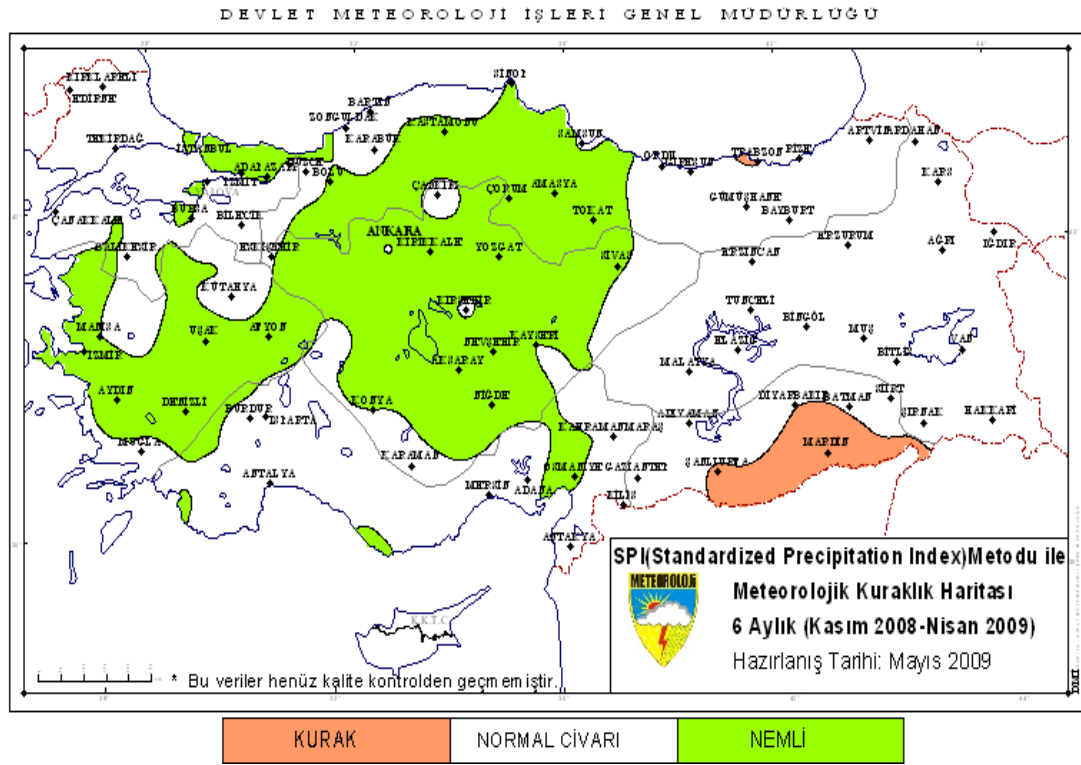
Şekil 2.16 PNI metoduna göre 2008 yılı kuraklık durumu (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

PNI Metodu'nda da SPI Metodu'nda olduğu gibi kuraklığın etkisinde kalan bölgeler yurdun batı, iç, güney ve güneydoğu kesimleri olmuştur. Şiddetli kuraklık ise Marmara'nın batısı, Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yaygındır. Diğer bölgelerde kuraklık etkili olmamıştır (Şekil 2.16).

2009 yılı kuraklık durumu:

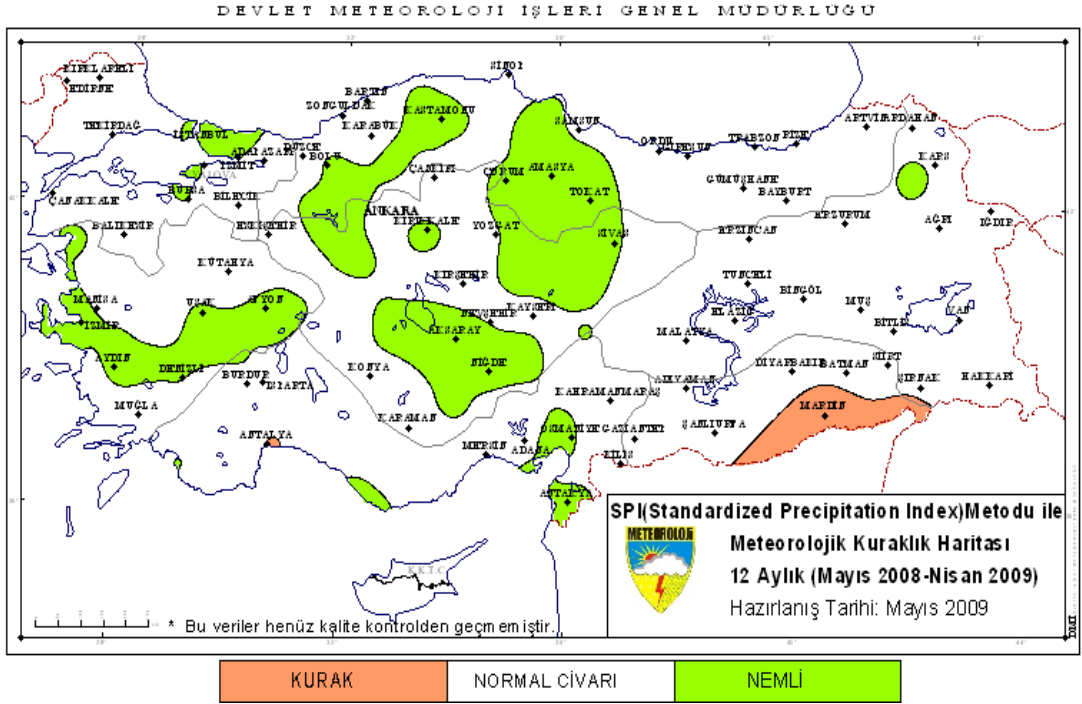
Standart yağış indeksi (SPI) metoduna göre;

6 aylık değerlendirme:



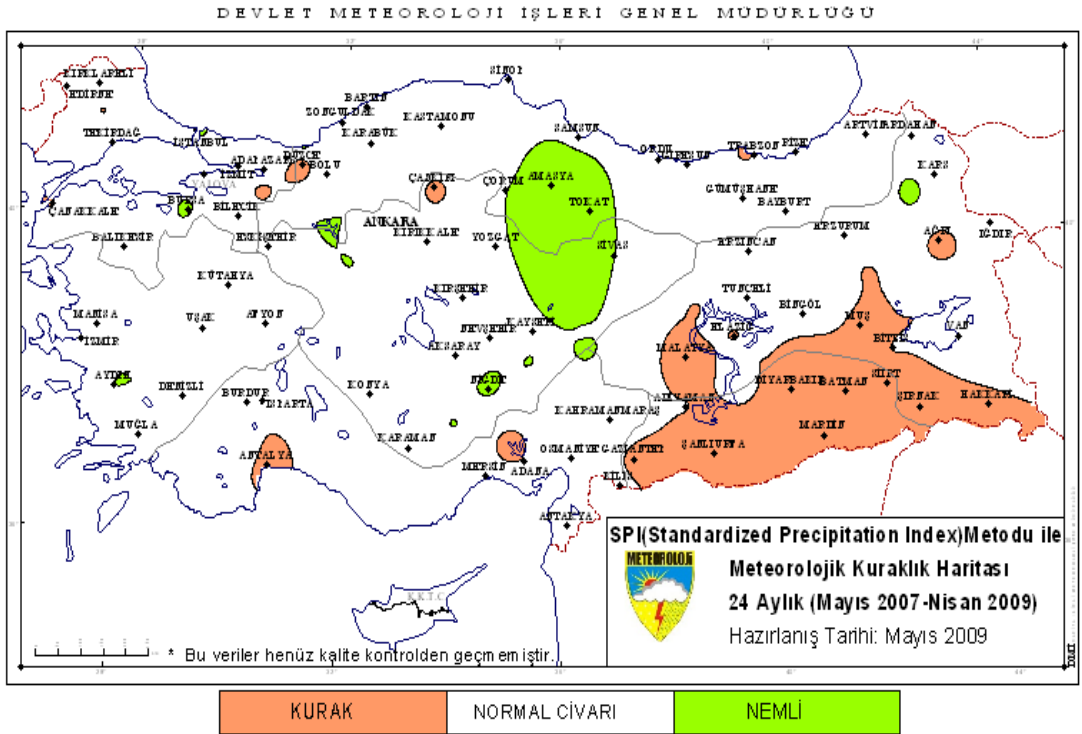
Şekil 2.17 SPI metoduna göre Kasım 2008- Nisan 2009 kuraklık haritası (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

12 aylık değerlendirme:



Şekil 2.18 SPI metoduna göre Mayıs 2008- Nisan 2009 kuraklık haritası (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

24 aylık değerlendirme:



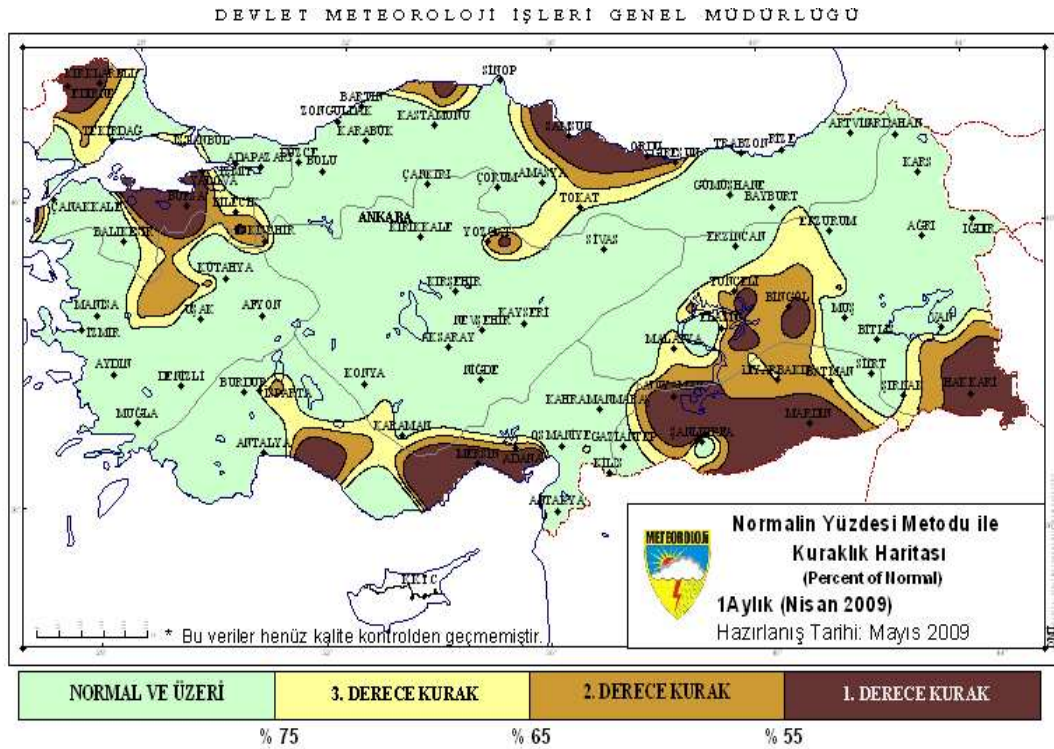
Şekil 2.19 SPI metoduna göre Mayıs 2007- Nisan 2009 kuraklık haritası (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

Haritalarda görüldüğü gibi geçen zaman içerisinde özellikle Güneydoğu Anadolu bölgesinde kuraklık artmıştır. Karadeniz bölgesi, Ege ve Marmara kıyılarında nemlilik kaydedilirken, İç Anadolu'nun bazı kesimleri nemli, bazı kesimleri ise kurak karakter göstermiştir. Bunun dışındaki bölgelerde kuraklık normal civarında seyredilmiş, ancak kuraklık diğer bölgelerde yayılmaya başlamıştır.

Normalin yüzdesi metoduna (pni) göre;

Bu metoda göre kuraklık arttıkça 1. dereceye yaklaşmıştır. 3. derece kurak; kurak yerler, 2. derece kurak; daha kurak ve 1. derece kurak; çok kurak bölgeler için kullanılmıştır.

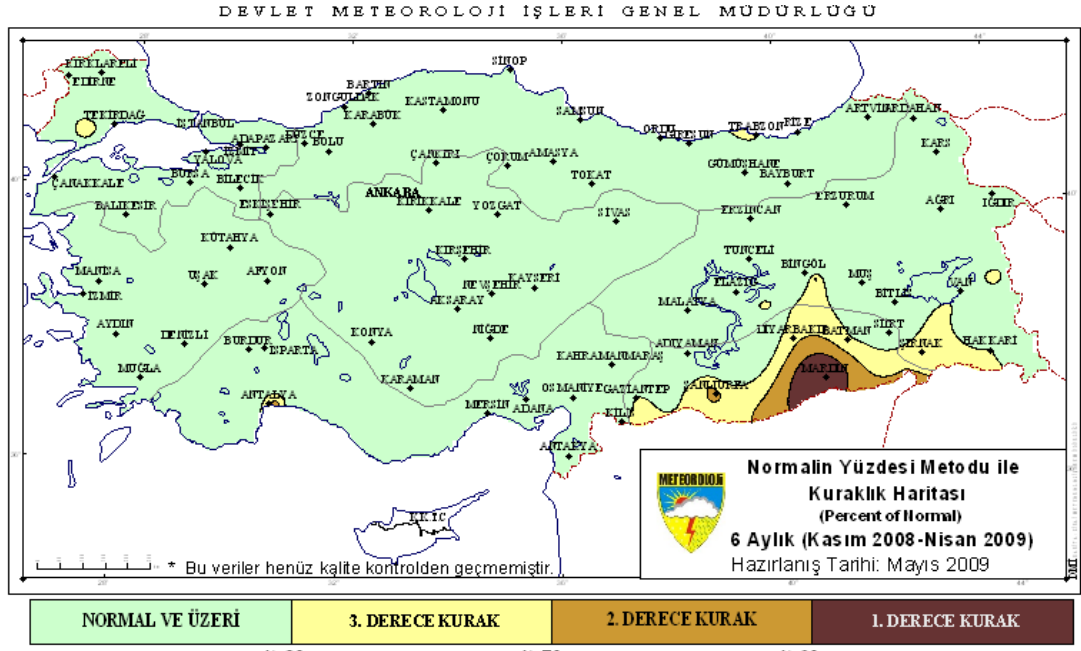
1 aylık değerlendirme:



Şekil 2.20 PNI metoduna göre Nisan 2009 kuraklık haritası (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



6 aylık değerlendirme:



Şekil 2.21 PNI metoduna göre Kasım 2008- Nisan 2009 kuraklık haritası (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

12 aylık değerlendirme:

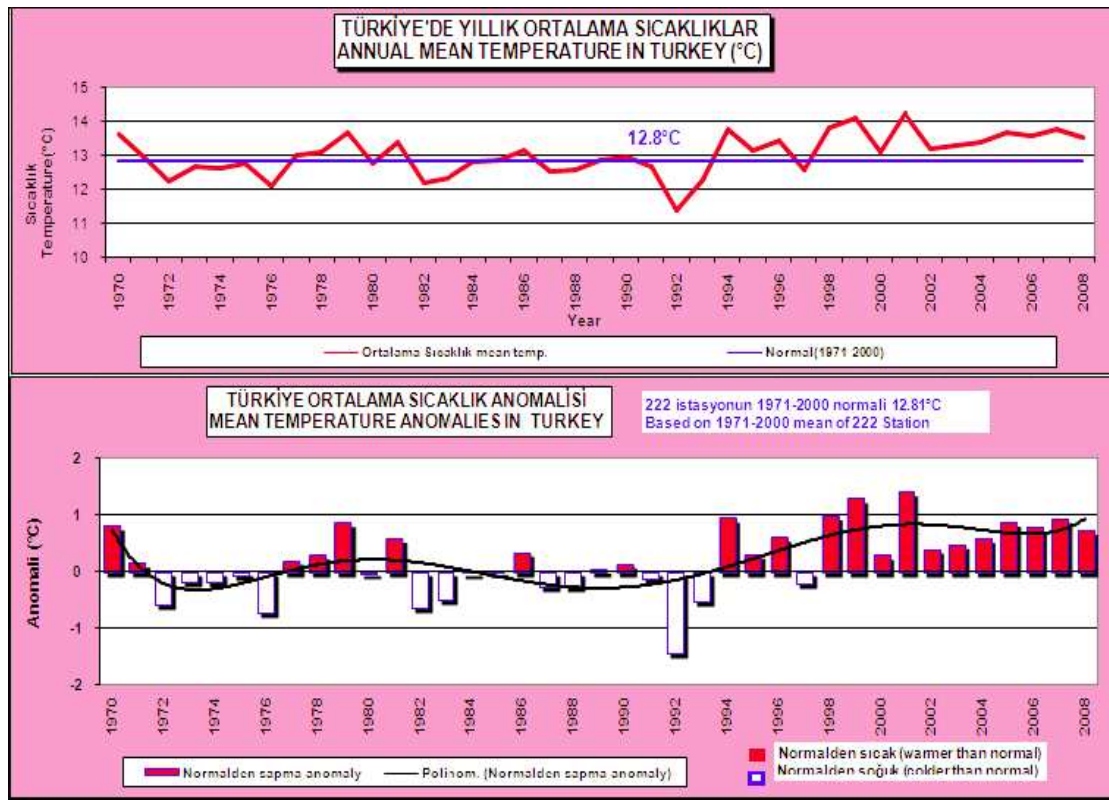


Şekil 2.22 PNI metoduna göre Mayıs 2008-Nisan 2009 kuraklık haritası (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



1 aylık değerlendirme haritası incelendiğinde Hakkari, Mardin, Şanlıurfa, Edirne, Mersin, Adana, Yozgat, Bursa ve bazı Karadeniz kıyılarında 1. derece kuraklık gözlenmiştir. Bütün haritalar geneline bakıldığında ise Mardin 1. derece kurak, Şırnak 2. derece kurak ve Şanlıurfa 3. derece kurak olarak saptanmıştır. Bunlar dışındaki yerlerde normal ve üzeri kuraklık gözlenmiştir. Buradan da anlaşılacağı üzere kuraklık kıyı bölgelerini de yavaş yavaş etkilemeye başlamıştır.

### 2.3.2 2008 yılı iklim verileri

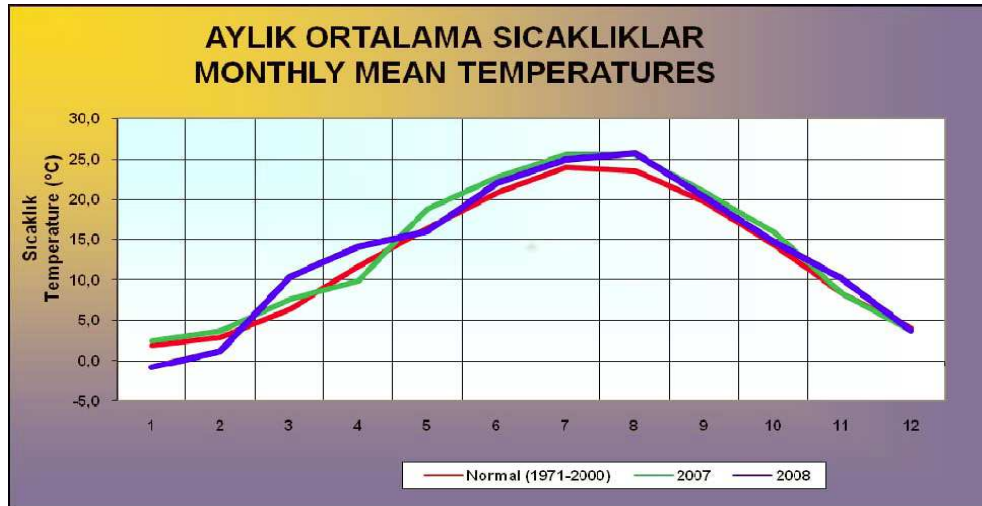


Şekil 2.23 Türkiye yıllık ortalama sıcaklıkları ve anomali grafiği (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

2008 yılında Türkiye'deki ortalama sıcaklıklar, en düşük 3.8°C olarak Ardahan ve Sarıkamış'ta, en yüksek 21.6°C olarak Cizre'de tespit edilmiştir. 2008 yılı ortalama sıcaklığı 13.54°C ile 1971-2000 normali olan 12.81°C' nin 0.73°C üzerinde gerçekleşmiş ve son on yılda Türkiye'nin en sıcak 6. yılı olmuştur (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4 Türkiye'nin en sıcak son 10 yılı (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

Sıralama	Yıllar	Ortalama Sıcaklık (°C)	71-00 Normalleri (°C)	Fark(°C)
1	2001	14.22	12.81	1.41
2	1999	14.10	12.81	1.29
3	1998	13.80	12.81	0.99
4	2008	13.75	12.81	0.94
5	2006	13.59	12.81	0.78
6	2008	13.54	12.81	0.73
7	2005	13.41	12.81	0.60
8	2004	13.40	12.81	0.59
9	2003	13.29	12.81	0.48
10	2002	13.21	12.81	0.40



Şekil 2.24 Türkiye geneli aylık ortalama sıcaklıklar (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

Çizelge 2.5 2008 yılı aylık ortalama sıcaklıkları, normalleri ve anomalileri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
(1971-2000)	1.9	2.9	6.3	11.7	16.3	20.7	23.9	23.5	19.7	14.3	8.3	4.1
(2007)	2,5	3,7	7,6	9,8	18,9	22,7	25,5	25,5	20,9	15,9	8,3	3,7
(2008)	-0.8	1.3	10.4	14.1	16.0	22.0	24.9	25.7	20.3	14.8	10.1	3.8
Anomali	-2.7	-1.7	4.0	2.4	-0.3	1.3	1.0	2.2	0.6	0.5	1.8	-0.3

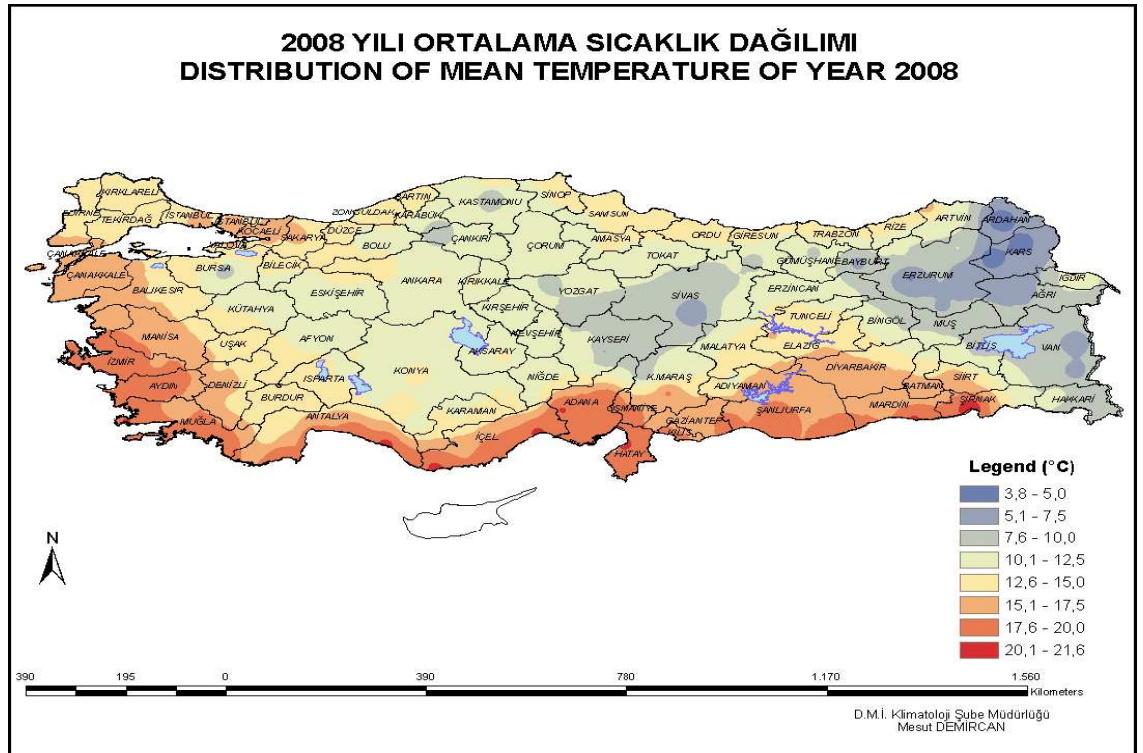
Ortalama sıcaklıklar, 1971-2000 normallerine göre; Ocak ve Şubat aylarında normallerinin altında, Mayıs, Ekim ve Aralık aylarında normalleri civarında, yılın geri kalan aylarında ise üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 2.24). İsmi anılan bu beş ay dışında 2008 yılı son yıllardaki ısınma eğilimine uygun bir şekilde sıcak bir yıl olmuştur (Çizelge 2.5). Mart ayı ortalama sıcaklığı, normalinin 4.0°C üzerinde gerçekleşerek 2008 yılının en yüksek anomaliye sahip ayı, diğer bir deyişle normaline göre en çok

ısınan ayı olmuştur. Ocak ayı ortalama sıcaklığı, normalinin 2.7°C altında gerçekleşerek 2008 yılının en düşük anomaliye sahip ayı, diğer bir deyişle normaline göre en çok soğuyan ayı olmuştur.

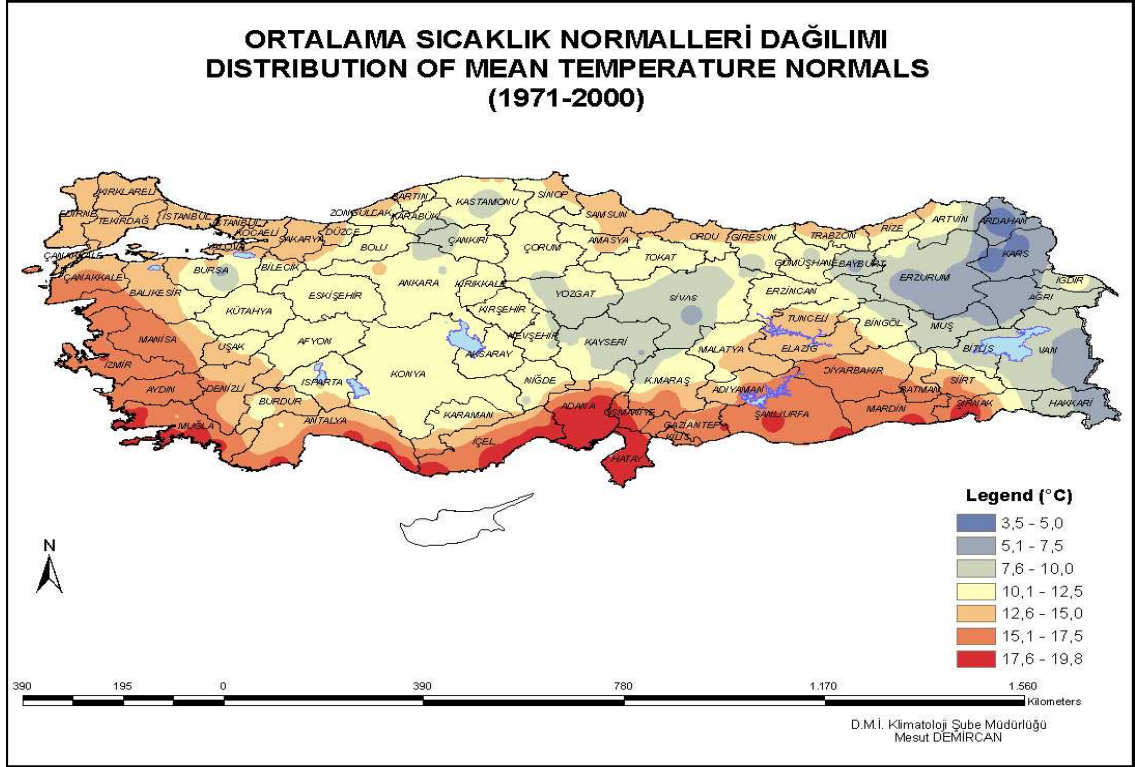
Ortalama sıcaklıklar; özellikle Mart, Nisan ve Ağustos aylarında Türkiye'nin tamamında, Haziran ve Temmuz aylarında ise büyük bir kısmında normallerinin üzerinde gerçekleşmiştir.

2008 yılı ortalama sıcaklıklar, Türkiye'nin büyük bir bölümünde 1971–2000 normallerinin 0.5 ila 2.4°C arasında değişen oranlarda üzerinde gerçekleşmiştir.

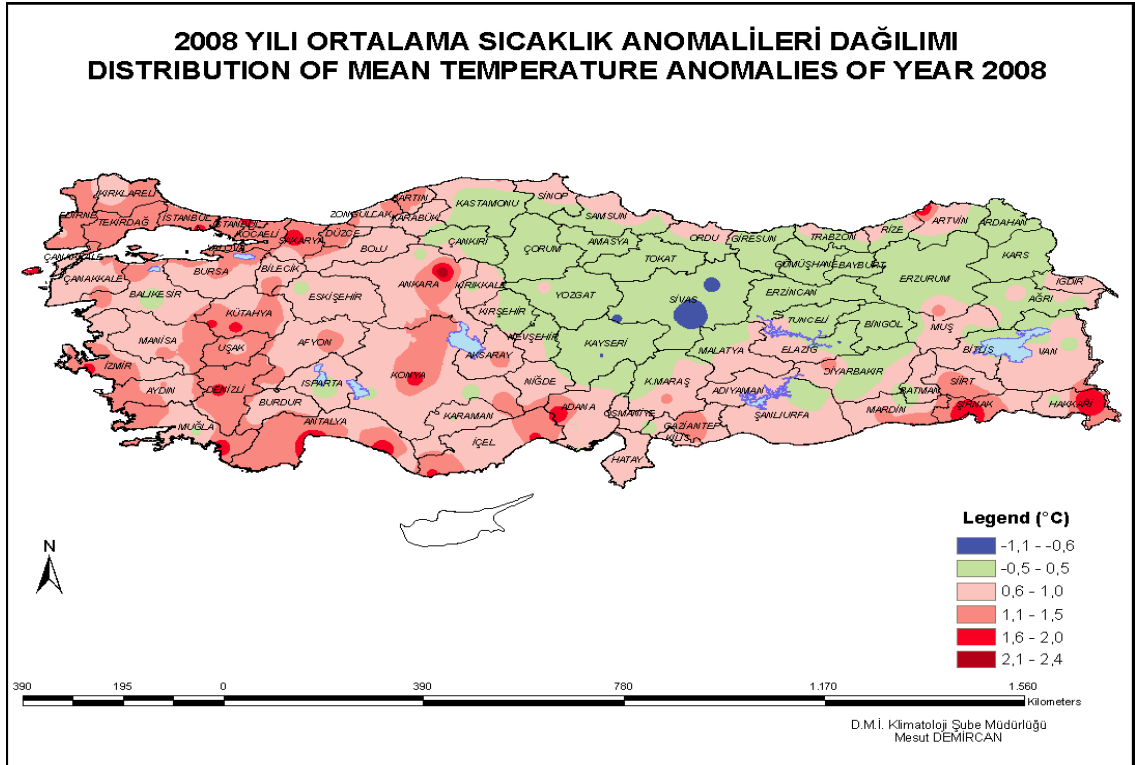
Bununla birlikte; Sivas, Gemerek ve Zara'da 0.6 ila 1.1°C arasında değişen oranlarda altında gerçekleşmiştir. İç Anadolu Bölgesi'nin kuzey ve doğusunda, Orta ve Doğu Karadeniz bölümlerinin iç kesimlerinde ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin kuzey ve batı kesimlerinde ise normalleri civarında gerçekleşmiştir (Şekil 2.25).



Şekil 2.25 2008 yılı ortalama sıcaklıkları (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



Şekil 2.26 Uzun yıllar ortalama sıcaklıkları (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



Şekil 2.27 2008 yılı ortalama sıcaklık anomali (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

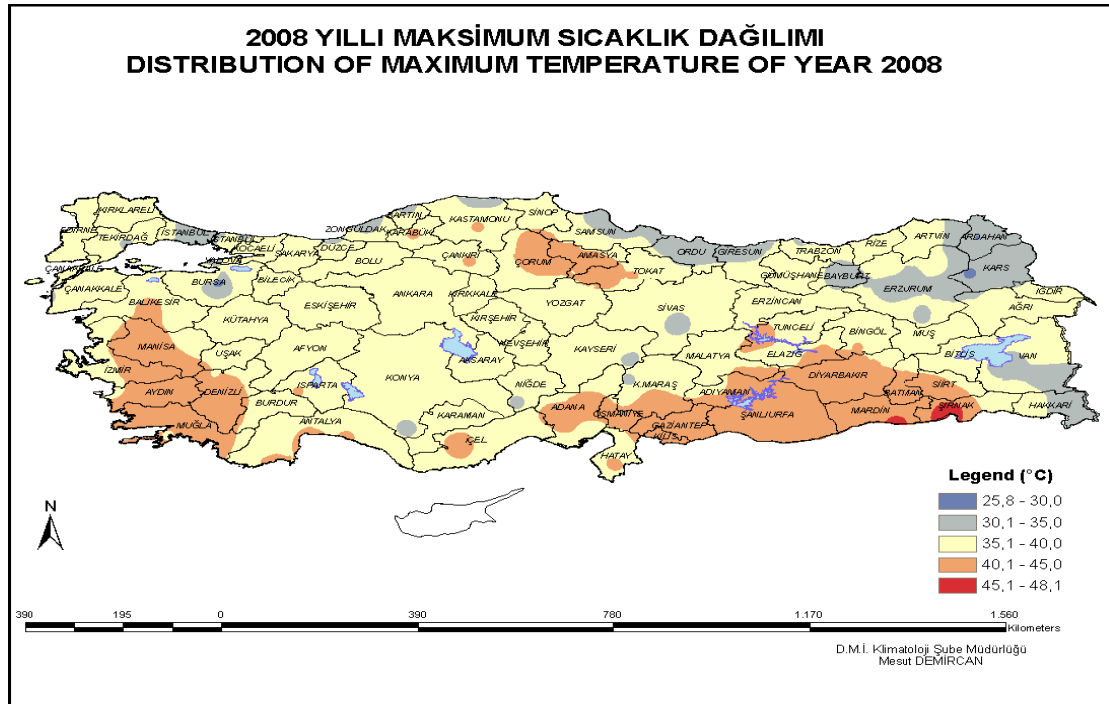
2008 yılı ekstrem sıcaklık değerlendirmesi: Türkiye genelinde ekstrem maksimum sıcaklıklar uzun yıllık ekstrem maksimum sıcaklıkların altında ve ekstrem minimum sıcaklıklar uzun yıllık ekstrem minimum sıcaklıklar üzerinde gerçekleşirken, 5 merkezde yeni ekstrem maksimum sıcaklık ve 2 merkezde yeni ekstrem minimum sıcaklık kayıt edilmiştir (Çizelge 2.6 ve 2.7). 2008 yılının en yüksek ekstrem maksimum değeri Cizre’de 48.1°C olarak tespit edilmiştir. 2008 yılının en düşük ekstrem minimum değeri Horasan’da -34.6°C olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 2.6 2008 yılında gerçekleşen ekstrem maksimum sıcaklıklar (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

İstasyon	Uzun yıllar mak. sıcaklıklar(°c)	2008 yılı mak. sıcaklıklar(°c)	fark ( °c )
Acıpayam	42.0	42.4	0.4
Isparta	38.7	41.2	2.5
Sinop	34.5	37.1	2.6
Tefenni	39.0	39.4	0.4
Uluborlu	38.5	39.3	0.8

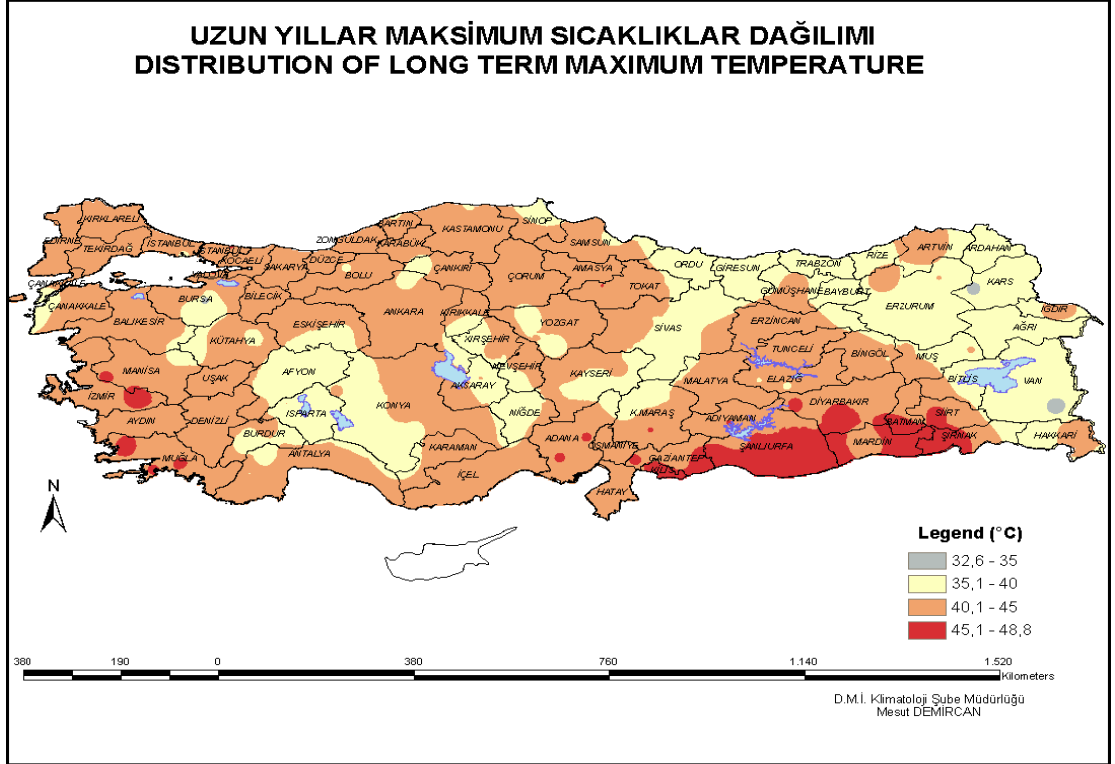
Çizelge 2.7 2008 yılında gerçekleşen ekstrem minimum sıcaklıklar (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

İstasyon	Uzun yıllar min. sıcaklıklar(°c)	2008 yılı min. sıcaklıklar(°c)	fark ( °c )
Amasya	-20.4	-21.0	0.6
Bozova Şanlıurfa	-10.3	-12.0	1.7

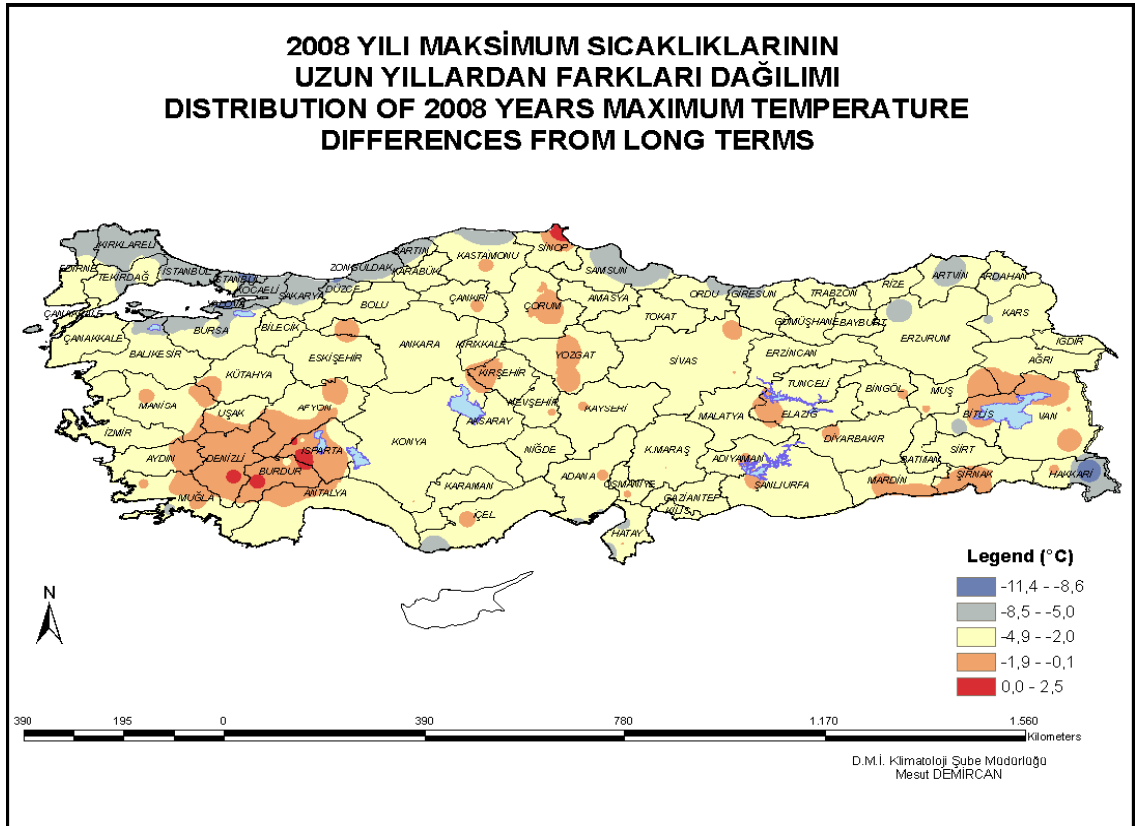


Şekil 2.28 2008 yılı maksimum sıcaklıkları (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



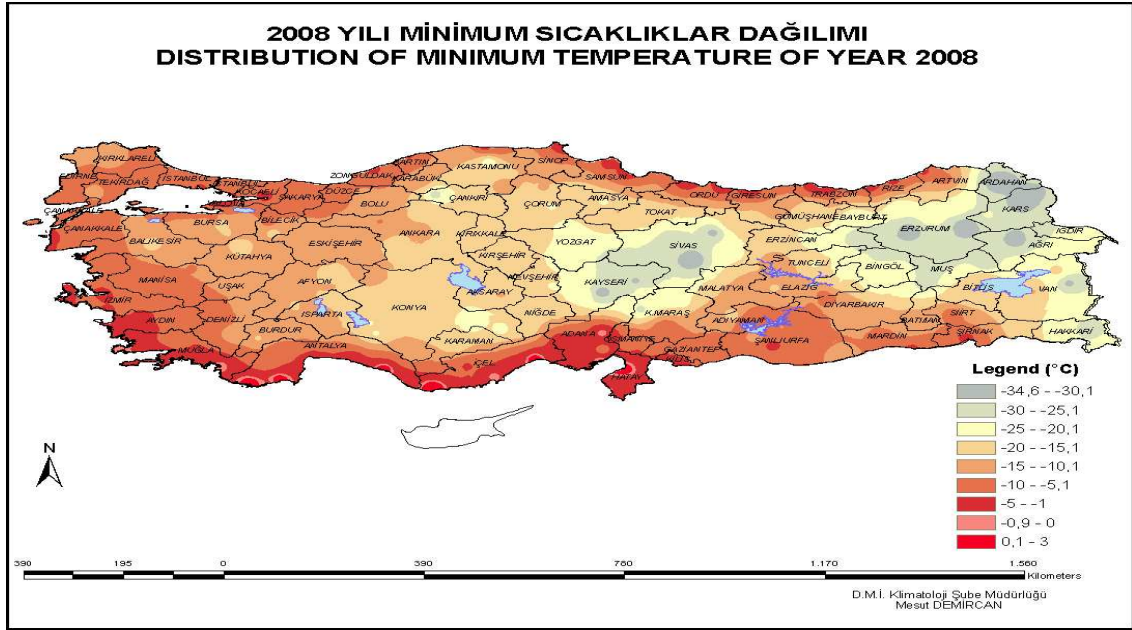


Şekil 2.29 Uzun yıllar maksimum sıcaklıklar (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

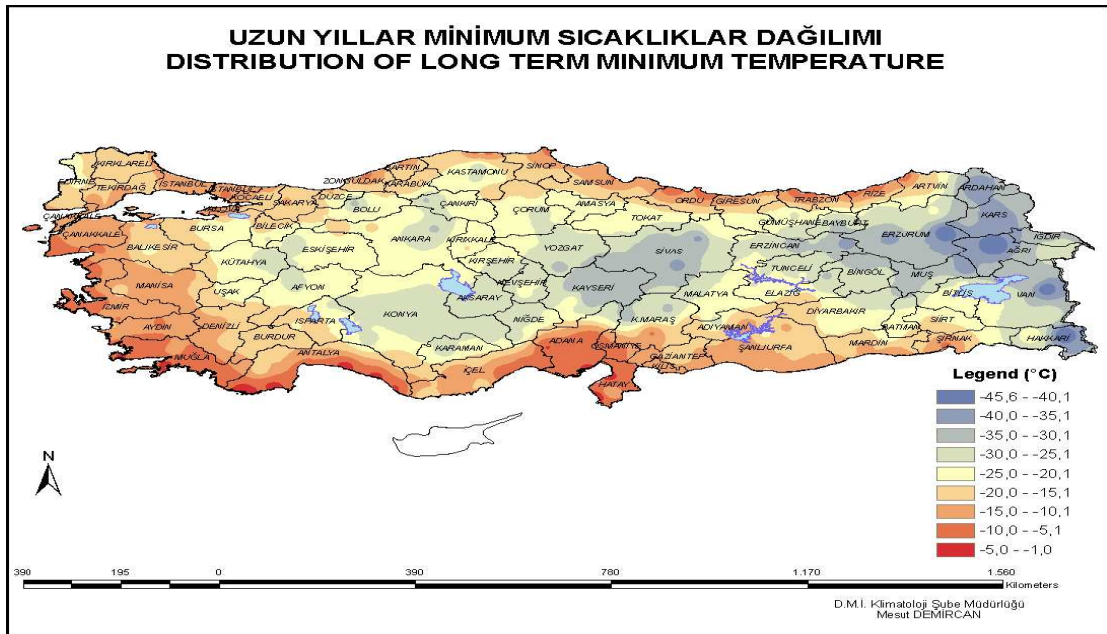


Şekil 2.30 2008 yılı maksimum sıcaklıkları ile uzun yıllar maksimum sıcaklık farkı (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

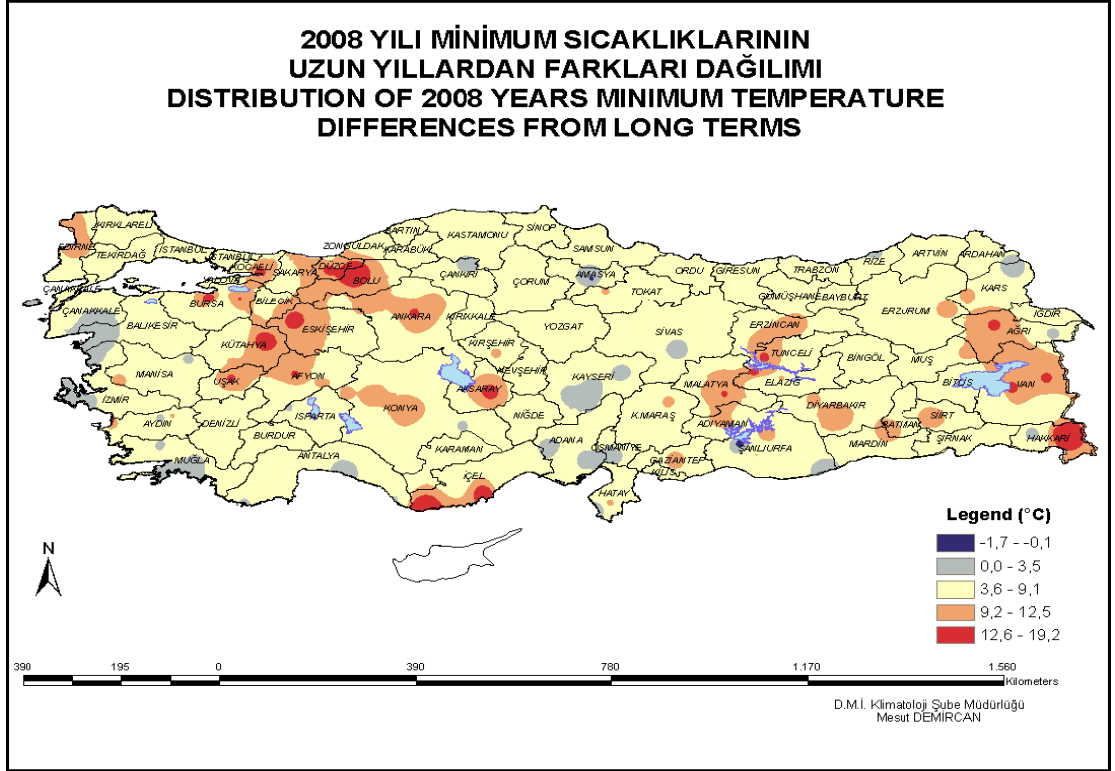
2008 yılı maksimum sıcaklıkları ile uzun yıllar maksimum sıcaklıkları karşılaştırıldığında en fazla sıcaklık farkı özellikle Karadeniz ve Marmara kıyılarında gözlenirken, en az sıcaklık farkı Ege Bölgesinin bazı bölümlerinde ve Yozgat, Çorum, Mardin, Şırnak, Elazığ, Van ve Bitlis'in bazı kesimlerinde gözlenmiştir. Bunlar dışındaki yerlerde ortalama bir sapma olmuştur (Şekil 2.30).



Şekil 2.31 2008 yılı minimum sıcaklık dağılımı (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



Şekil 2.32 Uzun yıllar minimum sıcaklık dağılımı (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



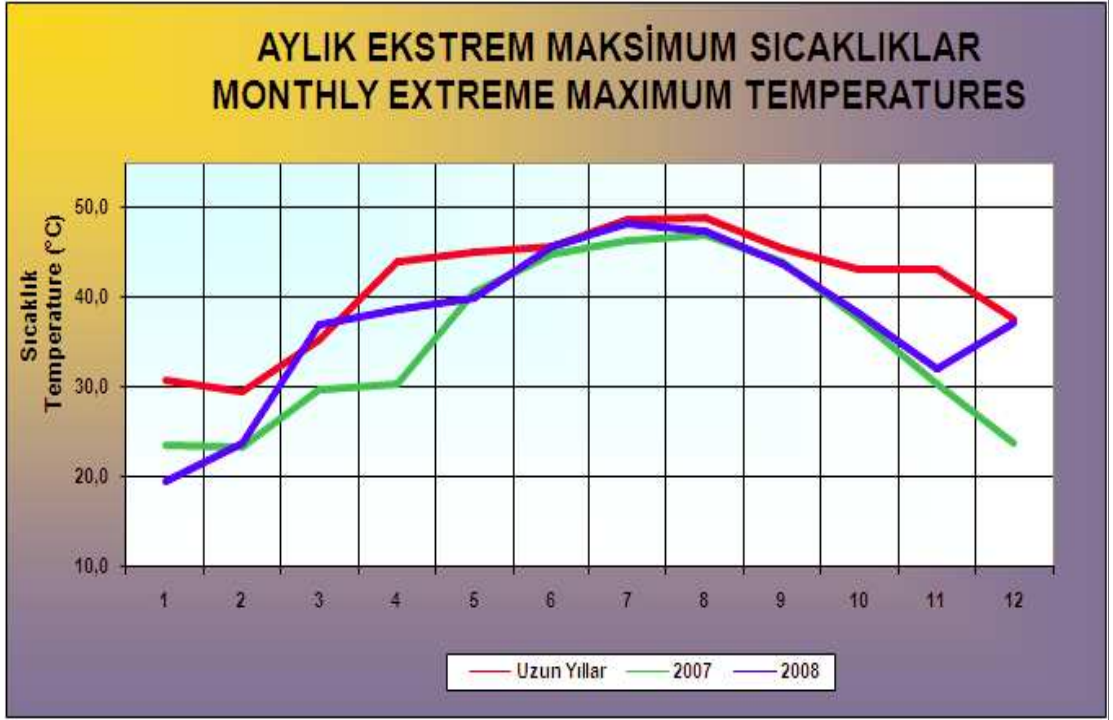
Şekil 2.33 2008 yılı minimum sıcaklık ile uzun yıllar minimum sıcaklık farkları (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

2008 yılı minimum sıcaklıkları ile uzun yıllar minimum sıcaklıkları karşılaştırıldığında genel anlamda ortalama (3.6-9.1 C) bir sıcaklık farkı gözlenmiştir. En fazla sıcaklık farkı Bolu, Kütahya, Eskişehir, Aksaray, İçel ve Hakkari'nin bazı kesimlerinde tespit edilmiştir.

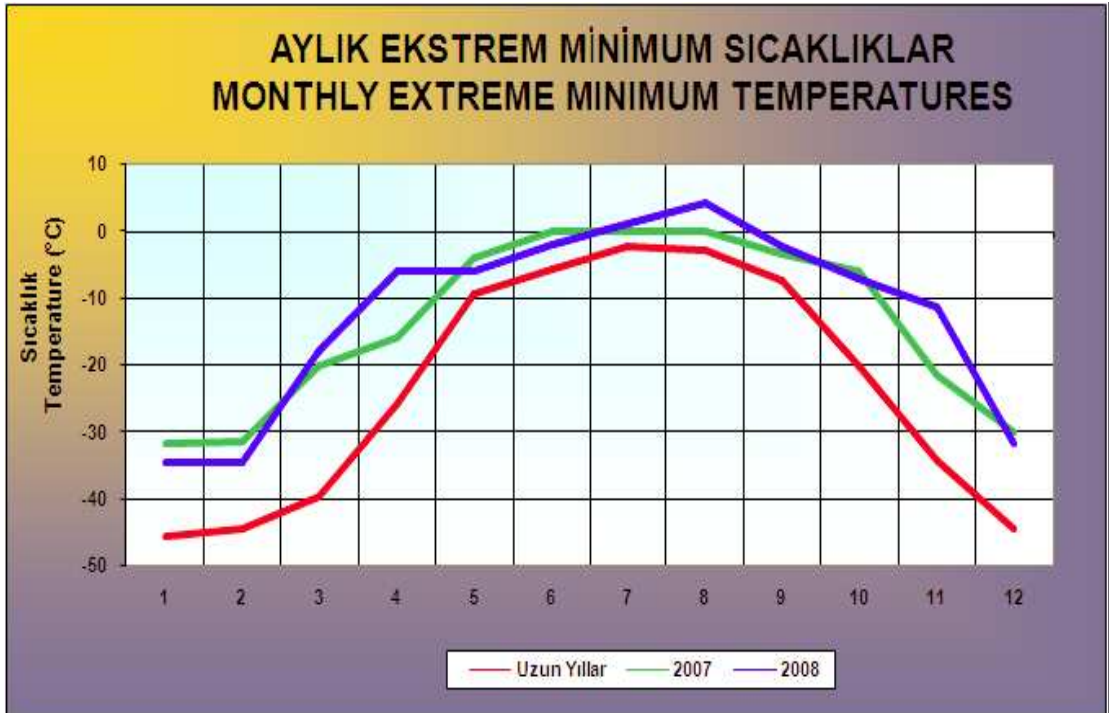
2008 yılı aylık ekstrem sıcaklık değerlendirmesi: 2008 yılında Mart ayında 37.0°C ve Haziran ayında 45.7°C ile yeni ekstrem maksimum sıcaklıklar gerçekleşmiştir (Şekil 2.34). 2008 yılında ekstrem minimum sıcaklıklar uzun yıllar ekstrem minimum sıcaklıkların altında kalmıştır (Şekil 2.35).

2008 yılı içerisinde maksimum sıcaklıklarda da yeni değerler kayıt edilmiş olup; Nisan ayında 120, Mart ayında 82, Aralık ayında 34, Ağustos ayında 11, Haziran ile Kasım ayında 10, Şubat ayında 3, Mayıs ile Eylül ayında 2 ve Temmuz ile Ekim ayında 1 merkezde yeni maksimum değerler tespit edilmiştir. 2008 yılı içerisinde minimum sıcaklıklarda da yeni değerler kayıt edilmiş olup; Ocak ayında 6, Şubat, Mayıs, Haziran, Temmuz, Eylül ile Aralık aylarında 1 merkezde yeni minimum değerler tespit edilmiştir.





Şekil 2.34 Türkiye geneli aylık ekstrem maksimum sıcaklıklar (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



Şekil 2.35 Türkiye geneli aylık ekstrem minimum sıcaklıklar (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

### 2.3.3 Mevsimlik sıcaklıkların değerlendirilmesi

2008 yılı yaz mevsimi sıcaklıklarının değerlendirilmesi: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü mevsimlik sıcaklık analizi bilgilerine göre; iklim bir yerde uzun bir zaman periyodu içinde her gün gerçekleşen hava olaylarının toplamı ve ortalamasını ifade etmektedir.

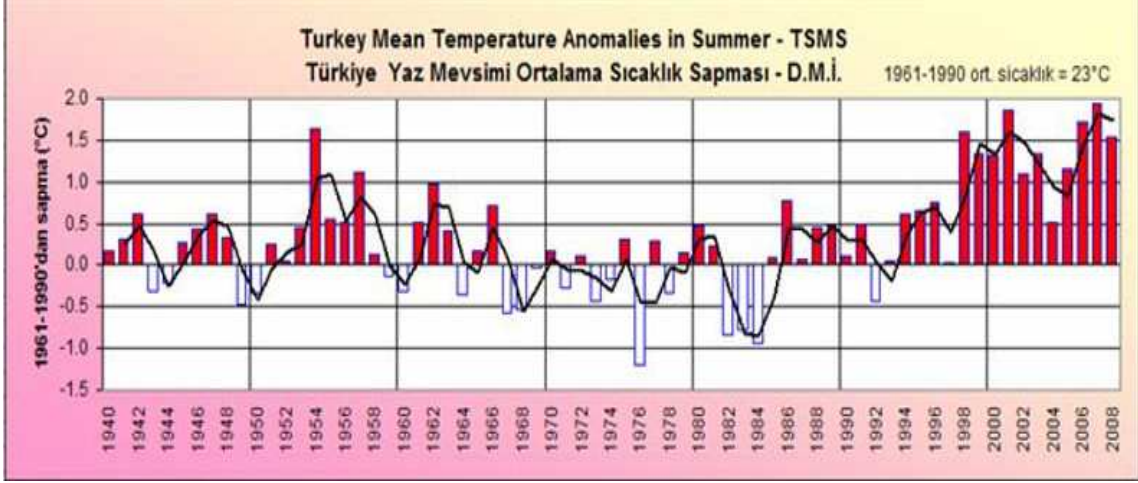
İklim aynı zamanda ekstrem hava olaylarını da içermektedir. Eğer bu günün hava durumunu bilir ve bunun geçmişle farkını ortaya koyabilirsek, gelecek planlarımızı yapabiliriz. Bu analizde Haziran, Temmuz, Ağustos aylarını kapsayan yaz mevsimine ait ortalama sıcaklıklar uzun yıllık veriler ile karşılaştırılmıştır. Anomali normalden sapma olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 2.36 2008 Yılı yaz mevsimi ortalama sıcaklık anomalisi (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

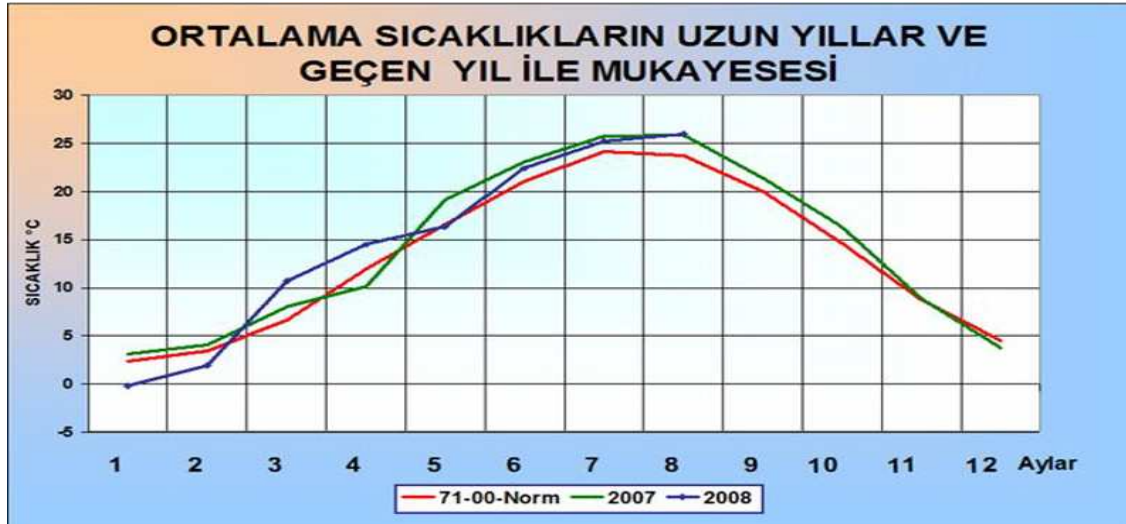
Genel değerlendirme: Genel olarak 2008 yılı yaz mevsiminde yurdumuzun büyük bir bölümünde ortalama sıcaklıklar mevsim normallerinin üzerinde seyrederken; Balıkesir, İstanbul, Lüleburgaz, Amasya, Tokat, Sivas, Giresun, Trabzon, Gümüşhane, Bayburt, Erzurum, Ardahan, Kars, Ağrı, Tunceli, Osmaniye, Hakkari, Batman, Siverek ve Ceylanpınar civarında normalleri civarında; Bingöl' de ise normallerin altında ortalama

sıcaklıklar gerçekleşmiştir. En düşük ortalama sıcaklık 14.9°C ile Sarıkamış'ta, en yüksek ortalama sıcaklık ise 35.1°C ile Cizre' de tespit edilmiştir (Şekil 2.36).



Şekil 2.37 Türkiye Yaz Mevsimi ortalama sıcaklık sapması (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

Türkiye'nin 1961-1990 periyodundaki yaz mevsimi ortalama sıcaklığı 23°C'dir. 2008 yılı yaz mevsimi ortalama sıcaklığı 24.5°C gerçekleşmiştir. Bu sonuçla 2008 yaz mevsimi 1.5°C'lik anomali ile 19400-2008 yılları arasındaki en sıcak 6. yaz olmuştur (Şekil 2.37).



Şekil 2.38 Ortalama sıcaklıkların uzun yıllar ve geçen yıl ile mukayesesi (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

2008 yılı yaz mevsiminde ortalama sıcaklıklar, 1971-2000 ortalamalarının üzerinde gerçekleşmiştir.

Yaz mevsimi ortalama sıcaklıklarının bölgesel değerlendirmesi (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü):

a) Marmara Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar bölgenin büyük bir kısmında mevsim normallerinin üzerinde gerçekleşirken; Balıkesir, İstanbul ve Lüleburgaz'da normalleri civarında gerçekleşmiştir. Marmara Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık 22.7°C ile Bilecik' te, en yüksek ortalama sıcaklık ise 25.1°C ile Çanakkale' de gerçekleşmiştir.

b) Ege Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar bölgenin tamamında mevsim normallerinin üzerinde gerçekleşmiştir. Ege Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık 21.9°C ile Kütahya'da, en yüksek ortalama sıcaklık 29.2°C ile Milas'ta gerçekleşmiştir.

c) Akdeniz Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar bölgenin büyük bir kısmında mevsim normallerinin üzerinde gerçekleşirken; Osmaniye'de normalleri civarında gerçekleşmiştir. Akdeniz Bölgesi'nde en düşük sıcaklık 20.9°C ile Göksün'da, en yüksek ortalama sıcaklık 29.4°C ile Alanya'da gerçekleşmiştir.

d) İç Anadolu Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar bölgenin büyük bir kısmında mevsim normallerinin üzerinde gerçekleşirken; Gemelek ve Kangal'da normalleri civarında gerçekleşmiştir. İç Anadolu Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık 17.6°C ile Kangal'da, en yüksek ortalama sıcaklık ise 24.8°C ile Kırıkkale ve Aksaray'da gerçekleşmiştir.

e) Karadeniz Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar bölgenin büyük bir kısmında mevsim normallerinin üzerinde gerçekleşirken; Amasya, Tokat, Giresun, Trabzon, Gümüşhane ve Bayburt'ta normalleri civarında gerçekleşmiştir. Karadeniz Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık 18.3°C ile Bayburt'ta, en yüksek ortalama sıcaklık 25.7°C ile Hopa'da gerçekleşmiştir.

f) Doğu Anadolu Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar Bingöl'de normallerin altında; Erzurum, Ardahan, Kars, Ağrı, Tunceli, Hakkari'de normalleri civarında; bölgenin diğer kesimlerinde ise mevsim normallerinin üzerinde gerçekleşmiştir. Doğu Anadolu



Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık 14.9°C ile Sarıkamış'ta, en yüksek ortalama sıcaklık 27.1°C ile Malatya'da gerçekleşmiştir.

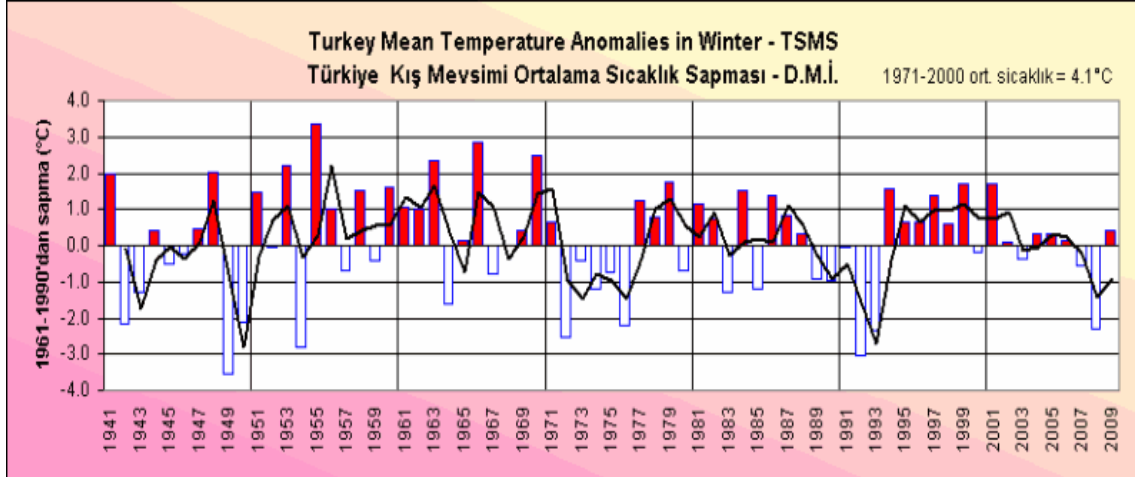
g) Güneydoğu Anadolu Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar Batman, Ceylanpınar ve Siverek'te mevsim normalleri civarında seyrederken; bölgenin geri kalan kesimlerinde mevsim normalleri üzerinde gerçekleşmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık 28.2°C ile Gaziantep'te, en yüksek ortalama sıcaklık ise 35.1°C ile Cizre'de gerçekleşmiştir.

2008-2009 yılları kış mevsimi sıcaklıklarının değerlendirilmesi:



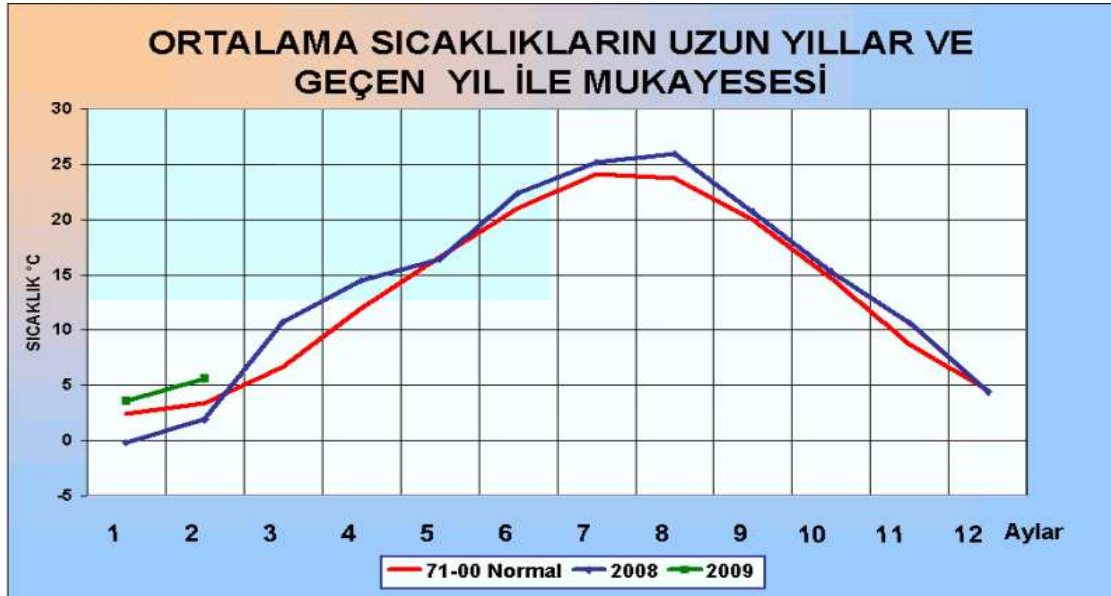
Şekil 2.39 2008-2009 kış mevsimi ortalama sıcaklık anomalisi (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

2008-2009 yılları kış mevsiminde Florya, Sakarya, Kuşadası, Simav, Milas, Alanya, Fethiye, Finike, Artvin, Gümüşhane, Şebinkarahisar, Aksaray, Cihanbeyli, Niğde, Ardahan ve Yüksekova civarında mevsim normallerinin üzerinde; ülkemizin geri kalan kesimlerinde ise mevsim normalleri civarında ortalama sıcaklıklar gerçekleşmiştir (Şekil 2.39).



Şekil 2.40 Türkiye kış mevsimi ortalama sıcaklık sapması (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

Türkiye'nin 1971-2000 ortalamalarına göre kış mevsimi ortalama sıcaklığı 4.1°C'dir. 2008-2009 yılı kış mevsimi ortalama sıcaklığı 4.5°C ile mevsim normallerinin 0.4°C üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 2.40).



Şekil 2.41 Ortalama sıcaklıkların uzun yıllar ve geçen yıl ile mukayesesi (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

2008 Aralık ayı ortalama sıcaklığı mevsim normallerinde, 2009 yılı Ocak ve Şubat ayı ortalama sıcaklıkları ise 1971-2000 ortalama sıcaklıklarının üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 2.41).

### Kış Mevsimi Ortalama Sıcaklıklarının Bölgesel Değerlendirmesi:

a) Marmara Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar Florya ve Sakarya'da mevsim normallerinin üzerinde; bölgenin diğer yerlerinde ise mevsim normalleri civarında gerçekleşmiştir. Marmara Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık 4.7°C ile Bilecik'te, en yüksek ortalama sıcaklık ise 9.0°C ile Sakarya'da gerçekleşmiştir.

b) Ege Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar Kuşadası, Simav ve Milas'ta mevsim normallerinin üzerinde; bölgenin diğer yerlerinde ise mevsim normalleri civarında gerçekleşmiştir. Ege Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık 2.4°C ile Afyon'da, en yüksek ortalama sıcaklık ise 12.9°C ile Bodrum'da gerçekleşmiştir.

c) Akdeniz Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar Alanya, Fethiye ve Finike'de mevsim normallerinin üzerinde; bölgenin diğer yerlerinde ise mevsim normalleri civarında gerçekleşmiştir. Akdeniz Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık -2.7°C ile Gökşun'da, en yüksek ortalama sıcaklık ise 13.5°C ile Alanya'da gerçekleşmiştir.

d) İç Anadolu Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar Aksaray, Cihanbeyli ve Niğde'de mevsim normallerinin üzerinde; bölgenin diğer yerlerinde ise mevsim normalleri civarında gerçekleşmiştir. İç Anadolu Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık -5.0°C ile Kangal'da, en yüksek ortalama sıcaklık ise 3.5°C ile Akşehir'de gerçekleşmiştir.

e) Karadeniz Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar Artvin, Gümüşhane ve Şebinkarahisar'da mevsim normallerinin üzerinde; bölgenin diğer yerlerinde ise mevsim normalleri civarında gerçekleşmiştir. Karadeniz Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık -4.3°C ile Bayburt'ta, en yüksek ortalama sıcaklık ise 8.9°C ile Giresun'da gerçekleşmiştir.

f) Doğu Anadolu Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar Ardahan ve Yüksekova'da mevsim normallerinin üzerinde; bölgenin diğer yerlerinde ise mevsim normalleri civarında gerçekleşmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi'nde en düşük ortalama sıcaklık -8.8°C ile Erzurum'da, en yüksek ortalama sıcaklık ise 2.0°C ile Malatya'da gerçekleşmiştir.

g) Güney Doğu Anadolu Bölgesi: Ortalama sıcaklıklar bölgenin tamamında mevsim normalleri civarında gerçekleşmiştir. Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde en düşük

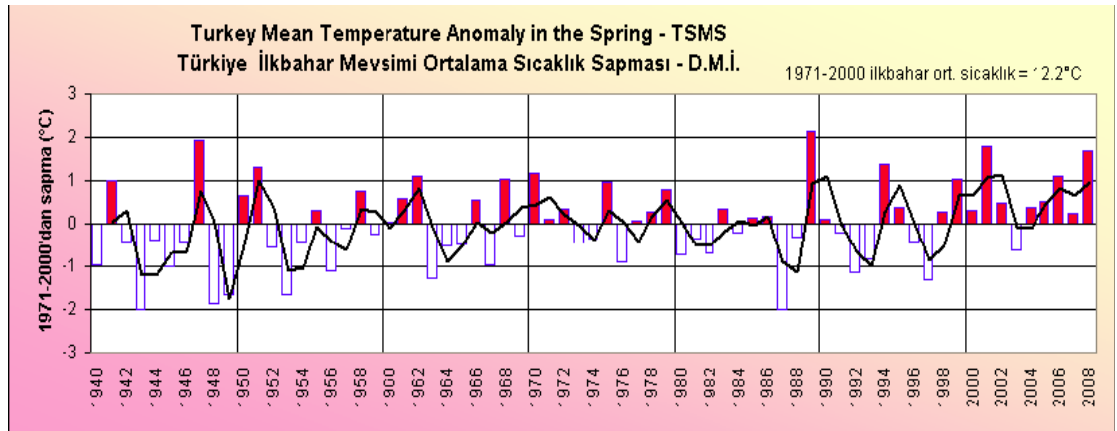
ortalama sıcaklık 3.1°C ile Diyarbakır’da, en yüksek ortalama sıcaklık ise 9.3°C ile Cizre’de gerçekleşmiştir.

### 2008 yılı ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklıklarının değerlendirilmesi:



Şekil 2.42 2008 ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık anomalileri dağılımı (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

Genel olarak yurdumuzun çok büyük bir bölümünde ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklıkları uzun yılların üzerinde gerçekleşirken; Bingöl, Osmaniye, Balıkesir, Uşak, Muğla, Kırklareli, Eskişehir, Gemerek, Kangal, Amasya, Silifke, İskenderun, Çankırı ve Kars civarında mevsim normalleri civarında ortalama sıcaklıklar gerçekleşmiştir (Şekil 2.42).



Şekil 2.43 2008 ilkbahar mevsimi ortalama sıcaklık anomalileri (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



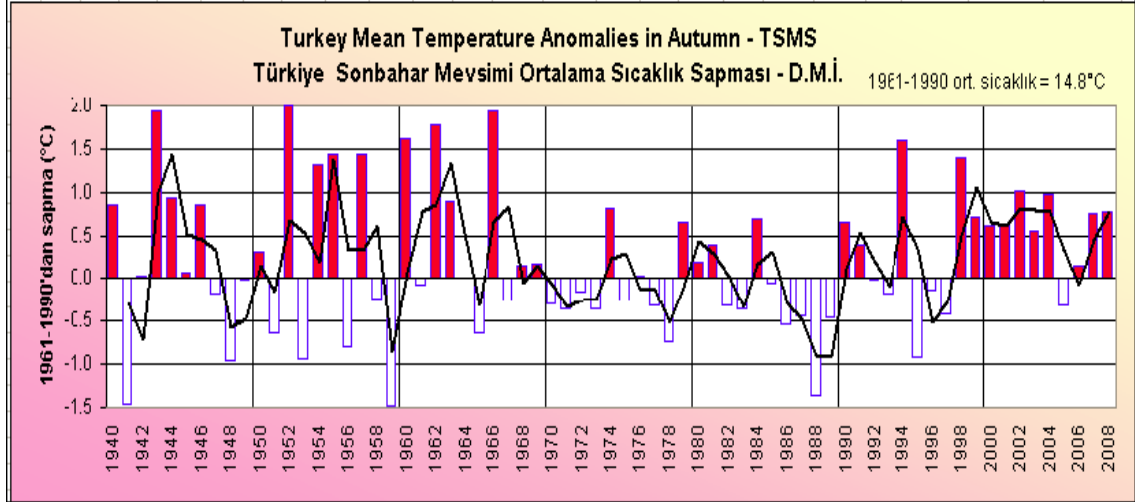
Türkiye’de 1971-2000 ilkbahar mevsimi sıcaklık ortalaması 12.2°C dir. 1940’dan 2008’e kadar ilkbahar mevsimi sıcaklık anomalileri yukarıdaki grafikte olduğu gibidir. Buna göre 2003 yılı hariç son 10 yılın ilkbahar mevsimi sıcaklık sapmaları pozitiftir. 2008 yılı ilkbahar mevsimi sıcaklık ortalaması 13.9°C ile normallerinin 1.7°C üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 2.43).

2008 yılı sonbahar mevsimi ortalama sıcaklıklarının değerlendirilmesi:



Şekil 2.44 2008 sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık anomalileri dağılımı (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

Genel olarak 2008 yılı sonbahar mevsiminde yurdumuzun büyük bir bölümünde ortalama sıcaklıklar mevsim normalleri civarında seyredirken; Florya, Edremit, Aydın, Denizli, Muğla, Antalya, Mersin, Aksaray, Sakarya, Akçakoca, Bartın Sinop, Samsun, Ordu, Rize, Erzincan, Malatya, Cizre, Gaziantep, Hınıs ve Iğdır çevrelerinde normallerinin üzerinde ortalama sıcaklıklar kaydedilmiştir. En düşük ortalama sıcaklık 6.0°C ile Sarıkamış’ta, en yüksek ortalama sıcaklık ise 23.0°C ile Alanya’da tespit edilmiştir (Şekil 2.44).



Şekil 2.45 2008 sonbahar mevsimi ortalama sıcaklık anomalileri (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

Türkiye'nin 1961-1990 periyodundaki sonbahar mevsimi ortalama sıcaklığı 14.8°C'dir. 2008 yılı sonbahar mevsimi ortalama sıcaklığı 15.6°C gerçekleşmiştir. Bu sonuçla 2008 yılı sonbahar mevsimi 1961-1990 periyoduna göre 0.8°C daha sıcak geçmiştir (Şekil 2.45).

#### 2.3.4 2008-2009 tarım yılı kümülatif yağış raporu (7 aylık, Ekim – Nisan 2009)

Genel durum: 1 Ekim 2008 – 30 Nisan 2009 tarihleri arasında kümülatif yağışlar genel olarak normalinden ve geçen yıl yağışından fazla olmuştur.

Kümülatif yağış ortalaması 537,4 mm., normali 509,2 mm., geçen yılın aynı dönem ortalaması ise 439,7 mm.dir. Kümülatif yağışlarda normale göre % 5,6; geçen yıla göre ise % 22,2 artış gözlenmiştir.

a) Marmara Bölgesi: Kümülatif yağışlarda bölge ortalaması 538,8 mm., normali 497,6 mm., geçen yıl aynı dönem ortalaması ise 462,4 mm.dir. Kümülatif yağışlarda normale göre % 8,3; geçen yıla göre ise % 16,5 artış gözlenmiştir.

b) Ege Bölgesi: Kümülatif yağışlarda bölge ortalaması 675,2 mm., normali 552,4 mm., geçen yıl aynı dönem ortalaması ise 489,2 mm.dir. Kümülatif yağışlarda normale göre % 22,2; geçen yıla göre ise % 38,0 artış gözlenmiştir.

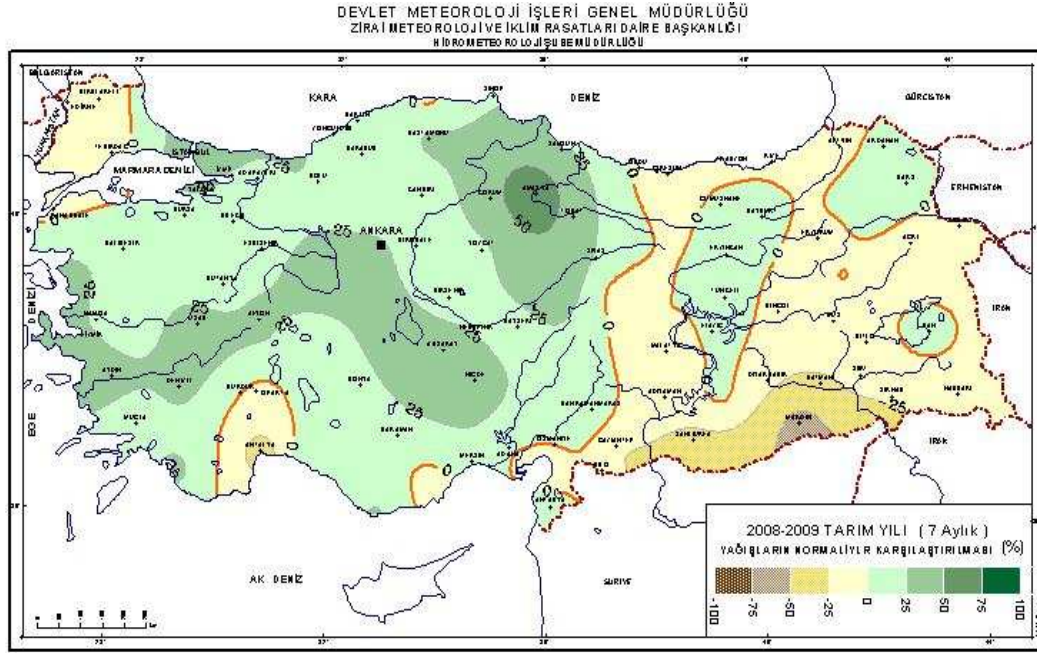
c) Akdeniz Bölgesi: Kümülatif yağışlarda bölge ortalaması 756,2 mm., normali 723,0 mm., geçen yıl aynı dönem ortalaması ise 600,0 mm.dir. Kümülatif yağışlarda normale göre % 4,6; geçen yıla göre ise % 26,0 artış gözlenmiştir.

d) İç Anadolu Bölgesi: Kümülatif yağışlarda bölge ortalaması 339,4 mm., normali 282,1 mm., geçen yıl aynı dönem ortalaması ise 260,3 mm.dir. Kümülatif yağışlarda normale göre % 20,3; geçen yıla göre ise % 30,4 artış gözlenmiştir.

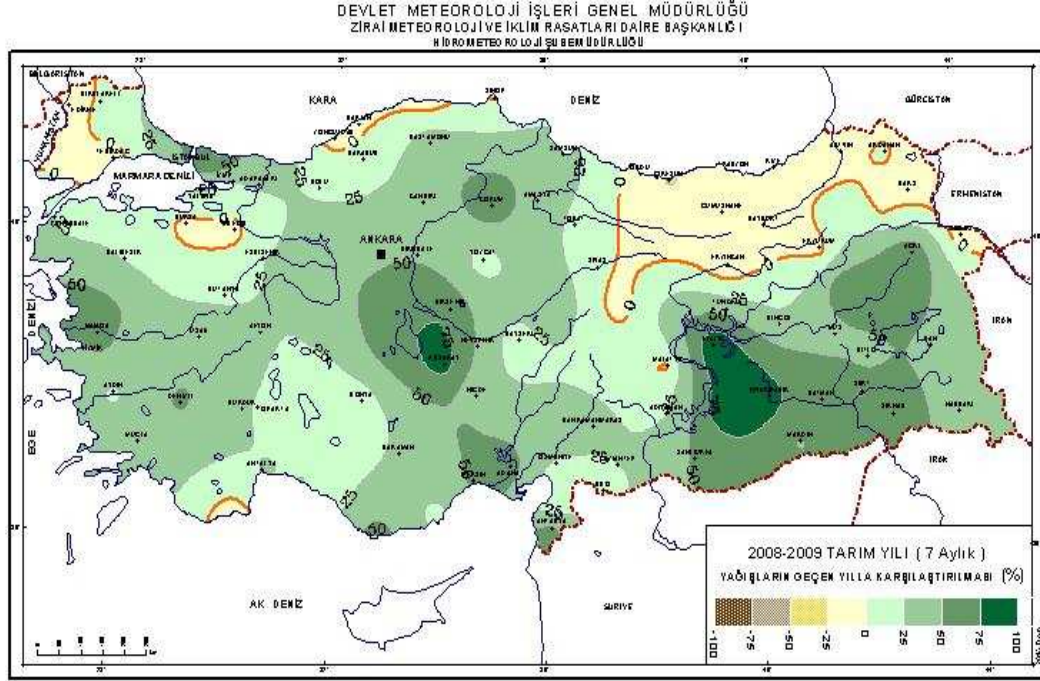
e) Karadeniz Bölgesi: Kümülatif yağışlarda bölge ortalaması 591,7 mm., normali 560,1 mm., geçen yıl aynı dönem ortalaması ise 601,6 mm.dir. Kümülatif yağışlarda normale göre % 5,6 artış, geçen yıla göre ise % 1,6 azalma gözlenmiştir.

f) Doğu Anadolu Bölgesi: Kümülatif yağışlarda bölge ortalaması 416,6 mm., normali 440,1 mm., geçen yıl aynı dönem ortalaması ise 323,4 mm.dir. Kümülatif yağışlarda normale göre % 5,3 azalma; geçen yıla göre de % 28,8 artış gözlenmiştir.

g) Güneydoğu Anadolu Bölgesi: Kümülatif yağışlarda bölge ortalaması 419,3 mm., normali 549,9 mm., geçen yıl aynı dönem ortalaması ise 278,4 mm.dir. Kümülatif yağışlarda normale göre % 23,7 azalma, geçen yıla göre ise % 50,6 artış gözlenmiştir.



Şekil 2.46 2008-2009 tarım yılı yağışları (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)



Şekil 2.47 2008-2009 tarım yılı yağışları ile geçen yılların karşılaştırılması (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü)

## 2.4 Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Doğal Ekosistemler Üzerindeki Olası Etkileri

Bu bölümde, IPCC (2001b) ve Watson (2001) kaynaklarına göre; iklim değişikliğinin olası etkileri, özellikle doğal ekosistemler, tarım ve su kaynakları dikkate alınarak özetle değerlendirilmiştir (Türkeş 2001).

### Doğal ekosistemler:

1. Geçen 30-40 yıllık dönemde, iklimdeki değişiklikler, özellikle yüzey sıcaklıklarındaki artışlar, dünyanın birçok bölgesindeki biyolojik sistemleri etkilemeye başlamıştır. Biyolojik sistemlerin değiştiğini gösteren pek çok örnekten söz edilebilmektedir. Ağaçların ve bitkilerin erken çiçeklenmesi, kuşların erken yumurtlaması, kuzey yarımkürede büyüme mevsiminin uzaması, böcek, bitki ve hayvan topluluklarının kutba ve yükseltisi fazla olan (dağlar, platolar, vb.) yerlere göçü ve mercanlarda giderek artan yok oluşlar, iklimdeki bölgesel değişikliklerle bağlantılıdır. Örneğin, kuş göçü desenleri değişmekte ve kuşlar daha erken yumurtlamaktadır. Kuzey

yarımkürede büyüme mevsiminin geçen 40 yıllık dönemde her 10 yılda yaklaşık 1-4 gün uzadığı; bazı bitki, hayvan ve böcek türlerinin kutba ve daha yüksek ortamlara göç ettikleri gözlenmiştir. Biyolojik sistemler kendi davranışlarını değiştirebilecek olan çok sayıda sıkıntıyla karşı karşıya kalırken, birçok durumda bu sistemlerde gözlenen değişikliklerin iklime karşı iyi bilinen biyolojik tepkilerle yada yanıtlarla uyumlu olduğu da belirtilmelidir.

**2.** İklim değişikliğinin ekolojik sistemlerin bileşimini ve üretkenliğini bozacağı ve biyolojik çeşitliliği azaltacağı öngörülmektedir. Bazı ekosistemler, iklimdeki değişikliğe çabuk karşılık verirken, bazıları oldukça yavaş yanıt verirler. Türler, iklimdeki değişikliğe ve bozulan iklimsel rejimlere (örneğin, yağış/buharlaştırma ve sıcaklık rejimlerine) farklı düzeyde ve biçimde yanıt vereceğinden, birçok ekosistemin yapısı, bileşimi, üretkenliği ve coğrafi dağılışı bozulacaktır. Ancak, bu beklenen ekolojik değişikliklerin birçoğu, iklimdeki değişikliklerin arkasında on yıllardan yüzyıllara kadar gecikebilecektir. Faunanın ve floranın yaşam yerleri değiştikçe, yeni gelen türler yüzünden biyolojik çeşitlilikte yerel artışlar olabilecektir. Ancak, artan olumsuzluklar (zararlılar ve yangınlar), biyolojik çeşitlilikte azalmaya ve yaramaz (istenmeyen) türlerde artışlara yol açabilir. Ayrıca, habitatlardaki bölünmeler, iklime bağımlı türlerin göçü için yeni engeller yaratabilir. Bu tür olumsuzlukları hafifletebilmek amacıyla, kuzey güney ve batı-doğu uzanımlı koridorlarda özel olarak ayrılmış ve düzenlenmiş parklara ve rezerv alanlarına gereksinim vardır. Yüksek enlem ve yüksek topografya türleri, daha büyük bir tehlike altındadır. İklim değişiklikleri ve onunla bağlantılı tüm değişiklikler, topluma gıda, lif, kereste, ilaç, rekreasyon ve turizm kaynağı sağlayan ve madde ve besin döngüsünü, atık kalitesini, akarsu akışını, toprak erozyonunu, hava kalitesini ve iklimi kontrol ederek mal ve hizmet üretimine katkı sağlayan ekosistemleri etkileyecektir.

**3.** Ormanlar öngörülen iklimsel değişikliklere duyarlıdır: Ormanların ve orman türlerinin dağılışının, ekosistemlerin sağladığı mal ve hizmetlerin bozulmasına neden olan, sıcaklık, yağış, uç olaylar, zararlıların yayılışı ve yangınlardaki değişiklikler karşısında değişeceği öngörülmektedir. Boreal orman ekosistemleri, esas olarak yangın rejiminde ve zararlıların yayılışındaki değişiklikler ile yaş yapısındaki değişiklikler ve

karbon içeriğindeki azalmalar yüzünden duyarlılığı en fazla olan sistemler arasındadır. Model öngörülerine göre, bugünkü net küresel karasal karbon emilimi (yaklaşık 1 GtC yıl<sup>-1</sup>), 21. yüzyılın birinci yarısı süresince artabilecek, sonra ya bu düzeyde kalacak ya da zamanla azalabilecektir.

Su Kaynakları: İklim değişikliğinin dünyanın kurak ve yarı kurak alanlarındaki su sıkıntısını kuvvetlendirebileceği öngörülmektedir. Bugünkü koşullarda, dünyada 1.3 milyar insan temiz su sağlayamamaktadır. 2 milyar insan da, yeterli ve sağlıklı yaşam koşullarından yoksun durumdadır.

Günümüzde, çoğu Orta Doğu'da ve Afrika'da bulunan 19 ülke su kıtlığı çeken ya da su stresi yaşayan ülke olarak sınıflandırılmaktadır. İklim değişikliği olmasa bile, bu sayının 2025'e kadar iki katın üzerinde bir artış göstereceği beklenmektedir. Bunun temel nedeni, ekonomik büyümeden ve nüfus artışından kaynaklanan talepteki (istemdeki) artışlardır. Ne yazık ki, dünyanın pek çok bölgesinde suyun önemli bir bölümü, büyük ölçüde tarım sektöründeki verimsiz sulama yoluyla boşa harcanmaktadır. Akarsu akımlarının, yüksek enlemlerde ve Güneydoğu Asya'da artacağı, Orta Asya'da, Akdeniz havzasının çevresinde, güney Afrika ve Avustralya'da azalacağı öngörülmektedir. Bu yüzden iklim değişikliği, kuraklığın zaten yinelenen bir doğal özellik olduğu bazı bölgelerde kuraklık olaylarının büyüklüğünü ve sıklığını şiddetlendirirken, bir çoğu kurak ve yarı kurak alanlarda bulunan gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliğine duyarlılıklarını daha yüksek düzeylere çıkaracaktır (Türkeş 2001).

Tarımsal Üretkenlik ve Gıda Güvenliği: Sıcaklıkta herhangi bir artış olması durumunda, tarımsal üretkenliğin tropiklerdeki ve subtropiklerdeki birçok ülkede azalacağı, buna karşılık sıcaklıktaki birkaç santigrat derecelik (C°) artışlar ile birlikte orta ve yüksek enlemlerde üretkenliğin artacağı öngörülmektedir.

Bugünkü koşullar altında, 800 milyon insan yetersiz beslenmektedir. Esas olarak dünya nüfusunun büyümesine ve bazı ülkelerde de gelirlerin artmasına bağlı olarak, gıda tüketiminin gelecek 30-40 yıllık dönemde ikiye katlanacağı beklenmektedir. Konuyla



ilgili çalışmalar, küresel tarımsal üretimin, iklimdeki küçük değişiklikler için (örneğin küresel ortalama yüzey sıcaklığı değişikliklerinin yalnız birkaç C° (2-3 C°) olduğu değişikliklerde), temel üretime göre sürdürülebileceğini göstermektedir. Ancak, ürün rekolteleri ve iklim değişiklikleri nedeniyle üretkenlikteki değişiklikler, bölgesel ve yöresel olarak önemli düzeyde değişecek ve buna bağlı olarak da üretim deseni değişecektir.

Genel olarak, üretkenliğin, ürün tipine, büyüme mevsimine, sıcaklık rejimindeki değişikliklere ve yağışın mevsimselliğine göre, sıcaklıktaki küçük değişiklikler için orta ve yüksek enlemlerde artacağı öngörülmektedir. Buna karşılık, 2-3 C°'nin üzerindeki sıcaklık değişikliklerinde, orta enlemlerin tarımsal üretkenliğinde azalma olacağı beklenmektedir. Ancak, tropikal ve subtropikal bölgelerde bazı ürünlerin kendi maksimum sıcaklık toleransına yakın olduğu yerlerde ve kurak arazilerin ve sulama yapılmayan tarımsal uygulamaların egemen olduğu yerlerde, ürün rekolteleri sıcaklıktaki küçük artışlarda bile, özellikle Afrika'da, azalabilecektir. Ayrıca, tüm tarımsal üretkenliğin % 30 dolayında azaldığı Afrika ve Latin Amerika için, üretkenlikteki azalmanın gelecek yüzyıl boyunca süreceği öngörülmektedir. Bu yüzden, dünyanın yoksul halklarının çoğunun yaşadığı tropikal ve subtropikal bölgelerdeki bazı yerlerde açlık tehlikesinde artış olabilecektir (Türkeş 2001).

## **2.5 Küresel Isınma Sorunlarına Çözüm Önerileri**

Bu bölümde küresel ısınmanın sorun yarattığı alanlarda alınması gereken önlemler ve yapılması gerekenler anlatılmıştır.

Tarımda yapısal değişiklik: Tema Vakfı, "Kuraklık ve Türkiye Tarımı" yayınında Türkiye'nin acilen tarımda yapısal değişikliklere gitmesinin gerekliliği bilimsel olarak ortaya koymaktadır (Özemsî ve İsfendiyaroğlu 2007):

- Su kaynakları kısıtlı olduğu üzere suyu daha verimli kullanan sulama teknolojilerine yatırım yapılması,

- Kurağa ve sıcağa dayanıklı, daha az su tüketen bitki çeşitlerinin geliştirilmesi ve tarımda agro ekolojik zonlara uygun çeşitler kullanılması,
- Meralar üstündeki baskının azaltılarak sürdürülebilir mera yönetimi uygulamalarının hayata geçirilmesini ve meraların ekosistem hizmetlerinin sağlıklı olarak korunmasını önerilmektedir.

Ağaçlandırma ve iklim değişikliğiyle mücadele: İklim değişikliğiyle beraber dikkat etmemiz gereken bir diğer nokta da kuraklıkla beraber tehlikesini arttıran orman yangınlarına karşı önlem alınmasıdır. Bu konuyla ilgili ulusal bir yangın eylem planının olması şart gözükmemektedir. Her yangınla hem ülkemizin doğal zenginliği ve akciğerleri olan ormanları kaybetmekteyiz. Bu bağli olarak, ormanlarda ağaçların bünyesinde depolanmış karbondioksit atmosfere karışmakta ve dünyanın daha çabuk ısınmasına yol açmaktadır (Özemsî ve İsfendiyaroğlu 2007).

Bunun için atmosferdeki karbon salımını azaltmaya yönelik ağaçlandırma çalışmaları hızla yürütülmeli, hem ülkemizi yeşillendirmeli hem de küresel ısınmayla mücadele etmelidir.

Yabancı bitki türleri doğal ekosistemlerimize zarar verme potansiyeline sahiptir. Yaklaşan iklim değişikliğiyle beraber bu türlerin bir Truva atı gibi istilacı bir karakter kazanmayacağını hiç kimse garanti edememektedir. Bu yüzden iklim değişikliğiyle mücadele için ağaç dikilmelidir. Ancak doğru yerde doğru türlerle ağaçlandırma yapılmasına dikkat edilmelidir. Ağaçlandırma bir uzmanlıktır. Ekilecek ağaçların tür seçiminde dikkatli olmak önemlidir. Mümkün olduğunca doğal türler dikilmelidir. Hatta ağaçlandırılacak sahaların, çevrede doğal şartlarda bulunan türlerle ağaçlandırılması büyük önem taşımaktadır.

İklim değişikliği sonucu sıcaklıkların artması, azalan yağmurlar ve yok edilen ormanlarla beraber ülkemizin büyük bir kısmında erozyon ve çölleşme riskinin artmaktadır.

Öncelikle ülkemiz topografyasının eğimli olması, ortaya çıkması muhtemel sorunlar için uygun zemin oluşturmaktadır. Bir örnekle açıklamak gerekirse arazi eğiminin



%2'den %4'e çıkması taşınan toprak miktarını 2.8 kat arttırıyor. Türkiye'deki arazilerinse yüzde 8'i yüzde 80'den fazla; yüzde 46'sı ise yüzde 40'dan fazla eğimlidir. Bu durumda özellikle yüksek riskle taşıyan alanlarda şimdiden toprak koruma tedbirleri hayata geçirilmelidir (Özemsî ve İsfendiyaroğlu 2007).

Yurdumuzda köy, yayla gibi küçük yerleşimlerin büyük bir kısmı engebeli ve dağlık arazilerde yer almaktadır. Bu da tarıma uygun olmayan yerlerin de tarım için kullanılmasına yol açmaktadır. Birde ülkemizde maalesef meralar ot veriminin üstünde ve erken otlatılmaktadır. Hayvanlar karınlarını doyurmak için otları, kök boğazına (toprak seviyesine) kadar tüketmekte ve doğal bitki örtüsünü tahrip etmektedir. Bu tarz kullanım devam ederse değişen yağış ve sıcaklık koşullarında üst toprağın geri dönülemez şekilde kaybolması söz konusu olacaktır (Özemsî ve İsfendiyaroğlu 2007).

Biyolojik çeşitliliğin azalmasına karşı koruma projelerinin yapılması: Türkiye dünyada en zengin biyolojik çeşitliliğe sahip ülkelerdendir. Birçok dar yayılışlı bitki ve hayvan türüne ev sahipliği etmektedir. Türkiye'de 2006 yılına kadar 3022'si endemik yaklaşık 8 bin 897 çiçekli bitki ve eğrelti türü tanımlanmaktadır. Bu sayı bütün Avrupa kıtası için 12.000 ve bunun 2500'ü endemiktir (Özemsî ve İsfendiyaroğlu 2007). Ancak bu bilgi, Davis'in 10 ciltlik "Flora of Turkey" çalışmasına ek olarak Türk botanikçilerin yapmış oldukları çalışma ile değişmiş ve son çalışmalara göre ülkemizde yaklaşık 10000 bitki türü olup bunların yaklaşık 3000 tanesi endemik olduğu vurgulanmıştır (Güner, Özhatay, Ekim, Başer 2000). Ülkemizde tespit edilmiş 160 civarı memeli türünden 6'sı sadece Türkiye topraklarında yaşamakta ve dar yayılış göstermektedir. Türkiye sürüngen ve çift yaşamlılar açısından da çok zengindir. Yedi çift yaşamlı ve 17 sürüngen türü Türkiye'ye endemiktir. Bunun yanı sıra Türkiye'de tespit edilmiş iç su balıklarının 59'u dar yayılışlı olup bir çoğu tükenme tehlikesiyle karşı karşıya kalmaktadır (Özemsî ve İsfendiyaroğlu 2007).

Küresel iklim değişikliğinin dar yayılışlı türler üzerinde büyük etkileri olacağı söylenmektedir. Belli bölgeye özgü yaşam koşullarına uyum sağlamış bu türlerin iklim değişikliğinden yoğun olarak etkileneceği ve her ne kadar bir kısmı bundan fayda sağlayacak olsa da büyük bir kısmının evrim değirmeninde un olacağı öngörülmektedir.

İklim değişikliğinden Dünya genelinde ilk olarak etkilenmesi muhtemel türler; kurbağalar ve diğer amfibilerdir. Hali hazırda Kosta Rica’da yaşıyan onlarca kurbağa türü yok olmanın eşiğine gelmiştir. Batı Akdeniz’e endemik Likya semenderi (*Lyciasalamandra* sp.) popülasyonları bu bölgede beklenen yağış kaybından sonra şiddetli dalgalanmalara uğraması muhtemel türler arasında yer almaktadır (Özemsî ve İsfendiyaroğlu 2007).

Özellikle ülkemizde dar yayılışlı 6 türle temsil edilen bu cinsin bilim adamlarınca dikkatle izlenmesi gerekmektedir. Aynı şekilde Bolkar dağlarının üstünde tek bir noktada yaşıyan Toros Kurbağası (*Rana holtzi*) risk altındaki bir diğer canlı türüdür. Bunu dışında sulak alanların ve derelerin kurumasından direk etkilenen iç su balıklarının korunması için de acilen koruma projelerine ihtiyaç vardır (Özemsî ve İsfendiyaroğlu 2007).

Yukarıda belirttiğimiz açıklamalarda göz önüne alınarak küresel ısınmanın bütün insanlığı ve dünya üzerindeki tüm canlı türlerini tehdit etmekte olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla bu konuda bireysel ve kurumsal girişimlerde bulunulması önem kazanmaktadır. Günlük hayatımızda alacağımız çok basit önlemlerle daha az karbondioksit üretilmesini sağlamamız mümkündür. Öncelikle her şey tüketimden başlıyor. Mesela çok fazla ambalaj kullanılan ürünler yerine daha az ambalaj tüketen hatta taze ürünler kullanmamız bunun ilk adımı olmaktadır. Aynı zamanda ozon dostu ürünleri tercih etmemiz gerekmektedir. Bunun dışında evdeki ampulleri enerji tasarrufu yapan ampullerle değiştirerek hem bütçemiz hem de dünya için olumlu bir harekettir. Kullanmadığımız elektrikli ev aletlerini fiőten çekmek ve klima kullanmamak da alabileceğimiz diğer önlemlerdendir. Bir de ağaç dikilmesi hem ülkemizin peyzajı açısından hem de iklim değişikliğiyle mücadele açısından önemli yer teşkil etmektedir (Özemsî ve İsfendiyaroğlu 2007).

## **2.6 Kuraklık ve Su Yetersizliği**

Kuraklık ve su yetersizliğine genel bakış: Çok genel bir yaklaşımla, iklim değişikliği, nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler’ biçiminde tanımlanmaktadır (<http://www.bozdogan.gov.tr/kurumlar/tedbir.html>., 2009). Kuraklık, yağışın, normal

düzeşinin oldukça altında olduğunda ortaya çıkan ve arazi kaynakları üretim sistemlerini olumsuzca etkileyerek ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan, doğal oluşumlu bir olaydır. Bugün, dünyanın ve ülkemizin içinde bulunduğu şartlar mevcut doğal kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Bunlardan su en önemli doğal kaynağı teşkil etmektedir.

Sulama; genel anlamda, optimum bitki gelişimi yönünden gereksinim duyulan ve doğal yağışlarla karşılanamayan suyun, uygun zamanda ve miktarda, yapay yollarla bitki kök bölgesine verilmesi olarak tanımlanmaktadır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi bitkisel üretimde gereksinilen suyun ana kaynağı doğal yağışlardır. Ancak, yağışların gerek miktar gerekse de zaman içindeki dağılımının yetersiz olduğu koşullarda ideal bir bitki yetiştiriciliği için sulama uygulaması zorunlu olmaktadır. Bu noktada sulamalardan beklenen faydanın sağlanması, herhangi bir bölge ve bitki için sulamaların belirli bir programa göre uygulanması ile olasıdır. Sulamanın programlanması terimi ise genel olarak, sulamada kullanılacak suyun derlenmesi, iletimi, dağıtımı ve fazla suyun ortamdan uzaklaştırılması gibi zincirleme bir şekilde cereyan eden olayların her aşamasını kapsamaktadır. Bu aşamalardan herhangi birinde yapılacak eksik yada yanlış bir uygulama sulamalardan beklenen faydanın elde edilememesi yanında, daha önce yaşanmayan kimi sorunları da beraberinde getirebilecektir. Bu yönden yapılacak çalışmaların sürdürülebilir tarım stratejileri üzerine de önemli oranda etkisi bulunmaktadır.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşılacağı gibi sulamanın en önemli yararı, gereksinim duyulan sulama suyunun bitki kök bölgesinde depolanması ile bitki su ihtiyacının karşılanması, böylelikle de devamlı ve kararlı bir bitki yetiştiriciliğinin yapılmasıdır. Sulamada genel amaç bitki bünyesindeki suyun -gelişme dönemi boyunca arzu edilen düzeyde kalmasını sağlamaktır. Bu ise, önceden de belirtildiği gibi, özellikle doğal yağışların yetersiz kaldığı durumlarda, bitkisel üretimde verim ve kalite düşüklüğüne neden olan su gerilimini önleyecek yeterlilikteki suyun önceden bitkilere verilmesi ile olasıdır. Sulama olarak tanımlanan bu uygulamadan beklenen yararın elde edilebilmesi için, uygun sulama yönteminin yanı sıra, sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarının doğru olarak belirlenmesi bir zorunluluktur. Sulamadan

beklenen faydanın elde edilebilmesinde büyük önem taşıyan bu çalışmalar ‘Sulamanın Programlanması olarak tanımlanmaktadır. Bu durumun sağlanmasında ise, bölgenin iklim özellikleri ile toprak ve bitkiye ilişkin bazı özelliklerin bilinmesi gerekmektedir. Sulama programlarının hazırlanmasındaki temel amaç, optimum bitki gelişimi yönünden gereksinim duyulduğu anda, kök bölgesine yeterli miktarda suyun depolanmasını sağlamaktır. Bu durum, uygun sulama yönteminin seçimi ile birlikte, özellikle sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarının ne olması gerektiğine ilişkin kararların önceden doğru olarak saptanması ile olasıdır. Diğer bir ifadeyle, belirli bir bölge ve bitki için etkin bir sulama uygulaması yapılmak istendiğinde, işe öncelikle en uygun sulama yönteminin ne olduğu sorusunu yanıtlamakla başlanmalıdır. Seçilen yönteme ilişkin gerekli altyapı oluşturulduktan sonra ise, yine belirli kriterler dikkate alınarak, sulamaların ne zaman yapılması ve uygulanan sulama suyu miktarının ne olması gerektiği soruları çözümlenmelidir.

Ülkemiz ve bölgemiz diğer ülkelerde olduğu gibi iklimsel faktörlerin olumsuzluğu ve yağışların yetersizliği nedeniyle büyük bir kuraklık tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır. Tarımsal kuraklıkta, toprakta bitkinin kök bölgesi içerisinde, bitkinin yararlanabileceği suyun miktarı esas alınmaktadır. Bitkilerin su ihtiyacını karşılayacak miktardaki suyun toprakta bulunmadığı süreler tarımsal açıdan kurak olarak belirtilmektedir. Tarımsal kuraklık üzerine etkili olan en önemli faktör ise bitki su tüketimidir. Bitki su tüketimi, bitki ve iklim özelliklerinden yararlanılarak çeşitli yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Tarımsal kuraklığı etkileyen diğer bir faktör ise, bitkinin yetiştiği ortam olan toprak özellikleriyle ilgilidir. Toprağın su tutma kapasitesi (tarla kapasitesi, solma noktası, hacim ağırlığı), toprak derinliği, toprağın su alma hızı, toprak bünyesi ve yapısı gibi toprak özellikleri, toprağın su bütçesini ve toprakta depo edilen su miktarını etkilemektedir. İlçemizde yaklaşık 30849 hektarlık alanda tarımsal faaliyet yapılmaktadır. Kuraklığın etkisi nedeniyle sulama suyunun azlığı, tarımsal üretime büyük oranda zarar verecektir. Dünyanın birçok ülkesinde terk edilen kanal etli şebeke inşaatından ve açık su dağıtım sistemlerinden vazgeçilerek, kapalı boru sulama sistemlerine geçilmelidir.

Gerek tarım işletmesi gerekse sulama birliği düzeyinde, yeterli ve özellikle kısıtlı su koşullarında, toprak, sulama suyu, işgücü, bitki ekim nöbeti gibi sınırlamaları göz önüne alan optimum bitki desenlerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Tarla bazında suyun etkin kullanımı ve su tasarrufu için geliştirilmiş yüzey sulama teknikleri (fasıllı karık, azaltılmış debili karık, döngülü karık, alternatif karık vb.), düşük basınçlı-düşük akışlı modern sulama tekniklerinin kullanılması ve sulama zamanının otomasyonu ile, su tasarrufu yanında geleneksel sulama yöntemlerinin yarattığı sakıncalar da giderilebilmektedir. Bu tekniklerin kullanımı, çiftçilere benimsetilmesi ve yaygınlaştırılması için eğitim çalışmaları yapılmalı ve desteklenmelidir.

Doğal kaynakların ve mevcut altyapının etkin bir şekilde kullanılması ve kamunun yükünün azaltılarak yeni yatırımlara kaynak ayrılabilmesi için toprak ve su kaynaklarını geliştirilmesi kapsamında yer alan alt yapı yatırımlarının planlanması, uygulanması ve işletilmesinde, bu sistemlerden faydalananların düşünsel, fiziksel ve mali açıdan katılımlarının sağlanması gerekmektedir.

Bitki yetişme periyodu içinde yağışın yetersiz, dağılımın ise düzensiz olduğu bölgelerde sulama; tarımsal üretimin artırılması ve verimin yükseltilmesi için önemli bir tarımsal faaliyet olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle çiftçinin, sulu tarımda; yönetiminden, planlamasına, eğitiminden bakım-onarımına kadar sulama hizmetlerinin her alanında etkin katılımının sağlanması gereği temel felsefe olmalıdır.

Kısıntılı sulamada, bitkisel üretimde maksimum verimin elde edilmesi yerine, uygulanacak sulama suyu miktarında kısıntı yapılarak bir miktar verim azalmasına izin verilmekte, ancak aynı suyla daha fazla alanın sulanması ve birim sudan daha fazla gelir elde edilmesi mümkün olmaktadır. Sulamanın programlanması çalışmalarında, özellikle sulama zamanı ve miktarına yönelik saptamaların yapılmasında kullanılan yöntemler;

a) Toprağa, b) Bitkiye ve c) İklimle dayalı izleme teknikleri olmak üzere genel olarak 3 grupta toplanabilir. Diğer bir anlatımla, bitkisel üretim, toprak, bitki ve atmosfer arasında bir döngü şeklinde oluşan olayların sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Sulamanın programlanmasına yönelik çalışmalar açısından, bu üç ortamdaki herhangi birindeki su

dengesi (bütçesi) izlenilerek, optimum sulama zamanı ve uygulanacak sulama suyu miktarı ne olmalıdır soruları yanıtlanabilmektedir.

Belirli bir bölge ve bitkiye yönelik olarak bilinçli bir sulama yapabilmek amacıyla işe, öncelikle sulama yönteminin seçimiyle başlanmalıdır. Sulamada yöntem seçimi üzerine; su, toprak, bitki, iklim, topoğrafik yapı, ekonomi ve sulamayı yapacak kişinin sosyo-kültürel düzeyi gibi çok sayıda etmen etkili olabilmektedir. Sayılan bu etmenler göz önünde bulundurularak, mevcut koşullar için en ideal yöntem ortaya konulduktan sonra bu yöntem için gerekli altyapı oluşturulmalıdır.

Öncelikli olarak tarımsal sulamada kullanılacak suyun kontrollü kullanımı, bitkisel üretim deseninde daha az su tüketen türlerin ekiminin desteklenmesi, toprak işlemede su kaybını en aza indirecek yöntemlerin uygulanması için eğitim çalışmalarına başlanması, çayır ve meralarda otlatma planına uyulması, anız yakmanın önlenmesi, yem bitkilerinin ekiminin desteklenmesi gibi önlemler bulunmaktadır.

Orta ve uzun vadede ise, basınçlı sulama sistemlerinin geliştirilmesi, su kullanma etkinliğinin artırılması için eğitim çalışmalarının yaygınlaştırılması, azaltılmış toprak işleme yöntemlerinin kullanılarak su ve enerjiden tasarruf sağlanması planlanmaktadır. Kuraklıktan daha az etkilenen tür ve çeşitlerin geliştirilmesi, az su isteyen ürün deseni belirlenerek en uygun ürün deseninde üretim yapılması önemlidir.

Ülkemizin iklim verileri incelendiğinde, tarım alanlarının %95'inin bitki yetişme döneminde içinde bulunduğumuz yılda olduğu gibi yeterli yağış alamadığı ortaya çıkmaktadır (<http://www.bozdogan.gov.tr/kurumlar/tedbir.html>., 2009).

Küresel ısınma ve ülkemizde yaşanan kuraklık sebebiyle yeraltı sularının çekilmesi, akarsu ve barajlardaki su miktarının geçen yıllara nazaran ciddi miktarda azalması ilimizde bitki yetiştiriciliği bakımından tarımsal sulamada; bir dizi tedbirlerin alınmasına sebebiyet vermiştir. Bu amaçla alınması gerekli diğer tedbirler özetle şunlardır (<http://www.bozdogan.gov.tr/kurumlar/tedbir.html>., 2009);

- 1- İlçe Tarım Müdürlüğünce yapılacak yayım çalışmalarında; sulu tarım arazilerinde su tüketimi az ve kuraklığa nispeten dayanıklı bitki tür ve çeşitlerinin ( Ayçiçeği, kavun, karpuz, susam gibi) yetiştiriciliğinin çiftçilerimize anlatılması,
- 2- Çiftçilerimize sulu tarım arazilerinde ekili hububat ürünlerinin hasadı sonrası yapacakları II. ürün ekilişlerinde silajlık veya dane mısır, yerfıstığı yetiştiriciliği yerine su tüketimi az kuraklığa dayanıklı ayçiçeği, susam, karpuz, kavun gibi ürünlerin ekilişine izin verilmesi,
- 3- Yapılacak yayım çalışmalarında çiftçilerimize yaptıkları yüzey sulama metotlarından salma ve göllendirme sulama metotlarında salma ve uzun tava sulama yöntemlerinde su kayıpları çok fazla olduğunun anlatılması, bunun yerine ise su kaybının olmadığı karık, damla ve yağmurlama sulama metotlarının faydalarının anlatılması,
- 4- Sulama yapılacak alanlarda çiftçilerimizce suyun akışına ve tarlada birikip göllemesine engel olmak için ekim öncesi tarla tesviye işlemlerinin yapılması,
- 5- Tarımsal üretimde kültür bitkilerin su ve besinine ortak olan yabancı otlarla zamanında kültürel (çapalama) tedbirler ile kimyasal (yabancı ot ilaçları)" savaş yöntemlerinin zamanında yapılması,
- 6- Küresel ısınmaya bağlı yağış azlığının toprakta tuzlanmayı hızlandırdığı gerçeği de göz önüne alındığında, kullanılan kimyevi gübrelerin de tuzlanmayı arttırıcı etkileri olduğundan, yağışın az olduğu dönemde yetiştirilen kültür bitkilerinde normal yıllarda kullanılan gübre miktarından daha az gübre kullanılmasının çiftçilere anlatılması,
- 7- Meyvecilikte de özellikle bölgemizde yetişen zeytin ürünü için periyodisiteye göre yok yılında ağaçların taç ve kök sistemini dengede tutmak amacıyla mahsul yılı sonunda sert budama tedbirlerinin alınmasının, verim yılında da aralama ve ayıklama budama sistemlerinin çiftçilerimize anlatılması,
- 8- Toprakta nemin korunması için gerekli önlemler alınmalı. Hasat sonrası sap, saman ve bitki artıkları tarlada bırakılmalı, anız yakılmamalı ve ekim öncesi tohum yatağı hazırlamada toprak işleme aletleriyle mümkün olduğu kadar az işlem yapılması,
- 9- Toprak işleme aletlerinden pulluk yerine toprağı yırtarak işleyen kültivatörle toprağın işlenmesi, tohum ekiminde de sırta ekim yapan mibzerlerin çiftçilere tanıtılması, bu ekipmanların çiftçilere sağladığı faydaların anlatılarak çiftçiler tarafından kullanılmasının önerilmesi,



10- Daha az su tüketimine ihtiyaç duyan korunga ve triticales vb. bitkilerin ekimini yaygınlaştırılması için yayım çalışmalarının yapılması vurgulanmıştır.

### **2.6.1 Orta Anadolu şartlarında kuraklık ve etkileyen faktörler**

Ülkemizde kuraklık daima var olmakta, ancak şiddeti yıldan yıla değişmektedir. Bu değişimde etkin olan unsurlar, ekim öncesi toprak nemi, yağışın dağılışı ve değişimi (yıl içi ve yıllar arası) kuraklığın bitki gelişme dönemleri geliş biçimi, toprak yapısı, eğim ve topoğrafik durumudur (Avcı 2001).

Eğer toprakta yetiştirme dönemi başında solma noktası civarında nem varsa kuraklık martın il haftasında başlamakta ve toprak nemi mayıs sonunda tükenmektedir. Eğer solma noktasının 50 mm altında bir su ile mevsime başlanmışsa kuraklık Şubat ortasında başlamakta ve nem mart sonunda bitmektedir. Yıllık yağış bölgemizde 300 – 400 mm (% 80 – 90) arasında değişim göstermektedir. Bu durum çoğu illerimizde aynı oranda ortaya çıkmaktadır. Yağışın yıl içinde dağılımı da farklılık göstermekte aynı miktar yıllık yağışın mevsim ve aylara dağılışı büyük ölçüde değişmektedir.

Kuraklık her dönemde gelse bile buğdayın gelişme dönemlerinden hangisi ile çakışacağı etkisi açısından büyük önem arz etmektedir. Eğer su tüketiminin doruğa çıktığı Mayıs ve Haziran aylarına rastlarsa kuraklığın şiddetinin çok fazla olacağı aşikardır.

Yağış ihtimalleri (günlük veya aylık) kuraklık beklentisi ve tarımsal uygulamalar açısından önemlidir. Örneğin Ankara'da Eylül'de çıkışa yetebilecek kadar (30 mm) yağış alma ihtimali %20 iken Kasım'da çıkışa yetecek yağış (20 mm) alma ihtimali %64 olmaktadır.

Gelen yağışları toplayıp saklayan ve bitki kullanımına sunan kaynak olarak toprak kuraklığın oluşumu ve şiddetinde belirgin bir rol oynamaktadır. Toprağın su tutma kapasitesi, toprak derinliği, tekstür, organik madde kapsamı, eğim ve su miktarı iletkenliği, kapasitesi ve hızı tarafından belirlenmektedir. Fazla tarla kapasitesi killi,

killi tınlı, siltli killi tınlı toprakta iken, en fazla yararlı su siltli tın ve kumlu killi tınlı toprakta oluşmaktadır.

En az su tutan topraklar kumlu topraklardır. Şu halde gelen 1 m kalınlığında olan bir toprağa gelen yağış 300 mm ise kumlu topraklarda bunun en fazla %75 'i toprakta tutulabilir ve %45'i yararlı iken, tınlı topraklarda hepsi toprakta tutulmakta ve %55'i yararlı olmaktadır. Böylece tekstür kuraklık şartlarında önemli rol almaktadır.

Türkiye topraklarının derinlik durumuna baktığımızda hiç de iç açıcı olmayan bir durumla karşılaşmaktadır. Topraklarımızın %67'si sığ veya çok sığdır. Orta ve derin topraklarımız tüm topraklarımızın %25'ini oluşturmaktadır. Sığ topraklar gelen yağışları depolayamadıklarından ya yüzey akış yada derine sızma şeklinde su kaybına neden olmaktadır.

Eğim durumu 0 ile 6 arasında olan topraklarımız tüm toprakların %21.6'sını oluşturmaktadır. Topraklarımızın eğim durumu da derinlik gibi arzu edilmeyen bir durumdadır. Topraklarımız tekstür olarak su tutma ve tarım açısından bir sorun arz etmemekte çoğu topraklarımız tınlı ve killi tınlı bir tekstürdedir (%92).

Organik madde açısından %87 toprağımız çok fakir durumdadır. Böylece organik madde azlığı su tutma ve yararlı su seviyesi bakımından yetersizlik nedeniyle kuraklığın şiddetini artırıcı bir rol oynamaktadır.

Yağış şiddetleri, Orta Anadolu'da her 5 yılda bir erosif yağış olabileceğini göstermektedir. Eğimle birleştiğinde bu yağışlar korkunç erozyona sebep olmaktadır. Ülkemizde toprakların %25'inde hafif, %20'sinde orta şiddette olmak üzere su erozyonu hüküm sürmektedir. Kalan topraklarımız ise şiddetli ve çok şiddetli erozyon altındadır. Ülkemizde 5 milyon hektar arazi (VI veVII. sınıf) ziraatce kullanılmaması gerekirken ekilip sürülmektedir. 16 milyon hektar alan ise hiçbir koruma önlemi alınmadan işlenmektedir. Aşırı otlatma ağaç kesimi toplam alanın % 60'ını oluşturmaktadır (Avcı 2001).

Özetle (Avcı 2001);

1-Yağışlar kararsız ve düzensizdir. Yıl içi ve yıllar arası değişim çok fazladır,

2-Yağışlar yetersizve erosiftir,

3-Topraklarımız tekstür dışında su ilişkileri olarak uygun değildir (yüzlek, eğimli, organik maddece fakir..)

4- Uygun olmayan arazi kullanımını oldukça yaygındır.

## 2.6.2 Kuraklığın etkileri ve alınabilecek önlemler

Kuraklığın etkileri 3 ana başlıkta incelenebilir.

(<http://www.kureselisinmaveetkileri.com/kurakligin-etkileri.html/>., 2009)

a) Ekonomik etkileri:

- Üründe Kayıp
- Ekin alanlarının verimliliğinin azalması
- Böcek istilası
- Bitki hastalıkları
- Ürün kalitesinde düşüklük
- Süt ve Çiftlik Hayvanları Kaybı
- Otlakların verimliliğinin azalması
- Halka açık otlakların kapatılması veya sınırlandırılması
- Hayvanlar için suyun ve besin temin edilememesi veya pahalılığı
- Orman yangınları
- Ağaç hastalıkları
- Orman alanlarının verimliliğinin azalması
- Balık yetiştirme alanlarına zararı
- Suyun azalmasından dolayı yavru balıkların kaybı
- Ulusal büyümede kayıp, ekonomik gelişmede gecikme
- Yiyecek üretiminde düşüş - Yiyecek stoklarında azalma
- Finansal kaynak bulmada zorluk (Kredi riski)
- Nehir ve kanalların denizciliğe olan katkılarında kayıp
- Yeni ve ilave su kaynaklarının geliştirilmesindeki pahalılık
- Suyun taşınmasındaki pahalılık

- Çiftçi gelirlerinde kayıplar
- Eğlence iş alanlarında kayıplar
- Enerjide kaynak azalması
- Tarımsal üretimin direkt bağlı olduğu endüstrilerde kayıplar
- Üretimdeki düşüğe bağlı işsizlik
- Hükümetlerin vergi gelirinde kayıplar

b) Çevre etkileri:

- Toprakta su ve rüzgar erozyonu
- Balık alanlarına zarar
- Bitki alanlarına zarar
- Suyun kalitesine etki
- Hayvan kalitesine etki
- Hayvan doğal yaşam alanlarına etki

c) Sosyal etkileri:

- Yiyecek kıtlığı
- Yoksullukta artış
- Göç
- Sosyal huzursuzluk
- Kırsal alanlardaki yaşam seviyesinde düşüş

Kuraklığa karşı alınabilecek önlemler (Tülücü 2001):

a. İklim değişikliğine neden olan etmenlerin önlenmesi: İklim değişiklikleri karmaşık bir olaydır. Bunun incelenbilmesi için yeterince uzunlukta sağlıklı istatistiksel bilgiye dayanan kuraklık gidişine, etkili olan etmenlerin bilinmesine, kuraklığa karşı alınan geniş boyutlu önlemlere, arazi çalışmaları gibi bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Nüfus artışı, sanayileşme, daha çok ürün talebi, yangınlar, doğanın tahribatı atmosferde olumsuzluklara ve doğal dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Uzun sürede bu olaylar iklim değişikliğini doğurmaktadır. Bu olayların önlenmesinde en önemli önlem

insanların eğitimi ve kültür düzeylerinin yükselmesi, yasa ve yönetmeliklere sahip çıkılması olayıdır. Kısa zamanda bunu sağlamak olanaksızdır.

b. Havza ıslahı çalışmaları: Su toplama havzalarındaki kazılar, dolgular, yol çalışmaları, yangınlar, yapılaşmalar, mera ve orman tahribatı, aşırı otlatmalar toprak erozyonunu artırmakta, sedimantasyona neden olmakta, toprakta su tutma düzensizleşmekte ve bu da bir çok olumsuzlukları beraberinde getirmekte; yağışların ve nehir akışlarının düzensizleşmesine, su baskınlarına veya kuraklıklara neden olmaktadır. Havza çalışmalarında en etkili yol mevcut bitki örtüsünün korunması ve tarıma açılmış mutlak orman alanlarının tekrar bitkilendirilmesidir.

c. Su haznelerinden buharlaşmanın en aza indirilmesi: Su haznelerinin çevresinde ekonomik olmayan, su tüketen bitkilerin, doğal yaşamı bozmamak koşuluyla yetişmesine izin verilmemesi su kaybını önlemektedir. Serbest su yüzeyinden oluşan buharlaşmanın da önlenmesi yönünde araştırmalar yapılması gerekmektedir.

d. Su iletiminde açık kanal sistemi yerine kapalı sisteme geçilmesi: Ülkemizde su iletim ve sulama sistemlerinde yaygın olarak açık kanal sistemi kullanılmaktadır. Bu sistemin, birçok ülkede terk edilmiş olduğu bilinmektedir. Bunun yerini kapalı sistem almıştır. FAO (2000) kaynağına göre; kapalı sisteme geçilmesiyle buharlaşma, sızma ve aşırı ve hatalı kullanımlar önlenmektedir (Tülücü 2001). Bir açık kanal sistemli bir proje alanından kaybolan ve önemsiz gibi gözüken su miktarı büyük miktarları bulmaktadır (Anononyous 1998).

e. Toprak rutubetinin korunması: Toprak suyu yönetimi su kaynağı sağlamada önemli bir yoldur. Toprak parçacıkları arasında sıvı-hava veya katı-sıvı yüzeylerindeki güçlerle tutulan su; bitkiler için su deposu olmaktadır. Suyun toprakta tutulmasıyla ilgili öteki mekanizmalar, bitki-toprak ilişkileri açısından sınırlı bir etkiye sahiptir.

Toprak gözenekleri boyutlarının dağılımı hava ve suyun hareketi için özel bir öneme sahiptir. Çünkü geçirgenlik su dolu gözeneklerin etkin kesitleri ile doğrudan ilişkilidir. Buna tarımsal faaliyetler etki etmektedir. Toprak içinde sayılan bu olaylar

gerçekleştirilemezse tarımsal kuraklık ortaya çıkmaktadır. Toprak rutubetinin korunması, kuraklığın olumsuz etkilerini önleme bakımından önemlidir. Toprak rutubetinin üretim dışı kullanımını önlemek için bir kısım önlemler sıralanabilir.

Toprağın sürekli örtülü tutulması ve sıfır toprak işleme: Örneğin mera nitelikli tarıma açılmış alanların tekrar meraya dönüştürülmesi, bitkisi yok olmuş alanların bitkilendirilmesi vb.dir.

Bitki artıkları yönetimi ve topraktan buharlaşmanın önlenmesi: Toprak yüzündeki bitki artıkları buharlaşmayı düşürmektedir. Buharlaşmanın çoğu toprak ıslak iken, bir anlamda yağıştan ve sulamadan sonra birkaç gün içinde meydana gelmektedir. Artıklar ıslak toprağı solar enerjiden korumakta ve buharlaşmayı düşürmektedir. Bitki taçları da aynı etkiyle toprak yüzeyinden buharlaşmayı azaltmaktadır.

f. Su yönetiminin gözden geçirilmesi: Su toplama havzasında odaklanan küçük çaplı sulama projelerini içeren havza geliştirmesi ve yönetimi projelerine önem verilmesi önerilmektedir. Bu, toprak ve su muhafazası ve dolayısıyla üretim için önemlidir.

Toprakta su muhafazası: Kurak bölgelerde, yetersiz arazi yönetimi, diğer bir deyişle zayıf hizmet servisleri bitki üretimini büyük ölçüde düşürmektedir. Nedenleri; arazi bozulması toprak yüzeyini etkilemekte, kaymak tabakası oluşmasına ve infiltrasyonu etkileyen diğer olaylara neden olmakta, yağışın toprağı girmesini engellemektedir. Yağışın büyük kısmı yüzey akışa geçmekte ve erozyona neden olmaktadır. Bitki yağıştan çok az yararlanır. Toprak yüzeyinin sıkışması insan faaliyeti ile de olmaktadır. Uygun sürüm, kontur, teras, gibi geliştirilen farklı tarım teknikleri üretimi artırmakta ve erozyonu düşürmektedir.

Toprak üstünde su muhafazası: Yağışlı dönemlerde yüzey sularının gölet, baraj gibi irili ufaklı depolama yapılarında depolanması, bitkilerin kritik dönemlerinde uygun sulama yöntemleri ile araziye verilmesi destek sulama olarak bilinmektedir. Bu yaklaşım 2-3 haftalık kuraklık riskini önemli ölçüde yok etmektedir. Marjinal yağış koşullu küçük çaplı işletmelerde oluşturulacak çiftlik göletleri üretimde, kısa dönem kuraklıklara karşı

önemli bir su kaynağı olmaktadır. Destek sulama ile kuraklık etkisi giderilebilmekte ve üretimi artırabilmektedir.

g. Sulama zamanı ve verilecek su miktarı: Sulama zamanının ve bir sulamada verilecek su miktarının doğru olarak belirlenmesi ve buna göre sulama yapılması su tasarrufu sağlaması ve diğer bir kısım olumsuzlukların önlenmesi bakımından önemlidir. Bunun için bitki su üretim fonksiyonunun ve toprağın fiziksel özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Bitki su-üretim fonksiyonu ve kritik dönemlerin belirlenmesi: Üretim fonksiyonu girdi değerlerine bağlı olarak maksimum elde edilebilir ürün miktarının teknik bir ilişkisidir. Üretim fonksiyonunun elde edilmesi bilgi ve teknolojisi istemektedir. Yeterli işçi, makine, teknoloji ve hammadde gibi üretim girdileri varsa; söz konusu üründen üretilecek miktarda bitkinin ihtiyacı olan suya bağlı kalınabilmektedir.

Bitki su-üretim fonksiyonu bir mevsim boyunca bitkilerin suya olan duyarlılığını ifade etmektedir. Birim miktar suyun en etkin olduğu dönemi tanımlamaktadır. Su üretim fonksiyonunun bilinmesi, sulamaların bitkinin kritik (duyarlı) dönemlerine kaydırılmasını, yani suyun ekonomik kullanılmasını sağlaması bakımından önemli olmaktadır. Bitkiler yetiştirme dönemlerinde topraktaki su düzeylerinden farklı biçimde yararlanmaktadırlar. Bazı dönemlerde bitkilere daha az su verilerek etkilenmeye bırakılabilirler. Suyun kıt olduğu dönemlerde, özellikle bu dönemlerin bilinmesi optimum ürün alabilmek için gereklidir. Optimum ürünü alabilmek için sulama seviyeleri düşürülebilir, bir kısım sulamalar terk edilebilir, bir kısım düşük üretim düzeyli alanlar üretim dışı bırakılabilir veya uygun bitkilere bırakılabilir (Tülücü 2001).

Tek bir bitki üretim fonksiyonu olabildiği gibi uygun bitki desenine bağlı olarakta su-üretim fonksiyonu da olabilmektedir. Bu yönde çalışmaların başlatılması gerekmektedir.

h. Yağış koşullu uygun tarım yapılması: Bugün sulu tarımdan çok, yağış koşullu üretim üzerinde durulmaktadır. FAO (2000) ve Guthridge (1998) kaynaklarına göre;



Dünyadaki toplam tarım alanının üçte biri sulanmaktadır. Kuru tarımda birim ürün artışı, sulu tarımdaki birim artışa kıyasla iki defa daha etkili olmaktadır. Bu durum, özellikle de fakir ülkeleri ve üreticilerini daha çok etkilemektedir. Bu nedenle yağmur koşullu tarıma özel önem verilmesi bütün tarım tekniklerinin ve bilimsel sonuçların burada uygulanması gerekmektedir (Tülücü 2001).

Yağış koşullu tarımda, toprak rutubetine bağlı olarak ekim ve üretim yapılması ön plana çıkmakta, bunun içinde günlük meteorolojik bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunların üreticiler tarafından ölçülmesi, değerlendirilmesi olanaksızdır. Bu bilgilerin bölgede bir merkezden sağlanması ve yönlendirilmesi gerekir. Yağmur koşullu sulamada imkan varsa, destek sulamalar idealdir.

ı. Kuraklığa dayanıklı bitki yetiştirilmesi: Johson (1998), Norman et al. (2000) taraflarından bildirildiğine göre; suyun etkin kullanılması için daha az su kullanan bitkilerin alternatif olması, örneğin çeltik yerine çeltiğin yarısı kadar su kullanan buğdayın tercih edilmesi veya yeni çeşitlerin adapte edilmesi gerekmektedir (Tülücü 2001).

i. Kuraklığa dayanıklı bitki üretim sisteminin oluşturulması: Kuraklığa dayanıklı bitkileri içeren bitki üretim sisteminin yoğunlaştırılması, yaygınlaştırılması ve üretim tekniklerinin geliştirilmesi suya olan isteği en aza indirmekte, mevcut suyun kritik dönemlere kaymasını sağlamaktadır.

j. Sosyo-ekonomik kısıtların yeniden değerlendirilmesi: Ekonomik kısıtların analizi, gözden geçirilmesi ve tekrar çözümü düşünülmelidir. Bölge veya bireysel bazda projelerin desteklenmesi, üreticilerin eğitilmesi, hizmet servislerinin etkinleştirilmesi, çiftçiye bölge bazında üretimi artıracaktır. Aksi halde desteğin ve su kaynağının azalması durumunda üreticileri başka yerlere göç etmeye, yeni meslek değiştirmeye zorlamaktadır. Bu da başarılı olmamakta, sosyoekonomik sorunları ortaya çıkarmaktadır.

k. Kuruluşlar arasında yeniden organizasyon: Kuraklığın meydana gelmesi durumunda, kuruluşlar arasındaki düzenlemelerin gözden geçirilmesi ve kuraklık etkilerinin en aza indirilmesi gerekmektedir.

Politikaların geliştirilmesi: Su verimliliğini artırabilmek için farklı düzeylerde kuruluş ilişkileri, yasalar ve uygulama etkinlikleri gözden geçirilmeli ve gerekiyorsa değiştirilebilmelidir.

### **2.6.3 Tarımsal kuraklık**

Tarımsal kuraklık, bir mevsim boyunca üretim için toprakta bitkilerin yararlanabileceği düzeyde yeterli suyun olmaması, diğer bir ifade ile yağmurla beslenememesidir. Düşük ve yetersiz yağışlar, kurak bölge özelliğinin bir anahtarıdır. Oluşan tarımsal kuraklık, tipik kurak bölge olayıdır (Tülücü 2001).

Tarımsal kuraklık işletme anlamı bir kavram olarak bilinmektedir. Tarımsal kuraklık toprakta nemin yetersizliğini, bitkilerin olumsuz etkilenmelerini, yağış ile evapotranspirasyonun kıyaslamasını yapmaktadır. Tarımsal kuraklığa karşı en etkili yol su kaynaklarının iyi korunması ve işletmeciliğidir. Su kaynakları; toprak suyu, yerüstü, yeraltı su kaynakları, sulamadan dönen sular, denizler olarak sıralanabilir. Suların kullanılma durumlarına göre kaliteleri de farklı olabilir.

Su kaynakları ve yenilenebilir su kaynakları sabittir. Kurak bölgelerde yaşayan insanlar, üretim düşüklüğünü dikkate alarak risk yönetmek, uygun sürede stratejiler ve tercihler geliştirmek durumdadırlar. Bu bölgelerde doğal dengenin bozulmasına, dolayısıyla kaynakların yetersiz kalmasına çeşitli güçler etki etmekte kuraklık nedenleri ortaya çıkmaktadır. Bunlar; iklim değişikliği, artan nüfus yoğunluğu, zayıf ve yetersiz tarım uygulamaları ve uygun olmayan arazi ve su kaynakları şeklinde sıralanabilir (Tülücü 2001).

Tarımsal kuraklık çok tehlikeli boyutlu bir hastalıktır. Bu olay sosyal ve ekonomik sorunları doğurur, yaşam sürekliliğini düşürmektedir. Bu sorun, ekonomisi tarıma

dayalı ülkelerde, bölgelerde çok daha tehlikeli boyutlara ulaşmaktadır. Kuraklık uzun süreli veya sabit özellikli olmaya başlarsa daha da büyük tehlikeli durumların ortaya çıkması muhtemeldir. Yağış koşullu üretimde uygun tarım tekniklerinin kullanılması, destek sulama ve normal sulama faaliyetleri ile tarımsal kuraklık en aza indirilebilmekte veya giderilebilmektedir (Tülücü 2001).

Tarımsal kuraklılığa karşı öncelikli olarak alınması gereken temel önlemler;

- Tabandan tavana bir yaklaşımla örgütlenmenin ve çiftçi katılımının sağlanması,
- İyi tasarlanmış ve programlanmış sulama programının ilgili sulama kuruluş ve birliklerince uygulanması,
- Tarla içi su dağıtımı ve uygulanması (karık sulamada kapaklı boru kullanılması, tesviye iyi değilse veya eğim önemli düzeyde değişiklik gösteriyorsa bir veya iki ara tarla başı hendeği kullanılması, yüzey sulamada kontrolsüz akan suyun azaltılması, damla ve yağmurlama gibi basınçlı sulama yöntemlerinin kullanılması,
- Yüzey ve yeraltı sularının birlikte kullanımı,
- Modern sulama ve tarım tekniklerinin kullanımının özendirilmesi,
- Aşırı su ve gübre kullanımının önlenmesi, su tasarrufunun sağlanabilmesi için, tüm kamu kurum ve kuruluşlarca ve yerel basın yayın organları vasıtasıyla halkın bilinçlendirilmesi,
- Acilen etkin bir sulu tarım eğitimine başlanması,
- Bütün bu faaliyetlerde çevrenin korunması ve sürdürülebilirlik ilkelerinin göz önüne alınması, öncelikli olarak göz önüne alınmalıdır.

Tarımsal kuraklığa karşı alınması gereken önlemlerin içinde su kaynaklarının yönetimi büyük önem taşımaktadır. Su kaynakları yönetiminin sağlanması için yapılması gerekenler şunlardır:

Sulama yönetiminin gözden geçirilmesi (Tülücü 2001):

a) Sulama etkinliğinin artırılması: Uygun sulama yöntemlerinin seçilmesi ve sulama randımanlarının yükseltilmesi suyun etkin kullanmasını sağlamaktadır. FAO (2000) kaynağına göre sulama randımanının %43 ten %50 ye çıkartılması durumunda, 2030 yılında sulanan alanın 1/3 oranında sulanan alan artacaktır (Tülücü 2001).

b) Aşırı kullanma: Suyun bilinçsizce aşırı kullanılması, kaynaktan çekilen ve kullanılan suyun, yenilenme sınırı üzerinde olmasını ifade etmektedir.

c) Hatalı kullanma: Sağlanan temiz suyun uygun olmayan, gereksiz olan yerlere akıtılması anlamına gelmektedir. Örneğin, içme suyunun tarımda kullanılması, diğer taraftan sulamadan dönen suların, aşağıda bir bölgede normal su olarak tekrar kullanılması gibi örnekler sıralanabilir (Tülücü 2001).

a. Sulamada su yönetimi hedefleri: Sulamada su yönetimi;

- Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının muhafazasını,
- Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesinin en aza indirilmesini,
- Bitki üretiminde yağmur suyu ve sulamanın etkin olarak kullanılmasını,
- Sulama ile verilen suyun bitki kök bölgesini doyuracak kadar verilmesini, süzülme ile kayıpların en aza indirilmesini hedefler.

b. Su yönetimi hedeflerini yakalamak için teknikler:

1. Uygun miktar ve sıklıkta sulamaların planlanması,
2. Toprak suyu durumunun, yağışın ve uygulanan sulama suyunun tespiti,
3. Bitki su tüketimi için bölgesel bilgilerin elde edilmesi,
4. Bitki su kullanımında yağış ve sulama dengesinin kurulması,
5. Bitki ihtiyacına ve toprakta, kök derinliğinde depolanan su miktarına bağlı olarak verilecek su miktarının ve verilme zamanının seçilmesi,
6. Araziye verilecek suyun uygun bir metot (ör.yağmurlama) ile verilmesi,
7. Sulama programlarının uygun yapılması,
8. Sulamadan 1-2 gün sonra uygulanan suyun kök derinliğine üniform olarak inip indiğinin kontrol edilmesi,
9. Uygulama üniformluğunu ve etkinliğini saptamak için sulama sisteminin ve tarım tekniğinin gözden geçirilmesi (arazinin işlenmesi, bitki artıkları yönetimi, yağmurlama sulama sistemi parçalarının seçimi ve sistem kurulması, çalıştırılması),
10. Karık sulama ile suyun üniform olarak uygulanması,
11. Suyun toprağa üniform olarak girmesini sağlamak için karık boyutlarının uygun seçilmesi, sulamadan sonra kontrol edilmesidir.

c. Sulamada su yönetimi için gereken ekipman ve bilgi: Norman et al. (1994) tarafından bildirildiğine göre;

- Etkin ve üniform su kullanmak için tasarlanmış ve kurulmuş sulama sisteminin olması
- Arazilere verilecek suyu belirlemek için sulama suyu ölçüm aygıtlarının olması,
- Toprak suyu dengesini kurmak için arazide veya yakın çevrede yağış ölçüğünün olması,
- Toprak nemini tespit etmek için alet ve ekipmanların olması ve
- Bölgesel bitki su tüketimine ilişkin istatistiksel bilginin olması gerekmektedir.

d. Sulama yöntemleri: FAO (2000b) kaynağına göre; üretim için sulu tarımın önemi tartışılmaz. Birim alandan sulu tarım ile sağlanan ürün miktarı, kuru koşulda sağlananın iki katından daha fazla olduğu bilindiğine göre, bunun için su depolanması ve uygun sulama yönteminin seçilmesi gerekmektedir (Tülücü 2001).

Temel olarak 5 farklı sulama yöntemi vardır.

1. Yüzey sulama: Burada tüm bitki ekili alana suyun taşırılarak verilmesidir.
2. Yağmurlama sulama: Suyun yağmuru canlandırarak üstten verilmesidir.
3. Damla sulama: Suyun kök bölgesine damlalar halinde verilmesidir.
4. Kök bölgesine yeraltından su verilmesi: Gözenekli tüplerin veya boruların kök bölgesine uygun derinliğe yerleştirilerek su verilmesidir.
5. Yeraltı (taban) suyu ile sulama: Taban suyunun kök bölgesinde uygun seviyeye ve yeterli şekilde yükseltilecek verilmesidir.

FAO (2000a), Secler et al. (--), Suzuki (2000) kaynaklarına göre; bunlardan ilk ikisi klasik sulama yöntemi olarak bilinmektedir. Klasik sulama yöntemleri toprağın sıkışması, tuzluluğun meydana gelmesi, üretim maliyetinin artması, her yıl %1-2 sulanan arazilerin elden çıkması gibi olumsuz nedenlerden dolayı cazibesini kaybetmektedir. Bunlara ek olarak bunların sulama etkinlikleri de düşüktür. Bunlara rağmen yüzey sulama sistemlerinin daha uzun yıllar kullanılacağı da varsayılmaktadır (Tülücü 2001). Damlama ve yeraltı sulama sistemleri dar bölge sulamasıdır. Bu sistemlerle su en etkin şekilde maksimize edilerek kullanılmalıdır. Bu yöntemlerin yaygınlaşması için ekonomik önlemlerin alınması gerekmektedir.

e. Sulama yönetimlerinde tarım tekniğinin etkisi: Karık sulama sisteminin performansına bir çok faktör etki etmektedir. Sulama sistemine etkili olan etmenler toprak yapısı, toprak bünyesi, arazi eğimi, arazi uzunluğu, karık şekli ve bitki artık miktarı gibi sıralanabilir.

Cahoon et al. (--) tarafından bildirildiğine göre; toprak işleme ve bitki artıkları toprağın infiltrasyon özelliğini geliştirmekte, buharlaşmanın azaltmasına etki göstermektedir. Bitki artıkları geçici bir süre için toprak yüzeyindeki fazla su için bir rezervuar görevi görmektedir (Tülücü 2001). Sulama sistemlerinin yönetimi ve toprak işleme, yüzey akışların önlenmesi bakımından da önemlidir.

f. Dar alan (damlama) sulaması: Damlama sulama dar alanı ıslatması ve bugünkü imkanlara göre küçük alanlarda kullanılabilmesi nedeniyle dar alan sulaması olarak adlandırılmaktadır. Teşvikler olursa, üreticiler su tasarrufu sağlayan teknolojik sistemlere adapte olabilmektedir. Özellikle damla sulama sistemi suyu doğrudan kök bölgesine vererek üretimin artışı ve su tasarrufu sağlamaktadır.

Damlama sulama küçük arazi parçalarına uygulanmaktadır. Kendine özgü sistem parçaları vardır. Yağmurlama ve damlama sulama sistemi, karık sulama sistemine kıyasla, sırayla %30 ve %60 su tasarrufu sağlamaktadır.

g. Sulama etkinliğinin artırılması: Su tasarrufu sağlamada en etkin yollardan birisi olarak sulama etkinliğinin artırılması gösterilmektedir. Bunun için klasik 6 öneri aşağıdaki biçimde verilebilir:

1. Kanallar kaplanarak veya kapalı sisteme geçilerek sızma kayıpları en aza indirilmeli,
2. Gündüz sulamalarından vazgeçilmeli, üstten yağmurlama yerine bitki taç altından sulanmalı, buharlaşma düşürülmeli,
3. Aşırı sulamadan vazgeçilmeli,
4. Sıralar arasında ot kontrolü yapılmalı ve sıra araları kuru tutulmalı,
5. Ekim ve hasat zamanı doğru seçilmelidir.

Bireysel Sulama Fırsatları (Küçük Ölçekli Sulama): Yağışa bağlı üretim, sulama imkanları ile desteklendiği zaman üretim oldukça artmaktadır. Bazen üreticiler lokal olarak sağladıkları su imkanlarını (kuyular, kaptajlar) yine kendi imkanları ile oluşturdukları sulama sistemleri vasıtasıyla sulama yaparlar ürünlerini artırmaya çalışırlar. Üreticiler sahip oldukları sistemlerine sahip çıkarlar, uzun yıllar kullanırlar. Bu tür üreticilerin bilgi ve diğer bakımlardan desteklenmesi gerekmektedir (Tülücü 2001).

Drenaj Sisteminin Geliştirilmesi ve Tuzluluğun Düşürülmesi: Drenaj; göllenmeyi ve çoraklaşmayı önlemektedir. Uygun drenaj aynı zamanda yüksek verim veren çeşitlerin ekilmesine, gübrelemeye ve tarımsal faaliyetlere ortam hazırlamaktadır. FAO (2000a) kaynağına göre; havzanın yukarı kesimlerinde iyi drenaj havza çıkışında daha fazla su akışını, ve dolayısıyla taşkın riskini artırmaktadır. Aynı zamanda iyi drenaj havzada suyun bekleme süresini azaltmakta ve böylece yer altı suyu beslenmesini düşürmektedir (Tülücü 2001).

Tarımda kullanılan aşırı kimyasallar, akarsuların ve yer altı sularının kalitesini bozmakta ve kirlenmelere neden olmaktadır. Kurak bölgelerde yer altı sularının beslenmeden miktarından fazla çekilmesi, su kalitelerinde bozulmalara neden olmaktadır.

Sulamada, Kullanılmış Suların Kullanılması: Tarımda, endüstride, şehircilikte kullanılmış sulardaki kirleticiler azaltılarak tarımda kullanılması mümkündür. Bu kullanılmış sularda önemli ölçüde bitki besin maddeleri vardır. Bunlar önemli kazançtır. Aynı zaman bu besin maddeleri bitkiler tarafından kullanılacağı için, doğrudan nehirlere verildiğinde oluşacak ötrifikasyon olayının da önlemi olmaktadır (Tülücü 2001).

Daha Fazla Su Depolama İhtiyacı: FAO (2000a, b) kaynaklarına göre; optimistik projeksiyona göre üretim artışı, sulama etkinliği ve sulanan arazilerin artışı bakımından, gelişmekte olan ülkelerde 2030 yılına kadar, sulanan araziler için %12'den daha fazla sulama suyuna ihtiyaç olacağı bildirilmektedir. Ancak bu ihtiyaçlar depolamalar ile yerüstü ve yer altı şeklinde olabilmektedir. Alışkanlık olarak büyük depolama yapıları



akla gelmektedir. Ancak çok küçük boyutlu çiftlik göletlerine de yer verilmesi, kullanılabilirliği ve etkinliği bakımından çok önemlidir (Tülücü 2001).

## **2.7 Küresel ısınma ve küresel iklim değişimine karşı alınabilecek önlemlerin belirlenmesi için yapılan uluslararası toplantılara ilişkin kronolojik açıklamalar**

Bu bölümde Çepel ve Ergün (2003) kaynağı veri olarak kullanılmıştır. Küresel ısınma nedeninin, tüm ülkeler tarafından atmosfere salınan sera gazlarından kaynaklandığı hususunda bilim insanları ve ilgili uzmanlar fikir birliğine varmışlardır. Bu nedenle, küresel ısınmaya karşı alınabilecek önlemler, sera gazları salınımının tüm ülkeler tarafından azaltılmasıyla özdeşleşmiştir.

Ancak, sera gazları salınımına kısıtlama getiren fosil yakıtların kullanılmasının azaltılması çok yönlü ekonomik sorunlar yaratmaktadır. İşsizlik, büyüme hızının azalması, ticaret gelirlerinin düşmesi, alternatif enerjiler için yeni masrafların yapılması zorunluluğu, vb. bu sorunlardan sadece birkaçıdır.

O nedenle fosil yakıt kullanımını azaltarak, küresel ısınma hızının düşürülmesi önlemlerinin uygulamaya geçirilebilmesi bir dizi çalışma ve uğraşlar sonucu gerçekleştirilmiştir. Bu sürecin 1988-2005 yılları arasındaki aşamaları aşağıda açıklanmıştır. Çevre Bakanlığı (1993), Dunn and Flavin (2002), Schayan und Stumpf (2002) tarafından bildirildiğine göre: Birleşmiş milletler Genel Kurulu 1988 yılında, “İklim değişikliği, insanlığın ortak kaygısıdır.” şeklinde bir karar almıştır (Karar no. 43/53). Aynı yıl BM Çevre Programı ve Dünya Meteoroloji Örgütünün ortaklaşa düzenlediği, “Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli IPCC” yapılmıştır. Bu panelin değerlendirilmesi 1990 yılının Ağustos ayında bir rapor halinde kamuoyuna açıklanmıştır.

Aynı yıl (1990) İkinci İklim Değişikliği Paneli düzenlenmiş, söz konusu rapor tartışılmış ve rapora son şekli verilmiştir. Bu rapora dayanarak BM Genel Kurulu “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesini (UNFCCC) hazırlamış ve bu BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 1992 yılı Rio Kalkınma Konferansı’nda imzaya

açılmıştır. Bu çerçeve sözleşmesi 1993 yılına kadar çok sayıda ülke tarafından imzalanmıştır. Söz konusu çerçeve sözleşmesi bir yandan, sera gazlarının atmosferdeki yoğunluklarını, “dünya iklimine insan eliyle tehlikeli etkilerde bulunulmasına ”engel olacak düzeylerde sabitlerken, öte yandan da ekonomik kalkınmanın devam etmesini sağlama amacı taşıyordu. Dunn and Flavin (2002) tarafından bildirildiğine göre; sözleşme, birkaç temel ilkeyi esas almıştır:

1. Yeterince bilimsel kanıt olmaması, bu alanda önlem alınmasına engel olmakta kullanılmamalıdır.
2. Ulusların, “Ortak, ancak farklı sorumlulukları” vardır.
3. Geçmişte, iklim değişimine en çok katkıda bulunmuş olan sanayileşmiş ülkeler, bu sorunun çözümünde başı çekmelidir.
4. Taraf devletlerin hepsi, sözleşmeyi uygulamak için yaptıkları faaliyetleri bildirme konusunda taahhüde girerler.
5. Anlaşmaya taraftar devletler gönüllü olarak 2000 yılında sera gazı salınımlarını 1990 yılı düzeyine çekmeyi hedefleyecekler ve diğer ülkelere teknik ve mali destek vereceklerdir.

Bu Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve sözleşmesine 188 ülke taraftar olmuş ve bu sözleşme 1994 Mart ayında yürürlüğe girmiştir. Ancak, Türkiye bu 188 ülke içinde yoktur. Çünkü Hükümetler Arası Görüşme Komitesi Mayıs 1992 New York toplantısında Türkiye’yi yanlışlıkla hem EK-I listesine (ekonomisi geçiş sürecinde olan ülkeler), hem de EK-II listesine (OECD ülkeleri) koymuştur. Türk hükümeti buna itiraz etmiş ve bu itirazı ancak 2001 yılının 29 Ekim – 6 Kasım tarihinde yapılan Fas’ın Marekeş Kentindeki 7. Taraflar Toplantısında görüşülerek bu hata giderilmiş ve ülkemiz bu durumu BM’nin ilgili komisyonuna bildirmiş ve bütün formaliteler tamamlandıktan sonra Türkiye 24 Mayıs 2004 tarihinde “Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”ne 189. ülke olarak katılmıştır.

1995 Mart ayında 120’yi aşkın çevre kuruluşu temsilcileri bir araya gelerek, yeniden bir iklim değişikliği paneli düzenlemişlerdir. Bu panelde, Rio Zirvesi’nde benimsenen hedeflerin ne dereceye kadar gerçekleştiği tartışılmıştır. Yapılan tartışmalar sonucunda, 1994 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişimi Çerçeve Sözleşmesine taraf olan

ülkelerin taahhütlerini, yeteri kadar yerine getirmediklerine karar verilmiştir. Bu nedenle, çerçeve sözleşmesine yasal olarak bağlayıcı bir protokol eklenmesinin zorunlu olduğu kanaatine varılarak bir protokolün düzenlenmesi çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışmalar sonunda 1997 Kyoto protokolü ortaya çıkmıştır. 1997 yılında 160'dan çok ülke temsilciliklerinden oluşan bilim adamları, Japonya'nın Kyoto kentinde bir araya gelerek, küresel ısınma ve küresel iklim değişimi olayının önlenmesinde, hiç değilse hızının kesilmesinde dünya ülkelerine yasal sorumluluk yükleyen oldukça ayrıntılı bir rapor düzenlemişlerdir. Bunun adına, "Kyoto Protokolü" denmektedir. Bu protokol yürürlüğe girdiğinde, protokolü imzalayan ülkeler şu yaptırım ve koşulları kabul etmiş sayılacaklar, derhal uygulamaya geçeceklerdir :

1. Gelişmiş ülkelerin herbiri, kendileri için belirlenmiş sera gazı salınımlarının sınırları üstüne çıkmayacaklar,
2. İklim değişimini önlemeye dönük politikalar geliştirilerek, bunları uygulamaya koyacaklar,
3. Enerji verimi ve tasarrufunu artırıcı önlemler alınacak,
4. Çöp ve motorlu araçlardan kaynaklanan sera gazı salınımlarını sınırlandıracaklar veya azaltacaklar,
5. Sera gazlarının atmosfere karışmasını önleyecek teknik tesisleri ve ormanları koruyacaklar,
6. Protokol hükümlerinin amacına ulaşmasını engelleyecek her türlü aktiviteleri ortadan kaldıracaklar,
7. Sanayileşmiş ve gelişmekte olan ülkelere farklı sorumluluklar yükleyen bu protokole göre, zararlı sera gazları salınımının 2012 yılında % 5,2 oranında azaltılmasıyla , 1990 yılındaki sera gazları salınım düzeyine indirilmesi sağlanacak,
8. Gelişmekte olan ülkeler ise, sera gazı salınımlarını izleme ve bunları azaltma için gerekli ön hazırlıkları tamamlayacaklar ve bu husustaki faaliyetlerini BM ilgili kuruluşlarına raporla bildireceklerdir.

1998 yılında hükümetler, protokol hükümlerinin uygulanmasıyla ilgili kuralların hazırlanmasına ilişkin bir takvim ve eylem planı üzerinde anlaşmaya vardılar.

2000 yılının 13-15 Kasımı'nda Hollanda'nın Lahey kentinde yapılan Altıncı Dünya İklim Konferansı'nda hedeflere nasıl ulaşılabileceği tartışılmıştır. Ancak, bazı önemli hükümler üzerinde ABD ile AB ülkeleri anlaşamadı ve toplantı kesintiye uğramış ve ABD müzakerelerden çekilmiştir.

2001 yılının haziran ayında ABD dışında 178 devlet temsilcisi Bonn'da toplanarak protokolün kurallarıyla ilgili temel konular üzerinde anlaşmaya varılmıştır. 1988 yılından bu yana dünyada yürütülen en yaygın araştırmayı yapan ve iki binden fazla bilim insanı ve teknik uzmanların katılımı ile gerçekleşen "Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Paneli"nin söz konusu bu 2001 yılı toplantısına ait raporda, insanlığın neden olduğu küresel ısınmanın zaten başlamış bulunduğu ve sürecin hızla geliştiği vurgulanmıştır.

2001 yılının 29 Ekim – 6 Kasım tarihinde Fas'ın Marekeş kentinde yeniden toplanılmıştır. Bu toplantının amacı bundan önce üzerinde anlaşmaya varılan konuları görüşmektir. Ancak, bu toplantıda da tam anlaşma sağlanamamıştır.

2002 yılının 2 – 4 Eylül'ünde Afrika'nın Johannesburg kentinde "Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi" yapılmıştır. Bu toplantı, yalnız küresel ısınma ve küresel iklim değişiminin önlenmesi konuları için değil, çevre tahribinin önüne geçilmesi, yoksullar ile varlıklılar arasındaki uçurumun ortadan kaldırılması gibi konular da tartışarak, uygulama için bir eylem planı hazırlanması amacıyla düzenlenmiştir.

Nelson Mandela, Johannesburg'a ayak basar basmaz; "Küresel ayrıcalıklar sona erdirilmelidir. Dünyadaki varlıklılar ve yoksullar arasındaki uçurumun gittikçe artması, dünya çapında bir skandaldır" şeklindeki beyanatı ile toplantının bu konuya da eğilmesi için bir mesaj vermiştir. Buna ek olarak yaptığı "Bundan on yıl önce Rio De Janeiro Dünya Zirvesi'nde ortaya konan korkutucu bilançoda belirtilen ne iklim değişimi, ne de biyolojik çeşitliliğin azalması durmadı, devam ediyor" şeklindeki beyanatı ile de, zirvede konuşulup tartışılması gerekli olan diğer konulara dikkat çekmiştir.

Gerçekten Rio Zirvesi'nden sonra geçen on yıl içinde olumsuz gelişmeler sürüp gitmiştir. Örneğin çevre sorunları gittikçe artmış, küresel çapta ekonomik kalkınma için hemen hemen hiç bir şey yapılmamış, yoksullar ile varlıklar arasındaki fark gittikçe büyümüştür. İşin en üzücü yanı, bu sorunların çözümü için gösterilen çabaların gittikçe yavaşlayıp azalmasıydı. Bu hususta şu tipik örnekler verilmektedir.

1. Rio Zirvesi'nde azaltılması kararlaştırılan sera gazları, tam aksine on yıl içinde 10 % oranında artmıştı. Ülkemizde de 1998- 2002 yılları arasında toplam fosil yakıt tüketiminde %10,7 oranında bir artış meydana gelmiştir. Buna koşut olarak da CO<sub>2</sub> emisyonu 2001-1997 yılları arasında yaklaşık % 5,2 oranında artmıştır (DİE 2003). Bunda, özellikle linyit kullanan termik santrallerin payı büyüktür.

2. Doğal kaynakların taşıma kapasitesi aşılmıştır.

3. Biyolojik çeşitlilik ve ormanların korunmasından söz edilmez olmuştur.

4. ABD küresel ısınmanın önlenmesi anlaşmasını imzalamayacağını açıklıyordu.

Yukarıda sayılan sorunların çözülmesi ve aksaklıkların düzeltilmesi için Johannerburg Toplantısı'nda kararlar alınmasına, eylem plânları yapılmasına karşın, bu toplantı da hayal kırıklığı ile sona ermiştir. Gerçekten, 190 ülkeden katılan binlerce delege, uzman ve hükümet temsilcileri bu zirvenin de başarısızlıkla sonuçlandığını ifade ediyorlardı.

Bu toplantıya gözlemci olarak katılanlar ve medya temsilcileri, bu başarısızlığın nedenlerini aşağıdaki gibi açıklamışlardır :

- Zirveyi politikacılar ve yöneticiler ele geçirdi ve kendi çıkarları doğrultusunda yönlendirdiler. Bunun sonucunda da hazırlanan eylem plânı, çok uluslu şirketler ve bazı hükümetlerin maddi çıkarlarına uygun biçimde değiştirildi.
- Zirveye 189 ülkeden katılan 100 hükümet ve devlet başkanı ile birçok kuruluşun çoğunun liderleri şirket yöneticileri gibi davrandılar, böylece insanlığa ihanet ettiler .
- Bu zirvede insan hakları yerine şirket hakları tartışıldı.
- Yenilenebilir enerji ve uluslar arası çevre sorunlarının çözümü çalışmalarında da zirveden olumlu bir sonuç alınamamıştır. Yaklaşık 100 ülke temsilcilerinin yenilenebilir enerji kullanımının arttırılması için gösterdiği çabalar; ABD,

Avustralya ve Kanada ile Arap ülkelerinin oluşturduğu yadırganacak bir birlik (pakt) tarafından sabote edilerek, tüm çabaların boşa gitmesi sağlanmıştır .

Sonuç olarak, bu dünya zirvesi ticaret firmalarının zaferiyle sonuçlanmıştır. Yol ayrımı ve farklı toplumlar için bir başlangıç oluşturarak, hayal kırıklığı yaratmıştır. Ancak bu zirvenin önemli bir yararı da olmuştur. Eğer bu dünya zirvesinde konular enine boyuna tartışılmamış olsaydı, küresel ısınma ve küresel iklim değişimine ilişkin alınabilecek önlemlere ait gerçekler ve ivediklerin önemini kavrama uzun yıllar ötesine atılıp ertelenebilir ve böylece gelecek 50 yılda karşılaşılabilecek ekolojik afetlerin acı sonuçları çok daha büyük olurdu (Çepel ve Ergün 2003).

Buraya kadar yapılan açıklamalarla, insanlığın ekolojik sorunlarına ve özellikle küresel ısınma ve küresel iklim değişimine ilişkin, 10 yıllık yapıcı ve yıkıcı davranış ve tutumlar ortaya konmaya çalışılmıştır. İnsanların yaşanabilir bir dünya için bu derece karşıt tutum ve davranışlarını anlamak gerçekten güçtür. Birçok hükümetler, ekolojik afetlere ait potansiyel tehlikeleri bir türlü görememekte veya görmek istememektedirler. Onun içinde 'ekonomik kâr ve yararları', “ekolojik yaptırımlara” yeğlemektedirler. Kanaatimize göre, sadece kendi toplumlarının yararını göz önünde tutan bu ülkeler şu şekilde bir düşünce içerisinde: Eğer sera gazlarının salınımını azaltmak için fosil yakıtların kullanımına (özellikle petrol) sınırlama getirilirse bu sanayi ile ilgili tüm sektörlerde bazı değişimler zorunlu hale gelecektir. Bu da bazı harcamaların yayılmasını, dolayısıyla kârların düşmesi sonucunu doğuracaktır. Ayrıca bu sanayi ülkelerinin dünya pazarlarındaki yerleri sarsılacaktır. Buna ek olarak ekonomik büyüme hızı da düşecektir. İşsizlik de artabilecektir. ABD, Japonya ,Kanada, Avustralya ve Rusya gibi ülkeler genellikle bu tür düşünceler içinde olduklarından ,uzun yıllar Kyoto Protokolünü imzalamamışlardır. Bu da protokolün yürürlüğe girmesini önlemiştir. Çünkü protokolda şöyle bir madde bulunmaktadır. “Kyoto Protokolü’nün bütün dünyada yürürlüğe girebilmesi ve gerekli yükümlülüklerin yerine getirilmesine başlanabilmesi için bu protokolün, 1990 yılı zararlı sera gazı salınımlarının % 55’inden sorumlu olan en az 55 hükümet tarafından imzalanması gerekmektedir.” ABD, dünyada üretilen zararlı sera gazlarının % 36’sını (bazı kaynaklara göre %24’ünü) üretmektedir. Rusya için bu oran %18 dir. İşte bu iki ülke 2004 yılına kadar bu protokolü

imzalamadığı için ,yukarıda açıklanan yürürlük maddesi gereğince, Kyoto Protokolü yürürlüğe giremedi. Ancak, Rusya 2004 yılı Kasım ayında bu protokolü onaylayarak, protokolün yürürlüğe girmesinin önündeki engelleri kaldırmış oldu. Gerekli işlemlerin tamamlanmasından sonra bu protokolün 2005 yılının 18 Şubat'ında yürürlüğe girmiş olduğunu iç ve dış basından öğrenmiş bulunuyoruz. Böylece, bu konuda gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere farklı sorumluluklar yükleyen bu protokole göre, zararlı sera gazları salınımının 2012 yılında %5,2 oranında azaltılmasıyla, 1990 yılındaki sera gazları salınım düzeyine indirilmesini öngören anlaşma yürürlüğe girmiş oldu. Ancak, bugün gelinen noktada artık, sera gazları salınımlarını engellemenin yeterli olmadığı ve belli ölçüde küresel ısınmanın kaçınılmaz hale geldiği belirtilmektedir. Bu gerçeği, BM İklim Değişikliği Hükümetlerarası Panel Başkanı Rajendra Pachanri Ocak 2005'te şu şekilde dile getirmiştir. “İnsan ırkının yaşamını sürdürme kapasitesini riske atıyoruz.” Bu karamsarlığın nedeni olarak, dünyanın baş kirleticisi ABD'nin Kyoto Protokolü'nü imzalamaması gösteriliyordu. Bu nedenle de Kyoto Protokolü'nün etkili olmasının beklenemeyeceği kanaati belirtilmiştir (Çepel ve Ergün 2003).

## **2.8 İklim değişikliği ve peyzaj mimarlığı uygulamaları**

Peyzaj mimarlığı uygulamaları bir alandaki canlı ve cansız bütün öğelerin organize edilmesine dayanmaktadır. Mesleğin temel amacı flora ve fauna gibi canlı ve yüzey formları, su yüzeyleri gibi doğal formlar, binalar, yollar gibi insan yapımı yapay elemanlar arasında yapılan düzenlemeler ile kirliliğin önlenmesi, doğal kaynakların korunması, ekolojik dengelerin sürdürülmesi, çevre kalitesinin artırılması ve görsel ve fonksiyonel açıdan ideal ortamların yaratılması iken, son yıllarda etkileri daha çok hissedilen iklim değişikliğiyle birlikte özellikle Akdeniz gibi kurak bölgelerde su kaynaklarının korunması ve suyun tasarruflu kullanımı peyzaj mimarlığı uygulamalarında öncelikli hale gelmektedir (Karagüzel ve Atik 2007).

Xeriscaping kurak iklimli ve su kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda doğa ile uyumlu peyzaj tekniklerine dayanmaktadır (Duffield and Jones 1981, Tunçay 2002). Suyun insan hayatı için önemi dikkate alındığında Xeriscaping yaklaşımı çevreyi koruyan ve suyun etkin kullanan peyzaj uygulamalarını içermektedir ve amaç su kullanımını en aza



indirgemektir. Ev bahçeleri gibi küçük alanlarda ve Akdeniz bölgesi gibi kurak iklimlerde etkili olan Xeriscaping yönteminde uygun bitki türünün seçimi, çimin sadece belli noktalarda kullanılması ve/veya hiç kullanılmaması, sulamada su ihtiyacı fazla olandan su ihtiyacı az olana doğru bir dikim sırasının izlenmesi, eğimli alanlarda teraslama yapılması, su ihtiyacı fazla olan türlerin bina kenarlarına dikilmesi, malçlama temel prensipler arasında yer almaktadır (Karagüzel ve Atik 2007).

Kışları ılık ve yağışlı ve yazları sıcak ve kurak geçmekte olan Akdeniz bölgesinde azalan yağış ve artan sıcaklıkla oluşan daha da kurak ortam koşulları peyzaj mimarlığı bitkisel uygulamaların yeni yaklaşımları zorunlu kılmaktadır (Karagüzel ve Atik 2007).

Burada doğal koşulların optimum düzeyde değerlendirilmesi, tasarım yaklaşımında yapay düzenlemelerden çok doğanın yeniden yaratılmasına dayalı “naturalistik” düzenlenmelerin benimsenmesi önemlidir. Nitekim peyzaj tasarımcılarının ilgilendikleri konulardan biri de doğal süreçlerin yeniden düzenlenmesidir. Binaların dışındaki bölgelerin olabildiğince doğal haliyle korunması, bitki materyali seçilirken kurağa dayanıklı süs bitkilerinin ve/veya bölgeye özgü doğal bitki türlerinin tercih edilmesi, sulama ihtiyacı benzer türlerin bir arada kullanılması, bitkilerin su ihtiyacına göre bir sıralama yapılması gerekmektedir. Zorunlu olmadıkça geniş çim yüzeylerden kaçınılması, su tüketiminde büyük yer tutan futbol sahaları, golf alanları için kurağa dayanıklı çim türlerinin, mevsimlik çiçekler yerine çok yıllık yer örtücü çalılar kullanılmalıdır.

Bakım aşamasında ise organik gübre kullanılması, bitki zararlı ve hastalıkları için biyolojik mücadelenin tercih edilmesi su kaynaklarının korunmasında etkili yöntemlerdir. Damla sulama, sabah ve/veya gece gibi uygun sulama deseni ve zamanı, yağmur suyunun toplanması, deniz suyunun arıtılması veya arıtma sularının yeniden sulamada kullanılması, topraktaki nemin dolayısıyla suyun tutulmasını sağlayan malçlama, bahçe sulama sistemlerinin düzenli teknik bakımı peyzaj bakımında su tasarrufuna yönelik olanaklardandır (Karagüzel ve Atik 2007).

### **2.8.1 Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Su Tasarrufu Olanakları ve Bitkilendirmede Doğal Türlerin Kullanım Önceliği**

Peyzaj Mimarlığı doğal veya insan yapımı çevrenin planlanması, tasarlanması, yönetilmesi, korunması ve onarılması sanatıdır. Peyzaj tasarımı çevremizi en iyi nasıl kullanacağımız konusunda yol gösterirken, Robinston'a (2004) göre bitkisel tasarım insan ve çevresi arasında sürdürülebilir alış verişini temin etmektedir. Geçmiş yıllarda peyzaj mimarlığı uygulamalarında çevre-ortam kalitesinin iyileştirilmesi, bozulan çevre koşullarının onarılması temel amaç iken, son günlerde küresel ısınma ve iklim değişikliğine bağlı endişeler ile suyun akılcı kullanımı ve kurağa dayanaklı bitkisel uygulamalar öne çıkmaktadır. İklim değişikliğine dair önümüzdeki elli yıl için farklı senaryolar üretilmekle birlikte genel beklenti sıcaklığın artacağı ve yağışın azalacağı yönündedir. Fakat bu değişimin farklı coğrafyalardaki etkileri de farklı olacaktır. Sıcak bölgelerde kuraklık artarken, serin-soğuk bölgeler daha ılıman bir özellik kazanacaktır. Türkiye'nin güney, batı ve iç bölgelerinin yarı kurak iklim özelliklerine sahip bir coğrafyada olduğu düşünülürse değişen iklim koşulları ve artan kuraklığa karşı her kesimden ve meslek disiplininden önlemlerin alınması zorunlu hale gelmektedir.

Ülkemizde kurak geçen kış mevsimi ve son aylarda büyük kentlerde yaşanan susuzluk sorunu suyun tasarruflu kullanımı ve su havzalarının ve kaynaklarının korunması ihtiyacını açıkça ortaya koymaktadır (Karagüzel 2007).

Peyzaj Mimarlığı uygulamalarında su tasarrufu olanakları (Karagüzel ve Atik 2007):

Aşamalar:

Planlama ve tasarımda:

- Doğal yapıya uyum; binaların ve yapısal peyzaj elemanlarının doğal yapıya uygun olması,
- Tasarımda doğaya dayalı yaklaşım; alanın toprak, jeolojik, topoğrafik özelliklerinin iyi değerlendirilmesi gereklidir.

Genel İlkeler:

Uygulama ve yapımda:

- Yapay yüzeylerden ve gerekli olmayan toprak işlemeden kaçınılması, doğal türlerin seçimi,
- Bina dışındaki alanların doğal haliyle korunması, bölgeye özgü doğal türlerin ve kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin seçilmesi, geniş çim yüzeylerden kaçınılması gereklidir.

Su Tasarrufu:

Bakım ve onarımda:

- Toprağa ve suya olumsuz etkisi olmayan organik gübrelerin kullanılması, biyolojik mücadele, gece sulaması,
- Uygun sulama deseni ve zamanına karar verilmesi, sulamada yağmur, deniz suyu ve arıtılmış suların kullanılması, malçlama gereklidir.

Peyzaj mimarlığı uygulamalarında suyun tasarruflu kullanımının yanısıra, bakım maliyetlerinin azaltılması, sağlıklı bir bitki dokusu sağlanması, yerel çevreye uyum, çevre kalitesinin iyileştirilmesi gibi nedenlerle doğal türlerin kullanılması da büyük önem taşımaktadır. Akdeniz bölgesinde beklenen iklim etkisinin yağışın azalması, sıcaklığın ve buna bağlı olarak kuraklığın daha da artacak olması suyun etkin kullanımında ve sağlıklı bir bitki dokusunun sağlanmasında doğal türleri öne çıkarmaktadır. Çünkü serin iklimlerde azalan yağış miktarı bölgeye özgü ve çoğunlukla da yağışı ve nemi seven doğal türleri olumsuz etkileyerek, bunların ortadan kalmasına ve/veya kuşak değiştirmesine neden olurken, kurak bölgelerde sığağı ve susuzluğu zaten dayanıklı olan doğal türleri fazla etkilemeyecektir. Özellikle bitkisel tasarım uygulamalarında ekolojik, estetik, ekonomik faydaları yanında su kaynaklarının korunmasında bölgeye özgü doğal türler etkin bir çözüm niteliğindedir.

Süs bitkisi olarak doğal türlerin kullanım avantajları (Karagüzel 2007):

Ekolojik faydaları:

Biyolojik çeşitliliğin korunması: Doğadaki türlerin azalmasını önlemekte, nesli tehlike altında olan ender veya endemik türlerin yerinde korunmasını sağlamaktadır. Biyolojik çeşitliliğin, doğal yaşam koşulları veya yakın ortamlarda korunmasını desteklemektedir.

Yaban hayatı türleri için yaşam alanı sunması: Doğal bitki örtüsü yaban hayatı için yiyecek ve barınma kaynağıdır. Doğal bitkiler bölgeye özgü yaban hayatı türlerine yaşam ortamı sağlamaktadır. Tür çeşitliliğinin korunmasına ve biyolojik çeşitliliğe katkıda bulunmaktadır. Kuraklığa, zararlılarına dayanıklı bitki türleri özellikle de kuş türlerini teşvik etmektedir.

Sağlıklı bir bitki dokusunun oluşturulması: Yerel çevre koşullarına iyi uyum gösteren doğal türler toprağı iyileştirmekte, erozyonu önlemekte ve çevre kalitesini artırmaktadır. Toprak, hava, su kalitesini geliştirmesinin yanında ilaçlama, gübreleme, sulama, biçme bakım işlemleri ile toprağı, suya ve havaya verilen zararların azaltılması mümkün olmaktadır.

Ekonomik faydaları:

Gübreleme, ilaçlama ve sulama ihtiyaç ve giderlerinin azaltılması: Dışarıdan getirilen egzotik türlerin ortam koşullarına duyarlılıkları daha fazla, sulama, gübreleme ve ilaçlama istek ve masrafları yüksektir. Doğal bitki türlerinin kullanımı sulama, ilaçlama, gübreleme gibi bakım masraflarını en aza indirmekte, bölgeye ait doğal türlerin bitki hastalıkları ve zararlarına karşı dayanıklı olması nedeniyle toprak ve su kaynakları üzerinde olumsuz etkileri de azalmaktadır.

Bakım masraflarının azaltılması: Çok özel bir alan ve tür özelliğı istenmedikten sonra doğal türlerin budama, seyreltme gibi bakım masrafları en az olmaktadır. Türlerin doğal yaşam ortamlarındaki fenolojik özellikleri gerçekleştirilecek olan bitki kompozisyonu içinde kendiliğinden şekillenerek, bitkiye müdahale ihtiyacını azaltmaktadır.

### Estetik faydaları:

Çevre kalitesinin iyileştirilmesi: Peyzaj düzenlemelerinde en önemli konulardan biri görsel kalitenin sağlanması, kent estetiğinin güzelleştirilmesi, binaların kitle etkisinin kırılması, insanlara daha yaşanabilir ortamların hazırlanmasıdır. Yerel türlerin kullanımı ile yapı kitleleri ile doğal çevre arasındaki uyum desteklenerek, görsel çevre kalitesinin artması yanında çevre bütünlüğünün de sağlanması mümkün olacaktır.

Karagüzel'e (2007) göre sürdürülebilirlik kavramıyla bağlantılı olarak doğal tür ve genotiplerin hastalık ve zararlılar ile tuz, düşük ve yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi çevresel stres faktörlerine dayanıklılıkları fazladır. Dışarıdan getirilen egzotik türlerin ortam koşullarına duyarlılıkları daha fazla, sulama, gübreleme ve ilaçlama istek ve masrafları yüksektir. Doğal bitki türlerinin kullanımı sulama, ilaçlama, gübreleme gibi bakım masraflarını en aza indirmekte, ortam koşullarına uyum sağlayan doğal türlerin bitki hastalıkları ve zararlarına karşı dayanıklı olması nedeniyle toprak ve su kaynakları üzerinde olumsuz etkileri daha az olmaktadır. Bu ekonomik faydanın yanında çevrenin ve doğal yapının korunması açısından ekolojik faydaları da içermektedir. Diğer yandan tüketici eğilimleri de son yıllarda klasik türlerden doğal formlu türlere doğru kaymaktadır (Karagüzel 2007).

### **2.9 Kurakçıl Peyzaj Planlaması "Xeriscape"**

Bu bölümde kurakçıl peyzaj planlaması ve ilkeleri hakkında bilgi verilmiştir. İlk kez 1978 yılında ABD'nin Colorado eyaletinde kullanılmaya başlanan Xeriscape kelimesi, Yunanca kuru-kurak anlamına gelen xeros kelimesinden türetilmiştir. Xeriscape su ve enerjiyi etkili kullanan yaratıcı peyzaj çalışmaları şeklinde tarif edilmektedir. Daha detaylı bir tarifte ise Xeriscape çevreyi koruyan ve su tüketimini minimuma indiren kaliteli peyzaj yaratma tekniği olarak tanımlanmaktadır. Bu teknik özellikle su kullanımını minimuma indirecek şekilde peyzaj projelerinin dizayn edilmesi temel ilkesine dayanmaktadır (Yazgan ve Özyavuz 2008).

Barış (2007) kurakçıl peyzajla ilgili görüşlerini "özellikle park ve bahçeler gibi dış mekan kullanımlarında su tüketiminin büyük boyutlara ulaşması peyzaj

düzenlemelerinde suyun olabildiğince az kullanıldığı yeni peyzaj düzenleme biçimlerinin geliştirilmesini gerektirmiştir. Bu doğrultuda "Su-Etkin Peyzaj Düzenlemesi" (Water-Efficient Landscaping) genel başlığı altında "Suyun Akılcı Kullanımı" (Water-Wise, Water-Smart), "Az Su Kullanımı" (Low-Water) ve "Doğal Peyzaj Düzenleme" (Natural Landscaping) gibi klasik peyzaj düzenleme anlayışlarından farklı yeni peyzaj düzenleme kavramları geliştirilmiştir. Bu kavramların her biri felsefeleri ve konuya yaklaşım biçimleri açısından bazı farklılıklar göstermekle birlikte, hepsi de aynı temel ilkelere dayanmakta ve genellikle aynı anlamı taşıyacak biçimde birbirinin yerine kullanılmaktadır. Bu temel ilkelerin formüle edilmesiyle geliştirilen ilk kavramsal yaklaşımlardan birisi "Kurakçıl Peyzaj Düzenleme" (Xeriscape) dir. "Kurakçıl Peyzaj Düzenleme" yada tüm Dünyada bilinen ismiyle "Xeriscape" genel olarak suyun en az düzeyde kullanılmasıyla su kaynaklarının ve çevrenin korunmasını ilke edilen özellikli peyzaj düzenleme olarak tanımlanabilir. Bu kavram il olarak 1981 yılında Denver Su Departmanı tarafından peyzaj düzenlemelerinde su kullanımına yönelik tasarrufun sağlanabilmesi amacıyla "kuru" anlamına Yunanca "xeros" ile "peyzaj" anlamına gelen İngilizce "landscape" sözcüklerinden geliştirilmiştir. Kurakçıl peyzaj düzenlemesi kesinlikle sıfır su kullanımı anlamına gelmemektedir. Kurakçıl Peyzaj Düzenlemesinin dayandığı yedi temel ilke; çim alanlara olabildiğince az yer verilen ve sulamayı en az gerektiren uygun planlama ve tasarımın yapılması, toprak analizi ve toprak koşullarının iyileştirilmesi, suya en az gereksinim duyan ve kurağa dayanıklı uygun bitki türlerinin seçimi, çim alanların uygulama ve bakım çalışmalarında kolaylık yaratan pratik ve ekonomik çözümler sunacak biçimde tasarlanması, etkin sulama sisteminin oluşturulması, malçlama (bitki kök çevresinde uygun sıcaklık ve nem koşullarını sağlamak ve toprak nemini muhafaza etmek amacıyla toprağın bu koşulları oluşturabilecek niteliklere sahip malzemelerle (kuru yaprak, saman v.b.) kaplanması), uygun ve düzenli bakım çalışmalarının yapılmasıdır” şeklinde ifade etmektedir.

Xeriscape'in kullanım faydaları: Doğru planlama teknikleriyle çevreye faydalı, su tasarrufu sağlayan güzel manzaralar oluşturulabilir. Xeriscape planlaması birçok ekonomik ve çevresel faydalar sunmaktadır.

- Su tasarrufu sağlar: Önemli ölçüde su kullanımını azaltmak için yerli ve kuraklığa dayanıklı bitki kullanmalıdır.

- Zaman tasarrufu sağlar: Susuz bitkilerin kullanımı sulama, gübreleme ve ekim için harcanan zamanı azaltır.
- Nakit tasarrufu sağlar: Su kullanımını azaltarak su faturasını düşürür.
- İndirimli su kullanımı balık ve yaban hayatı için daha fazla su bırakır.
- Azaltılmış enerji kullanımı sağlar.
- Bitki ve hayvanlar için daha fazla habitat sağlar.
- Düşük işçilik ve bakım masrafları sağlar.
- Su kaynakları altyapısı için genişletilmiş bir alan sunar, vergi maliyetlerini azaltır.

Kurakçıl Peyzaj Düzenlemesinin dayandığı yedi temel ilke aşağıdaki gibidir (Barış 2007):

- Çim alanlara olabildiğince az yer verilen ve sulamayı en az gerektiren uygun planlama ve tasarımın yapılması,
- Toprak analizi ve toprak koşullarının iyileştirilmesi,
- Suyu en az gereksinim duyan ve kurağa dayanıklı uygun bitki türlerinin seçimi,
- Çim alanların uygulama ve bakım çalışmalarında kolaylık yaratan pratik ve ekonomik çözümler sunacak biçimde tasarlanması,
- Etkin sulama sisteminin oluşturulması,
- Malçlama (bitki kök çevresinde uygun sıcaklık ve nem koşullarını sağlamak ve toprak nemini muhafaza etmek amacıyla toprağın bu koşulları oluşturabilecek niteliklere sahip malzemelerle (kuru yaprak, saman v.b.) kaplanması),
- Uygun ve düzenli bakım çalışmalarının yapılması.

Uygun planlama ve tasarım: Doğru bir planlama ve tasarım yapmak için 2 yol vardır. Bu iki yol yeni bir alan oluşturmak ya da mevcut alanı iyileştirmek olarak ayrılabilir.

Bir peyzaj planının oluşturulması su-etkin peyzaj düzenlemesi için ilk ve en önemli aşamadır. Hazırlanacak peyzaj planında düzenlemenin yapılacağı alana ilişkin bölgesel ve mikro iklimik koşullar, mevcut vejetasyon, topoğrafya, alanının kullanım biçimi ve en önemlisi bitkilerin su isteklerine göre gruplandırılması gibi konuların dikkate alınması gerekmektedir. Ayrıca bitkilerin ışık ve toprak istekleri de göz önünde

bulundurulmalıdır. İyi düşünülerek ve dikkatli bir biçimde hazırlanan peyzaj planı fonksiyonel, estetik ve su-etkin bir peyzajın yaratılmasında ve oluşturulan peyzajın sürekliliğinin sağlanmasında yol gösterici olması açısından önem taşımaktadır (Barış 2007).

Ayrıca, alan içindeki yapıların vaziyet planının genel projeyi nasıl etkileyeceğini göz önüne alınmalıdır. Görsel analiz ile alan içinde ya da çevresinde muhafaza edilmesi ya da perdelenmesi gereken görünüm belirlenmelidir. Yapılacak sörvey çalışması ile alan ile ilgili aşağıdaki özellikler ortaya konulmalıdır (Yazgan ve Özyavuz 2008).

1. Yetiştirme koşulları için;  
Soğuk veya sıcak bölgeler  
Direk bakarlar (doğu, batı, kuzey, güney)  
Alanın bölgelerinin mevsimlere göre güneşli ve gölgeli bölgeleri  
Suyun drene olduğu veya tutulduğu bölgeler
2. Mevcut bitki örtüsü (Sağlıklı, doğalmı, alan şartlarına uygunluğu)
3. Sert zeminler yürüme yolları, araç yolları, havuz, çit vb.
4. Güzel görünüş (alandaki güzel veya kötü görünümlerin tespiti)

Alandaki yapılardan ve sert zeminlerden akan suyun toplanmasını sağlayacak tasarımlar geliştirilmelidir. Peyzajda bu suyu kullanmak mümkündür. Bol suya ihtiyaç duyan bitkiler, yağmur sonrası toplanan sudan yararlanmak için bitkisel plana konulmalıdır (Yazgan ve Özyavuz 2008).

Toprak hazırlığı ve toprağın iyileştirilmesi: Her alanın kendine özgü toprak koşullarına sahip olması nedeniyle öncelikle peyzaj düzenlemesinin yapılacağı alandaki toprağın analiz edilmesi ve bu analiz doğrultusunda gerekli iyileştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu analizlerde toprağın PH değeri (toprak asitlilik değeri), bitki besin elementlerinin düzeyi (örneğin azot, fosfor, potasyum v.b.) ve kum, mil, kil ve organik madde içerikleri gibi özellikleri belirlenmekte ve bu değerlere bağlı olarak yapılması gerekli iyileştirme çalışmaları belirlenmektedir. Bu analiz sonuçları aynı zamanda toprakta bitkinin gereksinim duyduğu nem oranını uzun süre muhafaza etmeye yönelik önlemlerin alınması konusunda da yardımcı olacaktır (Barış 2007).



Toprağın durumu bir Xeriscape çalışmasında alanın baskısı ve iklim karakteristikleri kadar önem taşımaktadır. Toprağın analizi hangi tür bitkilerin dikileceğini belirleyen önemli bir faktördür. Analiz sonucu toprağın iyileştirilmesi gerekirse organik materyaller devreye girecektir. Toprağın iyileştirilmesi bitki dikimine başlanmadan çok önce tamamlanmalıdır. Doğal bitki örtüsünden türler en az iyileştirmeye gerek duyan türlerdir. Çim gibi iyi toprak ve gübrelemeye ihtiyaç duyan bitkilendirmelerde ise biçme işleminden sonra kesilen çimlerin altında bırakılarak dekompoze olmasının sağlanması gerekmektedir. Uzun vadede bakım masraflarından tasarruf aynı zamanda dışarıdan getirilecek toprakların iyi kalitede olması ile de bağlantılıdır. Yabani ot tohumları ile yüklü bir toprak uzun vadede bakım işlemleri arttıracığından dışarıdan getirilecek toprağın temizliğinden emin olmak ya da yapılacak müdahalelerle temizliğini sağlamak gerekmektedir (Yazgan ve Özyavuz 2008).

Uygun bitki türlerinin seçilmesi: Peyzaj tasarımında toprak koşullarıyla birlikte yerel iklim özelliklerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Belirli bir gelişme düzeyine ulaşan alandaki mevcut bitkiler sulama ve bakım çalışmaları gerektirmeyeceğinden bitkisel tasarıma başlamadan önce bunların olabildiğince korunmasına özen gösterilmelidir (Barış 2007).

Başarılı bir xeriscape çalışmasında doğru alana doğru bitkilendirme oldukça önemlidir. Şöyleki (Yazgan ve Özyavuz 2008);

1. Bitkinin olgunlaşmış haldeki boy ve çapının,
2. Gölge ve güneş isteklerinin,
3. Toprak ihtiyacının
4. Su ihtiyacının
5. Tuz ve soğuk dayanıklılıklarının bilinmesi gerekmektedir.

Özellikle tuzluluk faktörü kıyı alanlarında yapılacak bitkilendirmede çok önemlidir. Bu alanlarda sulama suları bile, eğer taban suyundan alınıyor ise tuzlu olabilir.

Tasarımda doğal bitki türlerinin kullanılmasına özellikle dikkat edilmelidir. Çünkü doğal bitkiler bitkisel düzenleme çalışması tamamlandıktan sonra ya çok az sulamaya gereksinim duyarlar ya da doğal yağışlar dışında ek bir sulama yapılmasını

gerektirmezler. Bunun yanı sıra zaten yerel toprak ve iklim koşullarına adapte olduklarından doğal bitki türleri genellikle ek bir gübrelemeye gerek duymadıkları gibi hastalık ve zararlılara karşı da daha dayanıklıdırlar (Barış 2007).

Doğal bitkiler dışındaki bitki türlerinin seçiminde zor gelişen, hastalıklara duyarlı ya da ek bir özen gösterilmesini gerektiren hassas bitkilerin seçilmemesine dikkat edilmelidir. Çünkü bu tür bitkiler genellikle büyük oranda ek sulama, gübreleme ve ilaçlamaya gereksinim duymaktadır. Yabancı yurtlu bitkilerin kullanımında aynı zamanda seçilen bitkilerin "işgalci" bitki karakterinde olmamasına da dikkat edilmelidir. Çünkü bu tür bitkiler kısa sürede alanda hakim duruma geçerek hem diğer bitkilerin gelişmesini olumsuz yönde etkileyecektir hem de bölgedeki bitki çeşitliliğine yönelik ciddi tehditler oluşturacaktır. Bu nedenle özellikle yabancı yurtlu bitkiler seçiminde bitkilerin işgalci karakterde olup olmadığı konusunda uzmanların görüşü alınmalıdır (Barış 2007).

Uygun bitki seçimi; yalnızca tasarıma uygun bitkileri seçmek değil, aynı zamanda uygulama alanının çevresel etmenlerine en uygun bitkileri seçmek demektir. Xeriscape'in su kullanımını en aza indirerek hem ekonomik açıdan hem de doğal kaynaklar açısından tasarrufu amaçladığı göz önüne alındığında, bitkilendirmede su muhafazasının maksimum olmasına olanak verecek su gereksinimleri düşük bitkiler kullanılmalıdır. Sıcak, kuru güney ve batıya bakan alanlar için kurak ortamları seven bitkiler, kuzey ve doğuya bakan şevler ve duvarlar boyunca daha fazla nemden hoşlanan bitkiler kullanılmalıdır (Yazgan ve Özyavuz 2008).

Kolay bakılabilen çim alanların oluşturulması: Çim alanların boyutu ve konumu bu alanların bakımı için gerekli olan sulama suyu miktarını önemli ölçüde etkilemektedir. Çim alanlar diğer vejetasyon örtüsüne oranla çok daha fazla miktarda sulamaya gereksinme duyarlar ve genellikle daha çok bakımı gerektirirler. Bu nedenle çim alanların en fazla göz önünde bulunan yerlerde sadece estetik amaçlarla ya da oyun alanları ya da diğer rekreasyon alanları gibi fonksiyonel kullanımı gerektiren yerlerde kullanmak gerekmektedir. Çim alanların ayrı parçalar halinde değil de birbirleriyle bağlantılı ve grup oluşturacak biçimde tesis edilmesi sulamanın etkinliğini arttırmakta ve suyun buharlaşmayla veya yüzey akışıyla oluşan kayıpları büyük ölçüde

azaltmaktadır. Çim türlerini seçerken kuraklığa dayanıklı ve sıcak ve kurak geçen mevsimlerde büyümesini durduran türlerin seçilmesine özen göstermelidir (Barış 2007).

Etkin sulama: Etkin sulama yöntemlerinin kullanılması suyun dış mekanda etkin biçimde kullanımı açısından son derece önemlidir ve bu yöntemler klasik peyzaj ya da kurakçıl peyzaj gibi her tür peyzaj düzenleme için kullanılabilirler. Bu nedenle alanın boyutu, kullanım amacı ve uygulanacak peyzaj düzenleme anlayışına bağlı olarak en uygun sulama sisteminin oluşturulması amacıyla konuya yönelik bir ön etüdün titizlikle yapılması ve uzmanların denetiminde alana yönelik bir sulama projesinin oluşturulması oldukça önemlidir (Barış 2007).

Bitki su tüketimini etkileyen faktörler (Yazgan ve Özyavuz 2008);

İklim faktörleri: sıcaklık, bağıl nem, rüzgar, güneşlenme süresi, gündüz saatleri

Toprak faktörleri: toprak nemi, toprağın işlenme durumu, bitki örtüsü

Bitki faktörleri: bitki cinsi, gelişme devresi, büyüme mevsimidir.

İklim faktörleri açısından; solar radyasyon miktarı (güneş ışınları şiddeti), sıcaklık, rüzgar hızı ve esme süresi, güneşlenme süresi ve gündüz saatleri arttıkça, hem toprak yüzeyinden olan buharlaşma miktarı hem de bitki yapraklarından olan terleme miktarı artacağından, bitki su tüketimi de artmaktadır. Buna karşın, bitki civarındaki havanın bağıl nemi arttığında ise, buharlaşma ve terleme miktarı düşeceğinden, bitki su tüketimi azalmaktadır.

Yeşil alanların bakım çalışmalarında en fazla tüketilen doğal kaynak sudur. Hatalı sulama yöntemleri ile çok büyük miktarlarda su bitkiler tarafından kullanılmayan ziyan olmaktadır. Çok tazyikli akan suyun kullanılmasıyla bir miktar su, toprak yüzeyinden akıp gitmekte ve bir kısmı da, üstü yaprak ve bitki artıklarıyla örtülmemiş, güneş ve rüzgara açık topraklardan buharlaşmaktadır. Suyun en büyük miktarda kaybı ise çok fazla suyun çok sık olarak uygulanmasından kaynaklanmaktadır. Aşırı sulama, bitki köklerine zarar vermekte ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Aynı zamanda topraktaki besin elementlerinin yıkanarak bitki kök bölgesinden uzaklaşmasına ve toprağın derinlerine gitmesine neden olmaktadır. Bu durum yer altı sularının

kirlenme olasılığını arttırmaktadır. Benzer şekilde, aşırı sulamanın neden olduğu su akışı kirletici gübreleri ve böcek ilaçlarını göllere ve akarsulara taşıyabilir. Hatalı sulama yöntemleriyle yüksek nitelikteki suyun kirlenmesi ya da israf edilmesi, etkili sulama tekniklerinin kullanılmasıyla giderilmelidir (Yazgan ve Özyavuz 2008).

Sulama sistemini iyi planlanması ve sulamanın iyi yönetilmesi gerekir. Bitkilerin tamamı aynı miktarda suya gereksinim duymazlar. Çim alanlar diğer alanlarda ayrı olarak sulanmalıdır. Su gereksinimleri birbirinin benzeri bitkiler aynı bölgelerde toplanmalıdır. Sulama, belirli bir programa bağlı kalmak yerine bitkilerin içinde buldukları koşullara göre yapılmalıdır (Yazgan ve Özyavuz 2008).

Çim bitkileri dışında, bitkilerin çoğu dikimlerinden birkaç yıl sonra düzenli sulamaya ihtiyaç göstermezler. Düzenli sulamanın yapılmaması ağaç ve çalılarda derin kök gelişimini teşvik etmekte ve bitkileri kuraklığa karşı dayanıklı kılmaktadır. Bir ağacın veya çalının besleyici kök sistemi, toprağın üstten 30 cm'lik kısmı ve bitkinin damlama hattı içerisinde yer almaktadır. Damlama hattı, dalların ulaştığı en ileri noktaların doğrudan altında kalan alanlardır. Sulama ve gübreleme, bu hattın içerisinde ve damlama hattının biraz ötesinde uygulanmalıdır (Yazgan ve Özyavuz 2008).

Çizelge 2.8 Toprak tipine göre sulama sıklığı ve süresi (Yazgan ve Özyavuz 2008)

Toprak tipi	sulama sıklığı(sefer/hafta)	sulama süresi (saat/sefer)
Killi toprak	2	3-4
Balçık toprak	3	2-3
Kumlu toprak	4	2-3

Malç kullanımı: Malçlamanın temel amacı buharlaşmayı en aza indirerek daha fazla miktarda suyun toprakta tutulması, toprak sıcaklığının kontrol edilmesi ve erozyonun önlenmesi biçiminde özetlenebilir. Organik malçlar aynı zamanda çürümeleri esnasında toprak koşullarının iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Malçlamada kullanılan malzemelerden en fazla bilinenleri ağaç kabuğu yongaları, odun talaşı, çam ibreleri, fındık ya da ceviz gibi meyvelerin kabukları, küçük boyutlu çakıl ve ince kıyılmış budama artıklarıdır. Güneşli alanlarda ya da kurakçıl bitkilerin kullanılmadığı yerlerde büyük miktarda ısıyı yansıtması ve bitkilerde kavrulmaya yol açacak boyutta su kaybına

neden olması nedeniyle küçük taş parçalarıyla (mıcır) ya da benzeri malzemelerle yapılacak malçlamadan kaçınmak gerekmektedir. Malç tabakasının çok kalın biçimde oluşturulması suyun bitki köklerine ulaşmasını engelleyeceği için bu konuda dikkatli olmak gerekmektedir (Barış 2007).

Çizelge 2.9 Malç kullanımının avantaj ve dezavantajları (Yazgan ve Özyavuz 2008)

Malç	Avantajları	Dezavantajları
Çam kabuğu	Su tasarrufu için mükemmeldir.	Çok kuru olduğunda yanıcıdır. Solduğunda mat gri-kahverengi renge döner. Çürüme oldukça hızlıdır ve her yıl çam kabuğu ile örtmek gerektirir.
Çam kozalığı	Küçük parçalar büyük parçalardan daha iyi nem korurlar. Onlar aynı zamanda yere büyük parçalardan daha iyi yayılırlar.	Yok
Küçük parçalı ağaç kabuğu	Dayanıklısıdır ve uzun süre koruma sağlar.	Yok
Kuru yaprak	Müthiş dayanıklılık sağlar. Parçalanmış yapraklar toprağa daha iyi yayılır ve ayrılmamış yapraklardan daha iyi nem koruması sağlarlar.	Görünümü çam kabuğu ve çam kozalağı kadar temiz ve düzgün değildir.
Çimen	Yok	Kolayca çürür, küfleşir ve bükülür. Tavsiye edilmez.
Pecan cevizi	Kullanıldığı yerde kabul edilebilir ve ekonomik örtüdür.	Düzgün görünümüdür. Yaşken bükülür. Taze olduğunda yabancı yaşamı cezbeder.
Çakıl, mermer parçacıkları, volkanik kaya	Uzun süre dayanıklısıdır.	Isıyı emer ve etrafa yayar. Doğal görünümüdür. Tavsiye edilmez.
Gazete	Su ve besin içerdiğinde nem korunmasına yardımcı olur.	Çok kalın olduğunda (2'den daha fazla tabaka), su ve besin önünde bir engel olarak hizmet verebilir.
Peyzaj dokuması	Bitki kökleri için besin ve su sağlar. Çoğu yabancı otları engeller.	Ağırlaştırıcı kurulabilir. Organik bir saman örtüsü ile kaplı olmalıdır.

Uygun bakım: Sulama ve gübreleme bitkilerin yaşamlarını sağlıklı olarak sürdürebilmeleri için en temel bakım çalışmalarıdır. Suyun çok fazla verilmesi bitkideki büyümenin zayıf olmasına ve budama ve biçim gereksiniminin artmasına neden olmaktadır. Herhangi bir peyzaj düzenlemesinde olduğu gibi su-etkin peyzaj düzenlemesi de budama, yabancı ot mücadelesi, zararlıların kontrolü ve sulama gibi periyodik bakım çalışmalarını gerektirmektedir. Ancak su-etkin peyzaj düzenlenmesinde bitkiler geliştikten sonra daha az bakım ve sulama gerekecektir. Bitkilerin gelişme için daha fazla suya gereksinim duyacakları için kurak mevsim süresince bitkilere fazla miktarda azotlu gübre vermekten kaçınılmalıdır (Barış 2007).

Kurakçıl peyzaj planlamasına göre uyulması gerekenler kurallar: Ülkemizde yaşanan kuraklığın ileriki yıllarda da devam etmesi bunun etkilerinin de giderek artması sonucunu ortaya koyacaktır. Bir çok konuda gerekli hazırlıkların gereğince yapılmaması nedeniyle ortaya çıkan büyük maddi zararların gelecekte de yaşanmaması için gerekli önlemlerin zaman kaybetmeden alınması gerekmektedir. Kuraklığın yıkıcı etkilerinin en yoğun biçimde hissedildiği yeşil alanlara yönelik olarak kısa ve orta vadede yapılacak bir takım çalışmalar özellikle metropol kentlerimizde önemli miktarda su tasarrufunun yapılmasını sağlayacağı gibi bu alanlar kuraklık nedeniyle elden çıkmasını da önleyecektir. Bu konuda yapılabilecek öncelikli çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Barış 2007):

1. Ülkemizdeki yeşil alanların planlama, tasarım ve uygulamasında önemli pay sahibi yerel yönetimler, kamusal alanda peyzaj mimarlarının teknik donatısına yer vermeli ve klasik peyzaj düzenleme anlayışını en kısa sürede terk ederek mevcut koşullara en uygun yeni peyzaj düzenleme ilkelerini benimsemelidir.
2. Yeşil alanların oluşturulmasında öncelikle doğal bitki türlerine yer verilmelidir. Çünkü doğal bitkiler yabancı yurtlu bitkilere oranla daha dayanıklıdırlar ve uygun biçimde yerleştirildiklerinde ve dikildiklerinde bölgesel iklim ekstremlerinden daha az etkilenirler. Bunun yanı sıra doğal bitkiler yerel çevre koşullarına en iyi şekilde uyum sağlarlar, toprak verimliliğine katkıda bulunurlar, erozyonu azaltırlar ve genellikle diğer bitki türlerine oranla daha az su, gübre ve ilaca gereksinim duyarlar.

3. Özellikle su sıkıntısının en yoğun yaşandığı metropol kentleri ve çevresinde bulunan fidanlıkların bitki stoklarını su kullanımının en az düzeyde olduğu yeni peyzaj düzenlemelerine yönelik olarak değiştirmeleri ve üretim fidanlıklarında doğal bitki türlerinin üretimine ağırlık verilmesi gereklidir.

4. Hangi ölçekte olursa olsun mevcut yeşil alanlarda su tüketimini en aza indirecek önlemlerin alınmasına en kısa sürede başlanmalı, bu amaçla mevcut sulama sistemleri suyun daha az tüketildiği etkin sulama sistemleriyle değiştirilmeli, kuraklık nedeniyle zarar gören bitkilerin yerine öncelikle doğal bitkilerin kullanılmasıyla kuraklığa dayanıklı bitki türleri dikilmelidir.

5. Özellikle büyük ölçekli park ve rekreasyon alanları, kent içi ve kent çevresi yollar, kamu kurumları ve üniversite kampüsleri gibi yoğun bakım ve masraf gerektiren alanlarda çim alanların ve sulama gerektiren bitki örtüsünün olabildiğince azaltılarak bu alanlarda öncelikle doğal bitki türler olmak üzere kuraklığa dayanıklı ağaç, çalı ve yer örtücüler kullanılmalıdır.

6. Dış mekan sulamasında şehir şebekesinin kullanımı olabildiğince azaltılarak alternatif su kaynakları oluşturulmalıdır. Bu konuda özellikle konutlarda bir çok ülkede örneğine rastlayabileceğimiz yağmur ve kar sularının depolanabileceği sistemler oluşturulmalıdır. Bu sistemler kuraklığın yoğun olduğu dönemlerde yer altı su kaynaklarının aşırı kullanımını da azaltabilecektir.

7. Doğal bitki türleri dışında seçilen bitkilerin kuraklığa dayanıklı ve mümkün olduğunca az sulamayı gerektiren türlerden olmasına özen gösterilmelidir.

Kurakçıl peyzaj düzenleme için uygun bitki türleri ise şunlardır (Barış 2007):

Yaprağını döken ağaç ve ağaçcıklar: *Acer campestre*, *Acer galabrum*, *Acer tataricum*, *Aesculus hippocastanum*, *Betula nigra*, *Catalpa speciosa*, *Celtis orientalis*, *Cercis sp.*, *Cotinus coggygria*, *Crataegus crus-galli*, *Elaeagnus angustifolia*, *Fraxinus americana*, *Ginkgo biloba*, *Gleditsia triancanthos*, *Hippophae rhamnoides*, *Koelreuteria paniculata*, *Lriodendron tulipifera*, *Populus tremula*, *Pyrus sp.*, *Quercus robur*,

*Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia*, *Sambucus* (*S. nigra*; *S. racemosa*), *Sophora japonica*, *Syringa vulgaris*, *Ulmus pumila*, *Ulmus parvifolia*

Herdemyeşil ağaç, ağaçcık ve çalılar: *Chamaecyparis lawsoniana*, *Cupressus* (*C. arizonica*; *C. sempervirens*), *Cupressocyparis leylandii*, *Pinus nigra*, *Pinus silvestris*, *Pinus mugo*, *Pinus strobus*, *Taxus baccata*, *Thuja orientalis*, *Juniperus chinensis*, *Juniperus communis depressa*, *Juniperus horizontalis*, *Juniperus × media*, *Juniperus sabina*, *Juniperus scopulorum*, *Juniperus squamata* 'Blue Star', *Juniperus virginiana*

Çalılar: *Berberis thunbergii*, *Buddleia davidii*, *Buxus sempervirens*, *Campsis radicans*, *Caragana arborescens*, *Cotoneaster* (*C. dammeri*; *C. horizontalis*; *C. salicifolius*), *Colutea arborescens*, *Euonymus* (*E. alatus*; *Euonymus fortunei*; *E. japonicus*), *Hedera helix*, *Jasminum* sp., *Ligustrum japonicum*, *Ligustrum obtusifolium*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera tatarica*, *Lycium barbatum*, *Mahonia aquifolium*, *Parthenocissus tricuspidata*, *Prunus laurocerasus*, *Pyracantha coccinea*, *Rhus glabra*, *Rhus typhina*, *Rhus trilobata*, *Rosmarinus officinalis*, *Spiraea × vanhouttei*, *Symphoricarpus albus*, *Symphoricarpus orbiculatus*, *Tamarix*, *Viburnum lantana*, *Viburnum tinus*, *Vinca major*; *V. minor*, *Yucca filamentosa*

Perennialar: *Achillea filipendulina*, *Achillea millefolium* 'Rosea', *Alchemilla mollis*, *Anemone sylvestris*, *Aquilegia hybrids*, *Artemisia schmidtiana*, *Alyssum saxatile*, *Bergenia cordifolia*, *Campanula carpatica*, *Campanula rotundifolia*, *Centaurea dealbata*, *Centranthus ruber*, *Cerastium tomentosum*, *Coreopsis grandiflora*, *Echinacea purpurea*, *Eschscholzia californica*, *Euphorbia polychrome*, *Festuca glauca*, *Gaillardia aristata*, *Gazania linearis*, *Helianthemum nummularium*, *Hemerocallis hybrids*, *Iberis sempervirens*, *Iris germanica* var, *Kniphofia uvaria*, *Lamium maculatum*, *Lavandula angustifolia*, *Liatris spicata*, *Linum perene*, *Nepeta faassenii*, *Phlox subulata*, *Salvia argentea*, *Salvia nemorosa*, *Santolina chamaecyparissus*, *Saponaria ocymoides*, *Sedum* sp., *Sempervivum hybrids*, *Stachys lanata*, *Teucrium chamaedrys*, *Thymus serpyllum*, *Veronica liwanensis*, *Veronica spicata*

Çimler: *Agropyron cristatum*, *Festuca arundinacea*, *Poa pratensis*



Tek yıllık çiçekli bitkiler: *Cosmos sulphures*, *Gomphrena globosa*, *Leonotis nepetifolia*, *Portulaca grandiflora*, *Zinnia elegans*.

Sukulent ve kaktüs bitkiler: *Aloe saponaria*, *Aloe vera*, *Euphorbia tirucalli*, *Kalanchoe fedtschenkoi*, *Opuntia humifusa*, *Stapelia spp.*, *Tradescantia pallida*

Palmiye ve palmiyeye benzer türler: *Acrocomia aculeata*, *Beaucarnea recurvata*, *Brahea armata*, *Butia capitata*, *Chamaerops humilis*, *Chrysalidocarpus lutescens*, *Cocos nucifera*, *Copernicia baileyana*, *Copernicia hospita*, *Copernicia macroglossa*, *Cycas circinalis*, *Dioon edule*, *Jubaea chilensis*, *Livistona chinensis*, *Livistona decipiens*, *Nannorrhops ritchieana*, *Phoenix canariensis*, *Phoenix dactylifera*, *Phoenix reclinata*, *Phoenix rupicola*, *Sabal mexicana*, *Sabal causiarum*, *Sabal domingensis*, *Sabal etonia*, *Sabal palmetto*, *Serenoa repens*, *Trachycarpus fortunei*, *Washingtonia filifera*.

Çok yıllık bitkiler: *Alstroemeria psittacina*, *Artemisia absinthium*, *Asclepias tuberosa*, *Aspidistra elatior*, *Baptisia alba*, *Catharanthus roseus*, *Coreopsis verticillata*, *Crinum asiaticum*, *Cycas revoluta*, *Datura inoxia* var. *Quinquecupida*, *Gaura lindheimeri*, *Heliopsis helianthoides*, *Lychnis coronaria*, *Manihot esculenta*, *Mirabilis jalapa*, *Monarda punctata*, *Narcissus spp.*, *Oenothera speciosa*, *Protasparagus densiflorus*, *Pycnanthemum floridanum*, *Ruta graveolens*, *Salvia lyrata*, *Scaevola aemula*, *Solidago odora*, *Tagetes lemmonii*, *Tradescantia spathacea*, *Tulbaghia violacea*, *Yucca filamentosa*, *Zamia furfuracea*, *Zamia pumila*

İklim değişikliği ile beraber, yetiştirilecek bitkilerin, bahçenin bulunduğu iklim, coğrafya ve bölgedeki toprağın yapısına uygun olarak seçilmesi gerekmektedir (Önay 2007).

Kokuları sebebiyle tercih edilebilecek bitkiler arasında "*Salvia officinalis* (Adaçayı), *Thymus vulgaris* (Kekik), *Lavandula angustifolia* (Lavanta), *Origanum majorana* (Mercanköşk), *Eucalyptus* (Okalıptüs) ağaçları, *Pelargonium* (İtır)" gibi bazı sardunya türleri, kurak iklimin çiçekli çalı türleri arasında papatyayı andıran çiçekleriyle acı şifa otu, *Agapanthus africanus* (Afrika Zambağı), bembeyaz çiçekleri ile Anadolu karanfili, *Anthirrhinum majus* (Aslanağzı), *Achillea millefolium* (Civanperçemi), *Gazania*

(Gazanya), *Hibiscus syriacus* (Gülhatmi), *Calistemon citrinus* (Fırça Çalısı), *Rosa canina* (Kuşburnu), *Plumbago auriculata* (mavi yasemin), *İris germanica* (Süsen) ve *Nerium oleander* (Zakkum) vardır (Önay 2007).

Kurak iklimde yetişebilen; *Juniperus spp.* (Ardıç), *Cercis siliquastrum* (Erguvan) , *Capparis ovata* (Kapari), *Arbutus unedo* (Kocayemiş), *Quercus coccifera* (Kermes Meşesi) ve *Pistacia terebinthus* (Menengiç) gibi ağaçların yanı sıra egzotik ağaç ve çalılardan da *Phoenix dactylifera* (Arap Hurması), cüce palmetto ve *Cycas revulata* (Sikas) kullanılabilecek bitkiler arasındadır.

Su istemeyen meyve ağaçları arasında ise; Babil 'in asma bahçelerinde ve Homeros 'un Odyssea'sinde de ismine rastlanan *Punica granatum* (Nar Ağacı) ve kökeni Brezilya olan *Feijoa sellowiana* (Kaymak Ağacı) ve bahçede ayrıca biraz sulamayla yetiştirilebilen *Bougainvillea* (Begonvil), *Jasminum grandiflorum* (Yasemin), *Campsis radicans* (Acem Borusu) ve *Lonicera caprifolium* (Hanımeli) gibi kurak iklim sarmaşıkları da güzel bir görüntü ve koku veren bitkilerdendir (Önay 2007).

Bunlar dışında (Önay 2007);

Acı şifaotu: Yer örtücü olarak da önerilen ve bir tür papatya olan tür, iyi bir yere dikilince kısa sürede yayılma özelliğine sahiptir.

Anadolu karanfili: Çiçekleri pembe-beyaz ve ilkbaharda açmaktadır. Dayanıklı ve kuru iklim bitkisidir. Yetiştirmek için özel bir çaba gerektirmez. Doğaya çıktığınızda kıraç topraklarda küçük boyu nedeniyle özenli bir göz taramasıyla görülmektedir.

Boğadikeni: Marmara boğadikeni Batı Karadeniz, Orta Anadolu ve Antalya yöresinde, iri boğadikeni Karadeniz yöresinde bulunmaktadır. Mora çalan mavi dikenleri, griye çalan yaprakları vardır. Özel bakım istemezler.

Menengiç: Yapraklarını kışın döken ve ilkbaharda kırmızı bir renkle yeniden beliren ağaçtır. Ağacın gövdesinden antiseptik özelliği olan terebentin çıkarılır. Gerekliğinde budamanın dışında bakım istemezler.

Cüce palmetto: Palmiyegillerdendir. Adı cüce de olsa boyu üç metreye ulaşabilmektedir. Tepesinde 8-20 adet mavi-yeşil yelpaze yapraklar bulunmaktadır. Su istemeyen bahçeler için uygundur.

### **2.9.1 Ülkemizde değişen koşullara göre yeni bitki türlerinin yetiştirilmesi**

Bu yıl ülkemizde herkesi etkileyen kuraklık, su kıtlığı ve kavurucu sıcaklar, küresel ısınmanın bundan böyle yaşamımızın bir parçası olacağını göstermektedir.

Uluslararası düzeyde küresel ısınmanın durdurulması için köklü önlemler üzerinde fikir birliği sağlanamaması durumunda, önümüzdeki yıllarda; kuraklık, kavurucu sıcaklar ve toprak ile sulama suyundaki tuzluluk oranı artacak ve bu üç etken, bitkilerin yetiştirilmesinde belirleyici rol oynayacaktır (Aydeniz 2008).

Kuraklık arttıkça kuru tarımda verimlilik yıldan yıla azalacak ve bazı türlerin yetiştirilmesi mümkün olmayacaktır. Kavurucu sıcaklar, bitkilerin su kaybının yükselmesine ve buna bağlı olarak, daha sık ve daha fazla su ile sulanmasını gerektirecektir. Toprak ve sudaki tuz oranının tolere edilebilecek (dayanılabilecek) sınırların üzerine çıkması ise, birçok bitkilerin yok olmasına veya yetiştirilememesine sebep olacaktır. Örneğin, Lefkoşa' da aşırı sıcaklara, susuzluğa ve tuzluluğa karşı direnci nispeten az olan gül, yeni dünya, elma, şeftali gibi bitkiler şimdiden kurumaya ve bahçelerimize veda etmeğe başlamıştır.

Ülkemizdeki ekolojik koşullar olumsuz yönde değişmeye başladığına göre, halen yetiştirilmekte olan geleneksel bitki türleri üzerinde ısrar edilmesi, mantıklı görünmemektedir. Çünkü önümüzdeki yıllarda; tuzluluk, kuraklık ve aşırı sıcaklar bitkilerin verimli bir şekilde yetiştirilebilmesini daha da engelleyecektir. Bu nedenle sorunun çözümü için; çok yönlü ve dikkatli uyum çalışmaları yapılarak, yeni koşullara uygun, yeni bitki üretim deseni hazırlanmalı ve hangi türlerinin yetiştirilmesinin daha uygun olacağı hususunda vatandaşlara yol gösterilmelidir (Aydeniz 2008).

Ayrıca bizim için suyun değeri her geçen gün daha da artacağına göre, her damlasının en verimli bir şekilde kullanılması sağlanmalıdır. Bu amaçla da öncelikle, pazarlanmasında sıkıntı çekilen ürünlerin zorlanarak yetiştirilmesi politikasından vazgeçilmelidir.

Şehirlerdeki ev bahçelerinde ve Belediyelerin yeşil alanlarında da en az su ile yetişebilen kaktüs gibi bitki türleri ön plana çıkarılmalıdır. Ticari yetiştiricilikte artık;

kavurucu sıcaklara, kuraklığa, tuzlu toprak ve sulara dayanıklı olan yerel ve egzotik bitki türleri tercih edilmelidir. Örneğin, aşırı sıcaklardan korkmayan ve kökleri 40 metreden derinlere inebildiği için sulama gerektirmeden yetişebilen Gappar'ın da yeni dönemde dikkate alınmasında yarar vardır. Özellikle İspanya'nın gappar ve gappar mamülleri dış satımından yılda 16 milyar dolar gelir elde etmesi, bu bitkinin büyük ekonomik değere sahip olduğunu göstermektedir (Aydeniz 2008).

Aşırı sıcaklardan zarar görmeyen aksine hoşlanan, tuzlu ve atık sulara son derece dirençli olan hurmanın da, alkol üretimine dönük üretimine geçilmesinin isabetli olacaktır. Bilindiği gibi son zamanlarda etanol (alkol), otomobil yakıtlarında kullanılmaya başlanmaktadır. Hurma meyvesinde de % 60 - 65 oranında şeker bulunması, alkol üretimi bakımından oldukça avantajlı olmasını sağlamaktadır (Aydeniz 2008).

Kurak koşullarda yetişebilen ve biyo-dizel üretiminde kullanılabilen; aspir, kolza (kanola), keten, jojoba, hint yağı bitkisi (gurtunya) gibi bitkilerin de ülkemizde yetiştirilmesinin sağlanması isabetli görünmektedir. Hele bunlardan aspir, Arabistan yarım adasında yetişen kuraklığa çok dirençli bir bitkidir. Ayrıca , % 25 dolayında protein içeren küspesi de çok iyi bir hayvan yemidir. Çok ciddi sıkıntılarla karşılaşmamak için, yeni ekolojik koşullara uygun olmadığı açıkça anlaşılan, geleneksel bitki türlerimiz üzerinde saplanıp durulmaması gerekmektedir. Bunun için de Tarım bakanlığının, yeni koşullarımıza göre hangi tür bitkilerin yetiştirilmesinin daha uygun olacağını saptamak amacı ile, derhal adaptasyon denemeleri başlatması gerekmektedir (Aydeniz 2008).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

Araştırma konusunda ilgili uzman kişilerle sözlü görüşme yapılmıştır. Konu ile ilgili bazı kurum ve kuruluşlar ile sözlü görüşme yapılmış, dökümanlar alınmıştır. Daha önceden yapılmış çalışmalar ve literatürlere ulaşmak için kütüphane ve internet ortamından elde edilmiş kaynaklar kullanılmıştır. Konu ile ilgili peyzaj düzenlemelerinin yapıldığı alanlardan fotoğraflar çekilmiş ve değerlendirmeler yapılmıştır. Yurtiçi ve yurtdışı uygulama örneklerine web ortamından ulaşılmıştır.

Araştırma konusuyla ilgili tez çalışmasında kullanılan materyaller;

Türkeş, Sümer, Çetiner (2000), Türkeş (2001) ve Kayhan (2007) verileri doğrultusunda alınmış küresel iklim değişikliğine ait şekil ve çizelgeler,

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verileri doğrultusunda alınan 2007- 2008-2009 kuraklık haritaları, 2008 iklim verilerine ilişkin ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, aylık ve mevsimlik sıcaklık haritaları ile 2008-2009 tarım yılı haritaları,

Kaya Peyzaj Planlama ve Uygulama San. ve Tic. Ltd. Şti. den alınan Çayyolu Alacaköy konut yapı kooperatifi ortak yeşil alanları peyzaj uygulaması, Çayyolu Başkent Sancak konut yapı kooperatifi peyzaj uygulaması ve Yenimahalle Belediyesi Çiğdemtepe mah. 61206 ile 61235 ada arası peyzaj uygulaması proje örnekleri ve bitki listesi,

Araştırma konusuyla ilgili Çayyolu Alacaköy, Çayyolu Başkent Sancak ve Yenimahalle Çiğdemtepe Mahallesi'ndeki peyzaj uygulamalarını incelemek amacıyla gerçekleştirilen gezi, gözlem ve bu geziden çekilen fotoğraflar,

Araştırma konusuyla ilgili önceden yapılmış çalışmalar ve araştırmayla ilgili faaliyet gösteren kuruluşlar tarafından hazırlanan rapor ve verilerdir.

### 3.2 Yöntem

Tez çalışması kapsamında, literatür ve veri toplama işleminin ardından bilgiler analiz edilerek değerlendirme yapılmış ve sonuca ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra, kurakçıl peyzaj planlamasıyla ilgili yapılan çalışmalardan yurt içi ve yurt dışı örnekleri incelenmiş, klasik peyzaj anlayışıyla uygulanmış olan peyzaj alanları için değerlendirmeler yapılmış ve söz konusu alanların kurakçıl peyzaja uygun şekilde planlanabilmesi için öneriler ortaya konmuştur.

Önerilerin ortaya konmasında, Barış (2007), Yazgan ve Özyavuz (2008) taraflarından ortaya konan kurakçıl peyzajın yedi temel ilkesinden de yararlanılmıştır. Buna göre yapılan incelemelerde dikkate alınan hususlar şunlardır (Yazgan ve Özyavuz 2008);

Planlama ve tasarım: Sörvey aşamasında özellikle güneşin konumu ile ilgili detaylara dikkat etmek gerekmektedir. Su tasarrufunda etkili rol oynayacak bu detaya ek olarak mevcut vejetasyonun durumu da hesaba katılmalıdır. Mevcut yapının göz önüne alınması, yeni konstrüksiyonların yapılması, sulanacak alan ve sulanacak bitki miktarın ayarlanmasında rol oynayacaktır. Unutulmamalıdır ki olgunlaşmış bitkiler yeni dikilenlere göre çok daha az su isterler, bu bakımdan korunmaları gerekmektedir. Öncelikle mekana ait fiziksel ve çevresel problemler çözülmelidir. Peyzaj mekanındaki farklı alanlar farklı kullanımlar için belirlenmeli ve bu kullanımlara o mekanda ne kadar yer verileceğine karar verilmelidir. Her bir kullanım alanı için farklı tasarımlar geliştirilmelidir. Daha sonra alanımızın hangi bölgelerine hangi bitki türlerini dikiyeceğimize, alanımızda ne kadar boşluklar bırakacağımıza, yani kısacası Xeriscape düzenlemesine girmemiz gerekmektedir.

Bu amaçla;

- a. Alan içinde yapılması düşünülen aktiviteler ile bu aktiviteler için nerede ve ne kadar yer ayrılacağı,

- b. Aktiviteler için gerekli yapıların neler olduğu,
- c. Alanda kullanılması düşünölen bitki türleri belirlenmelidir.

Bitkisel uygulamaya başlamadan önce uygun drenajın planlanması gerekmektedir. Bu planlama; tesviyenin yapılması, toprak taşınması gibi işlemleri gerektirebilir. Ancak yapılacak değişiklikler alanın genel peyzaj karakterine zarar vermemelidir. Alan üzerinde doğal olarak bulunan bitkilerin kullanılması tercih edilmelidir. Alanda doğal olarak bulunan bitkiler yeni bir sulama sistemine ihtiyaç duymayacak ve yeni bitkilere nazaran suyu daha verimli kullanabileceklerdir. Su gereksinimleri birbirinin benzeri olan bitkiler bir arada kullanılmalıdır. Evin yön bilgilerinin sağlanması, bize bitkilerin hangi alanlara (güneşli veya gölge) dikilmesi hakkında bilgi verecektir. Örneğin öğleden sonra güneşini direk alan alanlar diğer gölge alanlara göre suyu daha çok emdikleri için kururlar. Bu bölgelere kuraklığa toleranslı bitkiler dikilmesi uygundur.

Toprak analizi: Başarılı bir uygulama için toprak analizi son derece önemlidir. Yapılacak toprak analizi alanda kullanılacak bitki türleri tespitinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca sulama ve drenaj sistemini tesisinden ve bitki dikiminden önce toprağın ıslah edilmesi gerekmektedir. Toprağın ıslahı, iyi bir peyzaj çalışmasının temelini oluşturur. Islah edilmiş bir toprakta toprağın su tutma kapasitesi artmakta, suyun bitkiler tarafından alınması kolaylaşmakta ve bitki köklerinin yeterince hava almasını sağlayacak miktarda hava boşlukları oluşmaktadır.

Uygun bitki seçimi: Alan sörveyi ve toprak hazırlama işlemlerinin ardından en can alıcı nokta uygun bitki materyalini seçmektir. Xeriscape türü peyzajlarda bitki materyali en minimum şekilde ek sulamaya ihtiyaç duyan türlerden seçilmelidir. Bitkilerin dikiminden 18-24 ay sonra bitkiler çok az bir sulama ile doğadan gelen yağmurla yetinecek karakterde olmaları tercih edilen bir özellik olmasına rağmen aslında her tür bitki Xeriscape’de kullanılabilir. Önemli olan bitkileri su ihtiyacına göre gruplandırmaktır. Böyle olunca sulamayı belirli bölgelerde yoğunlaştırmak, geri kalan yerlerde azaltarak kontrol altında tutmak mümkün olacaktır. Bitki seçimi ve kompozisyonu esnasında bitki zararlılarına karşı malubiyet riskini artıran tek tür

bitkilendirmeden kaçınılmalıdır. Aynı zamanda bitki materyalleri alınırken dayanıklı anaçlardan bitkiler seçilmelidir.

Bitki grupları, bitki yataklarına uygun formda olmalı, sert ve keskin formlardan kaçınılmalı, geometrik formlar kullanılmalıdır. Büyük bitkilerin bahçelerin köşe noktalarında kullanımı uygundur.

Bütün alan tasarım ve bitki seçimini etkileyici mikro iklimik alanlara sahiptir. Bir evin güneşli doğu ve batısı, sıcak bir mikro iklim ve kurağa toleranslı bitkilerin kullanımına olanak sağlamaktadır. Soğuk olan kuzey ve doğu kısımları, soğuğa toleranslı bitkiler için uygundur.

Çim alan oluşturulması: Çimin bakımı alanın şeklinin iyi ayarlanması, uygun sulama ekipmanlarının kullanılması ve seçilen çim türüne göre artmakta yada azalmaktadır. Bu bakımdan çim alanların daha çok yuvarlak yada karemsi şekillere yakın olması biçme ve sulamanın daha etkili olması açısından gerekmektedir.

Çim alanların dizaynı öteki peyzaj bitkilerinden ayrı olarak sulanabilir şekilde olmalıdır. Seçilen çim türünün alanın özelliklerine uygunluğu ve su ihtiyacı önceden araştırılmalıdır. Eğimli alanları biçmek çok güç olduğundan ve su sürekli akıp gideceğinden eğimli alanların çimlendirilmesi Xeriscape tarzı peyzajlarda pek rastlanmamaktadır. Onun yerine yer örtücü yada alçak çalılar dikimi ağırlıktadır. Yine aynı şekilde eğimli olmayan pek çok bölge içinde bu tür bitkiler çime alternatif olarak kullanılabilir. Alanın dizaynında çim olacak yerlerde pergola veya teras gibi uygulamalara yer vermek miktarı azaltmanın başka bir yoludur.

Etkin sulama: Sulama xeriscape türü peyzaj çalışmalarının başarısını belirleyen ölçütlerden biri olduğundan, sulama yöntemini en etkili ve suyu en az ziyan eder şekilde geliştirilmesi gerekmektedir.

Piyasada sulama işlemi için kullanılacak farklı ekipmanlar vardır. Sulama ekipmanının türü yapılan peyzaja, dizaynına, alanın oturumuna ve bütçeye bağlıdır. Peyzaj dizaynı ile beraber sulama dizaynı da yapılmalıdır. Otomatik sulama sistemleri biraz daha pahalı



olmasına rağmen uzun vadede sulama için ayrılan vakti ve işçilik masrafını azaltacağından karlı olacaktır.

Bitkilerin ihtiyaç duydukları suyun yağışlarla karşılanamayan kısmı sulama ile toprağa verilmektedir. Bu nedenle, bitkilerin sulama suyu ihtiyacını belirleyebilmek için, tükettikleri su miktarının, bu miktarın yağışlarla karşılanan kısmının (etkili yağış) ve sulama suyunun iletilmesi ve dağıtılmasındaki kayıpları kapsayan sulama randımanının bilinmesi gerekmektedir.

Xeriscape bahçeleri, el ile veya otomatik sprinkler vasıtasıyla sulanabilir. Şayet bu sistemleri kuruyorsanız, bitkilendirme projesi ile eş zamanlı yapmanız gerekir. Her bir zonda (çim, ağaç ve çalı) sulama sistemi farklı dizayn edilmelidir. Örneğin, çim alanlar için, düşük basınç ve dar açılı sprinkler kullanılması en iyi sonucu verir. Damlama, püskürtme ve fiskiye sistemleri özellikle ağaç, çalı, çiçekler ve yer örtücüler için uygun olanlardır.

#### Malçlama:

Organik malç; yaprak ve bitki kalıntılarında oluşan organik malç kullanımı, toprak yüzeyinden suyun buharlaşmasını azaltmakta, yağmur ve kar nemini tutar, yabancı ot gelişimini engellemekte, erozyonu azaltmakta ve toprak sıcaklık derecesinin dalgalanmasını önlemektedir. Ağaç ve çalılarının altında 5-7,5 cm. kalınlığa kadar mala kullanılabilir. Bu tabakanın gereğinden kalın olması halinde bitki kökleri zarar görebilir. İnce tekstürlü organik malç kaba tekstürlü malçlara oranla daha iyi su tutarlar.

Malç tabakasının altında yada üstünde yabancı ot gelişimini engellemek amacıyla sert plastik malzeme kullanılmamalıdır. Bu durum, toprakta hava ve su değişimini engellemektedir. Yabancı ot gelişimini önlemek için plastik örtü yerine peyzaj için üretilmiş gözenekli örgü malzemeler kullanılmalıdır.

İnorganik malç; kaya, çakıl yada mermer parçaları gibi malzemelerden oluşan inorganik malçlar güneşten gelen ısıyı emme ve tekrar yansıtma özelliklerine sahip olduklarından sıcak ve kurak ortamlardan hoşlanan bitki çevrelerinde kullanılmalıdır.

Özellikle bol yağış alan yerlere, inorganik malç kullanılması bitkilerin çürümesini engellediği için tercih edilmelidir.

Uygun bakım: Bakım çalışmaları diğer tüm peyzaj alanlarında olduğu gibi alanın özelliklerini korumak ve sürekliliğini sağlamak açısından son derece önemlidir. İklimsel faktörler ile kullanılan bitkilerin özelliklerine bağlı olarak yapılacak budama, gübreleme, yabancı ot temizliği, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi bakım çalışmalarının zamanında ve tekniğine uygun olarak yapılması ve sulama sistemine dikkat edilmesi Xeriscape'in niteliğini korumak ve arttırmak açısından gerekmektedir.

Doğal ortama uyumlu bitkilerle yapılan planlamalarda, daha az malzeme ve işçilik kullanılarak bakım yapmak mümkündür. İyi projelendirilmiş bir peyzajda daha az ot biçimi yapıldığından, sulama tekniklerinin daha etkin duruma getirilmesi sayesinde doğal kaynaklar daha az tüketildiğinden, gübre ve ilaç gibi kimyasallar daha az kullanıldığından, bakım giderleri %50'ye varan oranlarda azalmaktadır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde Yazgan ve Özyavuz (2008) ve yabancı literatürlü kaynaklardan alınan örnekler ile Kaya Peyzaj Planlama ve Uygulama San. ve Tic. Ltd. Şti.'den alınan proje örnekleri incelenerek değerlendirilmiştir.

### 4.1 Xeriscape Çalışmaları

Örnek 1. Güneydoğu Colorado Su Doğal Koruma Bölgesi (Pueblo)

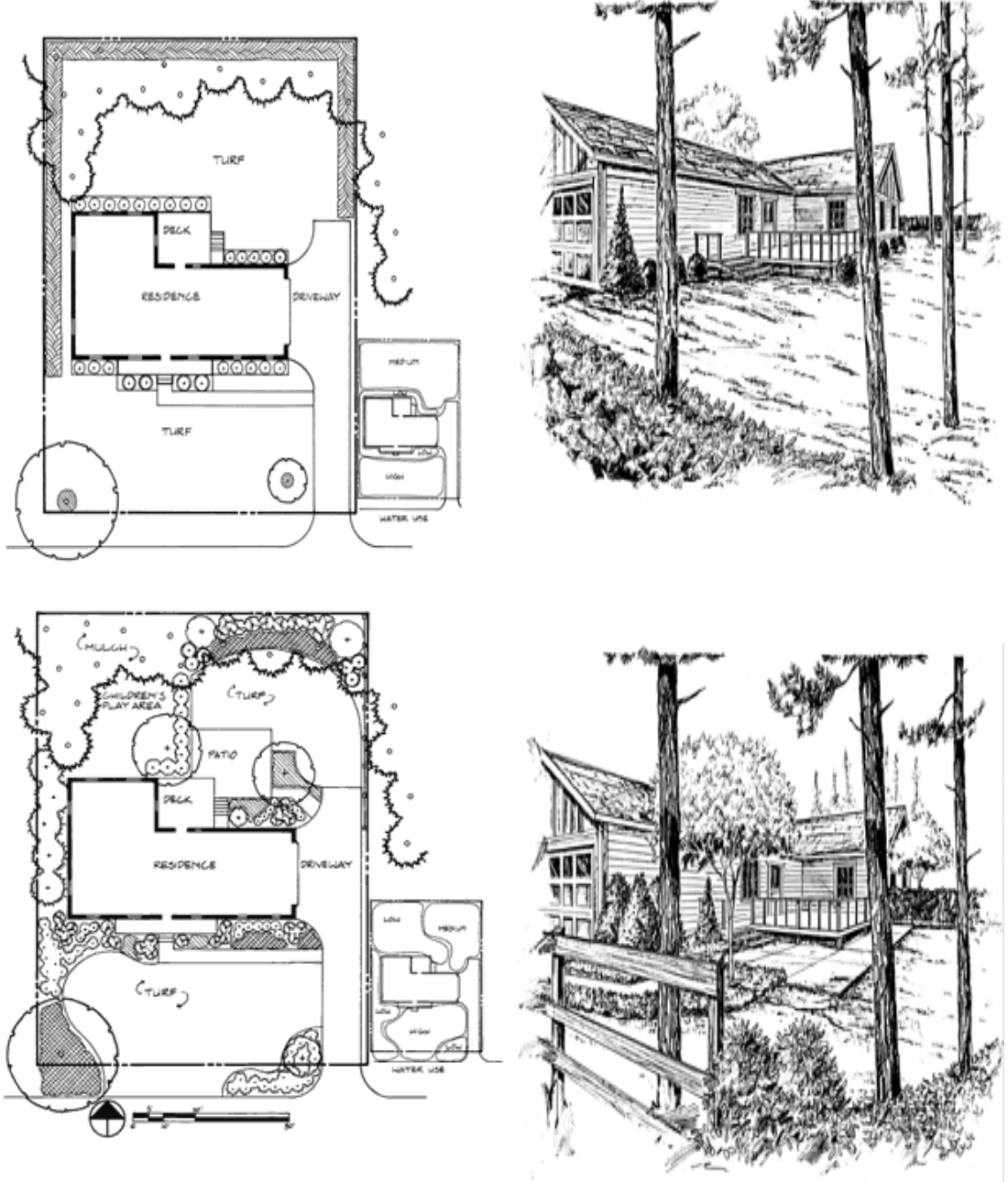


Şekil 4.1 Xeriscape Uygulamasından Bir Görünüm (<http://coloradowaterwise.org>, 2009)

Bahçenin genel özellikleri: Bahçe Colorado'nun Pueblo bölgesinde yapılmış olup yaklaşık 13 dönümlük arazi üzerine uygulanmıştır. Bu bölge, güneydoğu Colorado'da iyi gelişim gösteren bitkilerin veri tabanını göstermektedir. Bahçe, bitkilerin su ihtiyaçlarına göre kurak ve çok kurak bölümlere ayrılmıştır. Bahçede 240'ın üstünde çok yıllık ve yer örtücü bitki, 15 süs çimi, 35 çalı ve 30 ağaç türü sergilenmektedir.

Bahçenin özel nitelikleri: Bahçede; 30 ayrı parselde ekilmiş, düşük su ihtiyacı olan alternatif çimlerin deneyi yapılmaktadır. Ayrıca damla sulama, döner başlıklı fiskiyeler (sprinkler), yağmurlama gibi etkili sulama tekniklerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca rüzgar ve donma sensörleri bulunmaktadır. Bahçe 7 gün ziyarete açıktır.

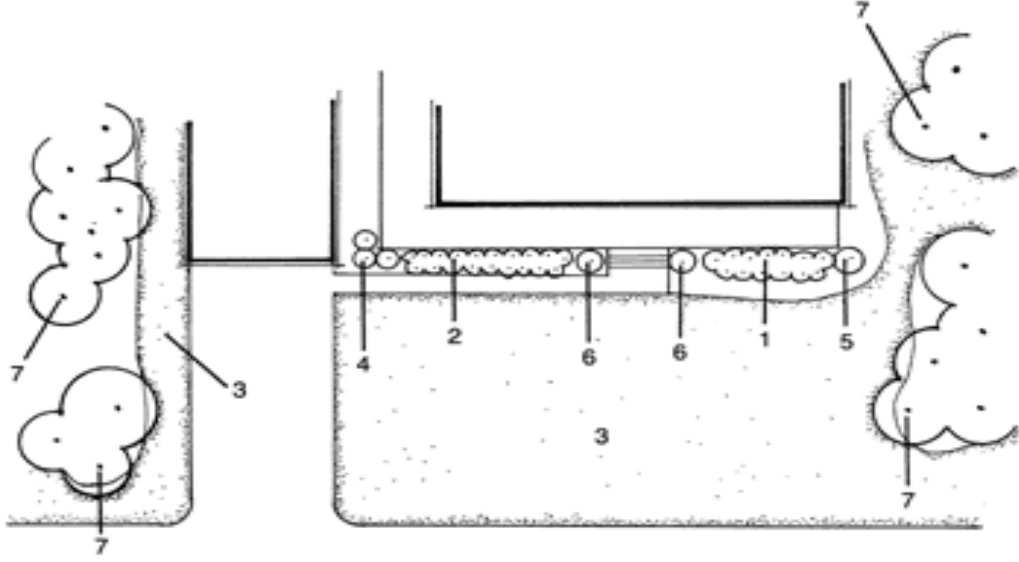
Örnek 2. Amerika-Georgia ekolojik koşullarında uygulanan Xeriscape çalışması (Bk. EK1)



Şekil 4.2 Xeriscape planlaması öncesi ve sonrası  
([www.marx.uga.edu/advisory/Library/CSCPpdfs/Xeriscape.pdf](http://www.marx.uga.edu/advisory/Library/CSCPpdfs/Xeriscape.pdf), 2009)

Örnek 3. Amerika-Georgia ekolojik koşullarında uygulanan Xeriscape çalışması (Bk. EK1)

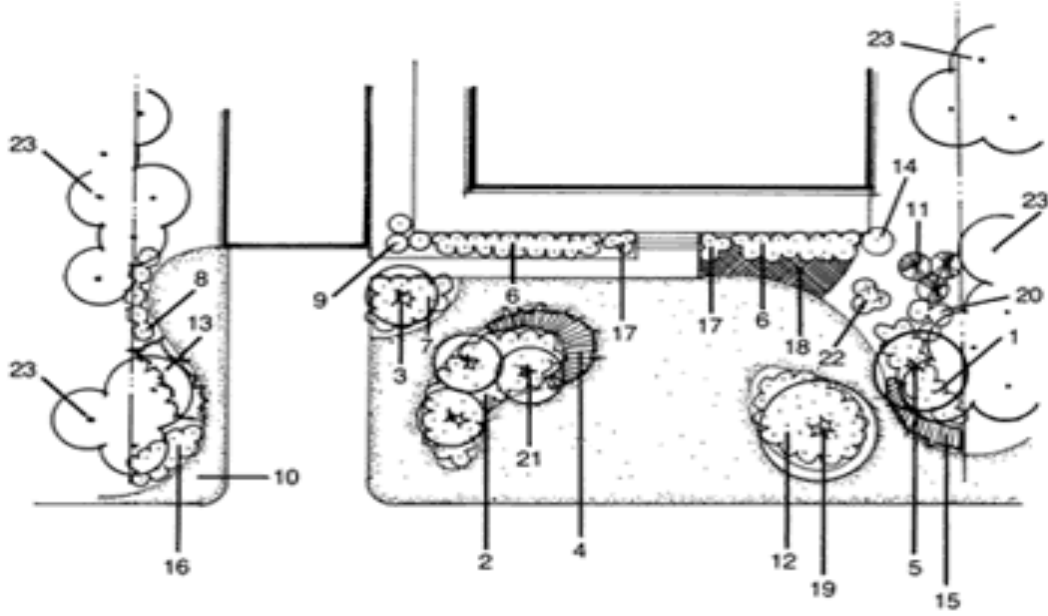
Xeriscape Öncesi



#### Bitki Listesi

1. *Ilex cornuta*
2. *Ilex vomitoria*
3. *Festuca*
4. *Ilex x attenuata*
5. *Cupressocyparis leylandii*
6. *Fatsia japonica*
7. *Ligustrum sp.*

Xeriscape sonrası:



Şekil 4.3 Xeriscape uygulaması sonrası bir görünüm

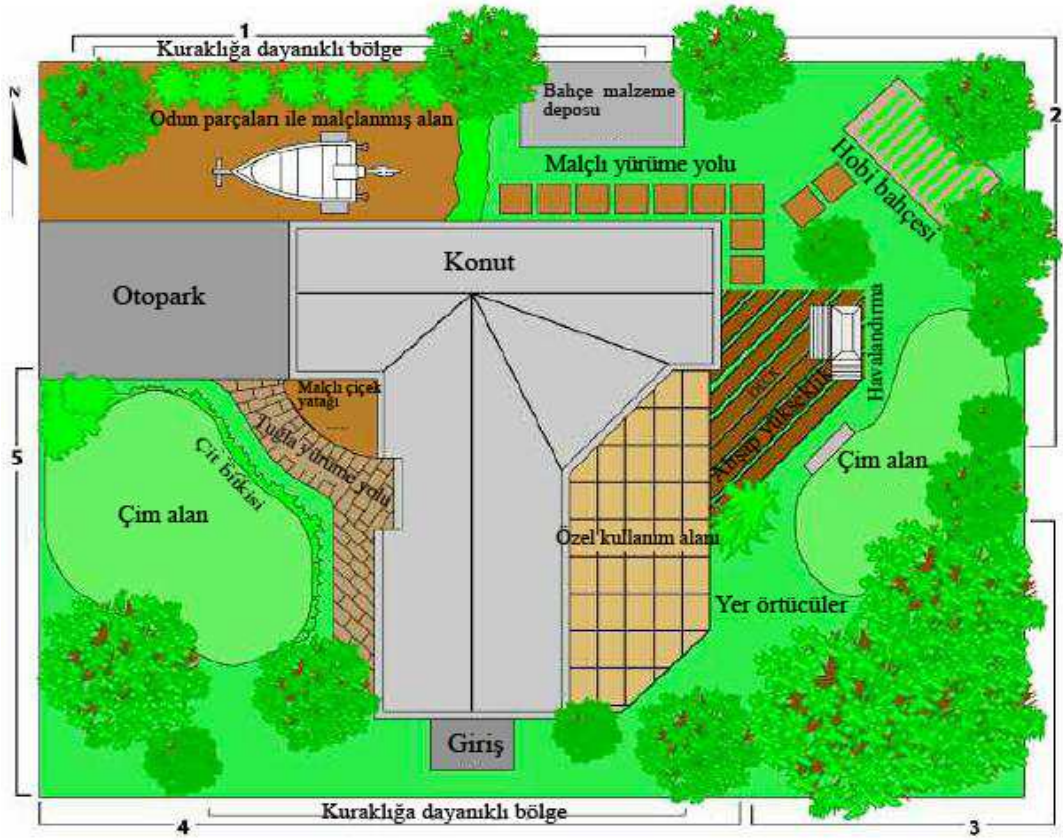
([www.marx.uga.edu/advisory/Library/CSCPpdfs/Xeriscape.pdf](http://www.marx.uga.edu/advisory/Library/CSCPpdfs/Xeriscape.pdf), 2009)

#### Bitki Listesi

- |                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. <i>Azalea</i>                      | 13. <i>Juniperus conferta</i>        |
| 2. <i>Ilex cornuta</i>                | 14. <i>Cupressocyparis leylandii</i> |
| 3. <i>Crape Myrtle (bonsai)</i>       | 15. <i>Lilium</i>                    |
| 4. <i>Hemerocallis</i>                | 16. <i>Abelia grandiflora</i>        |
| 5. <i>Cornus</i>                      | 17. <i>Prunus laurocerasus</i>       |
| 6. <i>Ilex x. 'Nellie R. Stevens'</i> | 18. <i>Perennials</i>                |
| 7. <i>Ilex vomitoria</i>              | 19. <i>Berberis</i>                  |
| 8. <i>Forsythia</i>                   | 20. <i>Buxus</i>                     |
| 9. <i>Ilex attenuata</i>              | 21. <i>Betula nigra</i>              |
| 10. <i>Hybrid Bermuda</i>             | 22. <i>Loropetalum</i>               |
| 11. <i>Pinus thunbergiana</i>         | 23. Büyük ağaçlar                    |
| 12. <i>Juniper chinensis</i>          |                                      |



#### Örnek 4.



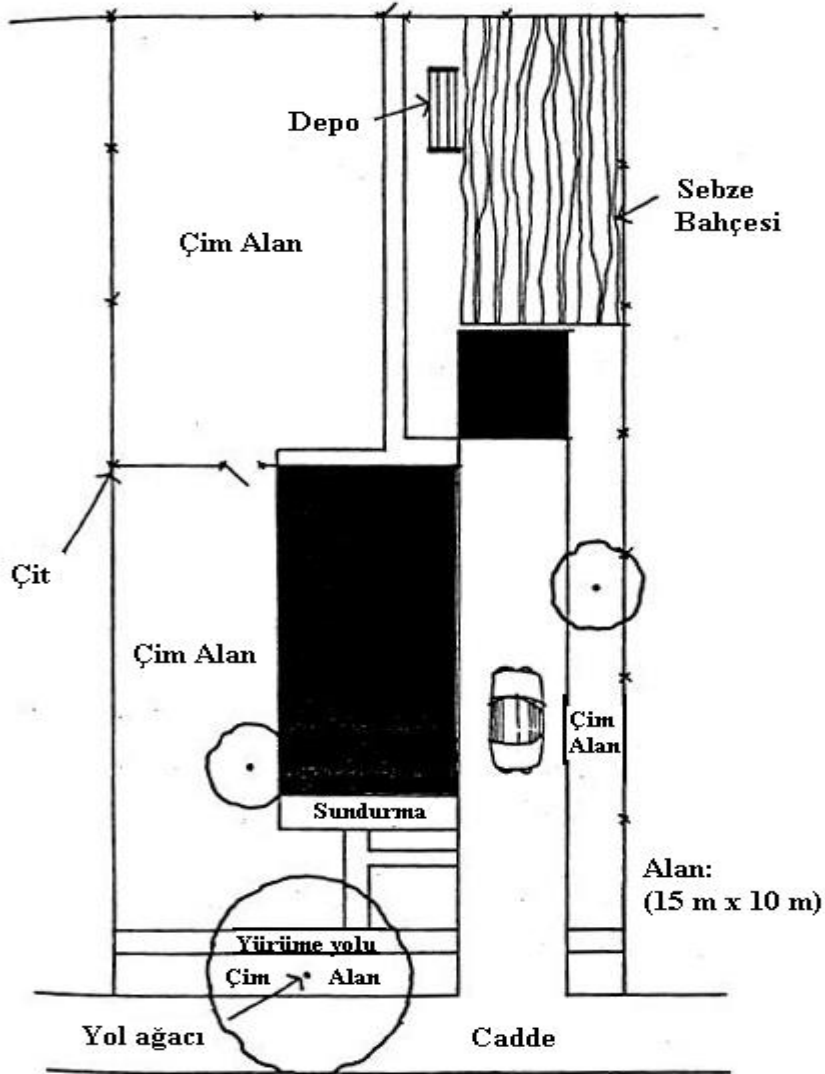
Şekil 4.4 Xeriscape çalışması örneği (Yazgan ve Özyavuz 2008)

1. Çim yerine az su isteyen çalı ve malçlanmış bir alan, ayrıca araç girişine bu bölgede yer verilmiştir. Bu alan evin bir kenarı boyunca uzanıp, sulama ihtiyacı olmayan alandır. Kuzeye dikilen bitkiler ise ilk başta bu alanı perdelemek amaçlıdır.
2. Buradaki çim alan, peyzajın ufak bir noktasını oluşturmakta, hafif nemli bir bölgede yer almaktadır. Bu alan alternatif olarak, yürüme yolu, ahşap döşemeli bir mekan ve özel bir kullanım alanı olarak düzenlenmiştir. Bu alan çok su istemeyen bir alan olup, günlük peyzaj bakımının az olduğu alanlardır.
3. Biraz daha fazla su isteyen, çim alanının arkasında bulunan çalı ve yer örtücülerin bulunduğu alandır. Bu tip alanlar bize özel alanlar ve gölge sağlayarak suyun verimli kullanılmasını sağlamaktadır.

4. Doğal bitki örtüsü, kuraklığa dayanıklı çalılar alanın bu bölgesinde kullanılmıştır. Bu özellik su kullanımını ve bakımı azaltmıştır.
5. Diğer çim alan bu bölgede oluşturulmuş, kolay sulama ve bakımını yapmak için çevresindeki gölge azaltılmıştır. Çünkü uzun ve dar yapılan çim alanların bakımı ve sulanması zordur. Tuğla yürüme yolu, çit bitkileri ve malçlanmış çiçek yatakları suyun kullanımını azaltır, alanı sınırlandırarak renk strüktürü oluşturur.

Örnek 5.

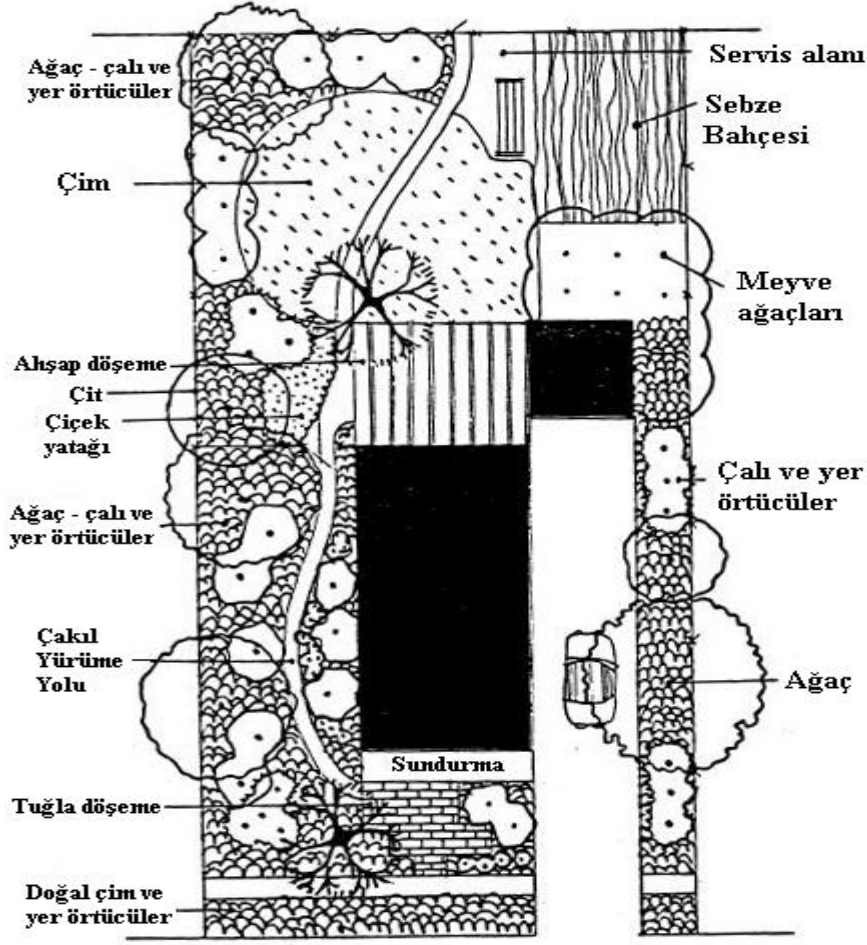
Klasik peyzaj çalışması:



Şekil 4.5 Xeriscape öncesi klasik peyzaj çalışması (Yazgan ve Özyavuz 2008)

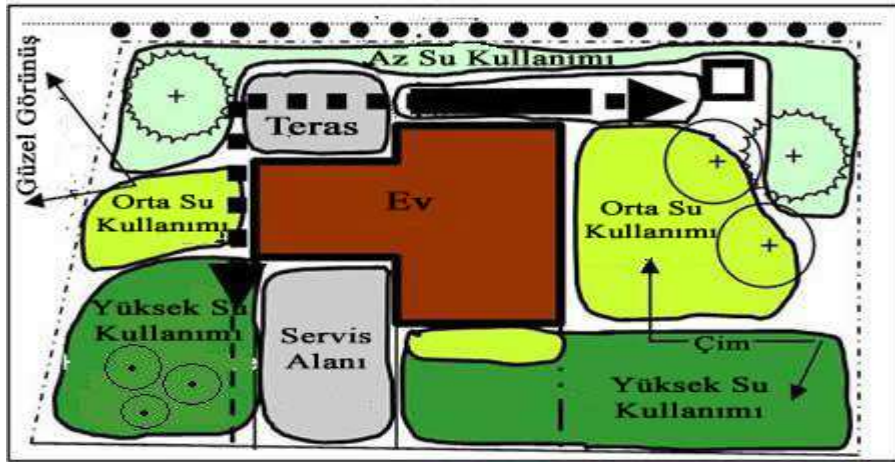


Xeriscape peyzaj çalışması:



Şekil 4.6 Xeriscape çalışması (Yazgan ve Özyavuz 2008)

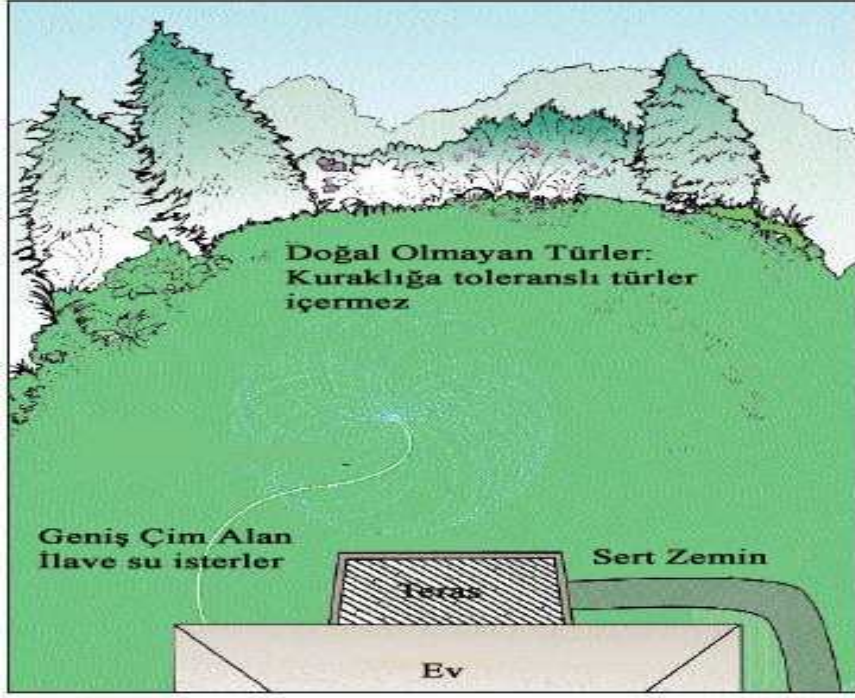
Örnek 6.



Şekil 4.7 Xeriscape çalışmasında su kullanım alanları (Yazgan ve Özyavuz 2008)

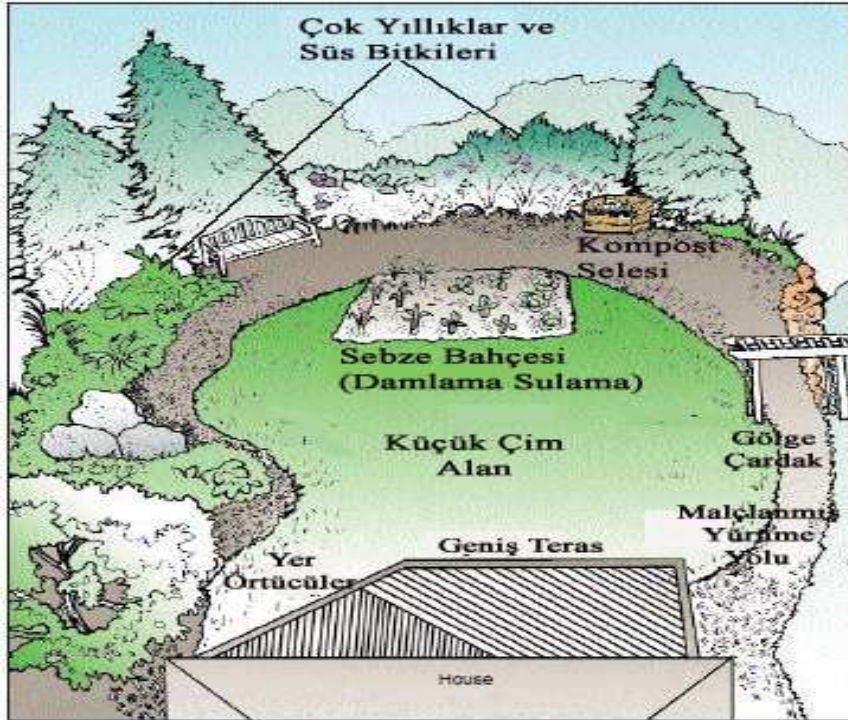
Örnek 7.

Xeriscape çalışması öncesi:



Şekil 4.8 Xeriscape çalışması öncesi genel görünüm (Yazgan ve Özyavuz 2008)

Xeriscape çalışması sonrası:



Şekil 4.9 Xeriscape çalışması sonrası genel görünüm (Yazgan ve Özyavuz 2008)