

## Küresel İklim Değişikliğinin *Origanum minutiflorum* Schwarz & P. H. Davis'in Coğrafi Dağılımına Etkisinin Maximum Entropi Algoritması ile Tahmini

Canan DÜLGEROĞLU\*, Ahmet AKSOY

Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya, Turkey

Geliş / Received: 26/01/2018, Kabul / Accepted: 24/04/2018

### Öz

Ekolojik niş modellemeleri (ENM) son yıllarda koruma planlamasının önemli bir parçası olmuştur. Ekonomik önemi olan türlerin iklim değişikliğinden nasıl etkileeneceğinin belirlenmesi bu türlerin sürdürülebilir kullanımının planlanabilmesi için büyük önem taşımaktadır. Türlerin GPS kayıtları ile bu alanlara ait çevresel değişkenlerin dijital katmanları arasındaki ilişkiden yola çıkarak türlerin mevcut potansiyel yayılışları ile farklı senaryolara göre herhangi bir gelecekteki potansiyel yayılışları ENM ile tahmin edilebilmektedir. Bu çalışmamızda ekonomik öneme sahip bir endemik bitki olan ve Doğu Akdeniz'de yayılış gösteren *Origanum minutiflorum* Schwarz & P. H. Davis türünün iklim değişikliğinden nasıl etkileeneceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatürden, arazi çalışmalarından ve GBIF (Global Biodiversity Information Facility) veri tabanından elde edilen türe ait varlık verileri ile WorldClim veri tabanından elde edilen iklimsel değişkenler kullanılmıştır. Elde edilen tüm veriler ile Maximum Entropi yaklaşımı kullanılarak türün günümüz koşullarındaki potansiyel yayılış alanları belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, türün iklim değişiminden nasıl etkileeneceğini belirlemek için beşinci IPCC raporu baz alınarak oluşturulmuş olan MIROC5 (Model for Interdisciplinary Research On Climate) iklim değişimi senaryosuna göre türün 2070 yılındaki potansiyel yayılış alanı modellenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyocoğrafya, Ekolojik niş modellemesi, Küresel ısınma, Maxent

### Predicting Impacts of Climate Change on Geographic Distribution of *Origanum minutiflorum* Schwarz & P. H. Davis Using Maximum Entropy Algorithm

#### Abstract

Ecological niche modelling (ENM) has become an important part of conservation planning in recent years. Detecting how species which has economic importance affected by climate change is of great importance due to plan sustainable use of the species. Current and future potential distributions of species according to different climate change scenarios can be predicted with ENM by combining known GPS records with digital layers of environmental variables. Aim of the present study is to predict impacts of climate change on geographic distribution of *Origanum minutiflorum* Schwarz & P. H. Davis an endemic taxon of east Mediterranean which is very important from economic point of view. Occurrence records of the species were obtained from literature, field observations and GBIF (Global Biodiversity Information Facility) database, and environmental variables obtained from Worldclim website. Current potential distributions of the species were predicted using all these data with Maximum Entropy. Additionally, in order to determine how the species will be affected by the climate change, possible distributions of the species in 2070 was modelled according to MIROC5 (Model for Interdisciplinary Research on Climate) scenario which was created based on fifth IPCC report.

**Keywords:** Biogeography, Ecological niche modelling, Global warming, Maxent

#### 1. Giriş

Türkiye gerek farklı iklimlere sahip olması gerekse üç floristik bölgenin kesişme noktasında bulunması sebebiyle bitki türlerinin çokluğu bakımından dünyanın zengin ülkelerinden birisidir. Son yıllarda yapılan çalışmalarla ülkemizde bulunan bitki

taksonlarının sayısının (yeni tür, yeni kayıt ve listeden çıkarılanlarla birlikte) 12 165'e ulaştığı ve floranın yaklaşık 1/3'ünün (%33,21) endemik olup, endemik tür sayısının 4040 olduğu belirtilmektedir (Güner vd., 2012; Özhatay vd., 2013; 2015; 2017) Türkiye'de iç ve dış ticareti yapılan

tıbbi ve aromatik bitkiler alt türler dahil olmak üzere 350 civarı olup bunlardan 150 kadar türünün dış satımı yapılmaktadır (Özhatay vd., 1997). İç ve dış piyasada değerlendirilen bitki türleri genellikle floradan toplanmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından zengin olan ülkemizde, bazı bitkilerin doğadan kontrolsüz bir şekilde toplanması doğal ekosistemlerin bozulmasına ve bazı türlerin yok olmasına sebep olmaktadır. Ülkemizde çoğu endemik olarak bulunan bu türler habitat parçalanması, doğal habitat kaybı ve iklim değişikliği sebebiyle yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır.

Son yıllarda artan biyoçeşitlilik kaybının en önemli sebeplerinden biri olan iklim değişikliği türlerin doğal yayılış alanlarının değişmesine, zamansal üreme izolasyonuna, hastalık yapıcı zararlıların ve hastalık salgınlarının frekansında artışa neden olabilmektedir (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Pimm vd., 1995). Hükümetlerarası iklim değişikliği raporunda, bir önceki raporda 0,2°C olarak bildirilmiş olan on yıldaki sıcaklık artışı son raporda 2°C olarak bildirilmiştir (IPCC, 2007; 2013). İklim değişikliğinin ekosistemlere olan etkisinin azaltılmasında biyoçeşitliliğin miktarının tespit edilmesi ve kayıpların izlenmesi anahtar rol oynayacaktır (Balmford ve Bond, 2005).

Türlerin potansiyel dağılım alanlarının tahmin edilmesi son yıllarda dünyada koruma planlamasının önemli bir parçası olmuştur ve bu amaçla kullanılmak üzere korrelatif ve mekanistik modellemeler yapılmaktadır. Mekanistik modeller bir türün çevresel şartlara olan toleransı ile fiziksel sınırlama mekanizmalarını birleştirmeyi amaçlarken, korrelatif modeller türün fizyolojisini ve bulunma olasılığını etkilediği düşünülen çevresel değişkenler ile o türün varlık kayıtlarını birleştirerek tür için uygun olan çevresel şartların tahmin edilmesini amaçlar (Pearson, 2007). Korrelatif modellemeler için Gower Metric (Carpenter vd., 1993),

Ecological Niche Factor Analysis (ENFA) (Hirzel vd., 2002) ve Maximum Entropy (MaxEnt) (Philips vd., 2006) gibi pek çok modelleme tekniği geliştirilmiştir. Ekolojik niş modellemesi ya da iklim zarf modellemesi olarak da adlandırılan uygulamalar türlerin işgal ettiği alanların GPS kayıtları ile bu alanların o türün yayılışını etkileyebilecek ekolojik özelliklerinin belirlenmesini gerektirir. Ancak bilinmelidir ki modelleme sonucunda bir türe ait tahmini olarak belirlenmiş yayılış alanlarında o tür bulunmayabilir. Bunun türün yayılmasını engelleyen coğrafi bariyerler ya da diğer türlerle olan rekabet gibi sebepleri olabilir (Pearson, 2007).

Yeryüzünün seragazi emisyonları, aerosoller, doğal ve insan yapımı etkilere karşı gelecekte nasıl tepki vereceğinin anlaşılabilmesi için küresel iklim değişimi senaryoları geliştirilmektedir (Collins vd., 2013). CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5) kapsamında geliştirilen farklı karbondioksit emisyon miktarlarına göre adlandırılmış RCP2,6, RCP4,5, RCP6,0 ve RCP8,5 olmak üzere dört farklı RCP (Representative Concentration Pathway) senaryosu bulunmaktadır (Meinshausen vd., 2011). Bu çalışmada *O. minutiflorum* türünün iklim değişiminden nasıl etkileneceğini belirlemek için günümüz iklimi ile 2070 yılında en yüksek karbondioksit emisyonunu öngören MIROC5 (Model for Interdisciplinary Research On Climate) RCP 8,5 iklim değişimi senaryosu için potansiyel yayılış alanlarının belirlenmesi ve türün yayılışının iklim değişiminden nasıl etkileneceğinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Ülkemizde 21'i endemik olmak üzere 30 *Origanum* L. taksonu bulunmaktadır (Davis, 1982;1988; Güner vd., 2012). *O. minutiflorum* kalkerli kayalık ve taşlık yamaçlarda yayılış gösterir. Tür yayılış gösterdiği alanlardaki yöre halkı tarafından

çay yapımı ve kekik yağı eldesi için bol miktarda toplanmaktadır. Antropojenik baskıların yanı sıra türün yayılışı hayvan otlatması sonucu da zarar görmektedir (Ünal, 2003). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı'na göre *O. minutiflorum* LR(nt) kategorisindedir (Ekim vd., 2000). Ancak Ünal (2003) tarafından VU kategorisine alınması gerektiği bildirilmiştir.

Literatürden (Ünal vd., 2004; Temel ve Tokur, 2009), geçmişte yapılmış arazi çalışmalarından ve GBIF (Global Biodiversity Information Facility) veri tabanından elde edilen türe ait varlık verileri kullanılmıştır. Günümüzdeki potansiyel yayılış alanı modellemesi için farklı yağış ve sıcaklık parametrelerinden oluşan 1950-2000

yıllarına ait iklim verileri kullanılarak oluşturulmuş 19 farklı iklimsel değişken (URL-1) 30 saniye mekansal çözünürlükte (yaklaşık 800 m) kullanılmıştır (Hijmans vd., 2005) (Tablo1). Gelecek projeksiyonu için beşinci IPCC raporu baz alınarak hazırlanmış ve yüksek karbondioksit emisyonu öngören MIROC5 2070 yılı RCP8,5 iklim senaryosu kullanılarak oluşturulmuş 19 iklimsel değişkenden faydalanılmıştır (Hasumi ve Emori, 2004). Birbirleri ile yüksek korelasyon gösteren değişkenler Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak (SDM Toolbox Version: 1.1b, Brown, 2014) modelden çıkarılmıştır. Modellerde  $r < 0,70$  eşikdeğer alınarak Pearson korelasyon katsayısı 0,70'den küçük olan değişkenler modele dahil edilmiştir.

**Tablo 1.** Modellemede kullanılan çevresel değişkenler ve modele katlı yüzdeleri (Günümüz koşulları için oluşturulan modele katkısı olan değişkenler kalın yazılmıştır, katkı yüzdesi belirtilmeyen değişkenler yüksek korelasyon gösterdiği için modele dahil edilmemiştir).

Kodu	Çevresel Değişkenler	Katkı Yüzdesi (%)
Bio1	Yıllık ortalama sıcaklık	0,0
Bio2	Aylık max. ve min. sıcaklık farkının ortalaması	0,0
<b>Bio3</b>	<b>İzotermalite ((Bio2/Bio7) x 100)</b>	<b>6,2</b>
<b>Bio4</b>	<b>Sıcaklık mevsimselliği</b>	<b>43,6</b>
Bio5	En sıcak ayın max. sıcaklığı	-
Bio6	En soğuk ayın min. sıcaklığı	-
Bio7	Yıllık sıcaklık aralığı (Bio5-Bio6)	-
<b>Bio8</b>	<b>En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı</b>	<b>2,3</b>
Bio9	En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı	-
Bio10	En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı	-
Bio11	En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı	-
<b>Bio12</b>	<b>Yıllık yağış</b>	<b>23,6</b>
Bio13	En yağışlı ayın yağış miktarı	-
<b>Bio14</b>	<b>En kurak ayın yağış miktarı</b>	<b>24,3</b>
Bio15	Yağış mevsimselliği	-
Bio16	En yağışlı çeyreğin yağış miktarı	-
Bio17	En kurak çeyreğin yağış miktarı	-
Bio18	En sıcak çeyreğin yağış miktarı	-
Bio19	En soğuk çeyreğin yağış miktarı	-

Türün potansiyel ve gelecekteki dağılımının modellenmesinde korrelatif bir model olan maksimum entropi yaklaşımı Maxent 3.3.3k sürümü (URL-2) (Phillips vd., 2004; 2006; Elith vd., 2011) kullanılmıştır. Maxent

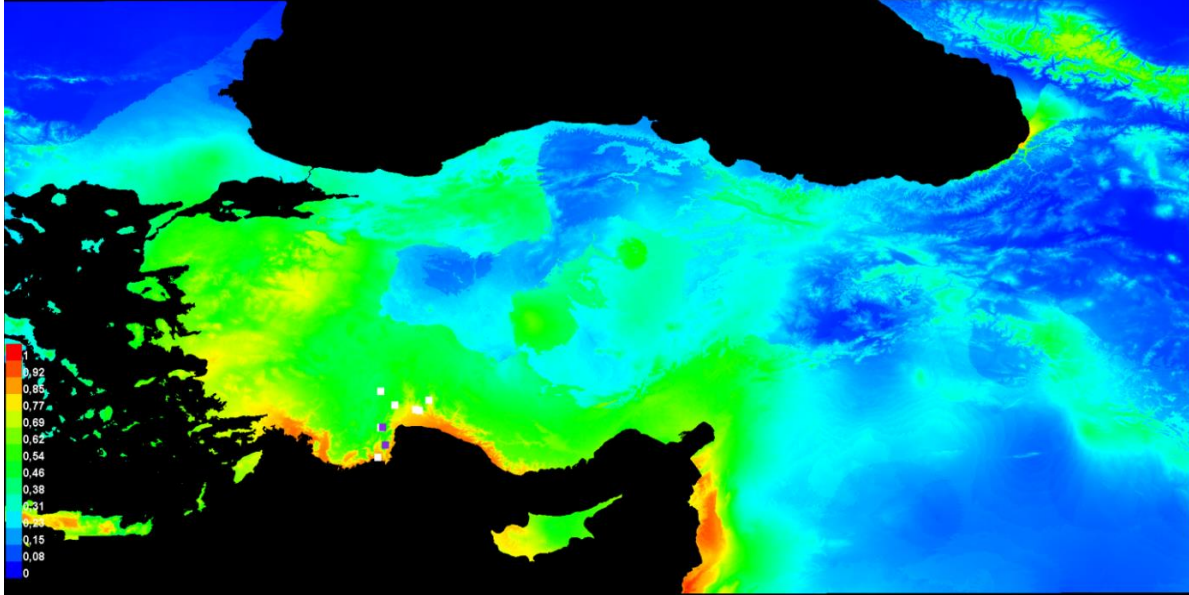
modelleme prosedürü olarak 'auto features' özelliği kullanılarak, test örneği büyüklüğüne göre otomatik olarak seçilen özellik tiplerine göre yürütülmüştür (Gür, 2013). Test verisi olarak varlık kaydı örneklerinin rastgele

%25'i kullanılmıştır. Model performansını belirlemek için AUC değeri belirlenmiştir (AUC değeri 0 ile 1 arasında bir değerdir. Eğer bu değer 0.5'den büyükse modellemenin rastgele bir tahminden daha iyi performans gösterdiği anlaşılır (Süel, 2014; Mert ve Kıraç, 2017; Oruç vd., 2017)). Tahminin belirli bir değişkene nasıl dayandığını göstermek için cevap eğrileri oluşturulmuş, lojistik çıktı formatı ayarlanmış, işlem sırasında karşılaşılan yeni biyoiklimsel şartların yerini göstermek için MESS (multivariate environmental similarity surface) analizi yapılmış, regularizasyon çarpanı 1 olarak alınmış, maksimum arka plan noktaları sayısı 10 000 olarak alınmıştır. Modellemede kullanılan çevresel

değişkenlerin katkı derecesini belirlemek için jackknife testi uygulanmıştır.

### 3. Bulgular

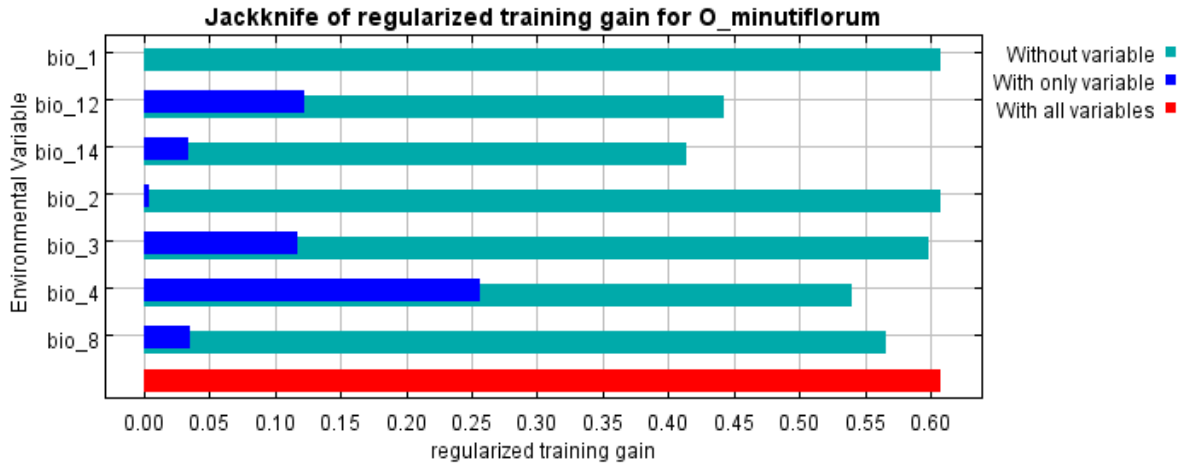
Sonuçlarımıza göre *O. minutiflorum*'un günümüz iklim koşullarındaki potansiyel yayılış modellemesi rastgele bir tahminden daha iyi sonuç vermiştir. Eğitim verisi için AUC değeri 0,917 olarak, test verisi için ise 0,861 olarak hesaplanmıştır. Yayılış alanı dar olan türlerin potansiyel yayılış alanı modellemelerinde AUC değerinin yüksek çıktığı, bu durumun AUC yönteminin bir artefaktı olduğu bildirilmiştir (Phillips, 2009).



Şekil 1. *O. minutiflorum*'un günümüzdeki potansiyel yayılış alanı (Beyaz noktalar eğitim (training) verisi, mor noktalar test verisi olarak kullanılan GPS lokasyonlarını göstermektedir).

Endemik bir tür olan *O. minutiflorum*'un günümüz koşullarındaki potansiyel yayılış alanı Şekil 1'deki gibidir. Türün alanlardaki bulunma olasılığını gösteren 0 ile 1 arasındaki değerler farklı renklerde gösterilmiştir. Oluşturulmuş olan ekolojik niş modeli türün mevcut bulunduğu alanların yanı sıra türün bulunmadığı ancak yaşayabilmesi için uygun iklimsel şartlara sahip olan alanları da göstermektedir (Pearson, 2007). Modellemede dikkate alınmamış olan bazı edafik faktörler, eğim,

alan kullanımı gibi çevresel değişkenler ve türler arası etkileşimler türün yayılış alanını sınırladığı için iklim şartları uygun olsa da tür buralarda yayılış gösterememektedir. Ancak bazı alanlarda ise sonuç haritasına göre türün bulunma olasılığı düşük olmasına rağmen gerçekte tür buralarda yayılış gösteriyor olabilir. Bu durumun nedeni modelde kullanılan iklimsel katmanlar hazırlanırken bazı mikroklima alanlarının dikkate alınmamış olmasıdır.



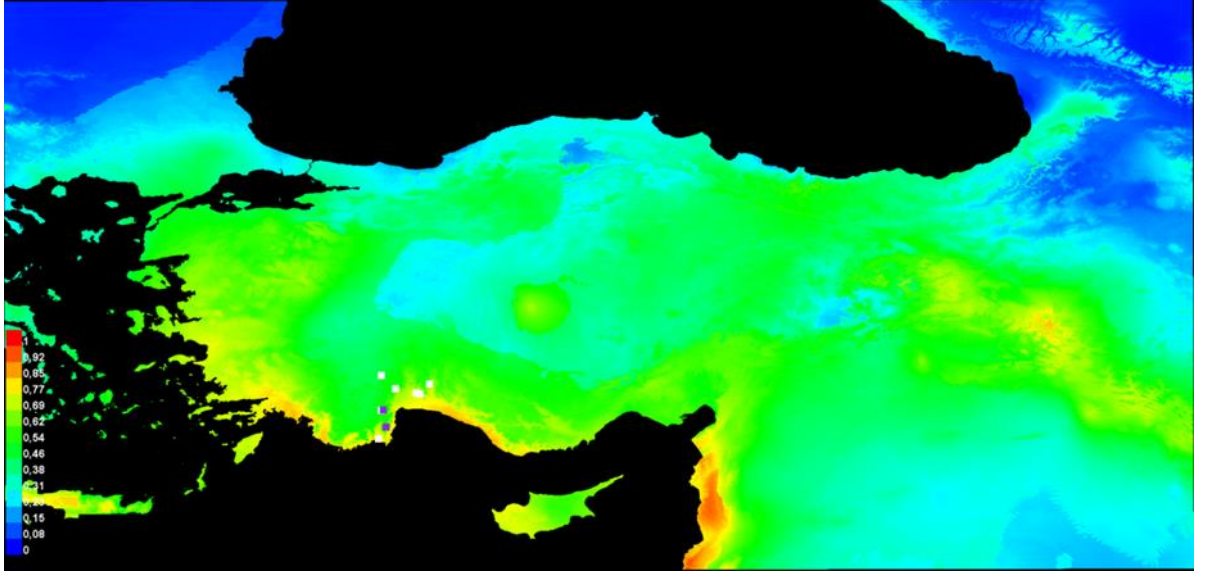
Şekil 2. Jackknife testi sonuçlarına göre *O. minutiflorum*'un günümüzdeki yayılış alanının belirlenmesinde kullanılan çevresel değişkenlerin göreceli önem değerleri.

Modele katkısı olan iklim değişkenleri dikkate alınır, türün yayılışındaki etkili değişkenler yağış mevsimselliği (bio4), en kurak ayın yağış miktarı (bio14), yıllık yağış (bio12), izotermalite (bio3) ve en yağışlı mevsimin ortalama sıcaklığı (bio8) olarak belirlenmiştir (Tablo 1, Şekil 2). Yıllık ortalama sıcaklık (bio1) ve aylık maksimum ve minimum sıcaklık farkının ortalaması (bio2) modele göre türün yayılışında belirleyici rol oynamamaktadır.

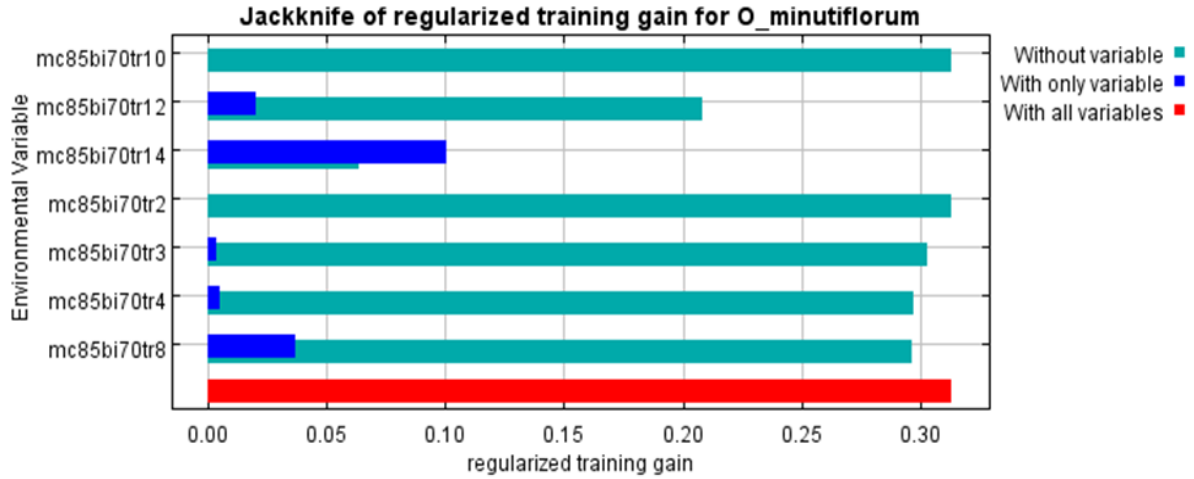
*O. minutiflorum*'un 2070 yılındaki olası yayılış modellemesi rastgele bir tahminden daha iyi sonuç vermiştir. Eğitim verisi için AUC değeri 0,863, test verisi için ise 0,755 olarak hesaplanmıştır. Model sonucuna göre iklim değişimi türün yayılış alanını kuzeye doğru genişletmesine sebep olmaktadır (Şekil 3). Ancak günümüzdeki yayılış alanlarında türün bulunma olasılığı 2070 yılı haritasında azalma göstermektedir. Bugünkü habitatındaki mevcut iklim koşulları 2070 yılında bu türün yaşayabilmesi için uygun

olmayacaktır. *O. minutiflorum*'un endemik bir tür olduğu göz önünde bulundurulursa iklim değişimi ile birlikte yeni habitat bulamadığı takdirde lokal yok oluş tehlikesi ile karşı karşıya kalacaktır.

Gelecek projeksiyonu modelinin sonuçlarına göre türün yayılışında etkili değişkenler en kurak ayın yağış miktarı (bio14), yıllık yağış (bio12), yağış mevsimselliği (bio4) ve izotermalite (bio3) olarak belirlenmiştir (Tablo 1, Şekil 4). En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı (bio8), aylık maximum ve minimum sıcaklık farkının ortalaması (bio2) ve en sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı (bio10) modele göre türün yayılışında belirleyici rol oynamamaktadır.



Şekil 3. *O. minutiflorum*'un 2070 yılındaki olası yayılış alanı.



Şekil 4. Jackknife testi sonuçlarına göre *O. minutiflorum*'un 2070 yılındaki olası yayılış alanının belirlenmesinde kullanılan çevresel değişkenlerin göreceli önem değerleri.

#### 4. Sonuç ve Tartışma

İklim değişiminin bitkiler üzerine etkisini belirlemek için yapılan çalışmalar sonucunda küresel ısınma sebebiyle bitkilerin şimdi buldukları alanlardan daha yükseklere doğru ya da daha kuzeye doğru yayılışlarını değiştirecekleri bildirilmiştir (Grabherr vd., 1994; Pauli vd., 1996; Walther vd., 2002; Moiseev ve Shiyatov, 2003; Khanum vd., 2013). Küresel iklim değişiminin en hızlı yaşandığı bölge olan Akdeniz Havzasında yayılış gösteren bitkiler iklim değişimine adapte olamazsa yok olma tehlikesi kaçınılmaz olacaktır (IPCC, 2013; Lynch ve

Lande, 1993). Mittermeier vd. (1998), yüksek tehdit durumunda, dar yayılış alanına sahip olmaları ve ekosistemde ilk yok olacak bileşenler olduğu için, endemiklerin bir komünitedeki en hassas elemanlar olduğunu bildirmiştir, ancak Medail ve Verlaque (1997), Akdeniz'deki endemik türlerin stres toleranslı ve zor habitatlara uyum sağlamış oldukları için doğal ve antropojenik etmenlerden daha az etkileneceklerini bildirmiştir.

Elde edilen sonuçlar ışığında türün uygun habitatlardaki koruma alanlarında in-situ olarak korunması ve tohum bankalarında ex-situ olarak korunmaya alınması büyük önem

taşımaktadır. *O. minutiflorum*'un genetik çeşitliliğinin yok olmaması ve türün sürdürülebilir kullanımı açısından geleceğe yönelik koruma planlaması çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

## 5. Kaynaklar

- Balmford, A., Bond, W. 2005. Trends in the state of nature and their implications for human well-being. *Ecology Letters*. 8(11), 1218-1234.
- Brown, J.L. 2014. SDMtoolbox: a python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeographic and species distribution model analyses. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(7), 694-700.
- Carpenter, G, Gillson, A.N., Winter J. 1993. DOMAIN: a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. *Biodiversity and Conservation*. 2, 667-680.
- Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J.L., Fichet, T., Friedlingstein, P., Gao, X., Gutowski, W.J., Johns, T., Krinner, G.M. et al. 2013. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Davis, P.H. 1982. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press, 7, 300-307, Edinburgh.
- Davis, P.H., Miller, R.R. ve Tan, K. 1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh University Press. 10, 206-207, Edinburgh.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytac, Z., Adıgüzel, N. 2000. *Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı*, Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, 246.
- Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y.E., Yates, C.J. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17, 43-57.
- Grabherr, G., Gottfried, M., Pauli, H. 1994. Climate effects on mountain plants. *Nature*, 369, 448. doi:10.1038/369448a0
- Güner, A., Aslan, S., Vural, M. Babaç, M.T. 2012. *Türkiye Bitkiler Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği, s. 1290. İstanbul.
- Gür, H. 2013. The effects of the Late Quaternary glacial-interglacial cycles on Anatolian ground squirrels: range expansion during the glacial periods? *Biological Journal of the Linnean Society*, 109, 19-32.
- Hasumi, H., Emori, S. 2004. K-1 coupled model (MIROC) description, K-1 technical report, 1. Center for Climate System Research, University of Tokyo, Tokyo, 34 s.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones P.G., Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25, 1965-1978.
- Hirzel, A.H., Hausser, J. Chessel, D., Perrin, N. 2002. Ecological-niche factor analysis: How to compute habitat-suitability map without absence data. *Ecology*, 83, 2027-2036.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to Fourth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change*, editörler Solomon, S. vd., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, editörler T. F. Stocker vd.,

- Cambridge University Press, Cambridge, U. K.
- Khanum, R., Mumtaz, A.S., Kumar S. 2013. Predicting impacts of climate change on medicinal asclepiads of Pakistan using Maxent modeling. *Acta Oecologica*, 49, 23-31.
- Lynch and Lande, 1993. Evolution and extinction in response to environmental change. Editörler: Kareiva, P.M.; Kingsolver, J.G.; Huey, R.B. *Biotic Interactions and Global Change*. 14(559), 234-250.
- Medail, F., Verlaque, R. 1997. Ecological characteristics and rarity of endemic plants from southeast France and Corsica: Implications for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 80(3), 269-281.
- Meinshausen, M., Smith, S.J. Calvin, K., Daniel, J.S. Kainuma, M.L.T., Lamarque, J.F. Matsumoto, K., Montzka, S.A., Raper, S.C.B., Riahi, K. 2011. The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300. *Climatic Change*, 109(1-2), 213.
- Mert, A., Kırac, A. 2017. Isparta-Sütçüler Yöresinde *Anatololacerta danfordi* (Günter, 1876)'nin Habitat Uygunluk Haritalaması. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1(1), 16-22.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Mittermeier, R.A., Myers, N., Thomsen, J.B., Fonseca G. A. B. ve Olivieri, S. 1998. Biodiversity Hotspots and Major Tropical Wilderness Areas: Approaches to Setting Conservation Priorities, *Conservation Biology*, 12(3), 516-520.
- Moiseev, P.A., Shiyatov, S.G. 2003. The use of old landscape photographs for studying vegetation dynamics at the tree line ecotone in the Ural Highlands, Russia. In: Nagy, L. (Ed.), *Alpine Biodiversity in Europe*. Springer-Verlag, Berlin, 423-436.
- Oruç, M.S., Mert, A., Özdemir, İ. 2017. Eskişehir Çatacık Yöresinde, Çevresel Değişkenler Kullanılarak Kızılgeyik İçin (*Cervus elaphus* L.) Habitat Uygunluğunun Modellenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 1(2), 135-142.
- Özhatay, N., Koyuncu, M., Atay, S. ve Byfield, A. 1997. Türkiye'nin Doğal Tıbbi Bitkilerinin Ticareti Hakkında Bir Çalışma, *Doğal Hayati Koruma Derneği*, İstanbul.
- Özhatay N., Kültür Ş, Gürdal, B. 2013. Check-list of additional taxa to the Supplement Flora of Turkey VI. *J Fac Pharm Istanbul*, 43(1), 33-82.
- Özhatay, N., Kültür, Ş., Gürdal, B. 2015. Check-list of additional taxa to the Supplement Flora of Turkey VII. *Journal of Pharmacy of Istanbul University*, 45(1), 61-86.
- Özhatay, N., Kültür, Ş., Gürdal, B. 2017. Check-list of additional taxa to the Supplement Flora of Turkey VIII. *Journal of Pharmacy of Istanbul University*, 47(1), 31-46
- Pauli, H., Gottfried, M., Grabherr, G. 1996. Effects of climate change on mountain ecosystems: upward shifting of mountain plants. *World Research Review*, 8, 382-390.
- Pearson, R.G. 2007. *Species Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners*. Synthesis. American Museum of Natural History. <http://ncep.amnh.org>.
- Phillips, S.J., Miroslav, D., Schapire, R.E. 2004. Maxent Software for Species Distribution Modeling. <http://cs.princeton.edu/~schapire/Maxent/>
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3-4), 231-259.
- Phillips, S.J. 2009. A brief tutorial on Maxent. *Lessons in Conservation*. 3, 108135 [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/)
- Pimm, S.L., Russell, G.J., Gittleman, J.L., et al. 1995. The future of biodiversity. *Science*, 269(522), 347-350.
- Süel, H. 2014. Isparta-Sütçüler Yöresinde Av Türlerinin Habitat Uygunluk Modellemesi. *Doktora Tezi*, Süleyman



- Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Temel, M., Tokur, S. 2009. Batı Anadolu Bölgesinde Yayılış Gösteren *Origanum* L. (Lamiaceae) Taksonlarının Palinolojik Özellikleri, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1), 1-6.
- URL-1, WorldClim, 2009. Bioclimatic variables, Son erişim tarihi: 25.01.2018 <http://www.worldclim.org/bioclim>
- URL-2, MaxEnt 3.3.3k sürümü, 2010, Son erişim tarihi: 13.06.2016, <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent>
- Ünal, O. 2003. Antalya İçin Endemik Olan Bazı *Origanum* Türlerinin Bazı Biyolojik Ve Ekolojik Özelliklerinin Saptanması Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Ünal, O. Gökçeoğlu, M., Topcuoğlu Ş.F. 2004. Antalya Endemiği *Origanum* Türlerinin Tohum Çimlenmesi Ve Çelikle Çoğaltılması Üzerinde Araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2), 135-147.
- Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.M., Guldberg, O.H., Bairlein, F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389-395.