

Kunduz Yöresi (Vezirköprü) Ormanlarında Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.) Türünün Potansiyel Dağılım Modellemesi

Serkan GÜLSOY^{*1}, Özdemir ŞENTÜRK², Fatih KARAKAYA³

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32200, Isparta

²Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar MYO, Ormanlık Bölümü, 15400, Burdur

³ TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 11. Bölge Müdürlüğü, Milli Parklar Şube Müdürlüğü, Samsun

(Alınış / Received: 21.04.2016, Kabul / Accepted: 29.04.2016, Online Yayınlanma / Published Online: 13.06.2016)

Anahtar Kelimeler

Çevresel faktörler,
Meşe,
Potansiyel tür dağılım
modeli,
Yükselti

Özet: Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) ülkemizin tepelik ve dağlık orman alanlarında yayılış gösteren önemli ağaç türlerimizden birisidir. Bu çalışmada türün Kunduz Yöresi (Vezirköprü) sınırları içerisinde var-yok verilerinden faydalanılarak Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı Tekniği (SRAT) ile potansiyel dağılım alanlarının modellenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 2014 ve 2015 yaz ayları boyunca toplam 586 örnek alanda (100x100 m) arazi çalışması yapılmıştır. Çalışmada toplam 223 örnek alanda saçlı meşe türü tespit edilmiştir. Ayrıca yöre için oluşturulan sayısal altlıklardan faydalanılarak bağımsız değişken konumunda toplam 21 adet çevresel değişken verisi elde edilmiştir. Daha sonra bu değişkenler ile yapılan istatistiksel değerlendirmeler neticesinde türün yöredeki potansiyel dağılım alanları modellenmiştir. SRAT yönteminden elde edilen sonuçlara göre türün yöredeki potansiyel dağılımında etkili olan değişkenlerin sırasıyla yükselti, radyasyon indeksi ve matakumtaşı anakaya formasyonları olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yörede yükseltiye bağlı olarak meydana gelen iklimsel değişimlerin türün potansiyel dağılımına etki eden en önemli faktör olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla bu tür ile yörede yapılacak orman işletmecilik faaliyetlerinde iklim özelliklerinin mutlak suretle göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Diğer yandan modelde radyasyon indeksi ve anakaya formasyonunun önem arz etmesi ise yörede türün potansiyel dağılımında kısmen lokal iklim ve toprak koşullarının da etkili olabileceği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Modeling The Potential Distribution of Turkish Oak (*Quercus cerris* L.) in Kunduz District (Vezirköprü), Turkey

Keywords

Environmental factors,
Oak,
Potential distribution
models,
Elevation

Abstract: Turkey oak (*Quercus cerris* L.) is one of the important tree species in hilly and mountainous forest sites of Turkey. Aim of this study was to predict potential distribution of the species in Kunduz district (Vezirköprü), using Classification and Regression Tree Technique (CART) with presence-absence data. For this purpose, a total of 586 sampling areas (100x100 m) were sampled during the field studies in summer periods of 2014 and 2015. Turkey oak was recorded as presence in a total of 223 plots. On the other hand, totally 21 independent environmental variables were obtained from the digital maps. The potential distribution of the species was modelled by the statistical analysis using these variables obtaining from the district. Results from CART showed that elevation, radiation index and metasandstone appears to be the most influential factors on the potential distribution of the species in the district, respectively. Consequently, climatic characteristics associated with elevation are the most affected parameters on the potential distribution of species in the district. Hence, the climatic characteristics should be definitely considered in the course of the management strategies of this species. On the other hand, radiation index and bedrock formation found to be other important environmental factors showed that the local climatic and edaphically features play also a partial role in the potential distribution of the species in the region.

1. Giriş

Yeryüzündeki karasal ekosistemler içerisinde bitkisel kökenli biyokütlelerin % 80'ini bünyesinde barındıran ormanlar, sahip oldukları odun hammaddesi başta olmak üzere çok sayıda sunmuş olduğu fırsatlar ve olanaklar doğrultusunda tarih boyunca insanlar için bir geçim kaynağı ve yaşama ortamı olmuştur [1]. Günümüzde 200 milyonu aşkın bir nüfusun doğrudan barınma ve beslenme gibi temel ihtiyaçlarını halen ormanlardan karşıladıkları belirtilmektedir [2]. Diğer yandan temiz hava ve su, biyolojik çeşitliliğin korunması, tıbbi ve aromatik bitki potansiyeli, erozyonu önleme ve toprak muhafazası, küresel ısınma ve iklim değişimi için sağladığı faydalar ile rekreasyon olanakları gibi pek çok konuda ekosistem hizmetlerini yerine getiren ormanların yer yüzündeki tüm canlı organizmalar için önemli tartışılmayacak kadar büyüktür [3]. Sınırsız ekosistem hizmetleri ile yeryüzündeki ekolojik dengede böylesine kilit bir rol üstlenmiş olan ormanların önemi ne yazık ki tarih boyunca yeterince anlaşılamamıştır. Dolayısıyla ilkçağdan günümüze kadar geçen süreçte zaman zaman çok ciddi orman tahribatlarının olduğu ve orman alanlarının daraldığı gözlemlenmiştir [4].

Dünya orman alanlarında süregelen bu azalış özellikle son yıllarda küresel tehditlerin devreye girmesi ile kaygıların biraz daha artmasına sebep olmuştur. Özellikle iklim değişim olaylarının kontrolü açısından önemi ortada olan ormanlardaki karbon deposunun son 25 yıllık periyot içerisinde yaklaşık olarak 17,4 milyar ton azaldığı tespit edilmiştir [5]. Bu durumun tesiri altında etkisini iyice hissettirmeye başlayan küresel ısınma sonucu, yeryüzünde orman yangınlarının sayısı ve şiddeti, çölleşme, yağış dengesizlikleri sonucu sel baskınları, erozyon, fırtına, hortum, buzulların erimesi ve hatta çeşitli salgın hastalıkların ortaya çıkması gibi ekosistem üzerinde dengesizlikler ortaya çıkmıştır [6-8]. Özetle ifade edilen bu süreç tüm dünyada ormanların değerinin son yıllarda daha fazla anlaşılmasına sebep olmuştur. Dolayısıyla gelinen son noktada ülkeler bir yandan sahip oldukları ormanları koruma, diğer yandan ise bozuk orman sahalarının yeniden verimli hale dönüştürme çabası içine girmiş, orman olmayan yerlerin ormanlaştırılması ve bu ormanlardan sürdürülebilir bir şekilde yarar sağlanması konularında hemfikir olmuşlardır.

Dünya genelinde şekillenen bu sürece kayıtsız kalmayan ülkemiz, son yıllarda mevcut ormanlarını Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama (ETÇAP) amaçları doğrultusunda sürdürülebilirlik ilkesine bağlı kalarak en uygun yöntem ve stratejilerle işletme çabası içine girmiştir [9]. Bu doğrultuda özellikle ormanlarda en çok işletmeye konu olan asli orman ağaç türlerinin uygun ekolojik koşullarında yetiştirilip [10], amenajman planlarına bağlı olarak doğru silvikültür teknikleri ile işletilmesine yönelik araştırmalar önem kazanmaya başlamıştır [11, 12].

Konuya ilişkin ekolojik araştırmalar içerisinde ise özellikle türlerin potansiyel dağılım alanlarının belirlenmesine yönelik yapılan araştırmaların önemi oldukça büyüktür. Buradan hareketle özellikle ülkemizin farklı yörelerinde, farklı türlerin potansiyel dağılım alanlarının modellenmesi ve haritalanması konularında yapılmış önemli çalışmalar mevcuttur [10, 13-16].

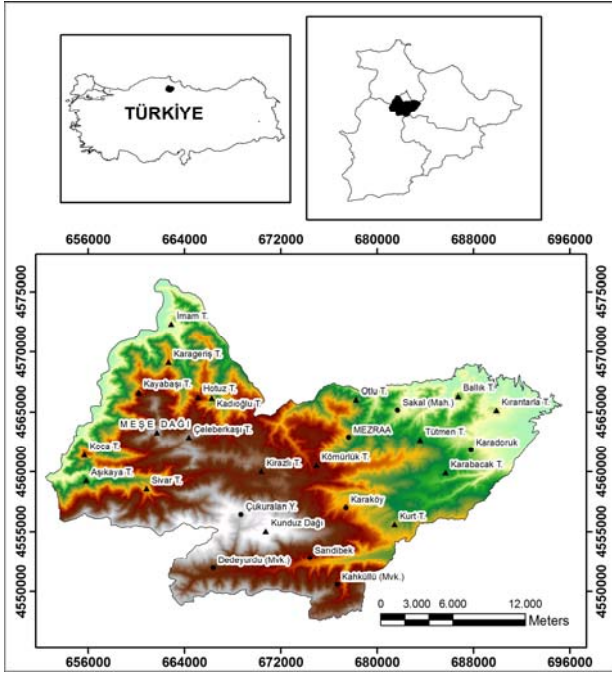
Ülkemizde oldukça geniş yayılış alanına sahip asli ağaç türlerinden birisi meşelerdir. 2015 yılına ait Orman Genel Müdürlüğü (OGM) verilerine göre ülkemiz toplam orman alanı yaklaşık 22,3 milyon ha olup, bunun 12,7 milyon ha'lık (% 57) kısmı normal kapalı, 9,6 milyon ha (% 43)'lük kısmı ise boşluklu kapalılığa sahip orman statüsündedir [17]. Bu orman alanı içerisinde asli ağaç türlerinin genel ormanlık alana oranlarına bakıldığında meşe türlerinin %26,3 ile en çok alanı kapladığı, onu sırasıyla kızılçam (%25,1), karaçam (%19,0) ve kayın (%8,5)'in takip ettiği tespit edilmiştir [17]. Diğer bir ifadeyle meşeler yaklaşık 5,9 milyon hektarlık dağılım alanı ile ülke ormanlarımızda en geniş yayılış alanına sahip ağaç türleridir. Mevcut meşe ormanlarının 2,4 milyon hektarı normal kapalı, 3,5 milyon hektarının ise boşluklu kapalılığa sahip olduğu tespit edilmiştir [17].

Toplam 18 meşe türü içerisinde 23 farklı meşe taksonu barındıran Türkiye meşe zengini bir ülke konumundadır [18]. Mevcut meşe taksonları içerisinde ise özellikle saçlı meşe (*Q. cerris*) türü Avrupa kıtasının batısından ülkemizin doğusuna doğru oldukça geniş bir alanda yayılış göstermekte olup, ülkemizde oldukça yoğun bir şekilde ormancılık faaliyetlerine konu olmaktadır. Dolayısıyla bu tür ile ilgili uygulanan ormancılık çalışmalarında daha öncede bahsedildiği üzere başarılı olunabilmesinin temel aşamalarından birisi türün potansiyel dağılım alanlarının modellenmesi aşamasıdır. Buradan hareketle türün ülkemizde önemli yayılış alanlarından birisi olan orta Karadeniz bölgesinde yer alan Kunduz (Vezirköprü) Yöresinde saçlı meşelerin potansiyel dağılım alanlarının modellenmesi hedeflenmektedir. Çalışmanın devamında ise bu alanların haritalanması yapılarak, uygulayıcılara pratikte kolaylık sağlayacak bilgilerin sunulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma alanı

Orta Karadeniz bölgesinin kıyı ardı kesimlerinde yer alan Kunduz (Vezirköprü) yöresi Samsun ilinin batısında 40°45'- 40°21' kuzey enlemleri ve 34°49'- 35°19' doğu boylamları arasında 58.659 hektarlık bir alanı kaplamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı (Kunduz Yöresi)'ne ait yer buldur haritası

Amasya Orman Bölge Müdürlüğü idari sınırları içerisinde yer alan yöre Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Kunduz, Sarıçiçek, Gölköy ve Narlısaray Orman İşletme Şeflikleri ile Çorum Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Osmancık Orman İşletme Şefliği'nin bir kısmı olmak üzere toplam 5 farklı orman işletme şefliği sınırını kapsamaktadır. Kıyı sınırına kuşbakışı olarak yaklaşık 55 km mesafede yer alan yörenin batısından uzanarak Bafra Burnunda Karadeniz'e dökülen Kızılırmak Nehri en önemli su kaynağı konumundadır [19]. Çalışma alanının içerisinde Altınkaya Barajı ve Kızılırmak nehri civarında düz alanlar yer alırken, batı ve kuzeybatı yönünde Ilgaz Dağları ve Küre Dağlarının uzantıları, doğusunda ise Canik Dağlarının uzantıları yörede Kunduz dağı topografyasını teşkil etmektedir.

Kunduz Dağının zirvesi olan Keltepe (1791 m) yörenin en hakim noktası konumunda yer almaktayken, buradan kuşbakışı olarak yaklaşık 21 km kuzeydoğuda yer alan Altınkaya Barajı civarında yükselti 190 m'ye kadar düşmektedir [20]. Çalışma alanı içerisinde yoğun olarak tortul ve magmatik kökenli kayaların yanı sıra, özellikle doğu-batı hattı arasında yer yer mostra vermiş Paleozoik yaşlı çeşitli başkalaşım kayalarını görmek de mümkündür [21]. Yöre içerisinde yer yer ardalı olarak metakarbonatlar, mermer, kalkıştiller ve som görünlü kristalize kireçtaşlarına rastlanmaktadır [22]. Özellikle Kunduz Dağı orman gözetleme kulesinden başlayarak, doğuda Ovacık orman işletme sınırlarına doğru ve oradan da Gölköy ve Vezirköprü'ye doğru giden yol yarmalarında ve Soruk Deresinin oluşturduğu vadi hattı boyunca kuvars minerallerinin hakim olduğu görülmektedir. Som tüf ve aglomera gibi değişik formlardaki magmatik kökenli bazik kayalara daha çok Kunduz Dağı

zirvesinde ve Soruk deresinin üst kısımlarında rastlanmaktadır. Kunduz Dağının zirvesinden güneye bakan yamaçlarda Soruk Köyü'ne kadar devam eden hat üzerinde ise siyah beyaz renkte ve ince taneli görünümdeki gabrolar ile mermerin hakim olduğu kunduz metamorfiteği yer almaktadır. Sarıdibek Köyü ve dolaylarında ise gabro, amfibolit, piroksenit ve spilit gibi ofiyolit kaya blokları halinde başkalaşım kayalarına rastlanmaktadır [21].

Araştırma alanındaki girintili çıkıntılı ve eğimli arazilerde yer alan kireçli şistler, gnays, kil, marn ve değişik kalker kayaları üzerinde genellikle kahverengi orman toprakları hakimdir [20]. Kahverengi orman toprakları haricinde yörede kısmen gri-kahverengi renkte ve verimliliği düşük olduğu podsolik topraklar ile kestane rengi topraklara rastlanmaktadır. Özellikle vadi etekleri, akarsu yataklarının alt yamaçlarında ise yer yer kolüvyal topraklara ve düz alanlarda ise çoğunlukla alüvyal topraklara rastlamak mümkündür [20].

Çalışma alanını temsilen Merzifon Meteoroloji İstasyonu'ndan temin edilen iklim verilerine göre yörede yıllık ortalama sıcaklık 11,5 °C, yıllık toplam yağış ortalaması ise 415 mm civarındadır. Thornthwaite yöntemine göre C1 kodu ile simgelenen "kurak-az verimli" tipinde yağış etkinliğine sahip olan yörenin, Temmuz-Ekim ayları arasında 3,5-4 aylık bir kurak periyot yaşadığı tespit edilmiştir [24].

Davis tarafından oluşturulan kareleme sisteminde A5 karesi içerisinde bulunan yöre fitocoğrafik olarak Avrupa-Sibiryaya ana flora bölgesinin Oksin alt kuşağında yer almaktadır [25]. Flora ve vejetasyonunun tespitine yönelik olarak yapılan kapsamlı bir çalışmada yörede 70 familyaya ait 190 cins içerisinde toplam 306 takson tespit edilmiş olup, en yaygın familyaların *Fabaceae*, *Rosaceae*, *Asteraceae*, *Lamiaceae* ve *Poaceae*'ler olduğu ifade edilmiştir [26]. Orman ağacı olarak ise kızılçam, karaçam, sarıçam, doğu kayını, saçlı meşe, adi gürgen, uludağ göknarı ve boylu ardıç türleri yöredeki en yaygın flora elemanlarıdır.

2.2. Arazi ve ofis çalışmaları ile veri temini

Bu çalışma kapsamında toplam 586 örnek alandan veri temin edilmiştir. Bu örnek alanlar içerisinde doğrusal olarak bir transekt hattı yerleştirilmiş olup, bu hat üzerinde ilerlenerek her biri 400 m² büyüklüğünde ve aralarında 10 m mesafe olacak şekilde toplam 6 adet örnek noktada inceleme yapılmıştır. Her bir örnek alanda bağımlı değişken konumunda çevresel değişkenlerle ilişkilendirilerek potansiyel dağılım modelleme ve haritalaması oluşturulmak üzere saçlı meşe türüne ait var-yok verileri kayıt edilmiştir.

Arazi çalışmaları aşamasında yapılan bir diğer iş olarak her örnek alanın orta noktasından GPS

yardımı ile enlem ve boylam değerleri kayıt edilmiştir. Çalışmada türün potansiyel dağılım alanlarının modellendikten sonra, modelin yaygınlaştırılarak haritaların elde edilebilmesi için kullanılan bağımsız değişkenlerin sayısal altlıklardan temin edilmesi gerekmektedir [27]. Buradan hareketle eşyüksele eğrili haritadan faydalanılarak sayısal yükseklik modeli oluşturulmuş olup, örnek alan koordinatlarına göre eğim (%), bakı (°) ve yükselti (m) değerleri bu haritalardan temin edilmiştir. Bu değişkenler içerisinde bakının herhangi bir indeks yardımı ile dönüştürme işlemi olmadan sayısal işlemlere aktarılmasının hatalı sonuçlar doğurabileceği öngörülerek, örnek alanlara ait bakı değerleri Radyasyon İndeksi değerlerine dönüştürülmüştür [28]. Radyasyon indeksi;

$$RI = \frac{[1 - \cos((\pi/180)(Q - 30))]}{2} \quad (1)$$

formülü ile hesaplanmakta olup burada yer alan Q bakının kuzeye göre olan açı değerini ifade etmektedir. Formül neticesinde 0-1 arasında değişkenlik gösteren değerler elde edilmektedir. Kuzey-kuzeydoğu yönündeki gölgeli bakılarda bu değer "0" civarında, güney-güneybatı yönündeki güneşli bakılarda ise "1" civarında değer almaktadır. Radyasyon indeksi haricinde yine türün potansiyel dağılımında önemli sonuçlar verebileceği öngörüldüğü için sıcaklık indeksi ve topografik pozisyon indeksi çalışmaya dahil edilen diğer iki dolaylı değişken olmuştur. Bunlardan sıcaklık indeksi;

$$SI = \cos(\text{Radyan}((\text{Bakı}) - \text{Bakı}_{\max})) * (\tan(\text{Radyan}(\text{Eğim}))) \quad (2)$$

formülü ile hesaplanmakta olup, buradan -1 ile 1 arasında değerler elde edilmektedir [29]. Burada $\text{Bakı}_{\max}=202,5$ "lik açıya denk gelmekte olup bu değer en sıcak nokta olan "1" değerini temsil etmektedir.

Çalışmaya dahil edilen bir diğer değişken olan topografik pozisyon indeksi ise sayısal yükselti modellerindeki yükselti değerlerini hesaba katarak elde edilen değerleri kapsamaktadır. Bu değerlerin pozitif yönde artması tepelik ve yüksek dağlık alanları, 0 değeri civarında olması düz ve düze yakın ova, yayla ve platoları, negatif değer olarak azalması ise alanın iç bükey yapıda derin vadi ve çukur yapıda arazilere tekabül ettiğini göstermektedir [30]. Diğer yandan topografik pozisyon indeksi haritasının geniş ve küçük olmak üzere en az iki farklı ölçekte sınıflandırmasını yaparak oluşturulan arazi formu haritası üzerinden örnek alan koordinatları girilerek elde edilen bir diğer bağımsız değişken ise arazi form özellikleri olmuştur [31]. Bu haritadan derin kanyon, U şekilli vadi, üst yamaç arazi, lokal sırt bölgeleri, hafif eğimli tepelik araziler, dağ zirvesi ve yayla olmak üzere örnek alanlara ait 7 farklı arazi form özelliği kayıt edilmiştir.

Çalışmada değerlendirmeye alınan diğer bağımsız değişken ise örnek alanlardaki anakaya formasyonları olmuştur. Bunun için Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden elde edilen haritaların sayısallaştırılması sonucunda anakaya formasyonları temin edilmiş olup, var-yok veri seti şeklinde çevresel veri matrisi içerisine dahil edilmiştir. Alan içerisinde alüvyon, şist, ofiyolit melanaj, gabro, serpantinit, metakumtaşı ve kumtaşı ile kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı karışımı olmak üzere 8 farklı anakaya formasyonu kayıt edilmiştir. Çalışma sahası içerisinde son olarak iklim özelliklerinin türün dağılımında önemli bir çevresel değişken olabileceği öngörülerek <http://www.worldclim.org> adresinden 19 farklı bio-iklim verisi temin edilmiştir [32]. Tüm bu çalışmalar neticesinde yörede saçlı meşe türünün potansiyel dağılım alanlarının modellenerek ve haritalaması amacıyla temin edilen değişkenler ve bunlara istatistiksel değerlendirme öncesi verilen kodlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya dahil olan çevresel değişken ve kodları

Çevresel Değişkenler	Kod	Çevresel Değişkenler	Kod
Yükselti (m)	yukslt	Yıllık ortalama sıcaklık	bio1
Eğim (%)	egim	Günlük min-max değer ortalaması	bio2
Radyasyon İndeksi	radind	Eş ısı	bio3
Sıcaklık indeksi	sıcind	Mevsimsel sıcaklık	bio4
Topografik pozisyon indeksi	tpi	En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı	bio5
Yayla	yayla	En soğuk ayın en düşük sıcaklığı	bio6
Derin kanyon	kanyon	Yıllık sıcaklık aralığı (bio5-bio6)	bio7
U şekilli vadi	uvadi	En nemli ilk üç ayın ortalama sıcaklığı	bio8
Üst yamaç arazi	ustymç	En kurak ilk üç ayın ortalama sıcaklığı	bio9
Yerel sırt bölgeleri	sırt	En sıcak ilk üç ayın ortalama sıcaklığı	bio10
Hafif eğimli tepelik araziler	tepe	En soğuk ilk üç ayın ortalama sıcaklığı	bio11
Dağ zirvesi	zirve	Yıllık toplam yağış ortalaması	bio12
Serpantinit	serpan	En nemli ayın yağışı	bio13
Alüvyon	aluvyn	En kurak ayın yağışı	bio14
Şist	şist	Mevsimsel yağış	bio15
Ofiyolit melanaj	melanj	En nemli üç ayın yağışı	bio16
Gabro	gabro	En kurak üç ayın yağışı	bio17
Metakumtaşı	mtkum	En sıcak üç ayın yağışı	bio18
Kumtaşı	kumtas	En soğuk üç ayın yağışı	bio19
Kumtaşı, Çamurtaşı, Kireçtaşı karışımı	karşık		

Tablo 1’de görüleceği üzere yörede saçlı meşe türünün potansiyel dağılım alanlarının modellenmesi ve haritalanması amacıyla toplam 39 farklı çevresel değişken kayıt edilmiştir.

2.2. İstatistiksel değerlendirme

Bu aşamada ilk olarak 19 farklı bio-iklim verisi içerisinde en temsil edici değişken ya da değişkenlerin belirlenmesi amacıyla faktör (temel bileşenler) analizi uygulanmıştır [33]. Faktör analizi sonucu temsil yeteneği güçlü olan bio-iklim değişken ya da değişkenlerinin de dahil edildiği tüm çevresel veri matrisine Pearson korelasyon analizi uygulanarak modelleme esnasında çoklu bağlantı problemlerine sebep olacak düzeyde korelasyona sahip değişkenlere eleme işlemi uygulanmıştır [34]. Yapılan bu ön istatistik değerlendirmesinin ardından türün dağılımı ile sürekli veri içeren çevresel değişkenler arasındaki ikili ilişkileri tespit etmek üzere Wilcoxon sıra istatistik testi [35], var-yok verisi şeklindeki çevresel değişkenler ile ilişkileri tespit etmek için ise nitelikler arası ilişki analizi uygulanmıştır [36]. Daha sonra yörede saçlı meşelerin potansiyel dağılımlarını modellemek amacı ile sınıflandırma ve regresyon ağacı yönteminden faydalanılmıştır [37] (Breiman vd., 1984). Çalışmanın devamında elde edilen modelde yer alan değişkenlerden yararlanılarak sayısal altlıklardaki her bir piksel için kestirim değerleri elde edilmiştir. Son aşamada bu kestirim değerlerinden faydalanılarak yörede Saçlı meşe türünün yaygınlaştırma işlemi tamamlanıp ArcMap 10.1 yazılımı ile türe ait potansiyel dağılım alanları haritalanmıştır.

3. Bulgular

Kunduz (Vezirköprü) yöresinde toplam 586 örnek alanda gerçekleştirilen bu çalışmada 223 örnek alanda saçlı meşe tespit edilirken, 363 örnek alanda bu türe rastlanmamıştır. Saçlı meşe ile birlikte yörede yayılış gösteren diğer önemli aslı ağaç türleri sırasıyla karaçam (%63,1), doğu kayını (%49,8), sarıçam (%41,1), adi gürgen (%24,9), kızılçam (%9,2), göknar (%2,2) ve boylu ardıç (%1,2) olmuştur.

Yörede saçlı meşe türünün yayılış gösterdiği alanların yıllık ortalama sıcaklık değeri 10,4 °C, yıllık toplam yağış ortalaması ise 515,7 mm olarak belirlenmiştir. 19 farklı bio-iklim verisi için uygulanan Faktör Analizi sonucunda varyansı açıklama yüzdesi en yüksek olan bileşenler sırasıyla Bileşen 1 ve Bileşen 2 olmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Bio-iklim verisine uygulanan Faktör Analizi sonucu bileşenlere ait varyans değerleri

Bileşen	Özdeğerler	Varyans (%)	Kümülatif Varyans (%)
1	13,503	71,067	71,067
2	4,333	22,806	93,873

Tablo 2’de görüleceği üzere bu iki bileşen kümülatif varyansın % 93,8’lik bir dilimini açıklarken, diğer bileşenlerin özdeğer (Eigenvalue) katsayıları 1’den, varyansa katılım oranları ise 10’dan düşük kalmıştır. Dolayısıyla bio-iklim değişkenleri bu iki bileşen üzerinde en yüksek korelasyona sahip değişkenler içerisinde seçilmiştir. Tablo 3’te görüleceği üzere bu iki bileşen üzerinde en yüksek korelasyon katsayısına sahip değişkenlerin sırasıyla bio1 (-0,998) ve bio19 (-0,992) değişkenleri olmuştur. Bu durumda çevresel veri matrisinden diğer bio-iklim değişkenleri çıkarılmıştır.

Tablo 3. Faktör Analizi sonucu bio-iklim değişkenlerine ait ilişki katsayıları

Değişkenler	Bileşen 1	Bileşen 2
bio1	-0,998	-0,007
bio2	0,821	-0,512
bio3	-0,485	-0,683
bio4	0,966	-0,236
bio5	-0,987	-0,100
bio6	-0,997	0,045
bio7	0,950	-0,270
bio8	0,186	-0,792
bio9	-0,997	-0,020
bio10	-0,997	-0,031
bio11	-0,997	0,034
bio12	0,726	0,679
bio13	0,967	0,214
bio14	-0,473	0,822
bio15	0,969	-0,037
bio16	0,931	0,319
bio17	-0,543	0,802
bio18	0,949	0,240
bio19	0,301	0,922

Modelleme çalışmaları öncesi değerlendirmelerin ikinci aşamasında bio1 ve bio19 değişkenlerini içerecek şekilde tüm çevresel değişkenler arasında pearson korelasyon analizi uygulanmış olup, çoklu bağlantı problemlerine sebep olabilecek düzeyde yüksek korelasyon katsayısına ($r \geq 0,085$) sahip değişkenlerin varlığı test edilmiştir. Analiz neticesinde sadece yükselti ve bio1 arasında çoklu bağlantı problemlerine sebep olabilecek düzeyde yüksek korelasyon ($r = -0,952$)’un olduğu tespit edilmiş olup, bu durumda bio1 değişkeninin de tıpkı faktör analizi neticesi elenen diğer bio-iklim değişkenleri gibi veri matrisinden çıkarılmasına karar verilmiştir. Dolayısıyla çalışmanın bundan sonraki istatistiksel değerlendirme safhalarına elenen 18 bio-iklim değişkeninin haricinde kalan toplam 21 çevresel değişken ile devam edilmiştir. Saçlı meşe türünün dağılımı ile 21 farklı çevresel değişken arasında ikili doğrusal ilişkileri tespit etmek üzere sürekli veri konumundaki çevresel değişkenler için uygulanan Wilcoxon sıra istatistik testi sonuçları Tablo 4’te, var-yok verisi şeklindeki çevresel değişkenle için uygulanan ki-kare istatistik sonuçları ise Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 4. Saçlı meşe ve sürekli veri halindeki çevresel değişkenler arasında uygulanan Wilcoxon sıra istatistiği sonuçları

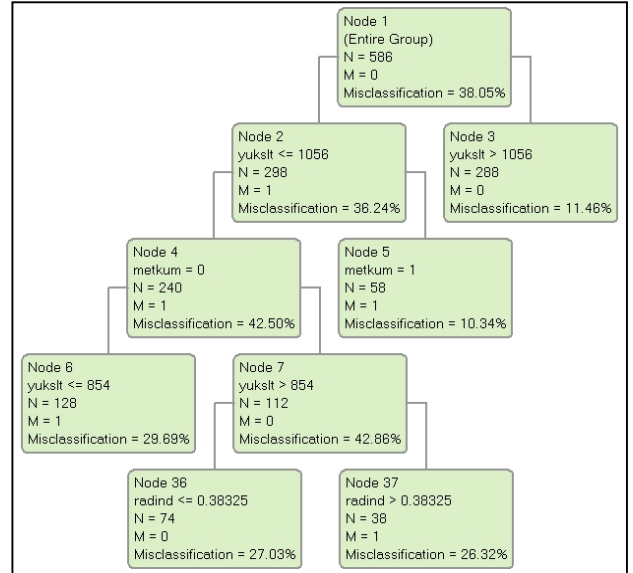
	Saçlı meşe		
	W	Z	p
yukslt	39107	-13,239	0,000
egim	99368	-3,607	0,000
radind	105080	-0,734	0,463
sıcind	60890	-2,293	0,022
tpi	62950,5	-1,256	0,209
bio19	50369	-7,579	0,000

Tablo 5. Saçlı meşe ve var-yok veri halindeki çevresel değişkenler arasında uygulanan ki-kare istatistiği sonuçları

	Saçlı meşe		
	χ^2	p	C3
aluvyn	3,174	0,075	0,033
şist	14,4	0,000	0,15
metkum	12,451	0,000	-0,273
kumtas	3,347	0,067	0,03
melanj	0,599	0,439	-0,046
gabro	2,049	0,152	0,049
serpan	5,56	0,018	0,08
karşık	0,427	0,513	-0,044
kanyon	0,082	0,775	-0,022
yayla	12,045	0,001	0,135
uvadi	0,57	0,45	-0,021
ustymç	0,224	0,636	-0,017
sırt	0,162	0,688	0,02
tepe	0,27	0,603	-0,009
zirve	1,501	0,221	-0,095

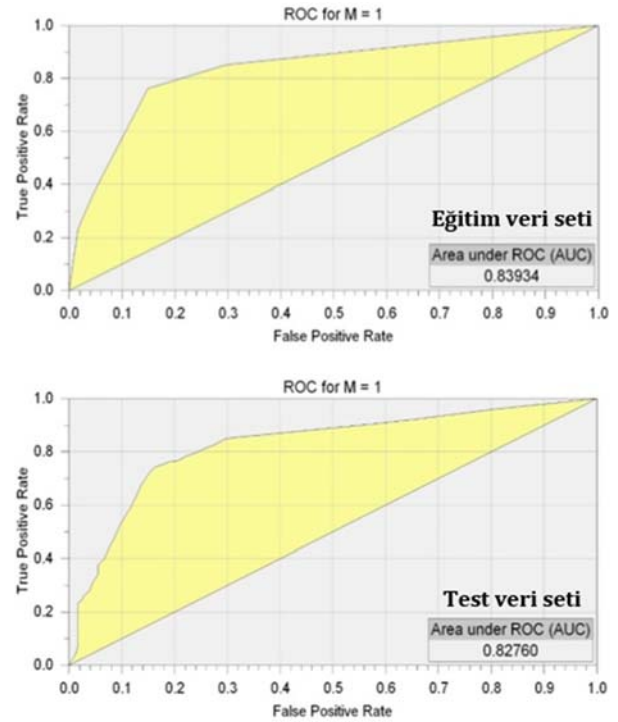
Tablo 4 ve Tablo 5 incelendiğinde türün aktüel dağılımı ile sürekli veri içeren değişkenlerden yukslt, egim, sıcind ve bio19, var-yok verisi şeklindeki değişkenlerden ise şist, metkum, serpan, yayla değişkenlerinin istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Türün yöredeki aktüel dağılımı ile çevresel değişkenler arasında ikili doğrusal ilişkilerin tespit edilmesinin ardından, türe ait potansiyel dağılım alanlarının belirlenmesine yönelik modelleme aşamasına geçilmiştir. Bu doğrultuda 21 farklı çevresel değişken ile yöredeki saçlı meşelerin var-yok verileri sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği ile test edilmiştir. Bu işlem neticesinde 5 terminal düğüme sahip ağaç model elde edilmiş olup, bu modeli sırası ile yukslt, radind ve metkum değişkenleri şekillendirmiştir (Şekil 2; Şekil 3).

**Şekil 2.** Saçlı meşe türüne ait ağaç modele değişkenlerin katkısı**Şekil 3.** Saçlı meşe türüne ait sınıflandırma ve regresyon ağaç modeli

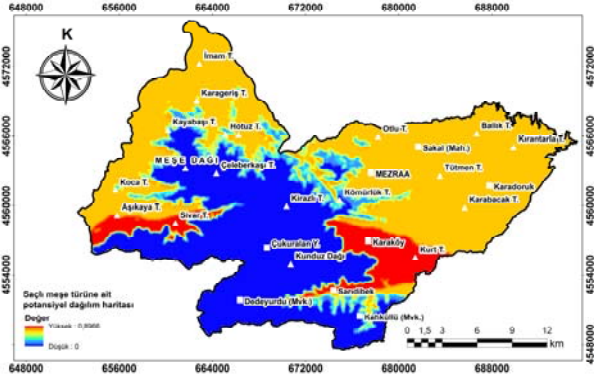
Ağaç modelde yer alan değişkenlerin modele sağladıkları katkı oranlarına bakıldığında yukslt değişkeninin modele en fazla katkısı sağladığı ve onu sırasıyla radind ve metkum değişkenlerinin takip ettiği anlaşılmaktadır (Şekil 2).

Saçlı meşe türü için elde edilen ağaç modelin eğitim setine ait Receiver Operating Characteristics (ROC) değeri 0,839; test seti için 0,827 olarak belirlenmiştir (Şekil 4).

**Şekil 4.** Saçlı meşe türüne ait ağaç modelin eğitim ve test veri seti ROC testi sonuçları

Çalışmanın bir sonraki aşamasında ise sınıflandırma ve regresyon ağaç tekniği sonucu elde edilen model ile yöreye ait sayısal altlıklardan faydalanılarak her

bir piksel için kestirim değerleri elde edilmiştir. Son olarak ArcMap 10.1 yazılımında yaygınlaştırma işlemi ile model görselleştirilerek Aydınca yöresi için saçlı meşe türünün potansiyel dağılım alanlarına ait harita elde edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Kunduz (Vezirköprü) yöresinde saçlı meşe türüne ait potansiyel dağılım haritası

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma Orta Karadeniz bölgesinde yer alan Kunduz yöresinde yayılış gösteren önemli asli ağaç türlerimizden birisi olan saçlı meşelerin potansiyel dağılım alanlarının belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda öncelikle yörede dağılım gösteren saçlı meşelerin çevresel değişkenler ile ikili doğrusal ilişkilerine bakılmış olup, türün yükselti, sıcaklık indeksi, bio19 ve metakumtaşı ile negatif, eğim, sist, serpantin ve yayla arazi formu ile pozitif ilişkileri belirlenmiştir. Daha sonra tüm değişkenler sınıflandırma ve regresyon ağacı yöntemi ile test edilerek potansiyel dağılım modelleri elde edilmiştir. Analiz sonucunda türün yöredeki potansiyel dağılımı üzerinde özellikle yükselti, radyasyon indeksi ve metakumtaşı anakaya formasyonunun etkisi ön plana çıkmıştır. Bu değişkenlerin şekillendirmiş olduğu modelin eğitim setine ait ROC değeri 0,839; test seti için elde edilen ROC değeri ise 0,827 olmuştur. Eğitim seti ROC değerlerine göre modelin kalitesini ortaya koymaya yarayan sınıflandırmada 0,60 değerinden düşük ROC değerine sahip modellerin başarısız, 0,60–0,70 arasının zayıf, 0,70–0,80 arasının uygun, 0,80–0,90 arasında iyi ve 0,90 değerinden yüksek ROC değerine sahip olan modellerin ise mükemmel açıklama özelliğine sahip olduğu ifade edilmektedir [38]. Dolayısıyla bu çalışma sonucunda elde edilen modelin eğitim seti ROC değeri (0,839) itibariyle iyi bir model olduğu anlaşılmaktadır.

Model yorumlandığında ise yörede 854 m'nin altında metakumtaşının olmadığı yerlerin türün potansiyel dağılımına en uygun alanlar olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca türün yine 854 m ve 1056 m arasında kısmen potansiyel dağılım alanlarının olabileceği anlaşılmaktadır. Bu alanlarda ise özellikle radyasyon indeksi değişkeninin 0,38'den büyük olduğu yerlerin yani güneye bakan ve daha uzun süre

ışık alan güneşli ve sıcak yamaçların saçlı meşe türünün potansiyel dağılımına uygun olabileceği sonucuna varılmıştır. Son olarak ise yörede yükseltinin 1056 m'den yukarı olduğu kısımların Saçlı meşe türünün potansiyel dağılımı için uyum arz etmediği ortaya çıkmıştır.

Ağaç modelde yer alan değişkenlerden yükseltinin bariz olarak türün potansiyel dağılımını etkilediği görülmüştür. Bu durumun yörede yükseltiye bağlı olarak iklim özellikleri ile alakalı bir sonuç olduğu düşünülebilir. Türün özellikle yörede 850 metrenin altındaki düşük yükseltilerde, daha ılıman ve kurak ortamlarda ekolojik olarak adaptasyonunun yüksek olduğunu ve bu alanlarda yayılışını artırdığını söylemek mümkündür. Zira çalışmada türün dağılımı ve çevresel değişkenlerden en soğuk üç aylık dönemin yağışı (bio19) arasında tespit edilen negatif korelasyon bu durumu destekleyen önemli bir sonuç olmuştur. Diğer yandan türün dağılımına yönelik olarak Buldan (Denizli) Yöresinde gerçekleştirilen benzer bir çalışmada yükselti ve toprak taşlılığının türün yayılışını sınırlandıran temel faktörler olduğu ifade edilirken [39], Aydınca (Amasya) Yöresinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise türün potansiyel dağılımı üzerinde en etkili faktörün yükselti olduğu ve özellikle türün 1200 m'den düşük yükseltiye sahip alanları tercih ettiği ifade edilmiştir [40]. Dolayısıyla tüm bu çalışmalar saçlı meşe türünün yükseltiye bağlı iklim özelliklerinin etkisi altında potansiyel yayılışını nasıl şekillendirdiğini ortaya koyan önemli çalışmalar olmuştur. Diğer yandan yörede yaklaşık 850-1100 m yükseltiler arasında özellikle güney bakılı yamaçlarda saçlı meşelerin yine potansiyel yayılış sahalarının olabileceği fakat 1100 m dolaylarından itibaren daha yüksek alanlarda türün ekolojik toleransını kaybettiği ve bu alanlara potansiyel olarak uygun olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Yörenin düşük yükseltilerindeki metakumtaşları türün lokal olarak potansiyel yayılışlarını sınırlandıran bir diğer değişken olmuştur. Tortul killerin başkalaşıma uğraması sonucu oluşan metakumtaşları Judd ve Huber (1962) sınıflamasına göre yarı elastik ve çok katı kayaç özelliği sunmaktadır [41]. Toz ve kil içerikleri bakımından zengin olarak bilinen bu kayaçların üzerinde oluşan topraklarda genellikle drenaj koşullarının kötü olmasına bağlı olarak geçirgenlik zayıf ve havalanma koşulları kötü bilinir [42]. Dolayısıyla pek çok orman ağacı türü için uygun toprak koşulları sunmayan bu kayaç üzerinde meşe türünün yayılışını sınırlandırdığı düşünülmektedir.

Mevcut modelin yaygınlaştırılması sonucunda türe ait elde edilen potansiyel dağılım haritası incelendiğinde, yörenin batısında Aşıkaya tepe ile Sivar tepe dolaylarında ve güneydoğuda Sarıdibek ve Karaköy dolaylarında birinci derecede saçlı meşeler için potansiyel yayılış alanları belirlenmiştir. Yörede

özellikle kunduz dağının zirvesinden 1000 m yükseltilere kadar yamaçlarda ise türün potansiyel yayılışına uygun olmayan sahaların mevcut olduğu görülmektedir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda yörede saçlı meşe türü ile yapılacak başta ağaçlandırma çalışmaları olmak üzere, her tür ormancılık faaliyetlerinde bu alanların göz önünde bulundurulmasının avantaj sağlayacağı öngörülmektedir. Diğer yandan yöresel bazda gerçekleştirilen bu çalışmanın ülkemiz jeomorfolojik varyasyonu göz önüne alındığında, hem meşe türleri, hem de diğer asli ağaç türleri için artırılması gerektiği bir gerçektir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçların haritalar ile görselleştirilmesi sonucunda ise uygulayıcılar açısından oldukça pratik bilgilere ulaşılabileceği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde **SDÜ-BAPKB-3550-YL1-13** numaralı proje ile destek sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

Kaynakça

- [1] Kindermann, G.E, McCallum I., Fritz, S., Obersteiner, M. 2008. A global forest growing stock, biomass and carbon map based on FAO statistics. *Silva Fennica* 42, 387-96.
- [2] Secr. Conv. Biol. Divers. (SCBD). 2010. Global Biodiversity Outlook 3. Montreal: SCBD. 94 pp.
- [3] McKinley, D.C., Ryan, M.G., Birdsey, R.A., Giardina, C.P., Harmon M.E., Heath, L.S., Houghton, R.A., Jackson, R.B., Morrison, J.F., Murray, B.C., Pataki, B.D., Skog, K.G. 2011. A synthesis of current knowledge on forests and carbon storage in the United States. *Ecol. Appl.* 21, 1902-24.
- [4] Cin, H. 1978. Tanzimat'tan Sonra Türkiye'de Ormanların Hukuki Rejimi. Ankara Üniversitesi, Hukuk Fakültesi Dergisi, 35 (1), 311-379.
- [5] FAO 2015. Global Forest Resources Assessment 2015: How have the world's forests changed? Rome, Italy.
- [6] Akın, G. 2006. Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 46(2), 29-43.
- [7] Ersoy, Ş. 2006. Küremiz Isınıyor. *Bilim ve Ütopya Dergisi.* 139, 5-13.
- [8] Kara, M. 2012. Küresel Isınma ve Parazitler. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 18, 245-248.
- [9] Başkent, E.Z., Kadioğulları, A.İ., Kırış, R. 2010. Ekosistem tabanlı çok amaçlı planlama (ETÇAP)

modelinin geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, 326-336.

- [10] Özkan, K., Şentürk, Ö., Mert, A., Negiz, M.G. 2015. Modeling and mapping potential distribution of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb) using correlative approaches. *Journal of Environmental Biology, Special issue*, 36, 9-15.
- [11] Atay, İ. 1984. Yapraklı ağaç yetiştirme önem kazanırken silvikültürel uygulamalarda daha dikkatli olalım. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University (JFFIU)*, 34(2), 13-20.
- [12] Yüksek, T., Güner, S., Yener, İ. 2002, Artvin Kafkasör Havzasında *Quercus petraea* ve *Carpinus orientalis* Büklerinin Eko-Silvikültürel Özellikleri Üzerine Bir Çalışma, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 15-18 Mayıs 2002, Artvin, 770-779.
- [13] Özkan, K., Mert, A., 2010. Isparta Yukarı Gökdere Yöresinde Kasnak Meşe'sinin Senaryolarına göre 2050 ve 2080 yıllarında muhtemel potansiyel yayılış alanlarının coğrafi modellemesi. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu 17-18 Haziran, 2010, Çorum, 662-666.
- [14] Şentürk, Ö. 2012. Sütçüler Yöresinde Asli Orman Ağacı Türlerinin Potansiyel Yayılış Alanlarının Modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 180 s.
- [15] Özkan, K. 2013. Using the non-parametric classifier CART to model Lebanon Cedar (*Cedrus libani* A. Rich) distribution in a mountain Mediterranean forest district. *Pol. J. Environ. Stud.* 22(2), 495-501.
- [16] Gülsoy, S., Suel, H., Celik, H., Ozdemir, S., Ozkan, K. 2014. Modeling site productivity of Anatolian black pine stands in response to site factors in Buldan District, Turkey. *Pakistan Journal of Botany*, 46(1), 213-220.
- [17] OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı-2015. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayınları, Ankara, 32 s.
- [18] Yaltırık, F. 1998. Dendroloji Ders Kitabı II Angiospermae (Kapalı Tohumlular) Bölüm I. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, Emek Matbaacılık, Yayın No: 4104/420, İstanbul.
- [19] Yılmaz, S., Yılmaz, M., Polat, N., Bostancı, D. 2007. Altınkaya Baraj Gölü (Samsun, Türkiye)'nde Yaşayan Sudak Balığı, *Sander lucioperca* (L., 1758)'nin Yaş ve Büyüme Özellikleri. *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, 19 (3), 273-283.

- [20] Şahin, K. 1997. Vezirköprü ve Yakın Çevresinin Uygulamalı Fiziki Coğrafya Araştırmaları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 422 s.
- [21] Yılmaz, Y., Tüysüz, O. 1984. Kastamonu-Boyabat-Vezirköprü-Tosya arasındaki bölgenin jeolojisi (İlgaz-Kargı masiflerinin etüdü). MTA Derleme Raporu, 275 s.
- [22] Akyüz, S. 2010. Kargı Baraj Yeri (Çorum) Litolojik Birimlerin Geçirgenlik Özellikleri Yönünden İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 134 s.
- [23] Akyüz, S. 2010. Kargı Baraj Yeri (Çorum) Litolojik Birimlerin Geçirgenlik Özellikleri Yönünden İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 134 s.
- [24] Karakaya, F. 2016. Kunduz Yöresi (Vezirköprü) Ormanlarında Asli Ağaç Türlerinin Dağılımı İle Yetiştirme Ortamı Faktörleri Arasındaki İlişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 213 s.
- [25] Davis PH (ed.) 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vols. 1-9. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [26] Özen, F., Kılınç M. 2002. The Flora and Vegetation of Kunduz Forests (Vezirköprü/Samsun), Turkish Journal of Botany 26, 371-393.
- [27] Mert, A., Şentürk, Ö., Güney, C.O., Akdemir, D., Özkan, K. 2013. Mapping of some distal variables available for mapping habitat suitabilities of the species: A case study of Buldan district. GeoMed 2013 The 3rd International Geography Symposium, Eds: Atalay, İ., Efe, R., 10-13 June, 2013, Kemer Antalya, pp. 210.
- [28] McCune, B., Keon, D. 2002. Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. Journal of vegetation science, 13(4), 603-606.
- [29] Pal Axel, O., Linda-Maria, M., Hans Henrik, B. 2009. Acidification of sandy grasslands - consequences for plant diversity. Applied Vegetation Science, 12, 350-361.
- [30] Weiss, A. 2001. Topographic position and landforms analysis: Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA.
- [31] Tagil, S., Jenness, J. 2008. GIS-Based automated landform classification and topographic, landcover and geologic attributes of landforms around the Yazoren Polje, Turkey. Journal of Applied Sciences, 8(6), 910-921.
- [32] Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, Jones, P.G., Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25, 1965-1978.
- [33] Yazar, I., Yavuz, H.S., Çay, M.A. 2009. Temel Bileşenler Analizi Yönteminin ve Bazı Klasik ve Robust Uyarlamalarının Yüz Tanıma Uygulamaları. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 12, 49-63.
- [34] Özdamar, K. 2009. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, 7. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- [35] Özdamar, K. 2002. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi-1. 4. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 686 s.
- [36] Poole, R. W. 1974. An Introduction to Quantitative Ecology. McGraw-Hill, Inc., New York, 532 s.
- [37] Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R., Stone, A. C. G. 1984. Classification and Regression Trees. Wadsworth International Group, Belmont, California, USA, 319 s.
- [38] Araújo, M. B., Pearson R. G., Thuiller W., Erhard M. 2005. Validation of species-climate impact models under climate change. Global Change Biology, 11, 1504-1513.
- [39] Özkan, K., Şenol, H., Başayığit, L., Gülsoy, S., Mert, A. 2006. Buldan batı dağlık bölgesinde Saçlı meşenin (*Quercus cerris* L. var. *cerris*) yayılışını sınırlandıran faktörler. Buldan Sempozyum Bildirileri, Cilt 2, Aydoğdu Ofset, Ankara, 589-594.
- [40] Şentürk, Ö., Gülsoy, S., Tümer, İ., 2014. Aydınca Yöresi (Amasya) Ormanlarında Saçlı Meşe (*Quercus cerris* L.) Türünün Dağılımı İle Yetiştirme Ortamı Faktörleri Arasındaki İlişkileri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5 (2), 13-21.
- [41] Judd, W. R., Huber, C. 1962. Correlation of Rock Properties by Statistical Methods", Int. Symp. On Mining Res. (Ed. G. Clarke), Pergamon, Oxford, Sayı 2, 621-648.
- [42] Anonim, 2016. Anakayaların Toprak Verme Özellikleri ve Ağaçlandırma Açısından Yorumlanması, AGM Etüt ve Proje Şube Müdürlüğü, <http://www.cem.gov.tr/erozyon/Files/moduller/etutproje/sunumlar/ANAKAYALAR.pdf>, Erişim Tarihi: 17.04.2016