

Kuraklık ve orman ekosistem dinamikleri etkileşimi

Aydın Tüfekçioğlu^{a,*}, Mustafa Tüfekçioğlu^a

Özet: Kuraklık orman ekosistemleri üzerinde etkili olan önemli ekolojik faktörlerden biridir. Bu faktörün yaratmış olduğu sorunlar son yıllarda artan küresel sıcaklık ile artmış ve gelecekte daha da artması muhtemel görülmektedir. Kuraklık bitkilerin toprak üstü biokütle artımını %30-70 oranında düşürebilmekte ve uzun dönemli olduğunda ise doğal yayılışlarını ve çeşitliliklerini sınırlayabilmektedir. Ağaçların büyümesi % 80-90 oranında suyun elverişliliği tarafından kontrol edilmektedir. Ülkemizde 1990 yılı sonrasındaki kurak dönemlerde İç Anadolu, Karadeniz ardı kesimler ve Ege Bölgesinde çeşitli orman ağacı türlerinde kurumalar görülmüştür. Karadeniz Bölgesinde sarıçam (*P. sylvestris* L.) ve ladinlerde (*P. orientalis* (L.) Link.), İç Anadolu bölgesinde karaçamalarda (*P. nigra* Arn.), sarıçamalarda ve göknarlarda (*Abies* sp.), Ege Bölgesinde ise kızılçamalarda (*P. brutia* Ten.) kurumalar tespit edilmiştir. Bahsedilen bu kurumaların dışında kuraklık ve sıcaklık artışına paralel olarak ladin ormanlarında kabuk böceklerinin neden olduğu önemli oranda kurumalar gözlemlenmiştir. Ülkemiz koşullarında, kuraklığın şiddetli olması üzerinde coğrafi konumun yanı sıra, iklim değişimi, aşırı otlama, çayır-mera ve orman alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesi ve şiddetli erozyon gibi etkenlerde önemli rol oynamaktadır. Ülke genelinde 1949 yılında 38.9 milyon ha olan çayır-mera otlak alanları, 1969 yılında 28.3 milyon hektara, günümüzde ise yaklaşık 21.8 milyon hektara düşmüştür. Yine işlenen arazi alanı 1935 yılında 8.5 milyon hektar iken bu miktar 1970 yılında 25 milyon hektara, günümüzde ise yaklaşık 28 milyon hektara ulaşmıştır. 1950-1997 yılları arasında meydana gelen orman alanı kayıpları yaklaşık 2.6 milyon hektardır. Kuraklığın orman ekosistemlerine vereceği zararları azaltmak için önemli orman ağacı türlerimizin kuraklığa dayanıklı orijinlerini veya ekotiplerini belirlemeye dönük bilimsel çalışmaların bir an önce yapılması gerekmektedir. Ayrıca orman alanlarının kuraklık risk haritalarının çıkarılması ve bu alanlarda ağaçları kuraklığa karşı dirençli kılacak silvikültürel müdahaleleri gerçekleştirerek ağaçların kuraklığa hazırlanması gerekmektedir. İklim projeksiyonları göstermiştir ki gelecekte ülkemiz daha da ısınacağından ağaçlandırma stratejileri buna göre şekillendirilmelidir; ağaç yetişmeyecek derecede az yağış alan alanlarda dikim yapılmamalı, eğer yapılacaksa da yapraklı türler veya çalı türleri tercih edilmeli, erozyon kontrolü ve otlandırma çalışmalarına daha fazla önem verilmelidir. Bu alanlara dikilen fidanlar kurak yıllarda kuruyacağından harcanan paralara yazık olacaktır. Ayrıca, Ülkemiz, kuraklıkla ciddi şekilde mücadele etmek ve gerekli önlemleri almak zorundadır. Erozyonu azaltmak, toprak kaybını önlemek ve neticesinde orman ve tarımsal üretimi artırmak için bu mücadele elzemdir.

Anahtar kelimeler: Kuraklık, Orman, Ekosistem, Orman ekosistemi

Forest ecosystems and drought interactions

Abstract: Drought is one of the important problems influencing forest ecosystems. This problem has been getting more attention recently due to impacts of global warming. Drought could decrease aboveground growth of plants by 30-70% and restrict their natural distribution boundary and biodiversity. Growth of trees is controlled by the availability of water up to 80-90%. In Turkey, drought triggered forest tree mortalities have been observed in leeward sides of Black Sea Region, Central Anatolian Region and Aegean Region. Dead trees of Scots pine and oriental spruce found in Black Sea Region, of black pine, scots pine and fir in Central Anatolian Region and of brutian pine in Aegean Region. In addition, drought triggered bark beetle infestation that caused dying of thousands of spruce trees in Eastern Black Sea Region. Main reasons of increasing drought effect are global warming, overgrazing, conversion of grassland and forest areas into croplands and increased erosion in Turkey. Grassland area in Turkey was 38.9 million ha in 1949 and this area had been decreased to 28.3 million ha till 1969 and today is 21.8 million ha. While agricultural land area was 8.5 million ha in 1935, it increased to 25 million ha in 1970 and today it is 28 million ha. Meanwhile forested land area had been decreased up to 2.6 million ha from 1950 to 1997. In Turkey, drought tolerant ecotypes of important timber species need to be selected in order to reduce the potential effects of global warming on tree mortalities. Additionally, drought risk maps of forest areas should be prepared to determine drought risk assessment and take necessary measures. Drought can further accelerate the effects and extent of erosion. Therefore, it is also important to account the effects of erosion on the productivity of agricultural and forest goods. Finally, effects of global warming need to be incorporated into afforestation strategies of Turkey.

Keywords: Drought, Forest, Ecosystem, Forest ecosystem, Erosion

1. Giriş

İnsanoğlunun varoluş hikayesinde kuraklıkla mücadele önemli bir yer tutmuştur. Sıtma ve benzeri hastalıklardan kaçan ve gıdalarını uzun süre bozulmadan saklamayı

arzulayan insanoğlu, nemli yerlerden uzak durmak zorunda kalmış; bu da onu kurak bölgelerde yaşamaya ve kuraklıkla mücadeleye önemli çaba sarf etmeye mecbur bırakmıştır. Dünya yüzölçümünün yaklaşık %40'ı (54 milyon km²) kurak alanlar olup, bu alanlarında %29'u çöl, %44.3'ü yarı-

✉ ^a Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, 08000, Artvin

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): atufekci27@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 11.10.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 26.03.2018



Citation (Atıf): Tüfekçioğlu, A., Tüfekçioğlu, M., 2018. Kuraklık ve orman ekosistem dinamikleri etkileşimi. Turkish Journal of Forestry, 19(1): 103-108.
DOI: [10.18182/tjf.342931](https://doi.org/10.18182/tjf.342931)

çöl ve %26'sı da kurak-yarınemli bölgelerden oluşmaktadır (Sivakumar, 2007). Kurak alanların %34'ü Asya, %24.1'i Afrika, %24'ü Amerika, %15'i Avustralya ve % 2.5'i de Avrupa kıtasında bulunmaktadır (Sivakumar, 2007). Önemli ölçüde insan faaliyetlerinden kaynaklanan çölleşme, dünya yüzeyinde yaklaşık 20 milyon km²'lik alanı kaplamaktadır (Mabbutt, 1994).

Türkiye, dünya üzerinde bulunduğu konum itibarı ile önemli bir kısmında kuraklık problemlerinin söz konusu olduğu bir noktada bulunmaktadır. Ülke yüz ölçümünün %16'sı yılda 400 mm den az, %27'si 400-600 mm, %57'si ise 600 mm'nin üzerinde yağış almaktadır. Bu sayısal değerlere baktığımızda yıllık yağış miktarının çok az olduğu alanlar fazla gözükmemektedir. Ancak, alınan bu yağışın mevsimlere dağılışı düzensizdir. Ülkemiz yüz ölçümünün %12.5'lik kısmı yazın 20 mm den az, %31.5'lik kısmı ise 20-50 mm arasında yağış almaktadır. Şu halde Ülkemizin %44'lük kesimi yazın 50 mm den az yağış almaktadır (Irmak, 1970). Bu durum yaz kuraklığının ülkemiz için çok önemli bir sorun olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, ülkemizde bitkiler yazın harcayacakları suyun büyük çoğunluğunu, kış ve baharın toprakta biriktirmiş olduğu sudan karşılamak durumundadırlar. Bu da toprakların derin, kil ve organik maddece zengin olmaları durumunda mümkündür. Ancak milattan önce 4000 yıldan beri tarım yapılan Anadolu topraklarının büyük çoğunluğu (yaklaşık % 75) organik madde bakımından oldukça fakirdir (Demirci ve Özçelik, 1990; Aydeniz, 1985).

Kuraklık, doğal bir olgudur ve genel olarak, bir yere uzun süre yağış düşmemesi sonucu toprak rutubetinin azalması ve neticesinde bitkinin zarar görmesi olarak tanımlanmaktadır (Kramer, 1983). Ancak, son yıllarda bu olgunun oluşum sıklığında, şiddetinde, süresinde ve etkilerinde bariz artışlar mevcuttur (Anonim, 2007a). 1995-2006 yılları arasındaki 12 yılın 11'i, 1850 yılından beri görülen en sıcak 12 yıl arasındadır (Anonim, 2007a). Kuraklıktaki artmanın temel nedenlerinin başında, insan faaliyetleri sonucu doğal süreçlerde meydana gelen bozulmalar gelmektedir. Bu doğal süreçlerdeki değişim ve bozulmaları tetikleyen ana nedenler olarak küresel ısınma, şiddetli erozyon ve yanlış arazi kullanımı (hatalı ve aşırı otlama, ormanların ve çayır-meraların tarım arazilerine dönüştürülmesi) gibi faktörler sıralanmaktadır (Sivakumar, 2007). Bu makalenin amacı bu faktörlerin kuraklık üzerindeki etkilerini ve kuraklığın orman ekosistemleri üzerindeki etkilerin, literatür verilerine bağlı olarak tartışmaktır. Aşağıda bu faktörlerin her birine kısaca değinilmektedir.

2. Kuraklık oluşum, şiddet, süre ve etkilerini artıran nedenler

2.1. Küresel iklimde değişim

Küresel iklimde değişim son yılların en çok üzerinde durulan ve araştırmacıların en çok ilgilendiği konuların başında gelmektedir. Uluslararası İklim Değişimi Paneli (IPCC), dünya sıcaklığının gelecek yüzyılda 1.4-5.8 °C arasında artacağını tahmin etmektedir (Anonim, 2001). Atmosferdeki CO₂ miktarı endüstri devrimi öncesi 250 ppm iken, bu oran son yıllarda 410 ppm'e ulaşmıştır (Anonim, 2017). Buzullara hapsedilmiş hava kabarcıkları üzerinde yapılan CO₂ analizi sonuçlarına göre değerlendirildiğinde,

bu değer son 650 000 yılda görülen CO₂ değişim aralığının (180-300 ppm) oldukça üzerindedir. Yirmi birinci yüzyılın ortalarına doğru atmosferdeki CO₂ oranının 500-600 ppm'e çıkacağı öngörülmektedir (Goudie, 1993). Atmosferdeki yıllık ortalama CO₂ artış oranı 1960-2005 yılları arasında 1.4 ppm iken, bu oranın son 10 yıllık süreçteki ortalaması 1.9 ppm'dir. Fosil yakıt kullanımından atmosfere geçen yıllık karbon salınımı 1990'lı yıllarda 6.4 milyar ton C iken, 2000-2005 yılları arasında 7.2 milyar ton C'ye ulaşmıştır. Ayrıca, arazi kullanım tipinin değişmesi sonucu atmosfere verilen karbon miktarı da 1990'lı yıllarda 1.9 milyar ton C olarak bildirilmektedir. Bütün bu değişimler irdelendiğinde, araştırmacıların büyük çoğunluğu küresel iklim değişiminin insan faaliyetlerinden kaynaklandığı konusunda birleşmekte (Anonim, 2007b) ve artan küresel ısınma ile kuraklık şiddetinin de artacağı bildirilmektedir (Gregory vd., 1997; Hanson ve Weltzin, 2000).

Bulunmuş olduğu coğrafi konumu itibarıyla, küresel ısınmadan önemli oranda etkilenmesi beklenen ülkelerden biride Türkiye'dir. Ülkemiz genelinde düzenli bir biçimde dağıtılan 18 adet meteoroloji istasyonunun 1939-1989 yılları arasındaki 50 yıllık kayıtlarını analiz eden Kadioğlu, söz konusu periyod sonunda minimum ortalama sıcaklığın 0,63 °C yükseldiğini belirlemiştir (Kadioğlu, 1997'e atfen, Asan, 1995). Birleşmiş Milletler Gelişim Programı (UNDP, United Nations Development Program) tarafından hazırlanan bir rapora göre, 1950-2004 yılları arasında, Ülkemizin özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde yaz sıcaklıkları artmış, kış yağışları ise azalmıştır (Anonim, 2007c). Aynı raporda, RegCM3 modeli kullanılarak, Ülkemizin gelecekteki sıcaklık ve yağış durumuna ilişkin öngörüler yapılmıştır. Buna göre, 2071-2100 yılları arasında batı bölgelerdeki yaz sıcaklıkları artarken yağışlar azalacaktır. Bu durum, Ülkemizde kuraklığın gelecekte daha da önemli bir problem haline geleceğini, kuraklık şiddetinin, süresinin ve etkilerinin daha da artacağını işaret etmektedir.

2.2. Orman ve otlak alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesi

Dünyamızda 1850 yılından 2000'li yıllara kadar yaklaşık 6 milyon km² orman alanı ve 4.7 milyon km² çayır ve otlak alanları tarım alanlarına dönüştürülmüştür (Ramankutty ve Foley, 1999). Bu alanlar Ülkemiz büyüklüğünün yaklaşık 12 katından daha fazla bir sahaya karşılık gelmektedir. Çayır, otlak ve orman topraklarının tarım alanlarına dönüştürülmesi, toprak organik maddesinin hızlı bir şekilde okside olarak ayrışmasına neden olmaktadır. Sivakumar (2007), ılıman ve tropik bölge ormanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesinin, toprak organik maddesinin sırasıyla %60 ve %75 oranında kaybedilmesine neden olduğunu bildirmektedir. Ayrışan organik madde atmosfere CO₂ olarak salıverilmekte, bu da küresel ısınmayı ve kuraklıkları artırıcı yönde etki etmektedir. Ayrıca, ormanların ve otlakların tarım alanlarına dönüştürülmesi erozyonu hızlandırarak verimli üst toprağın denizlere taşınmasına neden olmakta ve dolayısı ile karasal net üretimde düşüşlere yol açarak atmosferden bağlanan karbon miktarında azalmaya sebebiyet vermektedir.

Orman alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesi karalara düşen yağış miktarını azaltıcı yönde etki ederek kuraklık şiddetini artırmaktadır (Perry, 1994). Yirminci yüzyılda Panama, Malezya, Hindistan ve Filipinler'de

ormanların tahrip edilerek tarım ve otlak alanlarına dönüştürüldüğü yörelerde yağışlarda azalmalar belirlenmiştir (Meyers, 1988; Windsor vd., 1986). Küresel ölçekteki evapotranspirasyonun sadece % 15-20'lik bölümü karalardan gerçekleşmesine rağmen (Spiedel ve Agnew, 1982; Westall ve Stumm, 1980); karalara düşen yağışların sadece % 10'luk kısmı denizlerden buharlaşan suyun yoğunlaşması ile oluşmaktadır. Küresel düzeyde karalara düşen yağışların yaklaşık % 65'i başka bir kara parçasından buharlaşan sudan kaynaklanmaktadır (Perry, 1994). Denizlerden buharlaşan suyun önemli oranda yağış bıraktığı alanlar kıyı alanları ve deniz yüzeyleridir. Dolayısı ile ormanların, ormanlara kıyasla daha az transpirasyon yapan otlak ve tarım alanlarına dönüştürülmesi, karalara düşen yağış miktarında azalmalara neden olacaktır. Ormanların otlak ve tarım bitkilerine göre daha fazla transpirasyon yaptıklarının en çarpıcı örneği Avusturalya'da yaşanmıştır. Burada geniş ormanlık alanların otlak ve tarım alanlarına dönüştürülmesi sonucu taban suyu yükselerek, derinlerde bulunan tuzu yüzeye taşımış, geniş tarım alanları tuzlanma yüzünden tarım yapılamaz duruma gelmiştir (CSIRO, 1999).

Ülkemizde, önemli miktarda saha, orman, çayır ve otlak alanından tarım alanına dönüştürülmüştür. Ülke genelinde 1949 yılında 38.9 milyon ha olan çayır-otlak alanları 1969 yılında 28.3 milyon hektara (Aydemir, 1974), günümüzde ise 21.8 milyon hektara düşmüştür (Başaran, 2004). Yine işlenen arazi alanı 1935 yılında 8.5 milyon ha iken bu miktar 1970 yılında 25 milyon ha'a (Aydemir, 1974), günümüzde ise yaklaşık 28 milyon hektara ulaşmıştır (Başaran, 2004). 1950-1997 yılları arasında meydana gelen orman alanı kayıpları yaklaşık 2.6 milyon hektardır (Çağlar, 1998'e atfen Çepel, 2007). Ancak, geçmişte çok yüksek oranlarda gerçekleşen ormandan ve otlak alanından tarım alanına dönüştürme son yıllarda artan göçün etkisiyle tersine dönmüş bulunmaktadır. Bunun sonucu da son yıllarda orman alanlarında artma söz konusudur.

2.3. Aşırı otlatma

Aşırı otlatma erozyonu artırması, toprak mikro iklimini ve toprak-bitki-su ilişkilerini değiştirmesi gibi nedenlerden ötürü kuraklığın şiddetini artırıcı yönde etki etmektedir (Sivakumar, 2007). Aşırı otlatma, bitki örtüsünün azalması neticesinde, verimli üst toprağın erozyonla kaybına neden olarak, belli bir süre sonra otlakların verimden düşmelerine ve çıplak alanlara dönüşmelerine neden olmaktadır. Bu şekilde bitkisel üretim düşüşü otlaklar tarafından atmosferden bağlanan CO₂ miktarını azaltarak, küresel ısınma ve kuraklıkları artırıcı süreçleri hızlandırmaktadır. Verimli üst toprağı giden ve toprak derinliği azalan bu alanlarda, yağışlı mevsimlerde toprakta yeterince su depolanmadığı için buralarda yetişen bitkilerinde kuraklığa karşı dirençleri oldukça zayıf olmaktadır.

Aşırı otlatma, Ülkemiz meralarının önemli problemlerinden biridir. 6000 yıldan beri otlatılan Ülke meralarının verim güçleri ve yem değerleri oldukça düşüktür. Ülkemizde en yağışlı bölge olan Karadeniz Bölgesinde bile çayır-mera yem bitkilerinin ot verimi çayırıklarda 3.5 ton/ha, meralarda ise 0.9 ton/ha'dır (Bakır ve Açıkgoz, 1976). Aşırı otlatmanın, Erzurum'un Palandöken ve Kargapazarı dağlarında bitki örtüsünün yok olmasına paralel olarak böcek türlerinin yok olmasına yol açtığı, yine aşırı otlatmanın diğer faktörlerle birlikte

Amasya yöresinde kelebek türlerinin 150 yıl öncesine göre yaklaşık %30'unun neslinin yok olmasına veya ender bulunan türler durumuna düşmesine sebep olduğu belirtilmektedir (Avcı, 2005).

2.4. Erozyon

Erozyon, gerek Ülkemiz ve gerekse Dünyamız için önemli bir ekolojik sorundur. Ülkemizde her yıl yaklaşık 500 milyon ton toprak erozyonla denizlere taşınmaktadır (Çepel, 2007). Ülke topraklarının yaklaşık % 20.4'ünde orta, % 36.4'ünde şiddetli ve % 22.3'ünde çok şiddetli düzeyde erozyon söz konusudur. Şu halde, Ülke topraklarının yaklaşık % 80'inde orta ve şiddetli düzeyde erozyon söz konusudur (Çepel, 2007). Erozyon, verimli üst toprağın taşınmasına neden olarak toprak kalitesinin ve bitkisel üretimin düşmesine sebebiyet vermekte, küresel iklim değişimini ve kuraklık zararının şiddetini artırıcı yönde etki etmektedir (URL1).

3. Kuraklığın orman ekosistemleri üzerindeki etkileri

3.1. Kuraklık-büyüme ilişkileri

Kuraklık bitkilerin toprak üstü artımını %30-70 oranında düşürebilmekte ve uzun dönemli olduğunda ise doğal yayılışlarını sınırlayabilmektedir (Çepel, 1989). Zahner (1968), ağaçların büyümesindeki değişimlerin % 80-90 oranında suyun elverişliliği tarafından kontrol edildiğini belirtmektedir. Ciaıs vd. (2005) 2003 yılında Avrupa'da gözlemlenen kuraklığın ormanların toplam üretiminde %30 oranında düşüşe sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Raspe vd. (2004) 2003 yılı kuraklığının Almanya'nın Bavyera ormanlarında %40'a varan büyüme kayıpları oluşturduğunu bildirmişlerdir. Vennetier vd. (2004) 2003 yılı kuraklığı sonucu Fransa'nın Akdeniz'e kıyılı alanlarındaki çamların (*Pinus sp.*) ibrelerinin %50 ile 80 oranında döküldüğünü gözlemlemişlerdir.

Toprak üstü büyümenin aksine, kuraklık orta şiddette ve uzun süreli olduğunda kök büyümesini genelde artırıcı yönde etki etmektedir (Leuschner vd., 2001). Ancak çok şiddetli kuraklıklarda kök büyümesi durmakta, hatta ince köklerin bir kısmı suyunu kaybederek ölmektedir. Helmisaari vd. (2004), kuraklığın Avrupa ladininin (*Picea abies* (L.) H. Karst.) kılcal kök büyümesini azalttığını, buna karşılık kök ölümünü ise artırdığını rapor etmişlerdir.

Orman ağaç ve çalı türlerinin kuraklığa karşı dirençleri farklılık göstermektedir. Ogaya vd. (2003) tarafından yapılan kuraklık çalışmasında, *Quercus ilex* L., *Phillyrea latifolia* L. ve *Arbutus unedo* L. türlerinden oluşan orman 2 yıl süre ile yapay olarak kuraklığa maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda *A. unedo* ve *Q. İlex* büyümede sırasıyla % 77 ve % 55 azalma göstermiş, *P. latifolia* türünde ise herhangi bir azalma gözlenmemiştir. Benzer şekilde, Leuzinger vd. (2005) da sapsız meşenin Avrupa kayını ve adi gürgene kıyasla su stresine daha dayanıklı olduğunu rapor etmişlerdir. Meşe ve lale ağacı (*Liriodendron sp.*) türlerini karşılaştıran Turner vd. (1993); lale ağacının aşırı kurak yıllarda büyümede % 50 düzeyinde azalma gösterdiğini, meşe'nin ise herhangi bir azalma göstermediğini belirlemişlerdir. Ayrıca, aynı türün gölgede yetişen bireyleri, açıkta yetişen bireylerine göre; orman altında yetişen genç bireyleri de üst kapalılığı oluşturan

yetişkin bireylere göre kuraklığa karşı daha dayanıksızdırlar (Orwig ve Abram, 1997; Hanson ve Weltzin, 2000).

Ağaçların yeşerim dönemi içindeki büyüme davranışları(pattern), kuraklığa karşı dayanıklılıklarında önemli rol oynamaktadır (Hanson ve Weltzin, 2000). Yapraklı türlerin çoğu erken, yağışlı dönemde yeşermekte ve çap artımını tamamlamakta, böylelikle şiddetli yaz kuraklığından ibreli türlere göre daha az etkilenmektedirler (Hanson vd., 1998). Ayrıca, yapraklı türler kurak dönemlerde toprak üstü aksamın önemli bir kısmını kaybetmeler bile ertesi yıl yeniden gövde veya kütük sürgünü vererek yaşamlarına devam ettirebilmektedirler. Oysaki ibreli türlerin büyük çoğunluğunda böyle bir özellik yoktur. Ayrıca, ibreli türlerin intersepsiyon ile kaybettikleri su miktarı yapraklı türlere göre daha fazladır (Breda vd., 2006). Yapraklı türler, suyun dal ve yapraklara daha hızlı iletilmesine olanak tanıyan trahe iletim sistemine sahipken, ibreliler suyun daha yavaş taşınmasına olanak sağlayan traheid iletim sistemine sahiptirler (Kramer ve Kozlowski, 1979). Kurak koşullarda suyun topraktan köklere, oradan da yapraklara hızlı taşınması bir avantaj olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle şiddetli yaz kuraklığının olduğu ve aynı zamanda yıllık yağışın az olduğu alanlarda ağaçlandırmalarda ibreli türlerin kullanılmaması yerinde olacaktır.

3.2. Kuraklık ve orman ekosistemlerinde kurumalar

Kuraklığın orman ekosistemleri üzerine olan en şiddetli ve tahrip edici etkisi, ağaçlarda görülen kurumalardır. Kuraklık, uzun süreli ve şiddetli olduğunda aşırı su stresine maruz kalan ve artımları iyice azalan ağaçlar kurumaya başlamaktadırlar. IPCC 2007 raporuna göre son 12 yılın (1995-2006) 11'i, 1850 yılından beri görülen en sıcak 12 yıl arasındadır (Anonim, 2007a). Artan sıcaklıklar ve yağışlarda azalmaların tetiklediği kuraklıklar, ABD, Avrupa, Türkiye ve Dünyanın değişik bölgelerinde ağaçlarda kitle halinde veya münferit kurumalara neden olmuştur (Guarin ve Taylor, 2005; Hanson ve Weltzin, 2000; Vennetier vd., 2004; Ciaisi vd., 2005; Raspe vd., 2004; Semerci vd., 2004; Breda vd., 2006).

Kuraklığın kurumalara sebebiyet vermesi doğrudan veya dolaylı olmaktadır. Direk etki ağaçların su stresi sonucu kurumaları, dolaylı etki ise artan sıcaklık ve kuraklıkların kabuk böceklerinin aşırı üremesine neden olması ve bu böceklerin ağaçların kambiyumlarını yiyerek kurutmasıdır. Sağlıklı ağaçlar reçine salgılayarak kısmen buna karşı koyabilmektedirler. Ancak kuraklık ve aşırı rekabet sonucu zayıf düşmüş ağaçlarda bu pek mümkün olamamaktadır. Guarin ve Taylor (2005), Kaliforniya'nın Yosemite Milli parkındaki ibreli ormanlarda görülen kurumalar üzerine yaptıkları çalışmada, kuraklık ile kurumalar arasında ilişki olduğunu ve bu ilişkinin ancak 3-5 yıl süren kuraklık koşullarında anlamlı olduğunu belirtmektedirler. İlgili çalışmada, kurumaların kuzey bakıllarda daha yoğun olduğu gözlemlenmiş, ancak bu durum istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca, uzun süreden beri aralama yapılmaması ve geçmişte 5-10 yılda bir görülen hafif şiddetteki yangınların engellenmesi neticesinde, meşcerelerde sıklığın aşırı artmasının ağaçlar arasındaki rekabeti artırarak kurumaları artırdığı belirtilmiştir.

Ülkemizde orman ağaçlarında kurumalara ilişkin ilk bilimsel çalışmalar bildiğimiz kadarıyla Dündar (1973) ve

Aydemir'e (1974) aittir. Her iki yazarda Ankara ve çevresinde karaçamalarda görülen kurumaları incelemiş, Dündar (1973) kurumaların topraktaki bor fazlalığından kaynaklandığını ileri sürmüştü, Aydemir ise bu görüşe katılmayarak buradaki kurumaların yağış yetersizliği ve topraktaki yüksek pH'dan kaynaklandığını belirtmiştir. Geçen süre zarfında sulanan karaçamların büyüüp gelişmesi, burada yağış noksanlığının önemli bir etken olduğunu ve toprakta bulunan yüksek bor konsantrasyonunun sulama suyu ile uzaklaşarak zehir etkisinin ortadan kalktığını göstermektedir.

Ülkemizde 1990 yılı sonrasındaki kurak dönemlerde İç Anadolu, Karadeniz ardı kesimler ve Ege Bölgesinde çeşitli orman ağacı türlerinde kurumalar görülmüştür. Karadeniz Bölgesinde sarıçam ve ladinlerde, İç Anadolu bölgesinde karaçamalarda, sarıçamlarda ve göknarlarda, Ege Bölgesinde ise kızılçamlarda kurumalar tespit edilmiştir (Semerci vd., 2004; Altun vd., 2002). Semerci vd. (2004), İç Anadolu Bölgesinde görülen kurumaların % 37'sinin kuraklığa bağlı kuruma olduğunu, diğerlerinin ise toprak koşulları, dikim hatası ve böcek zararı gibi etmenlerden kaynaklandığını belirtmektedir.

Bahsedilen kurumaların dışında, kuraklık ve sıcaklık artışına paralel olarak ladin ormanlarında önemli oranda kabuk böceklerinin neden olduğu kurumalar gözlemlenmiştir. Artvin-Hatilla Milli Parkında kabuk böceklerinin kuruttuğu ağaç sayısı 100.000'den fazladır (Tüfekçiöğlü vd., 2005). Benzer zararlar Avrupa ve Amerikada da gözlemlenmiştir (Guarin ve Taylor, 2005; Zausen vd., 2005). ABD'de yapılan bir çalışmada kabuk böceklerine bağlı kurumalarda meşcerelerde aralama çalışmalarının zamanında yapılmamasının etkili olduğu belirtilmektedir (Zausen vd., 2005). İlgili çalışmada araştırmacılar, aralamanın ağaçlara daha fazla yerleşim alanı vermesi, su stresini azaltması, reçine üretimini artırarak ağaçların kabuk böceklerine karşı direncini artırması ve daha fazla fotosentez yapmalarını sağlaması gibi ekolojik açıdan önemli yararlar sağladığını bildirmişlerdir.

4. Sonuç ve Öneriler

Kuraklığın Ülkemiz orman ekosistemleri üzerine olan olumsuz etkisi son yıllarda artmış ve gelecekte daha da artması öngörülmektedir. Ülkemiz koşullarında, kuraklığın şiddetli olması üzerinde, coğrafi konumun yanında iklim değişimi, aşırı otlama, orman ve çayır-mera alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesi ve şiddetli erozyon gibi etkenlerde önemli rol oynamaktadır. Ülkemiz, bütün bu olumsuzluklarla ciddi şekilde mücadele etmek zorundadır. Ülke olarak geçmişte yapılan hatalara, bu konuda yenilerini ekleme lüksümüz yoktur. Önemli orman ağacı türlerimizin kuraklığa dayanıklı orijinlerini veya ekotiplerini belirlemeye dönük bilimsel çalışmaların bir an önce yapılması gerekmektedir. Ülkemiz orman alanlarının kuraklık risk haritalarının bir an önce çıkarılması ve bu alanlarda ağaçları kuraklığa karşı dirençli kılacak silvikültürel müdahalelerin bir an önce uygulamaya geçirilmesi ve ağaçların kuraklığa hazırlanması gerekmektedir. Gelecekte, Ülkemiz daha da ısınacağından ağaçlandırma stratejileri (uygun tür ve orijin seçimi) buna göre şekillendirilmeli, ağaç yetiştirecek derecede az yağış alan alanlarda dikim yapılmamalı, eğer yapılacaksa da yapraklı türler veya çalı türleri tercih edilmeli, erozyon kontrolü ve otlandırma çalışmalarına daha

fazla önem verilmelidir. Kuraklık hassasiyetinin fazla olduğu bu alanlara dikilen fidanlar kurak yıllarda kuruyacağından bu faaliyetler için harcanan emek ve paralar ne yazık ki heba olacaktır.

Kaynaklar

- Anonim, 2017. Earth's CO₂ homepage. <https://www.co2.earth/> Erişim:11.12.2017.
- Anonim, 2007a. Climate change 2007: The physical science basis. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Working Group I of the IPCC, Paris, February, 2007.
- Anonim, 2007b. IPCC WGI Fourth Assessment Report. İsviçre.
- Anonim, 2007c. UNDP Türkiye Raporu. Climate Change & Turkey: Impacts, Sectoral Analyses, Socio-Economic Dimensions. UNDP Türkiye Bürosu Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Working Group II, MacCarthy, J.J. et al., eds. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Altun, L., Yavuz, H., Baskent, E.Z., Yılmaz, M., 2002. Evaluating tree mortality in pure spruce stand using environmental and dendroclimatic factors. *Journal of Balkan Ecology*, 5(2):168-175.
- Asan, Ü., 1995. Global iklim değişimi ve Türkiye ormanlarında karbon birikimi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:45, sayı:1-2, s. 23-37.
- Aydemir, H., 1974. Ankara çevresinde yapılan ağaçlandırmalarda görülen kurumaların gerçek sebebi. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 21(2).
- Aydeniz, A., 1985. Toprak Amenajmanı. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 928. Ankara.
- Avcı, Ü., 2005. Tehditler ve biyolojik çeşitlilik. *Ekoloji Magazin*, Temmuz, No: 7.
- Bakır, Ö., Açıköz, E., 1976. Yurdumuzda yem bitkileri, çayır ve mera tarımının bugünkü durumu, geliştirme olanakları ve bu konuda yapılan araştırmalar. Çayır-Mera Zootečni Araştırma Enstitüsü, Yayın No:61, Ankara.
- Başaran, M., 2004. Türkiyenin organik karbon stoğu. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8: 31-36.
- Breda, N., Huc, R., Granier, A., Dreyer E., 2006. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Ann. For. Sci.* 63: 625–644.
- Çepel, N., 2007. Orman-Erozyon İlişkisi. <http://docplayer.biz.tr/9720254-Orman-erozyon-iliskisi.html>. Erişim:11.12.2017.
- Çepel, N., 1989. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No 3140/337, İstanbul.
- Ciais, P.M., Reichstein, N., Viovy, A., Granier, J., Ogée, V., Allard, M., Aubinet, N., Buchmann, Chr., Bernhofer, A., Carrara, F., Chevallier, N., De Noblet, A.D., Friend, P., Friedlingstein, T., Grünwald, B., Heinesch, P., Keronen, A., Knohl, G., Krinner, D., Loustau, G., Manca, G., Matteucci, F., Miglietta, J.M., Ourcival, D., Papale, K., Pilegaard, S., Rambal, G., Seufert, J.F., Soussana, M.J., Sanz, E.D., Schulze, T., Vesala & R., Valentini, 2005. Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature*, 437, 529-533.
- CSIRO, 1999. Salt: Australia's greatest battle. CSIRO Media Release, Ref 99/33, 15 February, 1999.
- Demirci, R., Özçelik, A., 1990. Tarım Tarihi. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 340. Ankara.
- Dündar, M., 1973. Ankara çevresinde çam ağaçlarında görülen bazı kurumalar üzerine düşünceler. *İ.Ü. Orman Fak. Dergisi*, Seri B, Cilt 15, s. 137-147.
- Goudie, A., 1993. The Nature of The Environment. University of Oxford, pp. 227-230.
- Gregory, J.M., Mitchell, J.F.B., Brady, A.J., 1997. Summer droughts in northern mid-latitudes in a time-dependent CO₂ climate experiment. *J. Climate*, 10: 662-686.
- Guarin, A., Taylor, A.H., 2005. Drought Triggered Tree Mortality in Mixed Conifer Forests in Yosemite National Park. California, USA.
- Hanson, P.J., Weltzin, J.F., 2000. Drought disturbance from climate change: response of United States forests. *The Science of Total Environment*, 262: 205-220.
- Hanson, P.J.D.E., Todd, M.A., Huston, J.D., Joslin, J., Croker, R.M., Auge, 1998. Description and field performance of the Walker Branch Throughfall Displacement Experiment: 1993-1996, ORNLrTM-13586. Oak Ridge, Tennessee: Oak Ridge National Laboratory.
- Helmisaari, H.S., Nöjd, P., Lumme, I., 2004. Norway spruce fine roots and seasonal drought– results of a three-year field experiment in southern Finland. Impacts of the Drought and Heat in 2003 on Forests, 17-19 November, 2004, Freiburg, Germany.
- Irmak, A., 1970. Orman Ekolojisi. Taş Mataası, İstanbul.
- Kadioğlu, M., 1997. Trends in surface air temperature data over Turkey. *Int. J. Climatology*, 17: 511-520.
- Kramer, P.J., 1983. Water relations of plants. Academic Press, New York, pp. 489.
- Kramer, P.J. Kozłowski, T.T., 1979. *Physiology of Woody Plants*. Academic Press, Orlando, FL, U.S.A.
- Leuschner, C., Backes, K., Hertel, D., Schipka, F., Schmitt, U., Terborg, O., Runge, M., 2001. Drought responses at leaf, stem and fine root levels of competitive *Fagus sylvatica* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. trees in dry and wet years. *For. Eco. and Management*, 149: 33-46.
- Leuzinger, S., Zotz, G., Asshoff, R., Körner, C., 2005. Responses of deciduous forest trees to severe drought in Central Europe. *Tree Physiol.*, 25(6): 641-50.
- Mabbutt, J.A., 1994. Climate change: some likely multiple impacts in Southern Africa. *Food Policy* 19, 165–191.
- Meyers, N., 1988. Tropical deforestation and climate change. *Environ. Conserv.*, 15: 293-298.
- Ogaya, R., Peñuelas, J., Martínez-Vilalta, J., Mangirón, M., 2003. Effect of drought on diameter increment of *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia*, and *Arbutus unedo* in a holm oak forest of NE Spain. *Forest Ecology and Management*, 180: 175-184.
- Orwig, D.A., Abrams, M.D., 1997. Variation in radial growth responses to drought among species, site, and canopy strata. *Trees*, 11: 474-484.
- Perry, D.A., 1994. *Forest Ecosystems*. Jhon Hopkins University Press, MA, U.S.A.
- Ramankutty, N., Foley, J.A., 1999. Estimating historical changes in global land cover: croplands from 1700 to 1992. *Glob. Biogeochem. Cycles*, 13: 997–1027.

- Raspe, S., Dietrich, H.P., Dobler, G., Gietl, G., Grimmeisen, W., Kroll, F., Schulze, B., Schulz, C., Schubert, A., 2004. Bavarian forest ecosystem monitoring program: a useful tool to analyze the drought 2003 and its effects on forests. Impacts of the Drought and Heat in 2003 on Forests, 17-19 November 2004, Freiburg, Germany, pp. 19-20.
- Semerci, A., Çelik, O., Şanlı, B., Eczacıbası, B., Şahin, Ö., 2004. Drought induced damages and mortalities in *Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasi-ana* (Lamb.), *Pinus sylvestris* L. and *Abies cilicica* (Ant. et Kotschy.) Carr. species in Semiarid Central Anatolia Region of Turkey. Impacts of the Drought and Heat in 2003 on Forests, 17-19 November 2004, Freiburg, Germany.
- Sivakumar, M.V.K., 2007. Interactions between climate and desertification. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142: 143-155.
- Spiedel, D.H., Agnew, A.F., 1982. *The Natural Geochemistry of Our Environment*. Westview Press, CO, U.S.A.
- Tüfekçioğlu, A., Kalay, H.Z., Küçük, M., Kahrıman, A., Özbayram, A.K., 2005. Artvin-Hatilla Milli Parkında böcek zararı sonucu görülen kurumalar ve bunu tetikleyen ekolojik nedenler. I. Çevre ve Ormancılık Şurası, s. 1430-1438, Antalya.
- Turner, R.S., Hanson, P.J., Huston, M.A., Garten, Jr. CT, Mulholland, P.J., 1993. A large-scale throughfall manipulation experiment on Walker Branch Watershed. In: Rasmussen L, Brydges T, Mathy P, editors. *Experimental manipulations of biota and biogeochemical cycling in ecosystems: approach-methodologies-findings*. Copenhagen, Denmark: Commission of the European Communities, :96-105.
- URL1; www.tema.org.tr. Erişim: 22.02.2007.
- Vennetier, M., Vila, B., Keller, T., Eryuan, L., Guibal, F., 2004. Impact of 2003 climate conditions on radial growth and state of health according to soil water balance for the main coniferous species of French Mediterranean area. Impacts of the Drought and Heat in 2003 on Forests, 17-19 November, 2004, Freiburg, Germany.
- Westall, J., Stumm, W., 1980. The Hydrosphere. In *The Handbook of Environmental Chemistry*. Vol 1. Part A. Edited by O. Hutzinger. Springer Verlag, Berlin, p. 17-49.
- Windsor, G.M., Rand, A.S., Rand, V.M., 1986. Variation in Rainfall on Barrow Colorado Island, Balboa, Panama. Report of the Smithsonian Tropical Research Institute.
- Zahner, R., 1968. Water deficits and growth of trees. In "Water deficits and growth of trees" (T.T. Kozlowski, Edt.). Vol. 2, pp. 191-254. Academic Press, New York.
- Zausen, G.L., Kolb, T.E., Bailey, J.D., Wagner, M.R., 2005. Long-term impacts of stand management on ponderosa pine physiology and bark beetle abundance in northern Arizona: A replicated landscape study. *Forest Ecology and Management*, 218: 291–305.