

## Potential Distribution Modeling of Sütçüler Thyme (*Origanum minutiflorum*)

Alican Çıvğa 

**Abstract:** The Sütçüler thyme (*Origanum minutiflorum*) is an endemic species to the Sütçüler district of Isparta province in Turkey. Locally known as Eşek kekiği, Tota kekiği, and Yayla kekiği, this species holds particular commercial importance for the local community. Its essential oil and components make it valuable in the fields of medicine and pharmacy. Apart from its use as a spice in flowers and leaves, it is known for its respiratory benefits and its use in the treatment of colds, throat infections, and other ailments. However, the population of Sütçüler thyme has been declining due to uncontrolled harvesting and consumption. Therefore, the aim of this study was to determine the potential distribution areas and enhance the presence of Sütçüler thyme by identifying its potential habitat areas. The classification tree technique, a group separation method, was used in this study. This method helped determine the ecological information of potential distribution areas for the species. The obtained model for the species had a training AUC value of 0.81 and a testing AUC value of 0.76. The contributing variables in the model were elevation, annual precipitation (bio12), slope, and parent rock type in order of importance. The ideal potential areas for the target species were identified as those with elevations between 1159-1696 m, slopes exceeding 23%, precipitation above 620 mm, and the absence of basalt-sandstone parent rock types. The results of this study provide valuable insights that can contribute to management planning in the region.

**Keywords:** Classification tree technique, Medicinal and aromatic plant, Non-wood forest products, Species distribution modeling, Sütçüler thyme.

### Sütçüler Kekiği (*Origanum minutiflorum*) Potansiyel Dağılım Modellemesi

**Özet:** Sütçüler kekiği (*Origanum minutiflorum*) Türkiye Isparta ili Sütçüler ilçesinde ve yöresinde yayılış gösteren yöreye endemik bir türdür. Yöresel olarak Eşek kekiği, Tota kekiği ve Yayla kekiği olarak da isimlendirilen tür özellikle yöre halkı için ticari anlamda da ayrı bir öneme sahiptir. Türün bünyesinde barındırdığı uçucu yağ ve bileşenlerinden dolayı tıp ve eczacılık alanında yaygın bir kullanımının olması türün önemini arttırmaktadır. Çiçeklerinin ve yapraklarının baharat olarak kullanımının yanı sıra, nefes açıcı olarak kullanımı, soğuk algınlığı ve boğaz enfeksiyonları gibi hastalıklarda da tedavi amaçlı kullanımları bilinmektedir. Bu sebeple bu çalışmada son yıllarda bilinçsiz toplama ve tüketiminden dolayı popülasyonu gittikçe azalan Sütçüler kekiğinin potansiyel dağılım alanlarının belirlenmesi ve varlığının artırılması için potansiyel alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmada grup ayırma tekniklerinden sınıflandırma ağacı tekniği kullanılmıştır. Bu yöntem ile türe ait potansiyel dağılım alanlarının ekolojik bilgileri saptanmıştır. Türe ait elde edilen modelin eğitim AUC değeri 0,81, test AUC değeri 0,76 olmuştur. Modeli oluşturan değişkenler ise katkı durumlarına göre sırasıyla yükseltti, yıllık yağış (bio12), eğim ve anakaya olmuştur. Hedef tür için 1159-1696 m yükselti aralığında, eğimin %23'ten fazla olduğu, yağışın 620 mm'den yüksek olduğu ve bazalt – kumtaşı anakaya tiplerinin olmadığı alanların ideal potansiyel alanlar olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda ortaya konulan sonuçlar yörede yapılacak yönetim planlamalarına hizmet edebilecek önemli çıktılar ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Odun dışı orman ürünü, Sınıflandırma ağacı tekniği, Sütçüler kekiği, Tıbbi ve aromatik bitki, Tür dağılım modellemeleri.

<sup>1</sup>**Address (Adres):** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi. Isparta/Türkiye

**\*Corresponding author (Sorumlu Yazar):** alicancivga@isparta.edu.tr

**Citation (Atıf):** Çıvga, A. (2023). Sütçüler Kekikiği (*Origanum minutiflorum*) Potansiyel Dağılım Modellemesi. 21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi, 10(19): 1-8.

## 1. GİRİŞ

*Lamiaceae* familyasının önemli gen merkezlerinden birisi olan Türkiye’de, bu familyaya ait 45 cins ve 574 tür bulunmaktadır. Ayrıca %44.5 endemizm oranı ile ülkemizin en zengin üçüncü familyası konumundadır (Güner vd., 2000; Kahraman vd., 2009). Bu familyada yer alan ve “kekik” olarak adlandırılan pek çok aromatik bitki türü bulunmaktadır. Fakat bünyesinde özellikle timol ve karvakrol tipi uçucu yağ barındıran türler “kekik” olarak kabul görmekte ve ekonomik olarak büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda ekonomik anlamda öneme sahip cinsler ise genellikle *Thymus*, *Thymbra*, *Satureja*, *Origanum* ve *Coridothymus*’lardır (Başer vd., 1994).

Türkiye’de kekik olarak adlandırılan cinsler arasında *Origanum* türlerine ait bitkiler en yüksek oranda toplanan bitkilerdir. Özellikle Ege, Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde yoğun şekilde bulunan İzmir kekikiği (*O. onites*), İstanbul kekikiği (*O. vulgare* ssp. *hirtum*), Sütçüler kekikiği (*O. minutiflorum*), Alanya kekikiği (*O. majorana*) ve Suriye kekikiği (*O. syriacum* var. *bevanii*) ülkemizin kekik ticaretinde önemli bir noktadadır (Baydar, 2007; Baydar vd., 2009).

Bu türler arasında yöresel olarak Eşek kekikiği, Tota kekikiği, Yayla kekikiği ve Sütçüler kekikiği olarak bilinen (*O. minutiflorum*) tür, ülkemizde sadece Isparta ili Sütçüler ilçesinde ve yöresinde yayılış yapan endemik bir türdür. Bu türün bilinçsiz bir şekilde ve aşırı yoğun olarak toplanması, türün yoğunluğunun her geçen yıl azalmasına sebep olarak türün varlığını tehlikeye sokmaktadır. Bu sebeplerden dolayı *O. minutiflorum* türü geleceği tehdit altında gösterilen ve korunması gereken ilk 10 tür arasında yer almaktadır (Özhatay vd., 1997).

Daha çok endemik olduğu ilçenin adıyla anılan Sütçüler kekikiği özellikle insan sağlığı konusunda önemli bir yere sahiptir. Bünyesinde barındırdığı uçucu yağ ve bileşenlerinin tıp ve eczacılık alanlarında sık kullanımından dolayı da birçok araştırmaya konu olmuştur (Elmastaş vd., 2018; Özkan vd., 2019; Kostic vd., 2022; Yıldız vd., 2023; Veljovic vd., 2023) Çiçeklerinin ve yapraklarının baharat

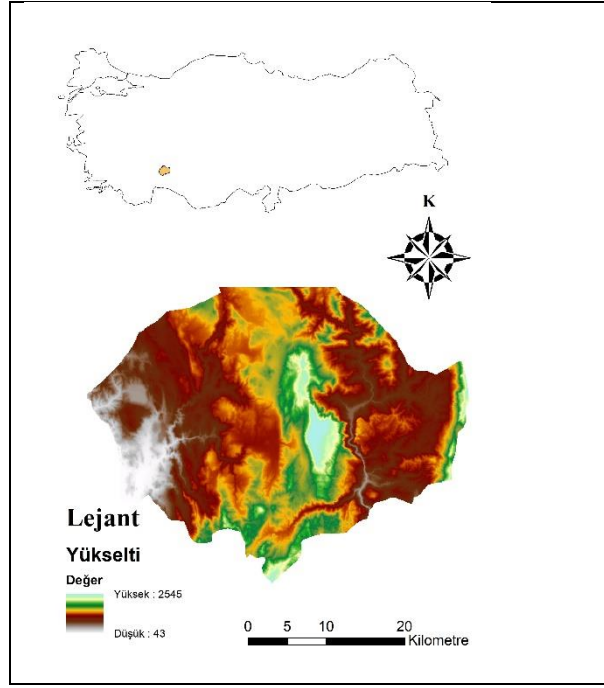
olarak kullanımının yanı sıra, nefes açıcı olarak kullanımı, soğuk algınlığı ve boğaz enfeksiyonları gibi hastalıklarda da tedavi amaçlı kullanımları bilinmektedir (Büyükgebiz, 2006). Bahsi geçen bu faydalarından dolayı türün sürdürülebilirliğinin korunması ve hatta azalmış olan popülasyonunun arttırılmasına yönelik gerçekleştirilecek olan çalışmalar oldukça önem kazanmıştır.

Belli bir türün varlığını arttırmaya yönelik yapılan çalışmaların başında tür dağılım modellemeleri gelmektedir. Bu yöntemlerle türlerin ekolojik isteklerinin belirlenip, bu bilgiler doğrultusunda modellenmesi ve haritalanması gerçekleştirilmektedir. Elde edilen sonuçlarla türün yayılış yapabileceği alanlar ortaya konulmaktadır. Son yıllarda bu yöntemlerle su organizmaları (Drake ve Bossenbroek, 2004; Sousa vd., 2006; Herborg vd., 2007), ormanlardaki yaban hayatı türleri (Martinez vd., 2003; Lopez-Lopez vd., 2007; Morelle ve Lejeune, 2012; Süel, 2019) ve bitki türleri (Munoz ve Felicisimo, 2004; Liu vd., 2005; Marmion vd., 2009; Gülsoy vd., 2017; Karataş vd., 2019; Şentürk vd., 2019) üzerine gerçekleştirilen birçok çalışma bulunmaktadır.

Bu araştırma kapsamında da *O. minutiflorum* türünün yayılışında etkili olan yetiştirme ortamı faktörlerinin Sınıflandırma ağacı yöntemi ile gerçekleştirilecek modelleme sonucunda ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilecek sonuçların ise yörede hedef türün popülasyonunun arttırılması konusunda önemli olacağı düşünüülerek bu çalışma yürütülmüştür.

## 2. MATERYAL VE METOT

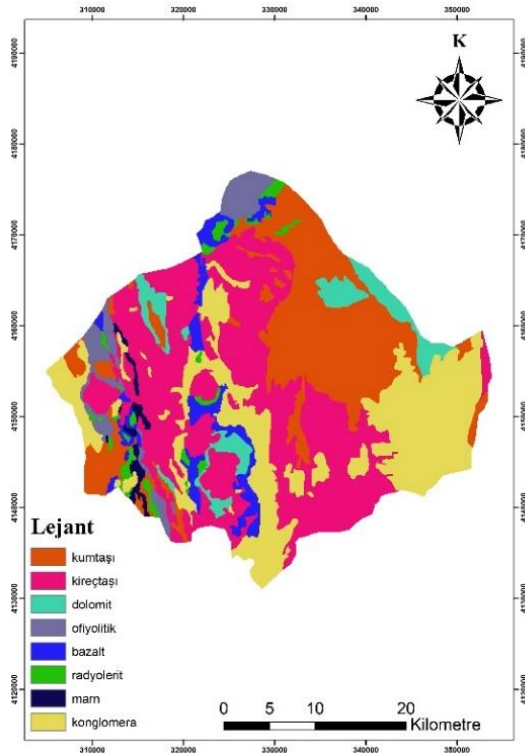
Bu araştırma *O. minutiflorum* türünün büyük bir çoğunluğunun yayılış gösterdiği Sütçüler ilçesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Çalışma alanının iklim özelliği Akdeniz iklimi ile Karasal iklim arasında geçiş özelliğine sahiptir. Yörede yazlar sıcak ve kurak geçerken, kışları soğuk ve yağışlı geçmektedir. Yörede gerçekleşen yağış miktarlarına bakıldığında Akdeniz bölgesine göre daha düşük seviyede olduğu, ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında ise Orta Anadolu Bölgesine yakın olduğu görülmektedir (Baydar ve Avcu, 2020).



Şekil 1. Sütçüler ilçesinin konumunu gösteren harita

Yapılan arazi çalışmaları neticesinde 137 farklı örnek alan içerisinde hedef türe rastlanılmış ve koordinatları kaydedilmiştir. Dolayısıyla türün görüldüğü alanlarda var verisi, görülmediği alanlarda ise yok verisi kaydedilmiştir. Saha çalışmalarının tamamlanmasının ardından hedef türün modellenmesi amacıyla çevresel değişkenlerin sayısal altlık haritaları oluşturulmuştur. Yöreye ait yükseklik, eğim, sıcaklık indeksi, radyasyon indeksi, pürüzlülük indeksi, topografik pozisyon indeksi haritaları elde edilmiştir. Ayrıca araştırma alanının iklim değişkenlerine de Chelsea

İklim veri tabanından ulaşılmıştır (Riley vd., 1999; Gallant, 2000; Evans vd., 2014). Elde edilen iklim verilerinden yıllık ortalama sıcaklık (Bio1) ve yıllık yağış miktarları (Bio12) çalışmada kullanılmak üzere temin edilmiştir. Son olarak Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden yöreye ait anakaya haritası temin edilmiş ve sınıflandırılarak Şekil 2'de verilmiştir. Dolayısıyla hedef türün modellenmesi amacıyla çevresel değişkenlere ait altlık haritalar elde edilmiş ve kısaltma kodları (Tablo 1) ile beraber dijital ortama aktarılmıştır.



Şekil 2. Sütçüler ilçesine ait anakaya haritası

**Tablo 1.** Çevresel değişkenlere ait kısaltma kodlar

Değişken	Kod	Değişken	Kod
Yükselti	yükselti	Sıcaklık indeksi	sıcind
Eğim	eğim	Pürüzlülük indeksi	pürüz
Radyasyon indeksi	radind	Yıllık ortalama sıcaklık	bio1
Anakaya	anakaya	Yıllık yağış miktarı	bio12
Topografik pozisyon indeksi	tpi		

İstatistiksel analiz aşamasında öncelikle çevresel değişkenler arasında Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır. Bunun nedeni modelleme aşamasında ortaya çıkabilecek çoklu bağlantı problemlerinin önüne geçmektir. Çoklu bağlantı problemi bağımsız değişkenlerin kendi aralarında gösterdikleri yüksek korelasyondan dolayı, bağımlı değişken üzerindeki doğru etkilerin saptanamaması olarak tanımlanmaktadır (Alin, 2010). Pearson korelasyon analizi sonucunda yüksek korelasyona sahip bazı değişkenler elenmiş ve elenenler için temsili değişkenler belirlenmiştir.

Modelleme aşamasında kullanılan yöntemler bağlantı yöntemleri ve mekanistik yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bağlantı yöntemleri, mekanistik yöntemlere göre daha fazla tercih edilmektedir. Bu durumun sebebi mekanistik yöntemlerin hedef türe ait ekofizyolojik özelliklere detaylı bir şekilde ihtiyaç duymasıdır. Bağlantı yöntemlerinde ise böyle bir durum söz konusu değildir (Özkan, 2014).

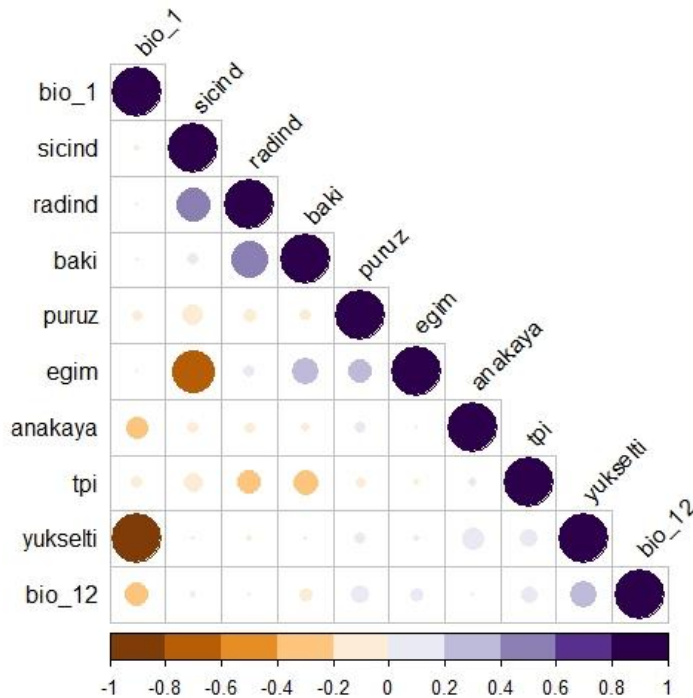
Bağlantı yöntemleri de kendi içerisinde grup ayırım teknikleri ve profil teknikleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Grup ayırım teknikleri bağımlı değişkenin var-yok şeklinde ikili veriden oluştuğu yöntemlerdir. Bu

yöntemler arasında en sık kullanılanları ayırım analizi, lojistik regresyon analizi, genelleştirilmiş eklemeli model ve sınıflandırma ağacı tekniğidir (Özkan, 2014).

Sınıflandırma ağacı tekniği, çok sayıda değişken arasından seçilen ve ortaya çıkan ilişkileri açıklayan parametrik olmayan bir yöntemdir (Yohannes, 1999). Bu basit kural tabanlı teknik, analiz edilen veriyi homojen alt gruplara ayırmak için parçalara böler (De'ath ve Fabricius, 2000). Alt gruplar ağaç yapısıyla dallanır ve bu dallardaki düğümler en iyi ayırımı sağlayan değişkenleri temsil eder. Her düğümden, alt gruplara ayrılan bağımlı değişkenlerin belirli bir eşik değeri vardır. İlk düğüm noktasından son düğüm noktasına kadar her sınıf ayırımında kurallar bulunmaktadır. Bu çalışmada da *O. minutiflorum* türünün dağılım modelini elde etmek amacı ile sınıflandırma ağacı tekniği kullanılmıştır (De'ath ve Fabricius 2000; McKenney ve Pedlar, 2003; Chu vd., 2009).

### 3. BULGULAR

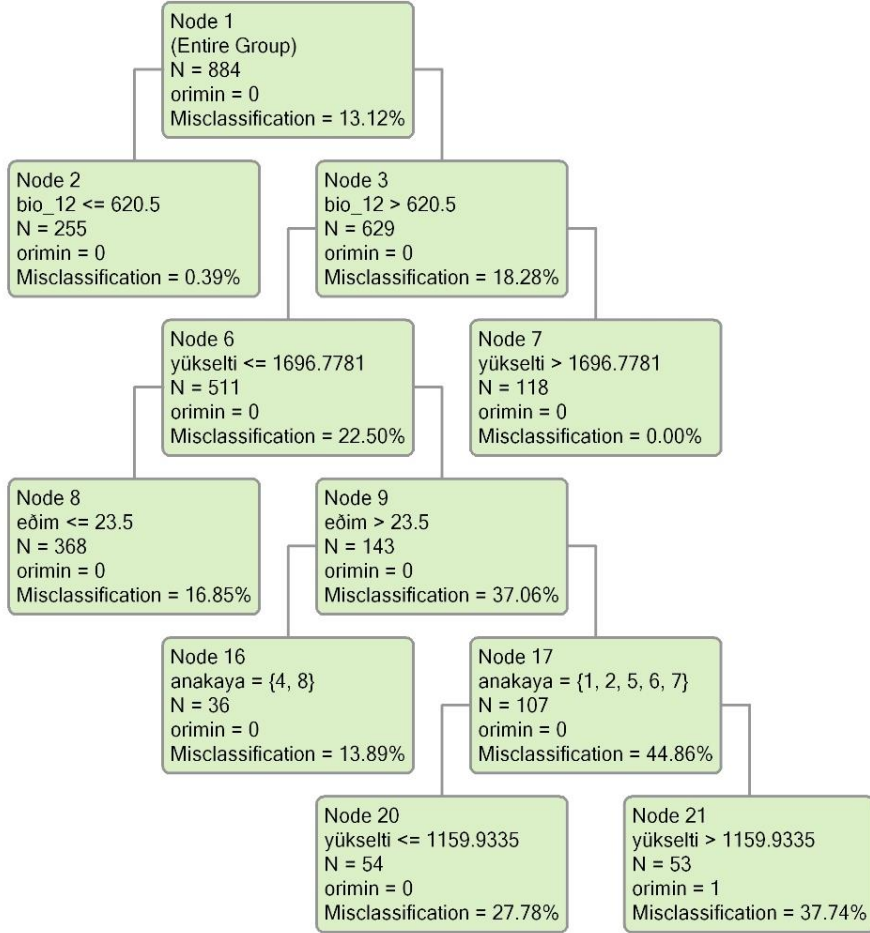
Çalışmada daha önce de bahsedildiği üzere öncelikle çevresel değişkenler arasında Pearson korelasyon analizi gerçekleştirilmiş ve Şekil 3'te verilmiştir.



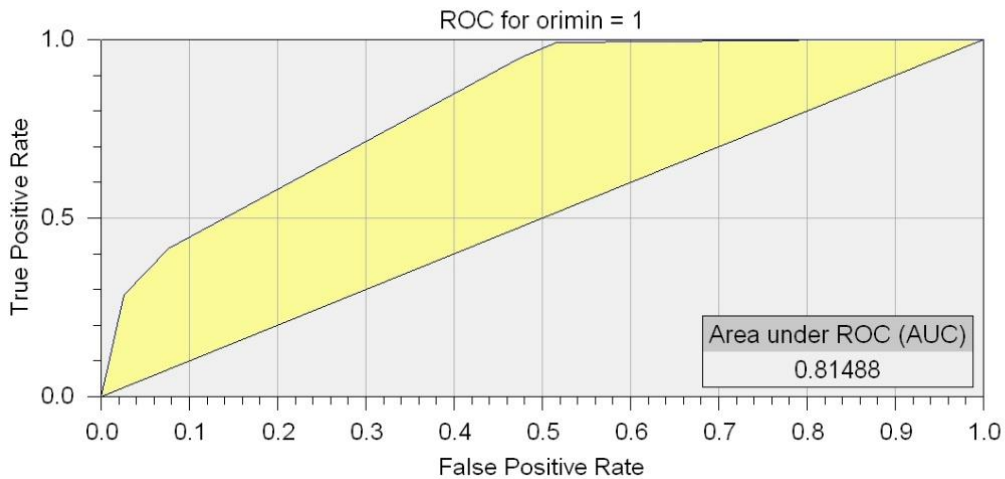
Şekil 3. Hedef tür için gerçekleştirilen Pearson korelasyon analizi sonuçları

Gerçekleştirilen Pearson korelasyon analizi neticesinde iklim değişkenlerinden bio1 ile çevresel değişkenlerden yükselti arasında  $p \geq 0.80$  düzeyinde bir korelasyon görülmüştür. bu durumun modelleme sürecinde çoklu bağlantı problemine yol açacağından dolayı bio1 değişkeni modelleme aşamasına dahil edilmemiştir.

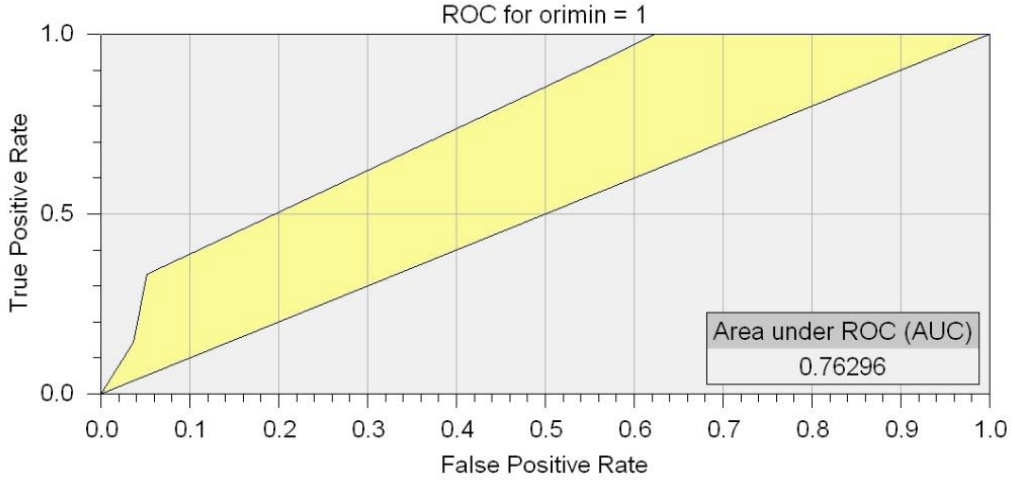
Modelleme sürecine dahil edilecek değişkenlerin belirlenmesinin ardından DTREG paket programında Sınıflandırma ağacı tekniği ile analizlere geçilmiştir. Bu yöntemle elde edilen ağaç model ve AUC değerleri Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 4. *O. minutiflorum* türüne ait elde edilen ağaç model



Şekil 5. *O. minutiflorum* için elde edilen modele ait AUC eğitim değeri

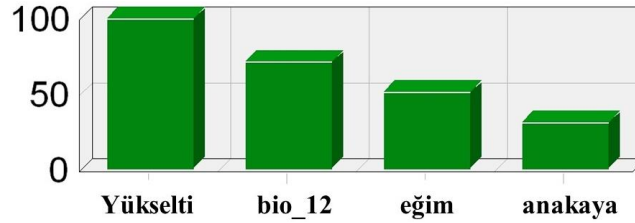


Şekil 6. *O. minutiflorum* için elde edilen modele ait AUC test değeri

Tür için elde edilen modele bakıldığında yıllık toplam yağışın (bio12) 620 mm'den düşük olduğu alanların hedef tür için elverişli olmadığı görülmüştür. Ayrıca türün minimum 1159 m, maksimum 1696 m yükselti aralığının dışındaki yükseltileri tercih etmediği, aynı zamanda bu yükselti aralığı içinde eğimin %23'ten az olduğu, bazalt ve kumtaşı tipi anakayaları da tercih etmediği belirlenmiştir. *O. minutiflorum* için potansiyel dağılım alanları kriterlerini özetlemek gerekirse, 1159-1696 m yükselti aralığında

eğimin %23'ten fazla olduğu, yağışın 620 mm'den yüksek olduğu ve bazalt – kumtaşı anakaya tiplerinin olmadığı alanların tür için ideal potansiyel alanları olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen modelin AUC değerlerine bakıldığında ise AUC eğitim değeri 0.81, AUC test değeri 0.76 olarak bulunmuştur. Bu aşamada son olarak modele katkı sağlayan değişkenler elde edilmiş ve Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. *O. minutiflorum* türü için elde edilen modele değişken katkı oranları

Hedef tür için potansiyel alanların ortaya konduğu modele katkı sağlayan değişkenlere bakıldığında modeli sırasıyla yükselti, bio12, eğim ve anakaya değişkenlerinin oluşturduğu görülmüştür.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Özellikle son 30 yılda teknoloji ve tıbbın paralel olarak hızlı gelişimi, bitkisel kökenli odun dışı orman ürünleri için yeni kullanım alanlarının keşfedilmesine yol açmıştır. Ayrıca insanların kimyasal ürünlerden uzak durma tercihi de bu ürünlere olan talebin artmasına katkıda bulunmuştur (Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011). Sonuç olarak, odun dışı orman ürünlerinin sürdürülebilirliği ve yaygın kullanımı için her geçen gün çaba sarf edilmektedir. Sürecin en önemli aşaması, ilgili türe ait ekolojik bilgilerin elde edilmesi ve bu bilgilerin işlenerek türler için doğal yaşam alanlarında koruma ve kullanma bileşeni oluşturulmasıdır. Bu işlemi gerçekleştirmenin en etkili yöntemi, türün potansiyel yayılış alanlarını model çıktılarına dönüştürmektir.

Bu yaklaşımdan hareketle gerçekleştirilen bu çalışmada yörede belirli bir düzeyin üzerinde aktüel dağılımının olması, yöre halkı tarafından bilinen ve geleneksel kullanım

için tercih edilirliliği ve tıbbi ve aromatik özelliği ile ticari öneminin bulunması kriterleri göz önünde bulundurularak Sütçüler ilçesine endemik olan Sütçüler kekiği türünün potansiyel dağılım alanlarının ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda hedef tür için sınıflandırma ağacı tekniği yöntemi ile elde edilen modelin ilk olarak AUC değerlerine bakıldığında eğitim AUC değerinin 0.81, test AUC değerinin 0.76 olduğu görülmüştür. Elde edilen AUC değerleri, ilgili modelin potansiyel tür dağılım sınıflarını ne kadar başarılı şekilde açıklayabildiğinin bir ölçüsü olmaktadır (Araújo vd., 2005). Swets (1988) gerçekleştirdiği bir çalışmada dağılım modelleri neticesinde elde edilen AUC değerlerinin,  $AUC \geq 0.90$  mükemmel,  $0.90 > AUC > 0.81$  iyi,  $0.80 > AUC > 0.71$  orta,  $0.70 > AUC > 0.61$  zayıf ve  $AUC < 0.60$  koşulunda başarısız olduğunu ifade etmiştir. Bu sınıflandırmaya göre *O. minutiflorum* için elde edilen modelin yöre ölçeğinde "iyi" kategorisinde olduğu tespit edilmiştir.

Modele katkı sağlayan değişkenlere bakıldığında ise yükseltinin 1159-1696 m aralığında olduğu, yıllık yağış miktarının (bio12) 620 mm üstünde olduğu, eğimin %23'ten

az olduğu ve anakaya tipi bazalt ve kumtaşı haricinde kireçtaşı, dolomit, konglomera, marn, radyolerit, ofiyolitik ve dolomit tipi anakayalarda yayılış yapabileceği tespit edilmiştir. Davis vd. (1982) yaptıkları bir araştırmada türün yükselti olarak en çok 1500-1800 m aralığında yayılış gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacıların ortaya koyduğu bu sonuç, *O. minutiflorum* için bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçla benzerlik göstermektedir. Ayrıca yine Davis vd. (1982) bu türün kayalık alanlarda ve kireçli yamaçlarda daha çok bulunduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuç da hedef tür için bu çalışma kapsamında elde edilen anakaya tercihlerini desteklemektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulardan da anlaşılacağı üzere bulgular yörede yapılacak planlamalara hizmet edebilecek önemli çıktılar ortaya koymuştur. Bölgede tür için gerçekleştirilecek bir yönetim planlamasına Sütçüler kekiği ile ilgili potansiyel alanların incelenip, uygun sahalarda türün popülasyonunu arttırmaya yönelik çalışmalar eklenebilir hale gelmiştir.

#### Ethics Committee Approval

N/A

#### Peer-review

Externally peer-reviewed.

#### Conflict of Interest

The authors have no conflicts of interest to declare.

#### Funding

The authors declared that this study has received no financial support.

#### KAYNAKLAR

- Alin, A. 2010. Multicollinearity. Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics, 2(3), 370-374. <https://doi.org/10.1002/wics.84>
- Araújo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W., & Erhard, M. (2005). Validation of species–climate impact models under climate change. *Global change biology*, 11(9), 1504-1513. doi:10.1111/j.1365-2486.2005.01000.x
- Baser, K. H. C., Özek, T., Kürkçüoğlu, M., & Tümen, G. (1994). The essential oil of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* of Turkish origin. *Journal of Essential Oil Research*, 6(1), 31-36.
- Baydar, 2007. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 2. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51, Isparta.
- Baydar, H., & Avcu, F. (2020). Yayla Kekik (Origanum minutiflorum O. Schwarz et. PH Davis)'nin Farklı Biçim Dönemlerinde Uçucu Yağ İçeriği ve Bileşenleri. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 64-70.
- Baydar, H., Kardoğan, T. ve Özçelik, H., 2009. Göller Yöresinde Yayılış Gösteren Kekik (*Origanum*, *Thymus*, *Satureja* ve *Thymbra* sp.) Türlerinin Belirlenmesi ve Uçucu Yağ Özelliklerinin

Saptanması. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Ekim, Hatay, Bildiriler Kitabı 1: 91-95.

- Büyükgebiz, T., 2006. Sütçüler (Isparta) Yöresinin Odun Dışı Orman Ürünleri. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Chu, C., Tsai, B, Chang, K., 2009. Integrating Decision Tree and Spatial Cluster Analysis for Landslide Susceptibility Zonation, *World Academy of Science, Engineering and Technology* 59, 479-483.
- Davis, P. H., Mill, R.R. ve Tan, K., 1982. *Flora of Turkey and The East Aegen Islands*, 7, Edinburgh, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- De'ath, G., Fabricius, K., E., 2000. Classification and regression trees: A powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology*, 81(11), 3178-3192.
- Drake, J. M., & Bossenbroek, J. M. 2004. The potential distribution of Zebra Mussels in the United States. *BioScience*, 54(10), 931-941. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0931:TPDOZM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0931:TPDOZM]2.0.CO;2)
- Elmastas, M., Celik, S. M., Genc, N., Aksit, H., Erenler, R., & Gulcin, İ. (2018). Antioxidant activity of an Anatolian herbal tea—*Origanum minutiflorum*: isolation and characterization of its secondary metabolites. *International journal of food properties*, 21(1), 374-384. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1416399>
- Evans, J. S., Oakleaf, J., Cushman, S. A., & Theobald, D. 2014. An ArcGIS toolbox for surface gradient and geomorphometric modeling, version 2.0-0. Laramie, WY. <http://evansmurphywixcom/evansspatial>. (accessed: 11 January 2022).
- Faydaoğlu, E., & Sürücüoğlu, M. S. (2011). Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1), 52-62.
- Gallant, J. C. 2000. Primary topographic attributes. In *Terrain Analysis: Principles and Applications*. (pp. 51-86).
- Gülsoy, S., Şentürk, Ö., & Tümer, İ. 2017. Modeling the potential distribution of Anatolian black pine in the inner parts of Central Black Sea environment. *Journal of Environmental Biology*, 38(5-Special Issue), 945-954.
- Güner A, Özhatay N, Ekim T ve Bağer, K.H.C., 2000. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (supplement 2). 11. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Herborg, L. M., Rudnick, D. A., Siliang, Y., Lodge, D. M., & Macisaac, H. J. 2007. Predicting the range of Chinese mitten crabs in Europe, *Conservation Biology*, 21(5), 1316-1323. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00778.x>
- Kahraman, A., Celep, F. ve Doğan, M., 2009. Morphology, Anatomy and Palynology of *Salvia indica* L.

- (Labiatae). World Applied Sciences Journal, 6, 2, 289-296.
- Karataş, R., Şentürk, Ö., Arslan, M., Güner, D., Negiz, M. G., & Özkan, K. 2019. Potential distribution of some non-wood forest products in the Turkmen Mountain. Turkish Journal of Forestry Research, 6(1), 15-28. <https://doi.org/10.17568/ogmoad.424010>
- Kostić, M., Ivanov, M., Markovic, T., Sanković Babić, S., Barros, L., Calhelha, R., ... & Ciric, A. (2022). An in vitro study of the *origanum minutiflorum* O. Schwarz & PH Davis and *Coriandrum sativum* L. essential oils as chronic tonsillitis therapeutics: antibacterial, antibiofilm, antioxidant, and cytotoxic activities. Journal of Essential Oil Research, 34(6), 533-543. <https://doi.org/10.1080/10412905.2022.2107103>
- Liu, C., Berry, P. M., Dawson, T. P., & Pearson, R. G. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. Ecography, 28, 385-393. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2005.03957.x>
- López-López, P., Garcia-Ripolles, C., Soutullo, A., Cadahia, L., & Urios, V. 2007. Identifying potentially suitable nesting habitat for Golden Eagles applied to 'Important Bird Areas' design. Animal Conservation, 10, 208-218. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2006.00089.x>
- Marmion, M., Parviainen, M., Luoto, M., Heikkinen, R. K., & Thuiller, W. 2009. Evaluation of consensus methods in predictive species distribution modelling. Diversity and Distributions, 15, 59-69. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00491.x>
- Martinez, J. A., Serrano, D., & Zuberogoitia, I. 2003. Predictive models of habitat preferences for the Eurasian eagle owl *Bubo bubo*: a multiscale approach. Ecography, 26, 21-28. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2003.03368.x>
- Mckenney, D. W. & Pedlar, J. H. 2003. Spatial models of site index based on climate and soil properties for two boreal tree species in Ontario, Canada. Forest Ecology and Management, 175: 497-507.
- Morelle, K., & Lejeune, P. 2012. Factors influencing wild boar presence in agricultural landscape: a habitat suitability modelling approach. 9th International Symposium on Wild Boar and other Suids. September 2-6, Hannover, 60.
- Muñoz, J., & Felicísimo, Á. M. 2004. Comparison of statistical methods commonly used in predictive modelling. Journal of Vegetation Science, 15(2), 285-292. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2004.tb02263.x>
- Özhatay, N., Koyuncu M., Atay, S. & Byfield, A., 1997. Türkiye'nin Doğal Tıbbi Bitkilerinin Ticareti Hakkında Bir Çalışma. Doğal Hayatı Koruma Derneği, ISBN: 975-96081-9-7, 121, İstanbul.
- Özkan, K. (2014). Odun Dışı Orman Ürünlerinin Potansiyel Dağılım Haritalaması Neden Önemlidir? Nasıl Gerçekleştirilmelidir? Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Eczacılık ve Ormancılıktaki Önemi Çalışmayı. 20-21 Mart, Malatya, 86-100.
- Özkan, O., Özbey, C., Aydemir, I., Sari, İ., Dönmez, G., Kırık, F. E., Savran, A., & Tuğlu, M. İ. (2019). Kanserojen hücreleri üzerine *Origanum Minutiflorum*'ün Sitotoksik Etkisinin Araştırılması. Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(2), 74-80. <https://doi.org/10.34087/cbusbed.405472>
- Riley, S. J., DeGloria, S. D., & Elliot, R. 1999. Index that quantifies topographic heterogeneity. Intermountain Journal of Sciences, 5(1-4), 23-27.
- Sousa, P., Azevedo, M., & Gomes, M. C. 2006. Species-richness patterns in space, depth, and time (1989-1999) of the Portuguese fauna sampled by bottom trawl. Aquatic Living Resources, 19, 93-103. <https://doi.org/10.1051/alr:2006009>
- Süel, H. 2019. Brown Bear (*Ursus arctos*) Habitat Suitability Modelling and Mapping. Applied Ecology and Environmental Research 17(2):4245-4255. [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702\\_42454255](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1702_42454255)
- Swets, J. A. (1988). Measuring the accuracy of diagnostic systems. Science, 240, 1285-1293. <https://doi.org/10.1126/science.3287615>
- Şentürk, Ö., Gülsoy, S., & Tümer, İ. 2019. Potential Distribution Modeling and Mapping of Brutian Pine Stands in the Inner Parts of the Middle Black Sea Region in Turkey. Polish Journal of Environmental Studies, 28(1), 321-327. <https://doi.org/10.15244/pjoes/81682>
- Veljovic, K., Tesevic, V., Mitrovic, H., & Stankovic, M. (2023). Essential oil of *Origanum minutiflorum* exhibits anti-inflammatory and antioxidative effects in human bronchial cells and antimicrobial activity on lung pathogens. Journal of Herbal Medicine, 39, 100651. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2023.100651>
- Yıldız, G., Temel, H. E., Ağalar, H. G., & Kırimer, N. (2023). *Origanum minutiflorum*: Phytochemical profile and inhibitory effects on key enzymes associated with inflammation. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, (just-accepted), 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.03.018>
- Yohannes, Y., Hoddinott, J., 1999. Classification and regression trees: an introduction. International Food Policy Research Institute, Technical Guide 3, 1-27.