



Spartium junceum L. (Katırtırnağı)'un küresel iklim değişikliği etkisi altındaki potansiyel yayılış alanlarının modellenmesi

Modeling of potential distribution areas of *Spartium junceum* L. (Spanish broom) under the impact of global climate change

Almira UZUN^{1*} , Ömer K. ÖRÜCÜ² 

*¹Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Isparta, Türkiye.

Sorumlu yazar:
Almira UZUN

E-mail:
almirauzun0@gmail.com

Gönderim Tarihi:
29/10/2023

Kabul Tarihi:
11/12/2023

Atf:
Uzun, A., Örcü, Ö. K. 2023. *Spartium junceum* L. (Katırtırnağı)'un küresel iklim değişikliği etkisi altındaki potansiyel yayılış alanlarının modellenmesi. Ağaç ve Orman, 4(2), 73-81. DOI: 10.59751/agacorman.1383004

Özet

İklimin canlılar üzerindeki yaşamsal etkileri ve bu etkilerin sebepleri yaşamın varlığı boyunca bilinmekte ve araştırılmaya devam etmektedir. İklim değişikliğinin bitkiler üzerinde de birçok farklı etkisi bulunmakta ve çoğu zaman da bu etkiler olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu çalışmada, parlak sarı çiçekleri ile dikkat çeken ve özellikle toprak tutma kabiliyeti olan *Spartium junceum* L. (Katırtırnağı)'un günümüz yayılış alanı ve gelecekte iklim değişikliği etkisi altında potansiyel yayılış alanları MaxEnt algoritması ile modellenmiştir. Modelde, örnek noktalar ve biyoklimatik değişkenlerle birlikte IPSL CM6A-LR iklim değişikliği modelindeki SSP2 4.5 ve SSP5 8.5 senaryolarının 2041-2060 (~2050) ve 2081-2100 (~2090) periyotları kullanılmıştır. Çalışmada oluşturulan model sonuçlarına göre Katırtırnağı'nın günümüzdeki tahmini potansiyel uygun ve çok uygun yayılış alanlarının 52270 km² olduğu tahmin edilmiştir. IPSL CM6A-LR iklim değişikliği modeline göre ise gelecekte yayılış alanlarında büyük oranda azalmalar yaşanacağı ve SSP5 8.5 senaryosu 2081-2100 periyotlarında çok uygun yayılış alanlarının sadece 17 km² olarak kalacağı, yani birçok açıdan ekonomik ve ekolojik değere sahip bu türün neslinin ülkemiz koşullarında tehlikeye gireceği görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Katırtırnağı, *Spartium junceum* L., MaxEnt, tür dağılım modeli, iklim değişikliği.

Abstract

The vital effects of climate on living things and the reasons for these effects have been known throughout the existence of life and continue to be researched. Climate change has many different effects on plants, and often these effects have negative consequences. In this study, the current distribution area of *Spartium junceum* L. (Spanish broom), which draws attention with its bright yellow flowers and has especially soil retention ability, and its potential distribution areas under the influence of climate change in the future were modeled with the MaxEnt algorithm. The 2041-2060 (~2050) and 2081-2100 (~2090) periods of the SSP2 4.5 and SSP5 8.5 scenarios in the IPSL CM6A-LR climate change model were used in the model, along with sample points and bioclimatic variables. According to the model results created in the study, the predicted potential suitable and very suitable distribution areas of Spanish broom today are predicted to be 52270 km². According to the IPSL CM6A-LR climate change model, it is seen that there will be serious decreases in its distribution areas in the future and that the very suitable distribution areas will remain only 17 km² in the SSP5 8.5 scenario 2081-2100 periods, meaning that this species, which has economic and ecological value in many respects, will be endangered in our country's conditions.

Keywords: Spanish broom, *Spartium junceum* L., MaxEnt, species distribution model, climate change.

1. Giriş

Son yıllarda popülerlik kazanan ve çalışmalara sıklıkla konu olan iklim değişikliği insanlığı ve tüm canlı alemini, doğal biyolojik çeşitlilikte değişimler, organizmaların kendi arasındaki ve buldukları çevreleriyle olan etkileşimlerindeki değişim, ekolojik besin halkalarında kopukluklar gibi sonucu belli olmayan ekolojik felaketlerle karşı karşıya getirmektedir (Demir, 2009). İklim değişikliği altında korumayı planlamak ve ekonomik açıdan önemli bitki popülasyonlarının üretkenliğini yönetmek amacıyla her iki süreci de anlamak açıkça önemlidir (Des Marais vd., 2013; Parmesan ve Hanley, 2015; Uzun vd., 2023).

Gelecek yıllarda karşılaşılabilecek iklim krizi için, çalışmalarda çoğunlukla sera gazı emisyonlarının göz önünde tutulduğu senaryolar üretilmektedir. Bunların çeşitli matematiksel iklim modellerine yüklenmesiyle ortaya çıkarılan veriler, iklimde günümüzde başlayan değişim ve krizlerin gelecekte de süreceğini göstermektedir (Öztürk, 2002; Uzun ve Sarıkaya, 2021). Yayılış alanı tahmini ve haritalamalar, azalan yerli bitki toplulukları, tehdit altındaki ve nesli tükenmekte olan türlerin izlenmesi için çok önemli bir görev üstlenmektedir (Gaston, 1996; Örucü, 2019). Bu çalışmalar için birçok modelleme yaklaşımı bulunmakta ve bu yaklaşımlardan en çok MaxEnt kullanılmaktadır. MaxEnt'in kullanım sebebi, daha az veri ile bile daha iyi performans göstermesidir (Örucü, 2019; Pearson vd., 2007; Phillips ve Dudík, 2008; Süel, 2014; Tsoar vd., 2007).

Bu çalışmanın amacını, ülkemizde doğal olarak yetişen, formu ve çiçeklenme yapısı ile peyzaj değeri yüksek olan *Spartium junceum* L.'un IPSL-CM6A-LR iklim değişikliği senaryosuna göre potansiyel günümüz ve gelecek yayılış alanlarının Maksimum Entropi Algoritması ile modellenmesi oluşturmaktadır. Çalışmada; Türün olası bir iklim değişikliğine karşı yayılış alanlarında vereceği tepkiler nelerdir? Tür için yayılış alanında önemli olan iklimsel parametreler hangileridir? Türün devamlılığı için nasıl bir strateji uygulanmalıdır? Sorularına cevap aranmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu makale çalışmasının materyalini *Spartium junceum* L. bitkisi oluşturmaktadır (Şekil 1). Fabaceae familyasının monotipik bir üyesidir. Batı Akdeniz'e özgü olan tür ülkemizde, İspanyol Katırtırnağı, Katırtırnağı, Kuş Çubuğu, Katırkuyruğu, Boruk isimleriyle bilinmektedir (Chamberlain, 1970; Erken ve Özzambak, 2012; Turhan, 1997; Tuzlaci, 2007). Kök boğazından dallanma gösteren *S. junceum* L., en fazla 5 metreye kadar boylanabilen, dik gelişim gösteren çalı formu bir bitkidir. Kısa ömürlü ve çok az sayıda mavisimsel yeşil yapraklarının boyu 1-2.5 cm uzunluğundadır. Herdem yeşil görünümlü bitki, nisan-temmuz aylarında geniş bir çiçeklenme zamanına sahiptir (Ok, 2018). Salkım halindeki çiçekleri açık sarı, kokulu ve 2-2.5 cm uzunluğundadır. Familyaya ismini veren bakla formu meyvesi koyu renkte olup, kahverengi tonlarında tohum vermektedir (Anonim, 1987; Anşin ve Terzioğlu, 2001; Şirin, 2003). Ilıman, sıcak,

kurak yerlerin bitkisi olan *S. junceum* L., güneş gören, kurak, kalkerli yamaçlarla iyi uyum göstermektedir. Rüzgâr ve tuz faktörlerine dayanıklı olan tür, sahillerde, kumlu topraklarda kumul stabilizasyonunda kullanıma uygundur. *S. junceum* kök sistemi ile toprağı tuttuğu için erozyona karşı etkilidir, daimi yeşil toprak üstü kısımlarının bulunması ile görsellik sağlar ve baklagil olması sebebi ile de bağılı olduğu toprağı zenginleştirir (Güney, 1985; Şirin, 2003).

2.2. Yöntem

S. junceum L.'un doğal yayılış gösterdiği alanlardan seçilen 35 örnek nokta, çeşitli literatür taramaları ve açık erişimli veri tabanı olan GBIF'ten elde edilmiştir (Akkemik, 2014; Atasoy, 2016; Ayanoğlu vd., 1999; Aydınöz, 2009; Davis, 1970; GBIF.Org, 2019; Ozkan vd., 2009; Özyavuz, 2011; Yaltırık, 1995; Yaltırık, 1984). Temsili noktalar, açık kaynak kodlu CBS yazılımı olan QGIS Firenza 3.10.4 ortamında WGS84 koordinat sisteminde işaretlenmiş ve çalışma alanı ile noktalara ait lokasyon haritası Şekil 2'de vermiştir (QGIS, 2019).

S. junceum'un günümüz ve gelecekteki tahmini yayılış alanlarını belirlemek için ekoloji araştırmacıları tarafından küçük örneklem büyüklükleri ile daha iyi performans göstermesinden dolayı en sık tercih edilen MaxEnt algoritması kullanılmıştır (Pearson vd., 2007; Phillips ve Dudík, 2008; Tsoar vd., 2007). Günümüz potansiyel yayılış alanlarının modeli için, WorldClim versiyon 2.1'deki gözlemlenen iklim verilerinden oluşturulan 19 biyoiklim (biyoklimatik) verisi kullanılmıştır (Çizelge 1) (Fick ve Hijmans, 2017; Hijmans vd., 2005; Uzun ve Örucü, 2020; WorldClim, 2020). Bu çalışmada *S. junceum*'un geleceğe ait yayılış alanlarını tahmin etmek için Avrupa ölçeğinde ülkemiz için tahminleri daha iyi olan IPSL CM6A-LR iklim modeli tercih edilmiştir. IPSL iklim modelinin en son sürümü olan IPSL-CM6A-LR iklim modelinin ait detaylı bilgiler ES-DOC'ta (Dünya Sistemi Modeli) bulunmaktadır (Pascoe vd., 2020). Çalışmanın gelecek yılların modeli için iklim değişimi senaryosu olarak Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin Altıncı Değerlendirme Raporu'ndaki (IPCC6) CMIP6 için geliştirilen senaryolardan SSP2 4.5 ile SSP5 8.5 senaryoları ve bunlara ait 2041-2060 ile 2081-2100 periyotları kullanılmıştır (IPCC, 2014). Önceleri Temsilci Konsantrasyon Yolu (RCP) olarak isimlendirilen bu senaryolar, en son güncellenen raporda SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP4-6.0 ve SSP5-8.5 olarak değiştirilmiş ve geliştirilmiştir (Hausfather, 2019). Bu çalışmada tercih edilen senaryolardan, SSP2 azaltma ve adaptasyon için orta düzeyde zorlukta yani ılıman diyebileceğimiz bir düzeyde iken SSP5 ise yakıt ve dünya kaynaklarının üst düzey kullanım durumunu temsil etmektedir (Riahi vd., 2017).

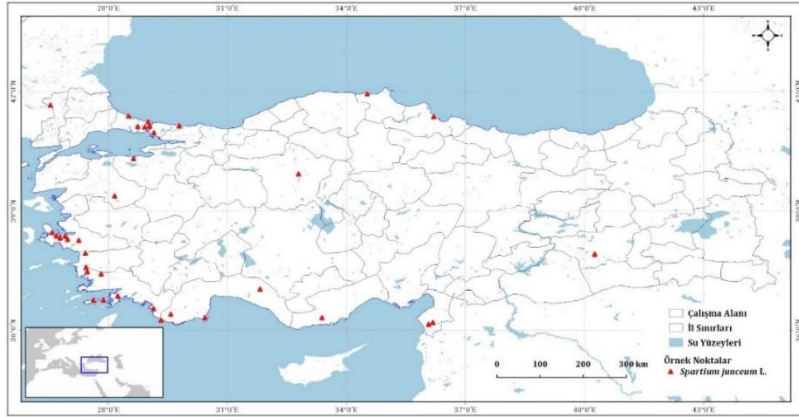
Modelin performansını ölçmek amacıyla Alıcı Çalışma Karakteristiği (ROC) analizi ile oluşturulan ROC Eğrisinin Altındaki Alan (AUC) kullanılmıştır (Phillips vd., 2017; Wang vd., 2007). AUC > 0.5 değerine sahip ise modelin rastgele bir tahminden daha iyi performans gösterdiğini belirtir ve AUC değeri 1'e yaklaştıkça modelin daha hassas ve tanımlayıcılığı artmaktadır (Phillips vd., 2006; Phillips ve Elith, 2010). Daha sonrasında biyoklimatik değişkenlerin tür için önemlerinin nasıl olduğunu belirlemek amacıyla,

MaxEnt Jackknife testi yapılmıştır (Pearson vd., 2007; Shcheglovitova ve Anderson, 2013; Uzun ve Örucü, 2020). Modellerden elde edilen çıktılara QGIS programında raster/vektör dönüşümü yapılarak dağılım haritaları oluşturulmuştur. MaxEnt algoritmasında oluşturulan modellerde türün alanda bulunma ihtimali 0-1 arasında olmakla birlikte 1'e yaklaştıkça ilgili türün alanda bulunma olasılığı artmaktadır. Model sonucu oluşturulan haritalarda

potansiyel yayılış alanları için uygunluk değerleri "0" uygun değil, "0-0.25" çok az uygun, "0.25-0.50" az uygun, "0.50-0.75" uygun ve "0.75-1" çok uygun alanlar olarak sınıflandırılmış, sınıflandırma neticesinde tahmini yayılış alanları km² olarak hesaplanmış ve tablo halinde sayısal olarak, harita halinde de görsel olarak sunulmuştur (Arslan vd., 2020; Çoban vd., 2020; Uzun vd., 2020).



Şekil 1. *Spartium junceum* L.'un habitusu, meyvesi ve çiçeği (Doğan, 2023).
Figure 1. Habitats, fruit and flower of *Spartium junceum* L. (Doğan, 2023).



Şekil 2. *Spartium junceum* L.'a ait örnek noktalar.
Figure 2. Sample points of *Spartium junceum* L.

Çizelge 1. Biyoklimatik veriler (WorldClim, 2020).
Table 1. Bioclimatic variables (WorldClim, 2020).

Bio 1	Yıllık ortalama sıcaklık	Bio 11	En soğuk mevsimin ortalama sıcaklığı
Bio 2	Günlük ortalama değişim aralığı (ortalama aylık sıcaklık (en yüksek–en düşük))	Bio 12	Yıllık yağış miktarı
Bio 3	İzotermallik	Bio 13	En nemli ayın yağış miktarı
Bio 4	Mevsimsel sıcaklık	Bio 14	En kurak ayın yağış miktarı
Bio 5	En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı	Bio 15	Mevsimsel yağış miktarı
Bio 6	En soğuk ayın en az sıcaklığı	Bio 16	En nemli mevsimin yağış miktarı
Bio 7	Yıllık sıcaklık değişim aralığı	Bio 17	En kurak mevsimin yağış miktarı
Bio 8	En nemli mevsimin ortalama sıcaklığı	Bio 18	En sıcak mevsimin yağış miktarı
Bio 9	En kurak mevsimin ortalama sıcaklığı	Bio 19	En soğuk mevsimin yağış miktarı
Bio 10	En sıcak mevsimin ortalama sıcaklığı		

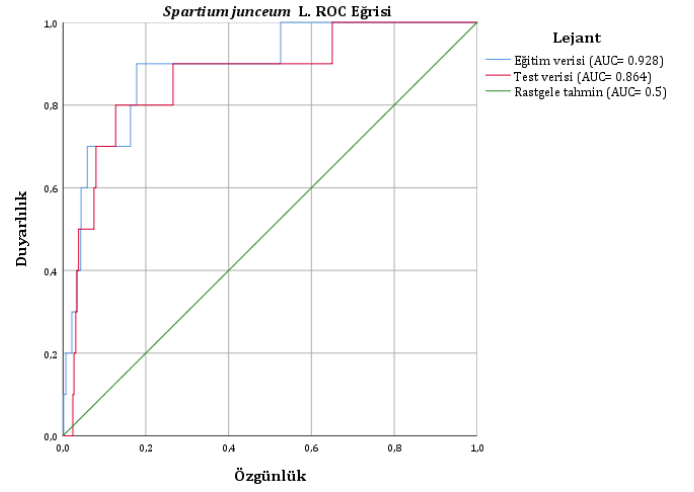
3. Bulgular

Tür modelinde 35 var verisinin 25'i eğitim, 10'u da test verisi olarak seçilerek MaxEnt prosedüründe Linear Features ve Quadratic özellikleri işaretli olarak çalıştırılmıştır. Çalıştırılan modelin çıktılarında eğitim verisinin AUC değeri 0.928 (çok iyi) ve test verisinin AUC değerinin de 0.864 olduğu (iyi) görülmüştür (Şekil 3).

Jackknife testinden elde edilen sonuçlarda en yüksek kazancın görüldüğü çevresel değişken "Yıllık sıcaklık değişim aralığı (BIO7)" olmuştur. BIO7'nin tek başına model için en faydalı bilgilere sahip olduğu söylenebilir. Eğitim ve test verisinde ayrı olarak çıkarıldığında (atlandığında) en fazla kazancı azaltan çevresel değişken hem eğitim verisi hem test verisi için ayrı olarak "En soğuk ayın en düşük sıcaklığı (BIO6)"dır. Bu sebeple diğer biyoiklim değişkenlerinde olmayan en fazla bilgiye sahiptir (Şekil 4).

S. junceum L.'un potansiyel günümüz ve gelecek yayılış alanlarını gösterir haritalar Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de, uygunluk sınıflarına göre alansal dağılımları ise Çizelge 2'de verilmiştir. Model sonucu oluşturulan tahmini güncel yayılış alanı incelendiğinde çıktı haritasındaki uygunluğun *S. junceum* L.'u temsil eden noktalar ile büyük oranda uyum sağladığı görülmektedir. Günümüz yayılış alanı modelinden

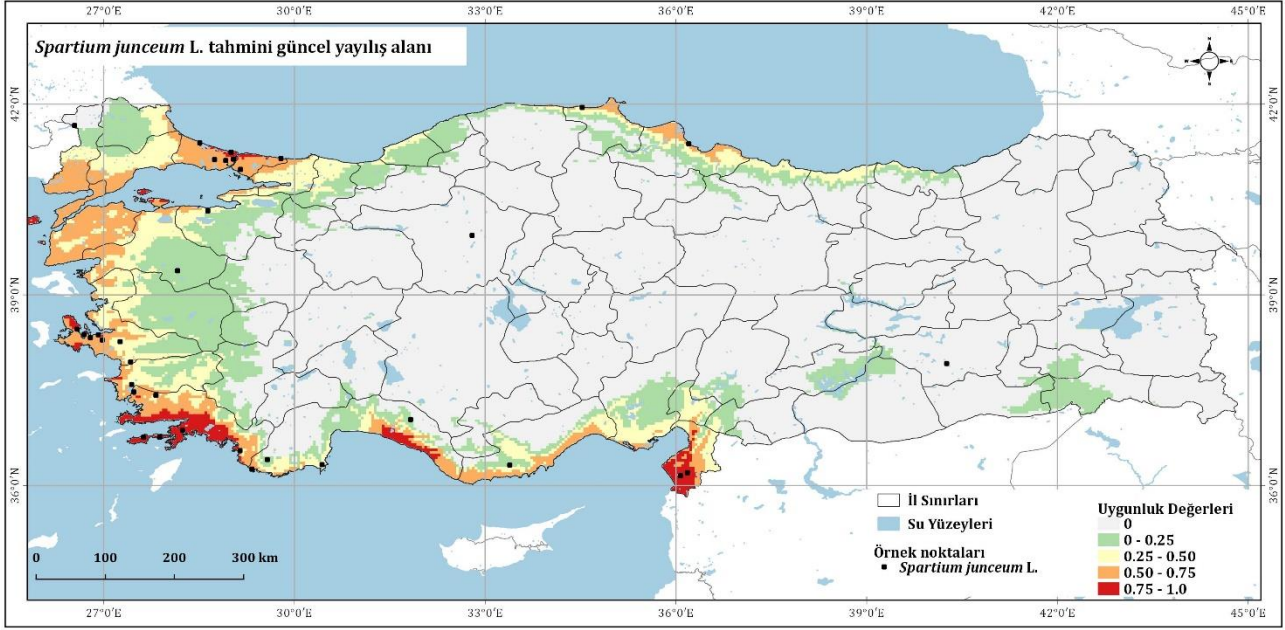
elde edilen alansal değerlere baktığımızda çok uygun alanların (0.75-1) 10180 km², uygun (0.5-0.75) alanların ise 42090 km² olduğu görülmektedir.



Şekil 3. *Spartium junceum* L.'a ait ROC grafiği.
Figure 3. ROC graph of *Spartium junceum* L.



Şekil 4. *Spartium junceum* L.'a ait JackKnife testi sonuçları.
Figure 4. JackKnife test results of *Spartium junceum* L.



Şekil 5. MaxEnt modeli sonuçlarına göre *Spartium junceum* L.'a ait potansiyel günümüz yayılış alanı.
Figure 5. According to the MaxEnt model results, the potential current distribution areas of *Spartium junceum* L.

Çizelge 2. Günümüz, SSP2 4.5 ve SSP5 8.5 iklim senaryolarına göre ~2050 ve ~2090 periyotları potansiyel coğrafi yayılış alanlarının sayısal dağılımı (km²).

Table 2. Numerical dispersion of potential geographical distribution areas for current, ~2050 and ~2090 periods according to SSP2 4.5 and SSP5 8.5 climate scenarios (km²).

<i>Spartium junceum</i> L.	SSP2			SSP5		
	Uyg. Değerleri	Günümüz	2041-2060	2081-2100	2041-2060	2081-2100
Uygun Değil		565620	519030	500781	503158	514679
Çok Az Uygun		105745	152030	182132	176014	196962
Az Uygun		56820	66968	67489	65380	61168
Uygun		42090	37629	28761	33411	7628
Çok Uygun		10180	4799	1292	2492	17

SSP2 4.5 senaryosu 2041-2060 (~2050) yılı periyoduna baktığımızda *S. junceum* L.'un ülkemizde doğal yayılış gösterdiği Ege ve Akdeniz bölgesinde varlığında azalmalar yaşanacağı, uygun ve çok uygun olarak sınıflandırılan potansiyel coğrafi yayılış alanlarının 42428 km² ile günümüz yayılış alanlarına kıyasla %80 gibi bir kayıpla karşı karşıya olacağı tahmin edilmektedir. SSP2 4.5 senaryosu 2081-2100 (~2090) yılı periyodunda ise *S. junceum* L.'un potansiyel coğrafi yayılış alanında uygun ve çok uygun olarak sınıflandırılan alanların 30053 km² ye kadar gerileceği görülmektedir.

SSP senaryoları içinde kaynakların üst düzey kullanımları sebebi ile en katı senaryo olarak nitelendirilen SSP5 8.5 senaryosu 2041-2060 (~2050) yılı periyodunda *S. junceum* L. için uygun ve çok uygun olarak sınıflandırılan coğrafi potansiyel yayılış alanlarının 35903 km² ile günümüzdeki tahmini yayılış alanının neredeyse %70'ine düşeceği görülmektedir. SSP5 8.5 senaryosu 2081-2100 (~2090) periyodunda ise yayılış için uygun alanların 7628 km²'ye

kadar gerileceği ve çok uygun potansiyel coğrafi yayılış alanlarının ise türün devamlılığını tehlikeye atacak bir seviyeye 17 km²'ye düşeceği tahmin edilmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Arslan (2019) benzer bir çalışma olarak, yine kent içi ağaçlandırmalarda kullanılan ve *S. junceum* gibi Fabaceae familyasına ait bir tür olan *Robinia pseudoacacia* L.'nin yayılış alanı modellerini çalışmıştır. MaxEnt kullandığı çalışmada, Türkiye'de *R. pseudoacacia* L.'nin yayılış alanlarının 50 yıl içerisinde giderek azalacağı sonucuna varmıştır. Örucü vd., (2023)'te *Ostrya carpinifolia* Scop.'nın mevcut ve gelecek yıllara ait yayılış alanlarını, çalışmamızla aynı senaryo ve yıl periyotlarında Avrupa ölçeğinde çalışmışlar, çalışma neticesinde türde azalmalarla birlikte Akdeniz bölgesinin doğal ekosistemlerinin kuzey bölgelerine kayacağını vurgulamışlardır. Tuttu vd., (2022)'deki çalışmalarında, yine IPSL CM6A-LR iklim modeli SSP2 4.5 ve SSP5 8.5 senaryolarının ~2050 ve ~2090 periyotlarını

kullanmışlardır. *Crataegus × bornmuelleri* Zabel ex K.I.Chr. & Ziel.'nin, çalışma alanı olan Türkiye'deki yayılışının gelecek yıllarda değişen iklim koşullarından fazla etkilenmeyerek yayılışını hafif kuzeye yönleneceğini söylemişlerdir.

Yapılan çalışma sonucunda, ülkemizde doğal olarak yetişmekte ve gerek yetişme şartları gerekse çiçeklenme yapısıyla çok yüksek süs bitkisi olma potansiyeli bulunan *S. junceum* L.'un yayılış alanlarının gelecek projeksiyonlarda azalacağı ve ~2090 yılında türün yetişmesi için çok uygun alanların 17 km²'ye kadar gerileyeceği tahmin edilmektedir. SSP5 8.5 senaryosundan yola çıkarak türün neslinin tehlike altına gireceğini söylemek mümkündür. *S. junceum* L.'a ülkemizde makilik, çayırılık ve bitki değişim bölgelerinde sıklıkla rastlanmaktadır. Ayrıca *S. junceum*, iklim değişikliğinin en büyük etkilerinden biri olan yangına karşı da oldukça dayanıksız bir türdür. DiTomaso, (1998)'deki çalışmasında *S. junceum*'un ciddi bir yangın tehlikesi yaratabilecek önemli miktarda kuru madde ve ölü odun

bulundurduğunu söylemiştir (Zouhar, 2005). Aynı zamanda, Avrupa Çevre Ajansı'nın hazırlamış olduğu Avrupa Doğa Bilgi Sistemi'nde *S. junceum* L.'un, IUCN'in Avrupa Komisyonu için hazırladığı Avrupa Kırmızı Listeleri'nde değerlendirmeye alınan türler arasında yer aldığı belirtilmektedir (EEA, 2023). *S. junceum*, peyzaj elemanı olarak, tampon bitkilendirmelerde, bordür ve sınırlama bitkisi, toprak stabilizasyonu ve erozyon kontrol sahalarında tercih edilmektedir. Türün ülkemizdeki devamlılığının sağlanması ve olası bir nesil tükenme durumu yaşamaması için bu ve benzeri yetiştirme ve dikim çalışmalarının sıklaştırılması ve gerekirse koruma altına alınması gerekmektedir. Yapılan benzer çalışmalarda da görüldüğü üzere, her türün yaşamsal faaliyetini gerçekleştirmesi için kendine özgü istek ve gereksinimleri olduğu ve buna göre yaşam alanını şekillendirdiği görülmektedir. Kimi türler iklim değişikimine uyum sağlayamayıp yaşam alanında daralmalar veya nesli tükenme durumuna geçerken, kimi türler ise yaşam faaliyetlerini kuzey ve üst rakımlara gitme eğilimi ile devam ettirmektedir.

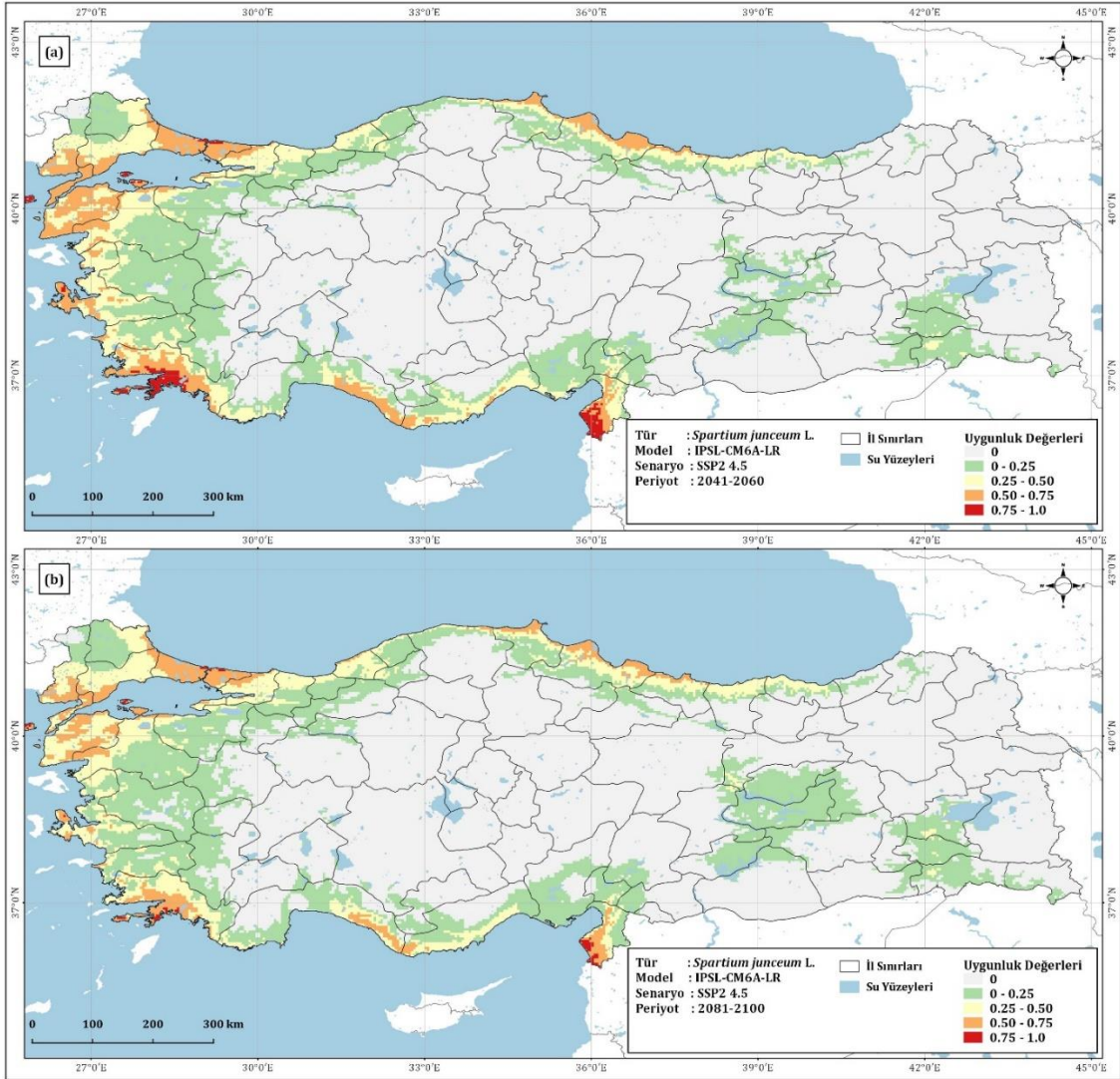
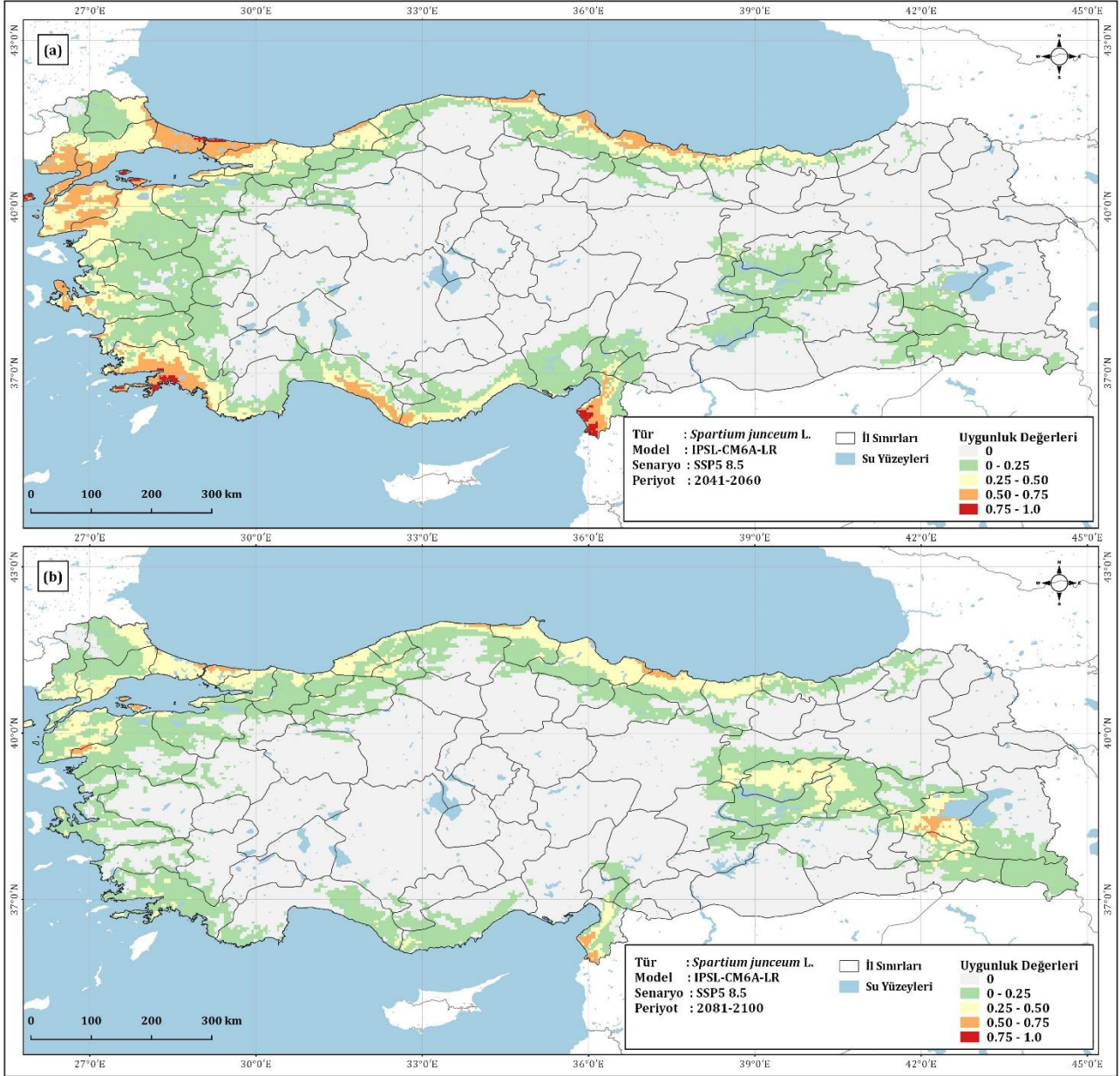


Figure 6. Potential distribution area map for SSP2 4.5 scenario 2041-2061 (a), 2081-2100 (b) periods.



Şekil 7. SSP5 8.5 senaryosu 2041-2061 (a), 2081-2100 (b) periyotları potansiyel yayılış alanı haritası.
 Figure 7. Potential distribution area map for SSP5 8.5 scenario 2041-2061 (a), 2081-2100 (b) periods.

Teşekkür

Bu çalışma Doç. Dr. Ömer K. ÖRÜCÜ danışmanlığında, Almira UZUN tarafından Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda hazırlanan "İklim Değişimi Senaryolarına Göre Peyzaj Tasarımında Kullanılan Fabaceae Familyasına Ait Bazı Odunsu Türlerin Günümüz ve Gelecekteki Yayılış Alanlarının Tahmini" adlı Yüksek Lisans Tez çalışmasından üretilmiştir. Yazar Almira UZUN, YÖK 100/2000 projesi kapsamında "Sürdürülebilir Ormancılık ve Orman Afetleri" bilim dalında doktora öğrencisidir.

Kaynaklar

- Akkemik, Ü. (2014). Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları. *Orman Genel Müdürlüğü Yayınları*, Ankara.
- Anonim. (1987). Ülkemizde bazı önemli orman tali ürünlerinin teşhis ve tanımlar klavuzu. İçinde *Orman Genel Müdürlüğü Seri No: Orman Genel Müdürlüğü*. <http://10.6.60.10/pdfmare?image=a9a4248968af5ce3721f2fc1d5c6947f>
- Anşin, R., ve Terzioğlu, S. (2001). *Diri Örtü* (Ders Notları). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın.
- Arslan, E. S. (2019). İklim Değişimi Senaryoları ve Tür Dağılım Modeline Göre Kentsel Yol Ağaçlarının Ekosistem Hizmetleri Bağlamında Değerlendirilmesi: *Robinia pseudoacacia* L. Örneği. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 20(2), 142-148.

- Arslan, E. S., Akyol, A., Örucü, Ö. K., ve Sarıkaya, A. G. (2020). Distribution of rose hip (*Rosa canina* L.) under current and future climate conditions. *Regional Environmental Change*, 20(3), 1-13.
- Atasoy, A. (2016). Hassa İlçesi'nin (Hatay) Vegetasyon Coğrafyası. *Electronic Turkish Studies*, 11(8).
- Ayanoglu, F., Mert, A., ve Kaya, D. A. (1999). Hatay Yöresinde Halk Arasında Kullanılan Bazı Önemli Tıbbi ve Kokulu Bitkilerin Tespiti ve Toplanması. *DERGİSİ*, 101.
- Aydınözü, D. (2009). Barındırdığı Bitki Varlığı Açısından Trakya'nın Karasallık Derecesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(1), 203-212.
- Chamberlain, D. F. (1970). *Spartium* L. In: Davis PH (ed). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.3. İçinde *Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.3* (ss. 32-33).
- Çoban, H. O., Örucü, Ö. K., ve Arslan, E. S. (2020). MaxEnt Modeling for Predicting the Current and Future Potential Geographical Distribution of *Quercus libani* Olivier. *Sustainability*, 12(7), 2671.
- Davis, P. H. (1970). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3*.
- Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-54.
- Des Marais, D. L., Hernandez, K. M., ve Juenger, T. E. (2013). Genotype-by-environment interaction and plasticity: Exploring genomic responses of plants to the abiotic environment. *Annu Rev Ecol Evol Syst*, 44(1), 5-29.
- DiTomaso, J. M. (1998). *The biology and ecology of brooms and gorse*. California Weed Science Society. Conference (USA).
- Doğan, H. C. (2023). *Kocaeli Bitkileri | Spartium junceum* (Katırtırnağı). <https://kocaelibitkileri.com/spartium-junceum/>
- EEA, E. (2023). *Spartium junceum*—L. the European Nature Information System. https://eunis.eea.europa.eu/species/Spartium%20junceum#threat_status
- Erken, K., ve Özzambak, E. (2012). *Spartium junceum* L.'de tohum Çimlenmesi ve Süs Bitkisi Özelliklerinin Belirlenmesi. *Bahçe*, 41(1), 9-23.
- Fick, S. E., ve Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: New 1-km Spatial Resolution Climate Surfaces for Global Land Areas. *International journal of climatology*, 37(12), 4302-4315.
- Gaston, K. J. (1996). Species richness: Measure and measurement. *Biodiversity: A Biology of Numbers and Difference*, 77-113.
- GBIF.Org. (2019). *Occurrence Download*. The Global Biodiversity Information Facility. <https://doi.org/10.15468/DL.7RSUB5>
- Güney, A. (1985). Karayolları Şev Stabilizasyonunda Peyzaj Onarım Çalışmaları ve Ege Bölgesinde Bu Amaca Uygun Bitkilerin Saptanması Üzerine Araştırmalar (Doktora Tezi). *EÜ Fen Bil. Enst. Peyzaj Mimarlığı ABD, İzmir*, 177 s.
- Hausfather, Z. (2019). *CMIP6: The Next Generation of Climate Models Explained*. Climate Modelling.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., ve Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 25(15), 1965-1978.
- IPCC, C. C. (2014). *Synthesis Report (eds Core Writing Team, Pachauri, RK & Meyer LA)*.
- Ok, T. (2018). *Spartium* L. (Katırtırnaqları) (Ed. Ü. Akkemik). İçinde *Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıkları* (s. 332). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü.
- Ozkan, K., Senol, H., Gulsoy, S., Mert, A., Suel, H., ve Eser, Y. (2009). Vegetation-Environment Relationships In Mediterranean Mountain Forests On Limeless Bedrocks Of Southern Anatolia, Turkey. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 17(3), 154-163.
- Örucü, Ö. K. (2019). *Phoenix theophrasti* Gr.'nin İklim Değişimine Bağlı Günümüz ve Gelecekteki Yayılış Alanlarının Maxent Modeli İle Tahmini ve Bitkisel Tasarımda Kullanımı. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 20(3), 274-283.
- Örucü, Ö. K., Azadi, H., Arslan, E., Kamer Aksoy, Ö., Choobchian, S., Nooghabi, S., ve Stefanie, H. (2023). Predicting the distribution of European Hop Hornbeam: Application of MaxEnt algorithm and climatic suitability models. *European Journal of Forest Research*. <https://doi.org/10.1007/s10342-023-01543-2>
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1).
- Özyavuz, M. (2011). Bitki örtüsünün ekolojik şartlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri ile analizi, Ganos (Işıklar) Dağı, Tekirdağ. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2), 37-47.
- Parmesan, C., ve Hanley, M. E. (2015). Plants and climate change: Complexities and surprises. *Annals of Botany*, 116(6), 849-864. <https://doi.org/10.1093/aob/mcv169>
- Pascoe, C., Lawrence, B. N., Guilyardi, E., Juckes, M., ve Taylor, K. E. (2020). Documenting numerical experiments in support of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6). *Geoscientific Model Development*, 13(5), 2149-2167. <https://doi.org/10.5194/gmd-13-2149-2020>
- Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M., ve Townsend Peterson, A. (2007). Predicting Species Distributions From Small Numbers Of Occurrence Records: A Test Case Using Cryptic Geckos İn Madagascar. *Journal of biogeography*, 34(1), 102-117.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Dudík, M., Schapire, R. E., ve Blair, M. E. (2017). Opening the Black Box: An Open-Source Release of MaxEnt. *Ecography*, 40(7), 887-893.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., ve Schapire, R. E. (2006). Maximum Entropy Modeling Of Species Geographic Distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259.
- Phillips, S. J., ve Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2), 161-175.
- Phillips, S. J., ve Dudík, M. (2008). Modeling of species distributions with Maxent: New extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31(2), 161-175. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>
- Phillips, S. J., ve Elith, J. (2010). POC Plots: Calibrating Species Distribution Models With Presence-Only Data. *Ecology*, 91(8), 2476-2484.
- QGIS. (2019). *QGIS 3.10.4 Coruna—A Free and Open GIS*. <https://www.qgis.org/en/site/forusers/visualchangelog322/index.html>
- Riahi, K., van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O'Neill, B. C., Fujimori, S., Bauer, N., Calvin, K., Dellink, R., Fricko, O., Lutz, W., Popp, A., Cuaresma, J. C., KC, S., Leimbach, M., Jiang, L., Kram, T., Rao, S., Emmerling, J., ... Tavoni, M. (2017). The Shared

Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Global Environmental Change*, 42, 153-168. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>

Shehgovitova, M., ve Anderson, R. P. (2013). Estimating Optimal Complexity for Ecological Niche Models: A Jackknife Approach for Species With Small Sample Sizes. *Ecological Modelling*, 269, 9-17.

Süel, H. (2014). Isparta-Sütçüler yöresinde av türlerinin habitat uygunluk modellemesi. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*.

Şirin, U. (2003). *Peyzaj planlama çalışmalarında kullanılacak bazı çalı ve ağaçlık formundaki bitkilerin farklı üretim teknikleri ile çoğaltılabilirliklerinin ve fidan performanslarının belirlenmesi* [Thesis, Adnan Menderes Üniversitesi]. <http://adudspace.adu.edu.tr:8080/xmlui/handle/11607/173>

Tsoar, A., Allouche, O., Steinitz, O., Rotem, D., ve Kadmon, R. (2007). A Comparative Evaluation Of Presence-Only Methods For Modelling Species Distribution. *Diversity and distributions*, 13(4), 397-405.

Turhan, B. (1997). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. *Ankara, TDK Yay.*

Tuttu, G., Aytaş, İ., ve Bulut, S. (2022). *Crataegus*× *bornmuelleri* Zabel ex KI Chr. & Ziel. Türünün iklim değişikliğine bağlı olarak yayılış alanlarının tahmini. *EURACLI'22*, 53.

Tuzlaci, E. (2007). *Dekoratif Türkiye Bitkileri*. Alfa Basım Yayım.

Uzun, A., Aksu, B., ve Uzun, T. (2020). MaxEnt Modeli Kullanılarak *Acer campestre* L. subsp. *campestre* (Ova Akçaağacı)'nin Tahmini Olarak Günümüz ve Gelecekteki Yayılış Alanlarının Belirlenmesi. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 108-119.

Uzun, A., ve Örucü, Ö. K. (2020). *Adenocarpus complicatus* (L.) Gay türünün iklim değişkenlerine bağlı günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının tahmini. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4). <https://doi.org/doi.org/2F10.18182/2Ftjf.779776>

Uzun, A., ve Sarıkaya, A. G. (2021). Effects of Climate Change on Main Forest Tree Species in Turkey. *Ecological Perspective*, 1(1), 29-36.

Uzun, A., Sarıkaya, A., ve Kavaklı, S. (2023). Modeling of present and future potential distribution areas of *Thymus praecox* Opiz. In Turkey according to the Maxent algorithm. *International Journal of Biology and Chemistry*, 16(1), 58-67.

Wang, Y., Xie, B., Wan, F., Xiao, Q., ve Dai, L. (2007). *Application of ROC Curve Analysis in Evaluating The Performance of Alien Species Potential Distribution Models*.

WorldClim. (2020). *Global climate and weather data—WorldClim*. <https://worldclim.org/data/index.html>

Yaltırık, F. (1995). Dilek Yarımadası Milli Parkı (Samsundağı, Kuşadası). *Revue de la faculté des sciences forestières de l'Université d'Istanbul*, 45.

Yaltırık, F. (1984). *Bazı Yapraklı Ağaç ve Çalılıkların Kışın Tanınması*. İstanbul.

Zouhar, K. (2005). *Species: Spartium junceum*. In: Fire Effects Information System, [Online], U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station; Fire Sciences Laboratory (Producer). <https://www.fs.usda.gov/database/feis/plants/shrub/spajun/all.html>