

KURAKLIĞIN TIBBİ VE AROMATİK BİTKİ YETİŞTİRİCİLİĞİ ÜZERİNE ETKİSİ

Doktora Öğrencisi Tülay TOPRAK* (Orcid No: 0000-0002-5576-2526)
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK (Orcid No: 0000-0002-3759-8232)
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK (Orcid No: 0000-0002-7995-0599)
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

ÖZET

Önemli bir çevresel stres olarak bilinen kuraklık, yağış miktarının az olmasından kaynaklanmakta ve tarım ürünlerinde önemli oranda verim azalmalarına neden olmaktadır. Küresel ısınmanın tarımsal üretim üzerine etkileri özellikle kurak bölgelerde verimin azalması şeklinde meydana gelmektedir. Ülkemizde büyük oranda doğal floradan toplanarak değerlendirilen tıbbi ve aromatik bitkilerin ülkemizin uygun ekolojilerinde kültür şartlarında yetiştirilmesi önem arz etmektedir. Sel, fırtına ve kuraklığın tıbbi ve aromatik bitki üretiminde ciddi verim kayıplarının oluşmasına neden olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalar ile tüm dünyada iklim değişikliğinin tıbbi ve aromatik bitkilerin dağılım ve fenolojisini etkilediği tespit edilmiştir. Dünya çapında su kaynaklarının miktar ve niteliklerinde meydana gelen azalmalar sebebiyle kuraklık stresi bitki yetiştiriciliğinde zamanla daha önemli hale gelmekte ve ekonomik yönden büyük öneme sahip bitkilerin normal fizyolojik işlevlerinde farklılıklara neden olmaktadır. Bu durum stres koşullarına dayanıklı bitki türlerinin yetiştiriciliğini ön plana çıkarmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler arasında stres koşularına dayanıklı bitki türlerinin tolerans mekanizmalarının açıklanmasına yönelik çalışmalar giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada kuraklığın tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliği üzerindeki etkileri ve kuraklığa dayanıklı bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin özellikleri son yıllarda yapılmış olan bazı çalışmalar referans alınarak ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, kuraklık, tıbbi ve aromatik bitki, verim



EFFECT ON MEDICAL AND AROMATIC PLANT CULTIVATION OF DROUGHT

ABSTRACT

Drought, which is known as an important environmental stress, is due to the low amount of precipitation and causes significant yield reductions in agricultural products. The effects of global warming on agricultural production occur in the form of a decrease in yield, especially in arid regions. It is important to cultivate medicinal and aromatic plants, which are mostly collected and evaluated from the natural flora in our country, in the appropriate ecologies of our country under cultural conditions.It is seen that flood, storm and drought cause serious yield losses in medicinal and aromatic plant production.It has been determined that climate change affects the distribution and phenology of medicinal and aromatic plants all over the world.Due to the decrease in the quantity and quality of water resources worldwide, drought stress becomes more important in plant cultivate over time and causes differences in the normal physiological functions of plants with great economic importance. This situation brings to the fore the cultivation of plant species that are resistant to stress conditions.Studies on the explanation of tolerance mechanisms of plant species resistant to stress conditions among medicinal and aromatic plants are gaining importance.In this study, the effects on medicinal and aromatic plant cultivation of drought and the characteristics of some drought-resistant medicinal and aromatic plants, some studies that have been done in recent years have been tried to be put forward by taking reference.

Keywords: Climate Change, Drought, Medicinal and Aromatic Plant, Yield



GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte; bilinçsiz kentleşme, doğal dengenin bozulması, tarım arazilerinin aşırı gübrelenmesi, su kaynaklarının bilinçsiz kullanımı ve meydana gelen iklim değişikliği küresel ısınma sorununun oluşmasına neden olmaktadır (Yurdcu, 2019). Türkiye iklim yapısı nedeniyle özellikle küresel ısınmanın bir sonucu olarak meydana gelen iklimsel farklılıklardan en çok zarar görecek ülkelerden biridir (Öztürk, 2002). Sera gazları emisyonlarının artmasıyla beraber oluşmaya başlayan küresel iklim değişikliği ve küresel ısınma, yağış rejimlerinin sıcaklık tarafından etkilenmesine sebep olmakta ayrıca insanlığın kuraklık, sel ve çölleşme gibi felaketler yaşamasına neden olmaktadır. İklim farklılıklarının meydana getirdiği veya meydana getireceği olumsuz etkiler sadece insanları değil, aynı zamanda bütün canlı sistemlerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Oluşan sıcaklık artışıyla beraber, buharlaşma artmakta buna bağlı olarak toprakta bulunan nem oranı azalmaktadır. Toprakta bulunan nem oranının azalması sonucunda, nemli ortamlarda yaşayan hayvan, bitki ve mikroorganizma çeşitliliği de farklılık göstermektedir.

Kuraklık, bitkilerin gelişimi üzerinde bütün dünyada en etkili ve önemli bir faktör olup,buna karşı bitkilerin tepkileri tür ve genotipe göre farklılık göstermektedir (Bannayan ve ark., 2008). Bitkilerde su stresi; alınan su miktarının, su kaybından az olması durumunda meydana gelmektedir. Bu durum aşırı su kaybı ve su alımının az olmasından veya her iki durumun birlikte gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır (Kochaki ve Alizadeh, 1996). Kuraklık bitki gelişimini olumsuz etkilemekle beraber, tohumun çimlenme oranının azalmasına ve çimlenmenin gecikmesine de neden olmaktadır. Kuraklık, stomaların kapanmasına yol açarak, CO_2 asimilasyonunun düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca, fotosentezde azalma, fizyolojik süreçlerin bozulması, büyümenin duraksaması ve bitki ölümüne dahi neden olmaktadır (Singh ve Patel,1996).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin yüzyıllardan beri baharat, gıda, ilaç ve çeşni olarak geniş bir kullanım alanının bulunduğu bilinmektedir. Bu sebeple haşhaş, kimyon ve anason gibi bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin tarımı tarih öncesi devirlerden bu yana devam etmektedir. Özellikle 1990'lı yıllardan sonra, tıbbi ve aromatik bitkilerin yeni kullanım alanlarının keşfedilmesi, doğal ürünlere olan ilginin artması, tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım hacminin zamanla artmasını sağlamaktadır (Kumar, 2009). Son zamanlarda, tıbbi ve aromatik bitkilerin kültüre alınma çalışmalarının yaygınlaştığı görülmektedir. Bu türlere olan yoğun talep yalnızca doğadan toplamaya bağlı kalınmaması gerektiğini göstermektedir. Bu sebeple uygun türlerde

kültüre alma çalışmalarının yaygınlaşması hem pazara düzenli ve standartlara uygun ürün talebini karşılayacak hem de bu türlerin doğadan bilinçsiz şekilde aşırı toplanmasının sebep olacağı zararların önüne geçilecektir. Ayrıca, sulama miktarına ve sistemine karar vermede türlerin özellikle kuraklık stresine dayanıklılıklarının ortaya konulması önem taşımaktadır (Mohammed, 2017). Damlama veya yağmurlama sulama sistemi gibi modern sulama sistemleri, salma sulamaya göre; su kullanım miktarını %70 oranında azaltırken, ürün verimini ise % 90 oranında arttırmaktadır (Kapluhan, 2013). Bu çalışmada, iklim değişikliğinin bir sonucu olan kuraklığın tıbbi ve aromatik bitkiler üzerindeki etkileri hakkında bilgi verilerek tıbbi ve aromatik bitkileri kuraklığın olumsuz etkilerinden korumak için alternatif çözüm yolları arayışına yönelik çalışmalara destek olunması amaçlanmaktadır.

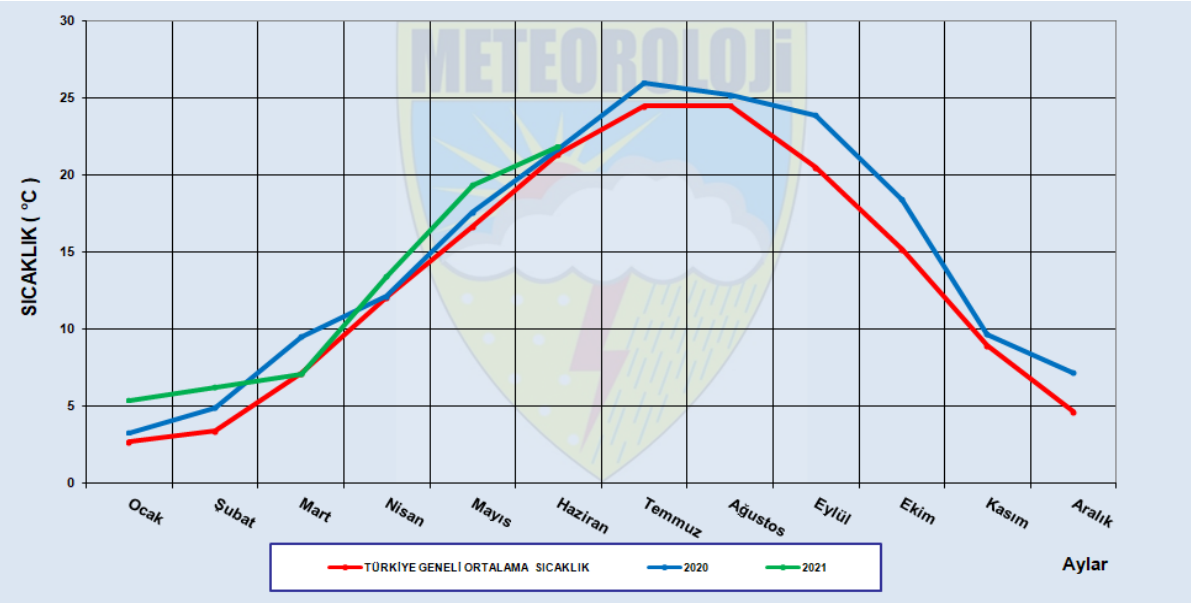


Şekil 1. Kuraklık stresinin meydana getirdiği zarar (Anonim 2021 a)

Kuraklık

Kuraklık, meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyoekonomik kuraklık olarak farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Kuraklık, meteorolojik kuraklık şeklinde başlamakta, tarımsal ve hidrolojik kuraklık şeklinde sürmekte ve sosyoekonomik kuraklık biçiminde etkileri görülmektedir. Meteorolojik kuraklık; yağış değerlerinin uzun bir süre normal değerlerin altına düşmesi, tarımsal kuraklık ise bitkinin büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan suyun toprakta bulunmaması olarak ifade edilmektedir (Mengü ve ark., 2011). Hidrolojik kuraklık; yeraltı su kaynaklarında, göl ve nehirlerdeki su miktarının azalması olarak ifade edilirken, sosyoekonomik kuraklık ise farklı kuraklık türlerine bağlı bir şekilde meydana gelen ekonomik

dengelerin değişmesi ve bozulması olarak tanımlanmaktadır (Mishra ve Singh, 2010). Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ise kuraklığı, aralıksız devam eden ve uzun süreli yağış azalması olarak tanımlamaktadır. Birleşmiş Milletler Kuraklık ve Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi (UNCCD)' ne göre kuraklık, yağışların normal seviyesinin altına düşmesi şeklinde tanımlanırken, Birleşmiş Milletler Dünya Tarım Örgütü (FAO)' ne göre, kuraklık; nem oranının düşmesinden dolayı, ürün miktarının azaldığı yılların yüzdesi şeklinde tanımlanmaktadır (Şahin ve Kurnaz, 2014).

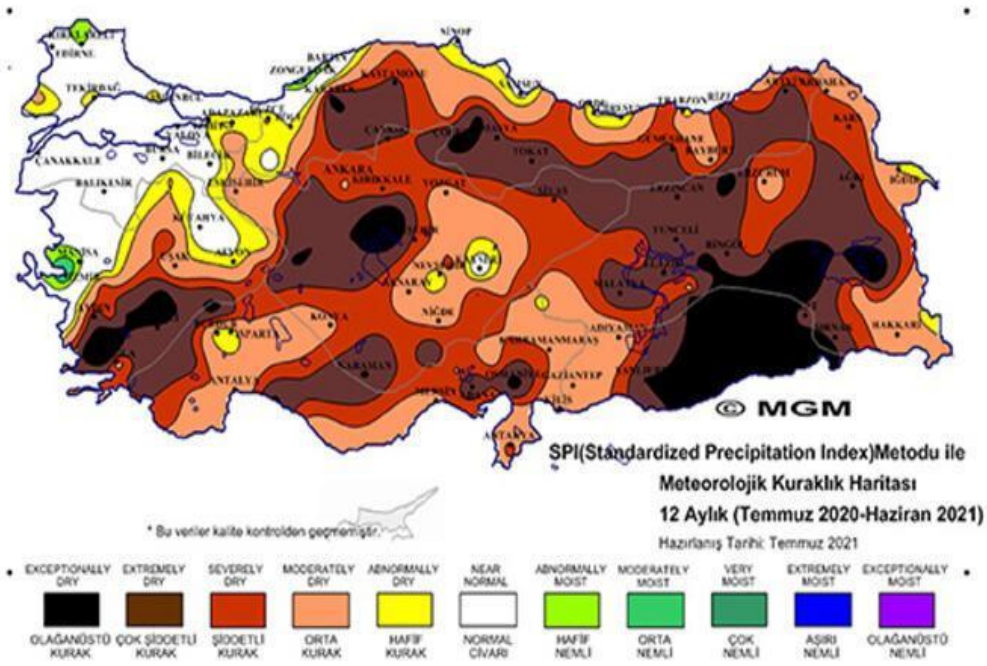


Şekil 2. 2021 yılı ortalama sıcaklıkların uzun yıllar ve 2020 yılı ile karşılaştırılması (Anonim, 2021 b)

Kuraklık Stresinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri

Kuraklık stresinden etkilenmeleri bakımından bitki türleri, çeşitleri ve organları arasında metabolik ve fizyolojik aktivite bakımından önemli farklılıkların olduğu bilinmektedir (Belkhodja ve ark., 1994). Genotipe bağlı olarak ortaya çıkan ve farklı şiddetlerde görülen kuraklıktan etkilenme derecesi, o genotipin stres altında meydana getirdiği metabolik değişimlere (biyokimyasal ve fizyolojik tepkilere) bağlıdır (Kayabaşı, 2011). Bitkiler üzerinde oluşan kuraklık stresinin genel olarak su noksanlığı ve kuruma olarak iki gruba ayrıldığı bilinmektedir (Smirnoff, 1993). Birinci grup olarak ifade edilen su noksanlığı; stomalarda kapanmaya ve gaz değişiminde kısıtlamaya neden olan orta düzeydeki su kaybı olarak görülmektedir. Kuruma ise metabolizma ve hücre yapısının tamamen bozulmasına bağlı olarak enzimlerle katalize olan reaksiyonların durmasına sebep olan fazla miktardaki su kaybı olarak ifade edilmektedir (Smirnoff, 1993; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Kurumaya karşı duyarlı

olan vasküler bitkilerin büyük çoğunluğu vejetatif doku % 30'un altındaki oransal su kapsamına düştükten sonra iyileşme sürecine girememektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Bitkiler büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan suyu kök bölgesinden alamadıkları zaman bu durumun stres oluşturmaya başladığı görülmektedir. Bu durumdan, bitkiler oluşan su kayıplarını azaltarak ya da su alımını arttırarak kurtulmaya çalışmaktadırlar (Bray, 1997). Bitkilerin yapraklarından terleme yoluyla kaybedilen suyun bitki kökleri ile karşılanamamasının bir sonucu olarak, yaprak hücreleri plazmoliz durumuna geçerek pörsümektedir (Günay, 2005).



Şekil 3. Türkiye' nin 12 aylık (Temmuz 2020-Haziran 2021) kuraklık haritası (Anonim, 2021 c)

Su noksanlığının görülen sonuçlarından biride, fotosentez oranında meydana gelen azalmalar nedeniyle vejetatif büyümenin kısıtlandığıdır. Gövde büyümesinin ve özellikle yaprak büyümesinin, su noksanlığına, kök büyümesinden daha hassas olduğu yapılan farklı çalışmalar ile tespit edilmiştir (Sağlam, 2004). Kurak şartların meydana geldiği ilk dönemlerde, bitki daha fazla suya ulaşabilmek için toprak üstü gelişimini yavaşlatarak kök gelişimini arttırmaktadır (Öztürk, 2015). Diğer yandan, kurak koşulların uzun sürmesi nedeniyle hem kök hem de gövde gelişimi durmakta, yaprak sayısı ve yaprak alanı azalmakta ve hatta bazı yapraklar sararak dökülmektedirler (Anjum ve ark., 2011; Öztürk, 2015).

Yapılan çalışmalarda; kuraklık stresine bağlı olarak; transpirasyon oranı, fotosentez oranı, stoma iletkenliği ve su kullanım etkinliğinin düştüğü görülmektedir. (Farooq ve ark., 2009; Flexsas ve ark., 2004; Dolferus, 2014). Plazma membranının yapısında, hücrede meydana gelen



su kaybı ile birlikte çeşitli değişimler meydana gelmektedir. Su kaybının bir sonucu olarak hücre hacminde küçülme meydana gelerek, gerilim altındaki plazma membranında gerçekleşen çökme ise yırtılmalara neden olabilmektedir. Oluşan bu zarar, hücresel metabolizmanın kalıcı olarak bozulmasına neden olmaktadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Kuraklık Stresi Altındaki Bitkilerin Korunma Mekanizmaları

Kuraklık stresine bağlı olarak bitkilerde biyokimyasal, fizyolojik ve moleküler pek çok tepkinin başladığı görülmektedir. Bunlara cevap olarak bitkilerin de strese bağlı olarak değişen çevre şartlarına uyum sağlayabilmek için adaptasyon mekanizmaları geliştirdiği bilinmektedir. Bitkilerin kuraklıktan etkilenme durumu, genotip, tür, kuraklığın süresi ve şiddeti, bitkinin büyüme ve gelişme dönemi, organ ile hücre tipine göre farklılıklar göstermektedir (Bray, 1997). Bitkiler,kuraklık stresinin olumsuz etkilerinden kendilerini koruyabilmek için; adaptasyon, kuraklıktan kaçınma ve kuraklık toleransı olmak üzere üç önemli strateji geliştirmişlerdir (Gürel ve Avcıoğlu, 2001; Mundree ve ark., 2002). Kuraklıktan kaçınma mekanizmasına, dokularında su depolayarak uzun süre canlılıklarını devam ettirebilen sukulent bitkiler örnek olarak verilebilmektedir (Salisbury, 1992). Stresten kaçınan bitkiler yalnızca orta şiddetteki kuraklık stresi şartlarında hayatta kalabilirken, strese toleranslı bitki gruplarının koruyucu mekanizmalarını çalıştırmak suretiyle çok daha şiddetli kuraklık stresi şartlarında hayatta kalabildikleri görülmektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Kuraklık stresine karşı dayanıklılık gösteren bazı bitkilerin yapraklarının mumsu bir yapıyla kaplı olması, güneş ışınlarına bağlı olarak yaprak yönünün değişmesi ve yaprakların kıvrılma durumu (Sağlam, 2004) gibi özellikler bitkilerin kuraklık stresine karşı geliştirdiği mekanizmalar arasında yer almaktadır (Mundre ve ark., 2002; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Bitkilerde su stresinin algılanmasıyla birlikte ilk olarak meydana gelen adaptasyon mekanizması su kaybını engellemek amacıyla stomaların daralması veya kapanması şeklinde oluşmaktadır (Osakabe ve ark., 2014). Bitkilerin fotosentez oranı; açık stomalardan, bitki yaprak dokusu içerisine alınan gaz formundaki karbondioksit miktarı ile ilişkilidir. Stomaların açık olması ayrıca bitkinin terleme ile su kaybetmesine de neden olmaktadır. Bu sebeple kurak koşulların meydana gelmesi durumunda bitkiler, terleme ile su kaybını en aza indirmek amacıyla stomalarını hızlı bir şekilde kapatmaktadırlar. Bunun bir sonucu olarak karbondioksit alınımı azaldığı için bitkilerin fotosentez oranında da azalma meydana geldiği görülmektedir (Chavez ve ark., 2003).

Kurak şartlar, bitkilerde bulunan hücre turgor basıncının farklılaşmasına neden olmaktadır. Bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine stresin birincil etkisi osmotik basınç ile ifade edilmektedir. Bitki hücrelerinin kuraklık stresinden etkilenmelerini en az indirgemek amacıyla osmotik



dengeleme büyük önem taşımaktadır. Bitkilerin kök ortamındaki osmotik basınç farklılaşmalarına karşın içsel osmotik durumlarını ayarlayabilmek için özel mekanizmalara ihtiyaç vardır (Morgan, 1995). Bitkilerin osmotik bir denge sağlamalarına 'osmotik uyum' adı verilmektedir (Hamada ve ark., 1992). Bitkilerin hayatta kalabilmesi için toprak çözeltisindeki çeşitli iyonları alması veya bazı organik bileşikleri sentezleyerek osmotik su kaybını en aza indirgemesi gerekmektedir (Ashraf, 1994; Salama ve ark., 1994). Osmolit olarak adlandırılan bazı yapılar hücre turgor dengesinin korunmasına yardımcı olan bir grup çözünür madde sentezlemekte ve biriktirmektedir (Öztürk, 2015; Tari ve ark., 2008). Bu maddelere; prolin, asparajin ve glisin gibi serbest amino asitler ile organik asitler, betain, ve karbonhidratlar gibi farklı gruplar örnek olarak verilebilmektedir (Liang ve ark., 2013). Osmotik uyumu sağlamakta görev alan osmolitler, yaprak su basıncını dengeledikleri için stoma iletkenliğini arttırmakta, fotosentezin devamlılığını sağlamakta ve bunun bir sonucu olarak büyümeye yardımcı olmaktadır (Öztürk, 2015). Su dengesinin korunması ve hücredeki metabolik faaliyetlerinin azda olsa sürdürülebilmesi kurak şartlarda bitkilere kısa süreli bile olsa bir dayanıklılık sağlamaktadır (Öztürk, 2015). Bitkilerin stres koşullarıyla mücadelelerinde büyük öneme sahip olan kuraklık stresi ile meydana gelen reaktif oksijen türevlerinin birikimlerinin engellenmesi ve indirgenmesi önemli bir etken olarak bilinmektedir (Öztürk, 2015). Çünkü kuraklık stresi ve fotosentez hızının azalmasıyla birlikte bitki bünyesinde hücre metabolizmasının doğal bir yan ürünü olan ve sinyal iletim mekanizmasında önemli rol oynayan tekli oksijen, süperoksitanyonu ve hidrojen peroksit gibi reaktif oksijen türevlerinin meydana gelmesi bitkilerin kuraklığa uyum mekanizmaları arasında yer almaktadır (Anjum ve ark., 2011; Bhargava ve Sawant, 2013; Cabello ve ark., 2014).

Bitki yapraklarında bulunan iyon içerikleri,bitkilerin kuraklık stresine karşı oluşturdukları dayanıklılık hakkında yol gösterici olabilmektedir. Kurak şartlarına dayanıklı çeşitlerin gövdelerinde, duyarlı çeşitlere kıyasla daha az iyon biriktirdiği yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (McKimmie ve Dobrenz, 1991; Ashraf ve ark., 1996). Çeşitli inorganik iyonların ve osmolit olarak görev yapan değişik organik maddelerin birikimi (Wyn Jones, 1981), yapraklardaki fotosentetik aktivitelerin belirlenmesi (Sharma ve Hall, 1992; Belkhodja ve ark., 1994), hücre zarı geçirgenliğinde ortaya çıkan zararlar (Blum, 1985), kuru madde stres indeksi (Bouslama ve Schapanagh, 1984) strese dayanıklı bitkilerin seçiminde kullanılabilecek parametreler arasında bulunmaktadır (Kayabaşı, 2011). Genetik yapılarına bağlı olarak organizmaların strese karşı vermiş oldukları tepkilerin birbirinden farklı olduğu bilinmektedir (Chaves, 2003).



Kuraklığın Tıbbi Ve Aromatik Bitki Yetiştiriciliği Üzerine Etkisi

Tıbbi ve aromatik bitki denildiği zaman bitkiler hem etken madde bakımından hem de tüketim alanları açısından çok geniş bir alanı içermektedir. Bu nedenle tıbbi ve aromatik bitkilerin bugün standart bir şekile gelmiş sınıflandırılması bulunmamakla birlikte genellikle; içerdikleri etken maddelere, familyalarına, kullanımlarına ve tüketim alanlarına, yararlanılan organlarına ve farmakolojik etkilerine göre sınıflandırıldıkları görülmektedir (Ceylan, 1995). Tıbbi ve aromatik bitkilerin günümüzde; ilaç, kozmetik, gıda, tekstil, boya ve tarım gibi pek çok alanda kullanıldığı bilinmektedir (Acıbuca ve Budak, 2018). Günümüzde insanların sentetik ürünlerden uzaklaşarak doğal ürünlere yönelmesiyle birlikte, tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım miktarının arttığı bilinmektedir (Göktaş ve Gıdık, 2019)

Kuraklık stresi arttıkça bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde gerileme olduğu görülmektedir (Yurdcu, 2019). Buna rağmen tıbbi ve aromatik bitkilerin bir kısmında kuraklık stresi ile birlikte uçucu yağ oranının artış gösterdiği görülmektedir (Singh-Sangwan ve ark., 1994; Fatima ve ark., 2000). Tıbbi bitkilerin kuraklığa karşı göstermiş oldukları tepkiler birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, haşhaş bitkisinde kuraklık arttıkça terleme ve stoma iletkenliğinde önemli ölçüde azalma meydana geldiği görülürken (Mahdavi ve ark., 2010) nanede kuraklığın bitki gelişimi ve uçucu yağ verimini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir (Khorasaninejad, 2011). Kişniş bitkisinde ise kuraklık artışı ile bitki boyunda önemli azalmalar olduğu belirlenmiştir (Gözüaçık, 2013).Tunçbilek (1987) tarafından yapılan bir araştırmada, su eksikliğinin bitkilerde dengesizliğe neden olduğu, bitkinin su kaybı durumuna tolerans geliştirmek için yaprak yapısında değişime giderek özellikle yapraklarda küçülme ve tüylenmelerin meydana geldiği bildirilmiştir. Kurak koşullar altında yaprak alanı, yaprak sayısı, yeşil aksam, yaş ve kuru bitki ağırlığı ile kök yaş ağırlığının fazlaca etkilendiği bilinmektedir. Kuraklık stresi koşulları altında yetiştirilen bitkilerin yaprak su içeriğinde azalmaların olduğu tespit edilmiştir (Yurdcu, 2019). Çörek otu bitkisinde, kurak koşulların bitkinin büyümesini yavaşlattığı ve bitkinin toleransını arttırıp uyum sağlayabilmek için daha çok sekonder metabolit ürettiği yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur (Pessarkli, 1999; Bettaieb ve ark., 2009). Rezaaei-Chiyaneh, (2012) tarafından yapılan bir diğer çalışmada rezenede kuraklık stresinin uçucu yağ üretimini arttırdığı bildirilmiştir. Ancak yapılan çalışmalarda kuraklığın rezenede yağ oranını arttırdığı ancak tane ve yağ verimini düşürdüğü belirlenmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkiler üzerinde yapılan pek çok araştırmada, kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde, büyüme ve gelişmenin azalması nedeniyle verimin düştüğü ve buna bağlı olarak ta uçucu yağ veriminde de azalmaların olacağı bildirilmiştir (Jamshidi ve ark., 2012).

Kuraklığa Dayanıklı Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Adaçayı (*Salviaofficinalis* L.)

Dünyada *Salvia* cinsine ait yaklaşık olarak 900 türü bulunan adaçayı (*Salvia officinalis* L.), *Lamiaceae* familyasına ait olan bir uçucu yağ ve baharat bitkisidir. Dünyada adaçayının en fazla toplandığı ülkelerden biri olan Türkiye'de 97 tür, 4 alttür ve 8 varyete bulunmaktadır. Çok yıllık bir bitki olan adaçayı 50-100 cm arasında boylanır ve yarı çalımsı bir gövde yapısına sahiptir (Arıhan, 2003; Baser, 2008; Bayram ve ark, 2010; Ceylan ve ark, 1990; Ekren ve ark, 1990). Adaçayında en yüksek yağ veriminin; bol güneşli, sıcak, kurak, düşük rakımlı ve eğimli araziler üzerindeki bölgelerden elde edildiği görülmektedir (Dinçer, 2007).

Lavanta (*Lavandula sp*.)

Sıcağı seven ve önemli miktarda sıcaklığa ihtiyaç duyan lavanta *(Lavandula sp.),* çok yıllık ve çalımsı bir bitkidir. Işığı seven lavanta (*Lavandula sp*.) bitkisinin, iyi güneş gören yamaçlarda çok iyi bir gelişme gösterdiği bilinmektedir. Gölgeye maruz kalmaları halinde bitkiler zayıf kalmakta, çiçek salkımları küçük ve az çiçekli, eterik yağ içeriği de daha düşük olmaktadır. Lavanta, güçlü bir şekilde gelişmiş ve derin toprak katmanlarından suyu alabilen kök yapısı sayesinde kuraklığa dayanıklı bir bitkidir. Bu özelliğine yardımcı olan toprak üstü aksamlarından yoğun şekildeki buharlaşmayı önleyen tüyler ile kaplı yaprakları da bu dayanıklılığın oluşmasını desteklemektedir (Ayyıldız, 2021).



Şekil 4. Lavanta (*Lavandula sp*.) bitkisine ait bir görüntü (Anonim, 2021 d)

Devedikeni (*Silybum marianum*)

Deve dikeni, *Asteraceae* (*Compositae*) familyasının *Silybum* cinsine ait doğal olarak yetişen ve kültürü yapılan tek yıllık bir bitkidir (Baytop, 1984; Sanchez-Sampedro ve ark., 2008). Tohumlarının modern araştırmalar ve çalışmalar sonucunda karaciğer hastalıkları üzerine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir (Sanchez-Sampedro ve ark., 2008). Devedikeni kurak

arazilerde geniş yayılış göstermekte ve içeriğinde glikozidler, alkaloidler, katranlar, organik asitler, vitamin C gibi çeşitli komponentler bulunmaktadır (Çerepanov, 1995; Demirov, 1988).

Kekik (*Thymus*sp.)

Sıcaklığa ve kuraklığa oldukça dayanıklı olan kekik (*Thymus* sp.) bitkisi çok yıllık otsu bir bitkidir. Ülkemizde 14 adedi endemik olarak yetişen 37- 40 arasında kekik (*Thymus*sp.) türü bulunmaktadır. Bu türler 1500 metre rakıma kadar yayılış göstermektedir. Solunum yolları hastalıklarının tedavisinde, düşük tansiyonunun yükseltilmesinde, kansızlıkta, iştahsızlık problemlerinde ve soğuk algınlığı gibi birçok hastalıkta faydalı olduğu bilinmektedir. Kekik türleri kurakçıl bitki sınıfına girmektedirler (Belaqziz ve ark., 2009).

Safran (*Crocus sativus* L.)

Sonbaharda çiçek açan Safran (*Crocus sativus* L.), 20–30 cm' ye kadar boylanabilen bir kültür bitkisidir (Arslan, 1986). Safran çok eskiden beri yetiştirilen önemli bir ilaç, baharat ve boya bitkisidir. Kullanım alanları; boya, kozmetik, ilaç ve gıda sanayisidir. Özellikle, gıda ve ilaç endüstrisinde çok geniş kullanım alanına sahiptir. Safran bitkisinin stigmasında çeşitli kimyasal bileşenler bulunmaktadır. Safranın antitoksin, antioksidan, antikanser etkileri, içerisindeki sekonder metabolitler ve bunların türevleri olan (dimethylcrocetin safranal, krosin, krosetin) kaynaklanmaktadır (Kanakis ve ark., 2007). Yaz kuraklıklarına karşı oldukça dayanıklıdır. Özellikle safran (*Crocus Sativus* L.)'ın çiçeklenme döneminde kuru ve güneşli havaları tercih ettiği belirtilmektedir (Arslan, 1986).

Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.)

Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisi 50-100 cm boylarında, çalı görüntüsüne sahip, her zaman yeşil, çiçekleri soluk mavi renkli olan çok yıllık bir bitkidir (Baytop, 1984). Avrupa ve Amerika'da antioksidan olarak kullanıma sunulan tek ticari bitkidir (Bozin ve ark., 2007). Avrupa'da biberiye, hem gıda sanayinde hem de ilaç sanayi ve aromaterapide de kullanılmaktadır (Banyai, 2003).Bitkinin fazla dallanan odunlaşmış köklere sahip olması nedeniyle, kuraklık stresine karşı oldukça dayanıklı olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2021 a).



Şekil 5. Biberiye bitkisine ait bir görüntü (Anonim, 2021 e)

Hünnap (*Zizyphus jujuba* Mill.)

Ülkemizde daha çok Batı ve Güney bölgelerinde yetişmekte olan hünnap (*Zizyphus jujuba* Mill.), 10 metreye kadar boylanabilen, oldukça estetik görünümlü, dikenli bir meyve ağacıdır. Bitkinin kullanılan kısımları meyveleri olup taze ve kuru olarak tüketilebilmektedir. Hünnap (*Zizyphus jujuba* Mill.) besin değeri oldukça yüksek olan bir meyvedir. Meyve yapısı olarak iğdeye çok benzeyen hünnap (*Zizyphus jujuba* Mill.) çok farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Özellikle doymamış yağ asitleri bakımından zengin olan hünnap meyvesi ortalama %10-15 arasında sabit yağ içermektedir. Sağlam bir kök yapısı bulunan hünnap kuraklığa karşı oldukça dayanıklıdır. (Ürgenç 1998; Gezer ve Yücedağ, 2006).

Alıç (*Crataegus* sp.)

Alıç türleri meyve, reçel ve çay ile birlikte farmasötik ürünler ve süs bitkisi olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Türkiye' de doğal bir şekilde bulunan alıç türlerinin kimyasal içerikleri ile ilgili olarak yapılan birçok araştırmada pek çok önemli biyoaktif bileşiğin bulunduğu tespit edilmiştir. Kuraklığa dayanıklı bir bitki olan alıç (*Crataegus* sp.) bitkisinin çiçek, yaprak ve meyve gibi kısımları geleneksel ve günümüz tıbbında kullanılmaktadır. (Anonim, 2017).



Şekil 6. Alıç (*Crataegus* sp.) bitkisinin bir görüntüsü (Anonim, 2021 f)

SONUÇ

Dünyayı gelecekte daha sıcak ve kurak koşulların beklediği yapılan çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Bu sebeple kuraklığa ve sıcak şartlara uyum sağlayabilen tarımsal bitki çeşitlerinin belirlenmesi, konuyla ilgili araştırma projelerinin geliştirilmesi ve projelerin çeşitli kamu veya özel kuruluşlar tarafından desteklenmesi gerekmektedir. Kuraklık şartlarının bitkisel üretimi olumsuz etkilemesi nedeniyle kuraklığa dayanıklı alternatif bitki yetiştiriciliğine yönelik çalışmalara ağırlık vermek gerektiği kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu nedenle son yıllarda önemi oldukça artan ve kullanım alanları genişlemesine rağmen ülkemizde



halen büyük oranda doğadan toplanarak değerlendirilen tıbbi ve aromatik bitkilerin ülkemizin uygun ekolojilerinde kültür şartlarında yetiştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple kurak şartlara ve sıcak koşullara uyum sağlayacak alternatif ürün olarak kullanılabilecek ekonomik getirisi son derece yüksek olan bitkilerin yetiştiriciliği yaygın hale getirilmelidir. Tüm canlılar için kuraklığın büyük bir sorun haline gelmesini önlemede; tolerans mekanizmalarının açıklanması, kuraklığa karşı dayanıklı olan bitki türlerinin belirlenmesi, ters koşullara dayanıklı bitkisel gen kaynaklarının korunması ve aktarımı yönündeki araştırmaların büyük rol oynayacağı düşünülmektedir. Özellikle, küresel ısınmanın bir sonucu olarak ortaya çıkan kuraklığın, ilerleyen zamanlarda kuraklığa dayanıklı bitkilerden oluşan bitki üretim sisteminin yaygınlaştırılması ve üretim tekniklerinin geliştirilmesiyle su isteğinin en aza indirgenmesi yetiştiriciliği kolaylaştıracaktır. Bu bağlamda, her ne kadar verimde azalmalara neden olsa da tıbbi ve aromatik bitkilerde etken madde üretiminin stres koşulları altında teşvik edildiği dikkate alındığı zaman yetiştirilecek tıbbi ve aromatik bitkilerin daha fazla ve farklı bileşenlerde etken madde üretebileceği düşünülerek akademik çalışmaların tarla koşullarına entegrasyonu sağlanmalı ve çiftçiye bilinçlendirme eğitimleri verilmelidir. Ayrıca, çiftçiye danışma hizmetleri verilmeli ve iklim değişikliği hakkında kamu bilinci oluşturularak daha rasyonel su kullanımı ile iklim koşullarına uygun katma değeri yüksek ürün deseninin oluşturulması son derece önem arz etmektedir.



KAYNAKLAR

Acıbuca, V., Budak, D.B. (2018). "Dünya'da ve Türkiye'de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Yeri ve Önemi," *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*., vol. 33, no. 1, S:37-44.

Anonim. (2017). Doğu Karadeniz Bölgesi Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Envanterinin Çıkarılması, Ticari Kullanımının Araştırılması ve Üreticilerin Eğitimi Projesi Eğitim Kitabı. Giresun 2017. 116.

Anonim. (2021 a) https://images.app.goo.gl/U1Gq5DVV3ni8RFU98 (Erişim tarihi: 04.07.2021).

Anonim. (2021 b). http://www.50mucizebitki.com/biberiye.html. (Erişim tarihi: 04.07.2021).

Anonim. (2021 c). https://www.cnnturk.com/turkiye/meteorolojinin-haritasinda-olaganustu-kuraklik-tehlikesi (Erişim tarihi: 19.07.2021).

Anonim. (2021 d). https://images.app.goo.gl/cos9WzcVUcB2SbjN9 (Erişim tarihi: 04.07.2021).

Anonim. (2021 e). https://images.app.goo.gl/1XTYYhUZX9Uckv5PA (Erişim tarihi: 04.07.2021).

Anonim. (2021 f). https://images.app.goo.gl/BABkJmPrdKufDqtX6 (Erişim tarihi: 04.07.2021).

Anjum, S.A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M.F., Man, C., Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stres. African Journal of Agricultural Research, 6: 2026-2032

Arıhan, S.K. (2003). Antik Dönemde Tıp ve Bitkisel Tedavi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Arkeoloji Bölümü Klasik Arkeoloji Anabilim dalı, Yüksek lisans Tezi.

Arslan, N. (1986). Kaybolmaya Yüz Tutan Bir Kültür Safran Tarımı. *Ziraat Mühendisliği Dergisi* Yayın No:51 Ankara.

Ashraf, M. (1994). Breeding for salinity tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 13(1): 17-42.

Ayyıldız, Ö. (2021). Lavanta yetiştiriciliği. Tarım ve Orman Bakanlığı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Edirne. Çiftçi Broşürü. https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ ttae/Belgeler /Yayinlar/Lifletler/lavanta_yetistiriciligi.pdf. (Erişim tarihi: 04.07.2021).



Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L., Rastgoo, M. (2008). Yield and seed quality of Plantago ovata and Nigella sativa under different irrigation treatments. Industrial Crops and Products, 27, 11-16.

Banyai, E.S., Tulok, M.H., Hegedüs, A., Renner, C., Varga, I.S. (2003). Antioxidant Effect of Various Rosemary Clones, Acta Biologia Szegediensis., Vol. 47(1-4), p. 111-113, Hungary

Başer, K.H.C. (1997). İlaç ve baharat bitkilerinin ilaç ve alkollü içki sanayilerinde kullanımı. İstanbul Ticaret Odası Yayın No: 39, İstanbul.

Baser, K.H.C. (2008). Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils. Current Pharmaceutıcal Desıgn. 2008, 14(29):3106-3119.

Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, İ. (2010). Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, 2010, 437-457.

Baytop, T. (1984). Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul Üniv. Ecz. Fak. Yay.3255-4000.

Bhargava, S.,Sawant, K. (2013). Drought stress adaptation: metabolic adjustment and regulation of gene expression. Plant Breeding, 132: 21-32.

Belaqziz, R., Romane, A., Abbad, A. (2009). Salt Stress Effects on Germination, Growth and Essential Oil Content of an Endemic Thyme Species in Morocco (Thymus Maroccanus Ball.). J. Appl. Sci. Res., 5(7): 858-863.

Belkhodja, R. Morales, F., Abadia, A., Gomez-Aparisi, J. (1994). Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (Hordeum vulgare L.). Plant Physiology, 104: 667- 673

Bettaieb, I., Zakhama, N., Aidi-Wannes, N., Kchouk, M.E., Marzouk, B. (2009). Water deficit effects on Salvia officinalis fatty acids and essential oils composition, Sci. Hortic. 120: 271-275.

Bray, E. (1997). Plant responses to water deficit. Trends in Plant Science, 2: 48-54

Bouslama, M., Schapanagh, W.T. (1984). Stress tolerance in soybeans 1. Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science, 24: 933-937

Bozin, B, Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Jovin, E. (2007). Antimicrobial and antioxidant properties pf rosemary and sage (Rosmarinus officinalis L. and Salvia officinalis L, Lamiaceae) essential oils. J. Agric. Food Chem., 55:7879-7885.

Cabello, J.V., Lodeyro, A.F., Zurbriggen, M. (2014). Novel perspectives for the engineering of abiotic sress tolerance in plants. Current Opinion in Biotechnology, 26: 62-70.



Ceylan, A. (1995). Tıbbi Bitkiler I. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları III. Basım No:312. Bornova/ İzmir

Ceylan, A., Kaya, N., Çelik, N. (1990). Tıbbi adaçayının (Salvia officinalis L.) kültürü üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1990, 26: 127-141

Chaves, M.M., Maroco, J.P., Pereira, J.S. (2003). Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. Functional Plant Biology, 30: 239– 264.

Çerepanov, S.K. (1995). Rusya ve komşu ülkelerin borulu bitkileri (eski SSCB arazisinde). Sankt – Peterburq: «Sülh ve aile – 95», p. 990.

Demirov, İ.A., Prilipko, L.İ., Şükürov, D.Z., Kerimov, Y.B. (1988). Azerbaycanın derman bitkileri. Baku, Maarif, p. 304.

Dinçer, C. (2007). Bazı adaçayı (Salvia sp.) ve dağ çayı (Sideritis sp.) türlerinin kimyasal ve duyusal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Dolferus, R. (2014). To grow or not to grow: A stressful decision for plants. Plant Science, 2229: 247-261.

Ekren, S., Sönmez, Ç., Sancaktaroğlu, S., Bayram, E. (2007). Farklı Biçim Yüksekliklerinin Adaçayı (Salvia officinalis L.) Genotiplerinde Agronomik ve Teknolojik Özelliklere Etkisinin Belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 2007. 44 (1) 55-70

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S.M.A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29: 185-212.

Fatima, S., Farooqi, A.H.A. Sharma, S. (2000). Effect of Drought Stress and Plant Density on Growth and Essential Oil Metabolism in Citronella Java (Cymbobogon winterianus) Cultivars, Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science, 22: 563-567.

Flexas, J., Bota, J., Loreto, F., Cornic, G., Sharkey, T.D. (2004). Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. Plant Biology, 6: 269–279.

Gezer, A.,Yücedağ, C. (2006). Orman Ağaçları Tohumları ve Tohumdan FidanYetiştirme Tekniği Ders Kitabı, SDÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 56, 149s. Isparta.

Göktaş, Ö., Gıdık, B., (2019). Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi.* Cilt 2, Sayı 1, 2019.



Gözüaçık, H.G. (2013). Su Stresinin Kişniş (Corıandrum satıvum L.) 'te bitki gelişimi ile meyvede yağ asidi ve besin elementi içeriğine etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 7 Aralık Üniversitesi, Kilis.

Gürel, A., Avcıoğlu, R. (2001). Bitkilerde Abiyotik Stres Faktörlerine Dayanıklılık Mekanizmaları. pp.288-326. In: Özcan, S., Gürel, E. & Babaoğlu, M. (Eds.), Bitki Biyoteknolojisi, Genetik Mühendisliği, S.Ü. Vakfı Yayınları, Izmir.

Gülsüm, Y., Şekeroğlu, N., (2013). Küresel İklim Değişikliğinde Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Önemi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 6 (1): 85-88, 2013.

Günay, A. (2005). Sebze Yetiştiriciliği. Cilt I, ISBN 975-00725-0-2, İzmir.

Hamada, E.A.M.,Homoud, M.A., Kirkwood, R.C., El-Sayed, H. (1992). Studies on the adaptation of selected species of the Family Gramineae A. Juss to Salinization. Afaeddes Repertorium, 103: 128-798.

Jeong, K. M., Jin, Y., Yoo, D. E., Han, S. Y., Kim, E. M. ve Lee, J. (2018). One-step sample preparation for convenient examination of volatile monoterpenes and phenolic compounds in peppermint leaves using deep eutectic solvents. Food Chemistry, 251, 69–76. doi:10.1016/j.foodchem.2018.01.079.

Kaçar, B. (2015). Genel Bitki Fizyolojisi, Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 1243, Ankara.

Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18 (4): 723-740.

Kanakis, C.D., Tarantilis, P.A., Tajmir-Riahi, H.A., Polissiou M.G. (2007). DNA and Cell Biology. Vol. 26 No. 1, p. 63-70.

Kapluhan, E. (2013). Türkiye'de Kuraklık Ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi* Sayı: 27, Ocak - 2013, S. 487-510.

Kayabaşı, S. (2011). Kuraklık stresinde yetiştirilen soyada (Glycine max L.) bazı fizyolojik parametreler ile prolin birikiminin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.

Kochaki, A., Alizadeh, A. (1996). Principles of Agriculture in Drylands. (Compiled Sheet-I-Rnun) fourth edition. Publications Astan Qods Razavi, Vol. 1., pp: 260.

Kumar, S.A. (2009). Plants-based Medicines in India. http://pib.nic.in/feature/feyr2000/ fmay2000/ f240520006.html

Khanuja, S.P.S., Shasany, A.K.A., Srivastava, A., Kumar, S. (2000). Assessment of genetic relationships in Mentha species. Euphytica 111: 121–125..



Khorasaninejad, S., Mousavi, A., Soltanloo, H., Hemmati, K., Khalighi, A. (2011). The effect of drought stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of peppermint (Mentha piperita L.) Journal of Medicinal Plants Research 5(22), 5360-5365.

Liang, X., Zhang, L., Natarajan, S.K., Becker, D.F. (2013). Proline mechanism of stress survival. Antioxidants & Redox Signaling, 19: 998-1011.

Mahdavi, A.A., Kamkar B., Al-Ahmadi M.J., Testi L., Munoz-Ledesma F.J., Villalobos F.J. (2010). "Water stres effects on growth, development and yield of opium poppy" Agricultural Water Menagemant. 97,(10), 1582-1590.

Mc Kimmie, T.,Dobrenz, A.K. (1991). Ionic concentrations and water relations of alfalfa seedlings differing in salt tolerance. Agronomy Journal, 83: 363-367.

Mengü, G.P., Anaç, S., Özçakal, E. (2011). Kuraklık yönetim stratejileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48 (2): 175-181.

Mishra, A.K.,Singh, V.P. (2010). A review of drought concepts. Journal of Hydrology, 391: 202–216.

Mohammed, O.F.A. (2017). Kuraklık Stresine Karşı Bazı Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Tepkileri. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Morgan, J.M. (1995). Growth and yield of wheat lines with differing osmoregulative capacity at high oil water deficit in seasons of varying evaporative demand. Field Crops Research, 40: 143-152.

Mundree, S.G., Baker, B., Mowla, S., Peters, S., Marais, S., Willigen, C.V., Govender, K., Maredza, A., Muyanga, S., Farrant, J.M., Thomson, J.A. (2002). Physiological and molecular insights into drought tolerance. African Journal of Biotechnology, 1:23-38.

Öztürk, N.Z. (2015). Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar. Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(5): 307-315.

Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22(1), 47-65.

Pessarkli, M. (1999).Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker. New York Inc, 697.

Rezaei- Chiyaneh, E. (2012). Effects of different irrigation treatments on essential oilaccumulation, its composition and some eco-physiological traits in Fennel (Foeniculumvulgare).Ph.D. thesis Department of plant of Eco-physiological, Faculty of Agriculture, university of Tabriz.



Sağlam, A. (2004). Ağır kuraklık stresi geçirmiş Ctenanthe setosa bitkisinin yeni kuraklık koşullarına adaptasyon yeteneğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Salisbury, F.B., Ross, C.W. (1992). Plant Physiology. Wadsworth Publishing Co., California.

Sanchez-Sampedro, M.A., Pelaez, R., Corchete, P. (2008). An Arabinogalactan Protein Isolated From Medium Of Cell Suspensions Cultures Of Silybum Marianum Gaernt. Carbohydrate Polymers, 71:634-638.

Sharma, P.K., Hall, D.O. (1992). Changes in carotenoid composition and photosynthesis in sorghum under highlight and salt stresses. Journal of Plant Physiology, 140: 661-666.

Sing-Sangwan, N., Farooqi A.H.A., Sangwan, R.S. (1994). Effect of Drought Stress on Growth and Essential Oil Metabolism in Lemongrasses, New Phytol. 128: 173-179.

Singh, J., Patel, P.L. (1996). Water statues, gaseous exchange, proline accumulation and yield of wheat in response to water stress. Annual of Biology Ludhiana, 12, 77-81.

Smirnoff, N. (1993). The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. New Phytologist, 125: 27-58.

Şahin, Ü., Kurnaz, L. (2014). İklim Değişikliği ve Kuraklık. İstanbul Politikalar Merkezi, Kuraklık Raporu, İstanbul.

Tari, I., Camen, D., Coradını, G., Csiszar, J., Feıuc, E., Gêmes, K., Lazar, A., Madosa, E., Mıhacea, S., Poor, P., Postelnıcu, S., Staıcu, M., Szepesı, A., Nedelea, A., Erdeı, L. (2008). Changes in chlorophyll fluorescence parameters and oxidative stress responses of bush bean genotypes for selecting contrasting acclimation strategies under water stress. Acta Biologica Hungarica, 59 (3): 335-345

Tunçbilek, N. (1987). Genekolijinin ilkeleri ve doğal bölgeler. İ.Ü. Yayınları, No: 3417. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü No: 5, İstanbul, (368)S.

Uluocak, N. (1974). Kuraklık ve Kurak Bölgelerin Özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 24 (2). S 134-156.

Ürgenç, S. (1998). Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 442, Dilek Ofset Matbaacılık, 717 s.

Yurdcu, S. (2019). Bazı tıbbi adaçayı (Salvia officinalis L.) hatlarının kuraklık stresine dayanıklılığının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.

Wyn Jones, R.G. (1981). Salt Tolerance. pp. 271- 292. In: Johansan, C.B. (Ed), Physiological Processes Limiting Plant Productivity, Butter Worths, Londan.