

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Türünün Verimlilik ve Dağılım Özellikleri Üzerine Ekolojik Değerlendirmeler: Isparta-Yenişarbademli Örneği

Mehmet Güvenç Negiz^{1*}, Kadir Çınar, Esra Özge Aygül

Özet: Bu çalışma Yenişarbademli Yöresinde önemli bir asli orman ağacı türümüz olan Karaçam'ın verimliliği ve dağılımı ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri ekolojik anlamda ortaya koyabilmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya ait veriler, yörede karaçam türünün doğal olarak bulunduğu alanlardan seçilen 70 örnek alandan elde edilmiştir. Karaçamın verimliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ikili ilişkiler Pearson ve Spearman korelasyon analizleri ile irdelenmiştir. Türün verimliliğinin modellenmesi aşamasında çoklu regresyon analizinden faydalanılmıştır. Korelasyon analizleri sonucunda yükselti, alt yamaç ve düz arazi değişkenleri ile pozitif, eğim ve engebelilik değişkenleri ile negatif yönde ilişkiler belirlenmiştir. Modelleme aşamasında korelasyon analizlerinde olduğu gibi türe ait verimlilik modelini yükselti, alt yamaç ve düz arazi değişkenlerinin oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, başta Yenişarbademli yöresi ormanlık alanları olmak üzere tüm ülke ve dünya ölçeğinde karaçam türüne ait yapılacak ekolojik çalışmalara, gelecekte yapılacak ağaçlandırma ve koruma planlarının uygulanmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Anadolu karaçamı, verimlilik, yetişme ortamı özellikleri, modelleme

Ecological Evaluations on The Productivity and Distribution Characteristics of Black Pine (*Pinus nigra* Arnold) Species: Example of Isparta-Yenişarbademli

Abstract: In this study was carried out in Yenişarbademli region in order to determine the relationship between Black Pine productivity and distribution and the environmental factors. The data of the study were obtained from 70 sample areas selected from the areas where Black Pine species is naturally found in the region. The relationships between the productivity of Black Pine and environmental factors were investigated by Pearson and Spearman Correlation analysis. Multiple regression analysis was used in the modeling of the efficiency of Black Pine species. Correlation analysis showed a positive correlation between elevation, lower slope, and flat ground. A negative correlation was found with slope and ruggedness variables. Similarly, the productivity model of the species, elevation, lower slope, and flat terrain were formed.

The results obtained from the study will contribute to the ecological studies to be carried out in the whole country and in the world-wide Black Pine species, especially in the forest areas of Yenişarbademli, and to

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz, MYO, Sütçüler, Isparta

*Corresponding author (İletişim yazarı) mehmetnegiz@isparta.edu.tr

Citation (Atf): Negiz, M.G. Çınar, K., Aygül, E.Ö. (2019). Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Türünün Verimlilik ve Dağılım Özellikleri Üzerine Ekolojik Değerlendirmeler: Isparta-Yenişarbademli Örneği . Bilge International Journal of Science and Technology Research, 3 (2): 189-200.

implement the future plantation and conservation plans.

Keywords: Black pine, productivity, site factors, modelling.

1. Giriş

Ülkemiz coğrafi konumu itibarıyla çok farklı ekosistemlere ev sahipliği yapması sebebiyle biyolojik çeşitlilik bakımından zengin ülkeler arasındadır (OGM, 2012a). Ülkemizin zengin ekosistemleri arasında yer alan orman ekosistemleri, toprak altında ve üstünde yaşayan tüm canlı organizmaların cansız çevreleriyle etkileşimde bulunduğu önemli bir ekolojik sistemdir (OGM, 2012b). Orman ekosistemleri içinde bulunan türlerin korunması önem arz ederken 3.000'den fazla bitki türü de çeşitli derecelerde yok olma tehlikesi altında bulunmaktadır. Bir türün varlığı diğer türlerin var olma sebebi olması nedeniyle türleri korumak tüm yaşamın devamı için gereklidir (Işık, 2014). Biyolojik çeşitlilik açısından bakıldığında, ülkemiz dünyanın kıta özelliği gösteren nadir ülkelerinden biri olması, doğasının zengin ve çeşitli bir yapıya sahip olması sebebiyle birçok farklı yaşam alanını barındırmakta ve birçok canlıya ev sahipliği yapması açısından oldukça iyi bir konumdadır. Ülkemiz ormanlarında yaklaşık 100000 canlı türü olduğu, alt türler ile birlikte çiçekli bitki türü sayısının yaklaşık 11000'i aştığı ve bu çiçekli bitkilerin üçte birinin ise endemik olduğu tahmin edilmektedir (Can, 2013).

Orman ekosistemlerinde kaynak yönetim sürecinde sürdürülebilirlik, ekolojik, ekonomik ve sosyal fonksiyonların tümü birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Oğuzoğlu, 2015). Bu durum ormancılık çalışmalarının planlanması ve uygulanması açısından önem arz etmektedir.

78 milyon hektar (ha) ile bitki türü bakımından zengin bir çeşitliliğe sahip olan ülkemizin yaklaşık 23 milyon ha ile %28.6'lık kısmını ormanlık alanlar oluşturmaktadır. Ormanlarımızın 19619718 ha (%88) koru ormanı, 2723217 ha (%12) ise baltalık ormanları şeklinde dağılım gösterirken, 13948147 (%62) ha saf meşçere, 8394788 (%38) ha ise karışık meşçeredir. Ülkemizde en fazla bulunan ağaç türü 5886195 (%26,34) hektar ile meşe türü, ardından 5610215 (%25.11) hektar ile kızılçam türü, 4244921 (%19) hektar ile karaçam türü takip etmektedir (OGM, 2015). Dolayısıyla bu türlerin hepsi ülke orman alanlarımızda stratejik öneme sahiptir. Buradan

hareketle bu çalışmada söz konusu türlerden karaçam üzerine araştırmalar yapılmıştır.

Dünyada olduğu gibi ülkemiz ormanlarında da oldukça önemli bir tür olan karaçam Pinaceae familyasına ait iğne yapraklı bir orman ağacı türüdür. Pinaceae familyası içerisinde 13 cins ve 200'den fazla takson bulunmaktadır (Roushfort, 2000). Türkiye'de ise familyanın 4 cinsine ait 9 türü ve bu türlere bağlı 22 taksonu bulunmaktadır (Yaltırık ve Akkemik, 2011).

Dünya üzerindeki geniş yayılışı nedeniyle birçok alttür, varyete ve ekotipi bulunmaktadır (Beissner ve Fitschen, 1930; Acatay, 1956). Türkiye'de yayılış gösteren karaçam türü Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb) Halmboe) 'dır. Anadolu karaçamı Türkiye'de Trakya, Kuzey, Batı ve Güney Anadolu'da yayılış göstermektedir. Tür ülkemizde; kuzeyde Tokat ile güneydoğuda Kahramanmaraş illeri arasından çizilen hattın batısında geniş alanlarda bulunmakta, en geniş yayılışımı ise Batı Anadolu'da göstermektedir (Saatçioğlu, 1976; Alptekin, 1986).

Anadolu karaçamı ülkemizde ağaçlandırma çalışmalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple Anadolu karaçamının en iyi gelişim göstereceği yerlerin tespit edilerek bu yerlerde ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır. Türün ayrıca bu alanlarda verimliliğinin modellenmesi ile ağaçlandırma çalışmalarında karaçam için öncelikli alanların tespit edilmesi mümkündür (Özkan ve Gülsoy, 2009).

Bu çalışmada, Yenişarbademli ormanlık alanlarında Karaçam türünün yükselti, eğim, gibi yetiştirme ortamı özelliklerinin dijital altlıkları kullanılarak boy gelişimi ile ilişkilerinin araştırılması, irdelenmesi ve bu değişkenler aracılığı ile türün verimliliğinin modellenmesi amaçlanmıştır.

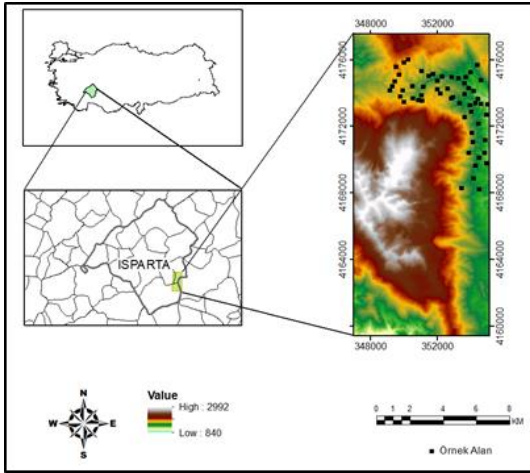
Çalışma sonucunda Karaçam türünün potansiyel anlamda en verimli olabileceği yerlerin tespitine yönelik bir model elde edilmesi ile özellikle endüstriyel amaçlı ağaçlandırmalar için öncelikli ağaçlandırma yapılacak potansiyel alanlara yönelik yöre ölçeğinde önerilerde bulunulacaktır. Ayrıca bu çalışmanın yörede bundan sonra diğer

ağaç türleri ile yapılacak benzer çalışmalara rehberlik edebilecek ve son aşamada ise elde edilen tüm bilgiler ülke ormancılığı adına katkıda bulunabilecektir. Ayrıca çalışmanın Anadolu karaçamı başta olmak üzere diğer tüm asli orman ağaç türlerimiz ile yapılacak ormancılık faaliyetleri ve bilimsel çalışmalara katkı sağlaması beklenmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma Yenişarbademli (Isparta) yöresinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı $37^{\circ}39' - 37^{\circ}43'$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ}22' - 31^{\circ}17'$ doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Yenişarbademli yöresi Akdeniz bölgesinin Göller yöresinde Kızıldağ milli parkı ve Isparta il sınırları içerisinde bulunmaktadır. Çalışma alanı Türkiye'nin flora açısından illere göre karediği grid kare sisteminde C3 karesi içerisinde yer almaktadır (Davis, 1965). Yöre, doğusunda Beyşehir, batısında Aksu ve kuzeyinde Şarkikaraağaç ilçeleri ile çevrilidir (Şekil 1). Çalışma alanından alınan örnekleme alanlarının yükseltisi 1239-1825 m arasında değişim göstermektedir. Yörenin en yüksek noktası 2292 m ile Dedegül Tepesidir. Kartal Tepe (2983 m) ve Karaçukur Tepesi ise (2932 m) yörenin diğer yüksek tepeleri arasındadır (Çilgin, 2015).



Şekil 1. Çalışma alanı (Yenişarbademli) haritası üzerinde örnek alanların gösterimi

Çalışma alanımızın yakın çevresi ile içerisinde yer alan Beyşehir ve Dedegöl dağları bölgeleri üzerine yapılan çalışmalarda, Bozburun formasyonu, Karlık formasyonu, Kartoz kireçtaşı,

Dipoyraz formasyonu, Köseköy konglomerası, Kasımlar formasyonu, Menteşe dolomiti, Beydağları formasyonu, Üzümdere formasyonu, Anamasdağ formasyonu ve çökellerden oluşan toplulukların yaygın olduğu belirtilmektedir. Bu birimlerde mezozoik yaşlı kireç taşları yaygındır (Davraz ve Sezer, 2007).

Çalışma alanı, içerisinde yer alan Dedegül Tepe (2932 m), Kartal Tepe (2983 m), Karaçukur Tepe (2932 m) isimleri ile bilinen dağları sayesinde jeomorfolojik arazi şekillerinden "Yüksek Dağlık Arazi" sınıfına girmektedir (Çepel, 1995).

Araştırma alanının büyük bir kısmı, Dedegöl Dağı'nın Beyşehir Gölü'ne bakan doğu yamaçlarında yer alır. Doğal bitki örtüsü açısından çalışma alanı Akdeniz ikliminin özelliklerini yansıtmaktadır. Fakat alan Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş sahasında yer aldığı için geçiş iklimi özellikleri de görülmektedir (Özkan vd., 2008). Ayrıca Beyşehir Gölü'nün de etkisiyle kısmen nemli bir iklime sahiptir (Özkan, 2004a).

Araştırma alanının iklimini ifade edebilmek amacıyla Yenişarbademli meteoroloji istasyonunun uzun yıllara ait verilerinden faydalanılmıştır. Uzun yıllara ait aylık ortalama sıcaklıklara göre yöredeki en yüksek sıcaklığa sahip ayın $21,1^{\circ}\text{C}$ ile Temmuz, en düşük sıcaklığa sahip ayın ise $-0,9^{\circ}\text{C}$ ile Ocak ayı olduğu tespit edilmiştir. Yöreye ait yağış ortalamasına bakıldığında ise yıllık ortalama yağış miktarının 727 mm olduğu belirlenmiştir.

Bitki örtüsü açısından Yenişarbademli oldukça zengin olup, yörede Akdeniz ve İran-Turan flora elemanları, Avrupa-Sibirya coğrafik bitki bölgesine göre daha fazla bulunmaktadır. Bağcı (2010), yaptığı çalışmada taksonların fitocoğrafik bölgelere göre dağılımlarının, Akdeniz elementleri 93 (% 18.30), İran-Turan elementleri 51 (% 10.03), Avrupa-Sibirya elementleri ise 24 (% 4.72) arda kalan 340 (% 66.92) taksonun 108'i (% 21.25) geniş yayılışlı iken 232'si (% 45.66) fitocoğrafik bölgesi bilinmeyen olduğunu ifade etmiştir.

Çalışma alanında familyaların dağılımına bakıldığında ise ilk on familya sırayla *Compositae(Asteraceae)*, *Gramineae (Poaceae)*, *Cruciferae (Brassicaceae)*, *Leguminosae(Fabaceae)*, *Labiatae (Lamiaceae)*, *Rosaceae, Umbelliferae*

(*Apiaceae*), *Caryophyllaceae*, *Scrophulariaceae* ve *Boraginaceae*'dir. Bulunan endemik tür miktarı ise %10.3' dür (Bağcı, 2010).

2.2. Yöntem

Arazi çalışmaları öncesinde, yörenin topoğrafik haritasından faydalanılarak örnekleme yapılması muhtemel yerlerin tespiti için keşif gezileri yapılmış, doğal olarak alana gelmiş karaçam sahalarında örnekleme alanlarının konumları belirlenmiştir. Arazi çalışmalarında türün yayılış gösterdiği mevcut yükselti aralığında her 100 m'lik yükselti basamağı içerisinde en az 3 örnek alanda çalışma yapılmasına gayret gösterilecek şekilde örnekleme alanları seçilmiştir. Çalışma alanında 20x20m boyutlarında toplam 70 örnekleme alanında çalışılmıştır. Her bir örnek alanda, alanın verimliliğini gösteren 3 adet sağlıklı üstün ağaç (bonitet ağacı) belirlenerek, bonitet endeksinin hesabı için bu ağaçların yaş ve boy ölçümleri gerçekleştirilmiştir (Özkan, 2004b; Özkan ve Gülsoy, 2009; Özkan ve Kuzugüdenli, 2010). Örnekleme alanlarında yaş ölçümleri göğüs seviyesinden ($d_{1,30}$ m) artım burgusu ile alınan artım kalemleri sayesinde gerçekleştirilmiş, boy ölçümü ise Blume Leis boy ölçer yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca örnekleme alanlarında, ağaç ve çalı türleri ile diğer çevresel değişkenler (enlem, boylam, yükselti, eğim, bakı, yamaç konumu vb.) belirlenerek daha önceden hazırlanmış olan envanter karnelerine kaydedilmiştir. Enlem, boylam ve yükselti değerleri GPS, bakı pusula ile, eğim ise klizimetre yardımıyla ölçülmüş, yamaç konumu ise (Vadi Tabanı: 1 Alt Yamaç: 2, Orta Yamaç: 3, Üst Yamaç: 4 Sırt: 5) olarak beş farklı sınıfta belirlenmiş ve arazi envanter karnesine kaydedilmiştir.

Tüm bu arazi çalışmaları sonrasında büro ortamında, örnekleme alanlarda tespiti yapılarak envanter karnelerine kaydedilen veriler Microsoft Office Excel yazılımında oluşturulan şablona aktararak sayısal ortamda depolanmış ve böylece istatistiksel değerlendirme için hazır hale getirilmiştir.

Verimlilik ile yetişme ortamı ilişkisinin ele alındığı çalışmalarda; üst boyda yer alan ağaçların silvikültürel işlemlerden daha az etkilenmesi aynı zamanda büyüme ve gelişmenin göstergesi olması ve alanın verim gücünü temsil etmesi gibi özellikler nedeniyle üst boy değeri kullanılmaktadır. Üst boy değeri meşçere yaşı

faktörüne göre değişiklik gösterebilmektedir (Irmak, 1970; Fırat, 1972; Kalıpsız, 1984). Bu sebeplerden dolayı verimlilik hesabında yaş faktörünü ortadan kaldırılıp çevresel faktörlerin belirlenmesi için örnek alanlarda ölçülen üst boydaki 3 ağaca ait yaş ve boy değerlerin 100 yaşa endekslenmesi ile bonitet endeksi hesabı yapılmıştır. Bonitet endeksi hesabı için (Kalıpsız, 1963) tarafından hazırlanan karaçam hasılat tablosu kullanılmıştır. Her örnek alan için üst boyda yer alan 3 adet ağaç için elde edilen bonitet endeksi değerlerinin ortalaması ile bonitet endeksi değeri elde edilmiştir. Verimliliğin dağılım modellemesi için de karaçama ait var-yok verisi ile her bir örnek alan için ölçülen enlem, boylam, yükselti, eğim ve bakı değerleri Microsoft Excel ortamında depolanmıştır.

Çalışmada çeşitlilik indisleri ile çevresel değişkenleri ilişkilendirmek ve istatistiksel olarak değerlendirmesini yapabilmek amacıyla büro ortamında sırayla aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

İlk olarak iklim verileri temin edilmiştir. İklim verileri <http://www.worldclim.org> adresinden 19 farklı bio iklim verileri dünya ölçeğinde indirilmiştir (Hijmans vd., 2005). Ardından bu iklim verileri çalışma alanı ölçeğinde kesilip kullanıma hazır hale getirilmiştir. 19 farklı bio iklim değişkeninden en çok tercih edilen yıllık ortalama sıcaklık (Bio1) ve yıllık yağış (Bio12) değişkenleri istatistiksel değerlendirme aşasında kullanılmak üzere seçilmiştir.

Çalışma alanına ait altlık haritaların oluşturulması sürecinde ilk olarak alana ait sayısal yükseklik modeli oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılacak diğer çevresel değişkenlere ait altlık haritalar bu yükseklik modeli yardımıyla elde edilmiştir. İlk olarak ArcGIS 10.2 yazılımı yardımıyla eğim ve bakı haritaları elde edilmiş, alana ait topoğrafik pozisyon indeksi (TPI), engebellik indeksi (EI), pürüzlülük indeksi (PI), gölgelenme indeksi (GI) oluşturulmuştur (Jennes, 2006).

Bu işlemlerin sonrasında sırasıyla aşağıdaki denklemler kullanılarak, Bakı uygunluk indeksi (BUI), Radyasyon indeksi (RI), Sıcaklık indeksi (SI) hesaplanmıştır.

$$BUI = \cos(A_{max} - A) + 1 \quad (2.1)$$

Denklemden, A_{max} 202,50, A ise bakıyı ifade eder. Bakı değerleri radyan cinsinden alınmıştır.

Bu denklem sonucunda elde edilen değerler 0 ile +2 arasında değişmektedir.

$$RI = \frac{[1 - \cos((\pi/180)(Q-30))]}{2} \quad (2.2)$$

Burada, bakı değerini ifade etmektedir. RI değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Kuzey-kuzeydoğu yönündeki alanlarda değerler 0'a doğru yaklaşırken, daha sıcak ve kurak olan güney-güneybatı yönünde ki alanlarda ise 1'e doğru yaklaşmaktadır (Moisen ve Frescino, 2002; Aertsen vd., 2010; Wei vd., 2010; Brown Jr. ve Ahl, 2011).

$$SI = \cos\alpha_1 \times \tan\alpha_2 = (\cos(A_{max}-A)+1) \times \tan(\text{eğim}) \quad (2.3)$$

Burada, Amax 202,50, A ise bakıyı ifade eder. 202,50 sıcak güney yönü temsil etmekte olup güney batıya bakan yamaçlardaki en büyük ısı yükü olarak varsayılmaktadır. alfa2 değeri ise eğimi temsil etmektedir (Parker, 1988; Austrheim vd.,1999; Zeleny ve Chytry, 2007; Olsson vd., 2009). SI değerleri -1 ile +1 arasında değişmektedir.

Tüm bu açıklamaların neticesinde karaçamın verimliliği ile ilişkilendirilecek çevresel değişkenler istatistiksel analizlerde kullanımında kolaylık sağlamak amacıyla Çizelge 1'de verildiği şekilde kodlanmıştır.

Çizelge 1. İstatistiksel analizlerde kullanılan değişkenler ve kodları

Kodlar	Değişkenler	Kodlar	Değişkenler
bonitet	Bonitet Endeksi	buind	Bakı Uygunluk İndeksi
ykslti	Yükselti (m)	vadi	Vadi Yamaç
bio1	Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C)	altyam	Alt Yamaç
bio12	Yıllık Yağış (mm)	ortyam	Orta Yamaç
egim	Eğim (°)	ustyam	Üst Yamaç
sicind	Sıcaklık İndeksi	sırt Yam	Sırt Yamaç
tpind	Topografik Pozisyon İndeksi	dışbükey	Dış Bükey
przllk	Pürüzlülük	içbükey	İç Bükey
yuztas	Yüzey Taşlılığı	lineer	Lineer
radind	Radyasyon İndeksi	ondüleli	Ondüleli
golgeind	Gölgelenme İndeksi	düzaraz	Düz Arazi
engebelilik	Engelibelik	capır	Çapır

Çalışmada Yenişarbademli yöresinde yayılış yapan Anadolu karaçamının verimliliğini etkileyen yetiştirme ortamı faktörleri belirlenmesi amacıyla çeşitli istatistiksel analizler uygulanmıştır. Öncelikle birbirlerini güçlü şekilde temsil eden değişkenlerin ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla Pearson korelasyon analizi ve Spearman korelasyon analizi SPSS 20 Paket programında uygulanmıştır. Karaçamın bonitet endeksi ile sürekli çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi, bonitet endeksi ile kategorik çevresel değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir (Özdamar, 2002; Ural ve Kılıç, 2005). Karaçam verimliliğini (bonitet endeksini) modellemek için çoklu regresyon analizi yine SPSS 20 Paket programında uygulanmıştır (Corona vd., 1998; Field, 2005; Aertsen vd., 2010; Özkan, 2012; Özkan, 2013).

3. Bulgular

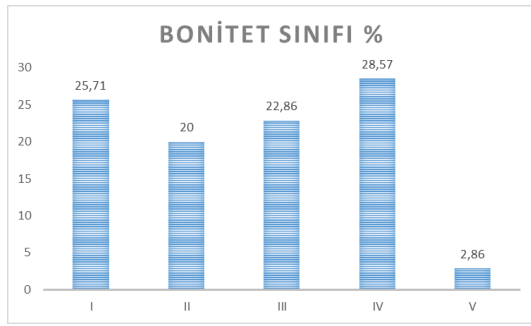
3.1.Ham Bulgular

Gerçekleştirilen bu çalışma Isparta ili Yenişarbademli ilçesi yöresini kapsamaktadır. Yörede toplam 70 örnekleme alanında çalışmamız gerçekleştirilmiştir. Örnekleme alanlarında bitki türleri var- yok şeklinde cins isminin ilk üç harfi ve tür isminin ilk üç harfi alınarak kaydedilmiştir. Her örnekleme alanından elde edilen 3 üstün ağaca ait ise yaş ve boy değerleri kaydedilmiştir. Yetiştirme ortamı faktörlerinin belirlenmesi içinde çeşitli ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler sonucunda elde edilen değişkenlere ait ortalama değerler Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. Örnek alanlara ait çevresel özellikleri tanımlayan değişkenlere ait ortalama değerler

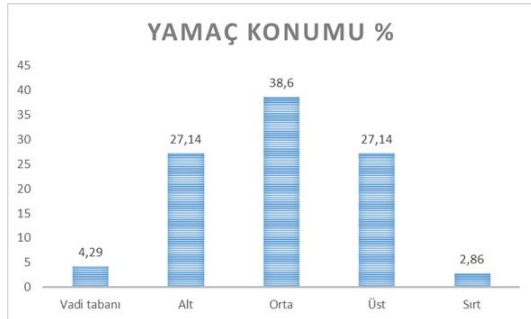
	Ortalama
bonitet	25,33
ykslti	1470,31
bio1	95,71
bio12	610,26
egim	13,41
sicind	1,26
tpind	0,167
przllk	3,01
yuztas	25,34
radind	0,46
golgeind	0,22
engebelilik	0,04
buind	0,902

Elde edilen ortalama değerlere göre örnek alanlardaki bonitet indeksi değerleri en fazla 53,93 ile örnek alan 26'da, en düşük değer ise 13,44 ile örnek alan 9'da hesaplanmıştır. Bonitet indeksi değerlerine bakılarak örnek alanların bonitet sınıflarına bakıldığında ise I, II, III, IV ve V bonitet sınıfları elde edilmiştir. Bu aşamada OA26, OA58, OA17, OA22, OA62, OA10, OA70, OA37, OA21, OA59, OA60, OA16, OA49, OA15, OA53, OA11, OA66, OA25 örnek alanlar en iyi verim gücüne sahip I. Bonitet sınıfında yer alırken, örnek alan OA34 ve OA9 ise en düşük bonitet sınıfında (V) yer almıştır(Şekil 2).



Şekil 2. Örnek alanlarda bulunan bonitet sınıfları (%)

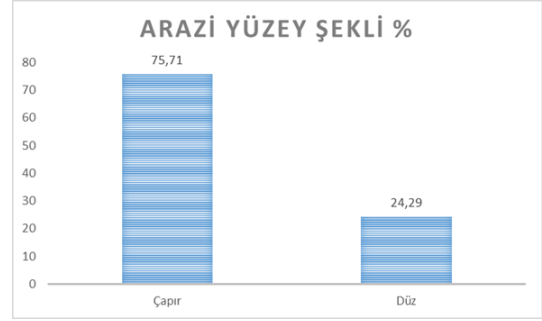
Yetiştirme ortamı özelliklerinden yamaç konumu, vadi tabanı, aşağı alt yamaç, orta yamaç, üst yamaç ve sırt şeklinde sınıflandırılmıştır. Yamaç konumu açısından örnek alanlara bakıldığında örnek alanların çoğu (%38,6) orta yamaç arazilere denk gelmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Örnek alanlara ait yamaç konumu özellikleri(%)

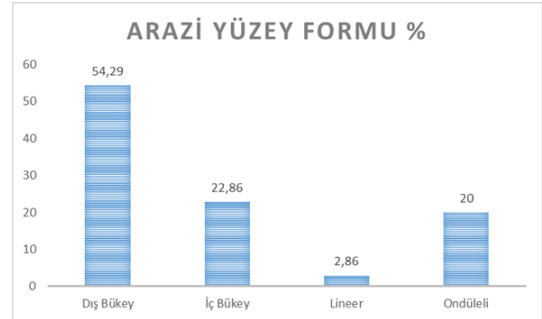
Önemli bir başka yetiştirme ortamı özelliği olan arazi yüzey pürüzlülüğü özelliklerine bakıldığında ise çalışma alanında 2 farklı yüzey formu kaydedilmiş olup, en fazla arazi yüzey şekli çapır

(%75,71), en düşük arazi yüzey şekli ise düz(%24,29) arazilere denk gelmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Arazi yüzey pürüzlülüğü özelliklerinin örnek alanlardaki dağılımı(%)

Diğer bir yetiştirme ortamı özelliği olan arazi yüzey formu özellikleri değerlendirildiğinde çalışma alanında 4 farklı yüzey formu kaydedilmiş olup, en fazla arazi yüzey formu dışbükey (%54,29), en düşük arazi yüzey formu ise lineer (%2,86) olarak belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Arazi yüzey formu özelliklerinin örnek alanlardaki dağılımı(%)

3.2. İstatistiksel Değerlendirme Bulguları

İstatistiksel değerlendirme aşamasında öncelikle 14 adet sürekli veri halindeki bağımsız değişkenler ile bonitet indeksi değerleri arasındaki ilişkileri tespit etmek üzere Pearson korelasyon analizi (Çizelge 3), kategorik veri halindeki 12 adet çevresel değişkenler ile bonitet indeksi arasındaki ilişkileri belirlemek için ise Spearman korelasyon analizi (Çizelge 4) uygulanmıştır.

Çizelge 3. Çevresel değişkenlerle Bonitet İndeksi Değerleri arasında gerçekleştirilen Pearson korelasyon analizi sonuçları

	bonitet	ykslti	bio1	bio12	egim	sicind	tpind	przllk	yuztas	tpi	radind	golgeind	engebellik
bonitet	1												
ykslti	0,325*	1											
bio1	0,224	0,978**	1										
bio12	-0,141	0,966**	0,986**	1									
egim	0,428**	-0,227	0,206	-0,281	1								
sicind	0,091	0,357*	-0,357*	0,386*	0,796**	1							
tpind	-0,160	-0,047	0,103	-0,153	0,078	-0,161	1						
przllk	-0,258	-0,287	0,270	0,337*	0,773**	0,638**	0,236	1					
yuztas	-0,033	-0,131	0,165	-0,133	0,008	-0,191	-0,225	0,041	1				
tpi	-0,129	-0,218	0,182	-0,184	0,118	-0,212	0,428*	0,188	-0,144	1			
radind	-0,156	0,363*	-0,367*	0,349*	-0,321*	0,522**	0,004	-0,223	-0,082	0,041	1		
golgeind	0,001	0,102	-0,118	0,083	-0,089	0,244	0,136	0,082	-0,153	0,217	0,255	1	
engebellik	-0,304*	0,108	0,389*	0,298*	0,438**	0,118	0,128	0,212	0,158	0,216	0,134	0,098	1
buind	0,210	-0,008	0,002	-0,022	-0,079	0,024	0,009	0,041	-0,033*	0,000	0,034	-0,027	-0,116

Çizelge 4. Çevresel değişkenlerle Bonitet İndeksi Değerleri arasında gerçekleştirilen Spearman korelasyon analizi sonuçları

	bonitet	vadi	Alt	orta	Ust	sırt	dışbükey	ıçbükey	lineer	ondüleli	düz	capır
Bonitet	1,000											
Vadi	0,288	1,000										
Altyam	0,316*	-0,266	1,000									
Ortyam	-0,045	-0,447**	-0,357*	1,000								
Ustyam	0,043	-0,289	-0,230	-0,387*	1,000							
Sıryam	-0,020	0,209	-0,051	-0,040	-0,129	1,000						
Dışbükey	-0,137	-0,243	0,175	0,253	-0,210	-0,542**	1,000					
İçbükey	0,009	-0,081	-0,009	-0,181	0,315*	-0,542**	-0,176	1,000				
Lineer	0,049	0,277	-0,074	-0,124	-0,080	-0,207	-0,067	-0,067	1,000			
Ondüleli	0,118	-0,092	-0,074	0,207	-0,080	-0,207	-0,067	-0,067	-0,026	1,000		
Düzarız	0,360*	-0,092	-0,074	-0,124	0,320*	-0,207	-0,067	-0,067	-0,026	-0,026	1,000	
Capır	0,118	-0,144	-0,066	0,258	-0,094	0,000	0,140	-0,210	-0,080	-0,080	0,320*	1,000

* 0,01 < p < 0,05 ** p < 0,01

Çizelge 3.'e bakıldığında bonitet endeksi ile sürekli veriler arasında yapılan Pearson korelasyon analizi sonucuna göre; bonitet endeksinin yükselti ($r=0,325$) ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde kabul edilebilecek oranda pozitif korelasyon gösterdiği; eğitim ($r=-0,428$) ve engellilik ($r=-0,304$) ile de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde kabul edilebilecek oranda negatif korelasyon gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4. incelendiğinde bonitet endeksi ile kategorik veriler arasında yapılan Spearman korelasyon sonucuna göre; bonitet endeksi altyam ($r=0,316$) ve duzarız ($r=0,360$) ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde kabul edilebilecek oranda

pozitif korelasyon gösterirken, bonitet indeks değerleri ile çevresel değişkenler arasında herhangi bir negatif ilişki tespit edilememiştir.

Bonitet endeks değerleri ile çevresel değişkenler arasında gerçekleştirilen çoklu regresyon analizi sonuçlarında ise ve en iyi modele ait f değerleri ve önem seviyeleri Çizelge 5' de model çıktıları ise Çizelge 6'da verilmiştir. Elde edilen en iyi modele ait R2 değeri 0,214 standart hatası da 1,344 olarak elde edilmiştir. Diğer bir ifadeyle model varyansın % 21,4 'ünü açıklamaktadır ve model $p<0,01$ seviyesinde önemlidir. Bu modeli, YKSLT, ALTYAM, DUZARZ değişkenleri oluşturmuştur. Modele ait varyans şişirme faktör değerleri 5'in altındadır. Tolerans değerleri ise 1'

e yakındır. Model sabitesiyle birlikte bütün değişkenlerin önem seviyeleri % 5' in altındadır. Beta değeri model içerisindeki değişkenlerin

önemlilik paylarını göstermektedir. Bu bağlamda YKSLT değişkeni en önemli değişken olarak görülmektedir.

Çizelge 5. Bonitet endeksine ait f değerleri ve önem seviyeleri

Model	Kareler toplamı	Df	Ortalama kare	F değeri	Önem seviyesi
Regresyon		4.212	4	1,053	5,513
Kalan		12.459	65	0,191	
Toplam		16.671	69		

Çizelge 6. Bonitet endeksi model çıktıları

Model	Standartlaştırılmamış katsayılar				Bağlantı istatistikleri		
	B	Standart hata	Beta	T	Önem seviyesi	Tolerans	Varyans şişirme faktörü
(Sabite)	8.718	1.344		4.164	0		
YKSLT	0.003	0.001	0.386	4.036	0	0.989	1.132
ALTYAM	0.005	0	0.445	0.428	0	0.785	1.264
DUZARZ	0.027	0.008	0.318	0,132	0.001	0.713	1.312

4. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada, Isparta Yenişarbademli Yöresinde Anadolu karaçamının verimliliği ile eğim, yükselti, radyasyon indeksi, sıcaklık indeksi, topoğrafik pozisyon indeksi, bakı uygunluk indeksi, yamaç konumu, arazi yüzey formu, arazi yüzey taşlılığı ve iklim değişkenleri gibi çevresel faktörler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve bu değişkenler aracılığı ile türün verimliliği üzerinde etkin olan çevresel faktörleri belirlenmiştir.

Çalışmamızın gerçekleştirildiği Yenişarbademli yöresinde, toplam 70 örnek alan Karaçam türünün doğal olarak yetiştiği ormanlık alanlardan seçilmiştir. Birçok orman ekolojisi üzerine yapılan çalışmalarda olduğu gibi örnek alanlar 20x20 m (400 m²) büyüklüğünde alınmış ve her örnek alanda odunsu bitki türleri ile yetişme ortamı özellikleri (yükselti, eğim, bakı, yüzey taşlılığı, yamaç konumu vb.) arazi envanter karnelerine kaydedilmiştir. Yörede çalışılan örnek alanlar 1239-1825 m yükselti aralığında olup, alınan her bir örnek alanda üç adet üstün ağaç seçilmiş ve bu ağaçların yaşları ve boyları ölçülerek kaydedilmiştir. Tüm örnek alanlardan elde edilen üstün ağaçların yaş ortalaması 114,2, boy ortalaması ise 17,60 bulunmuştur. Her bir örnek alandaki üstün ağaçların yaşları 100 yaşa indekslenerek bonitet sınıfları belirlenmiştir.

Örnek alanlarda bulunan bonitet sınıfları I, II, III, IV ve V olarak sınıflanmıştır.

Öncelikle çalışmamızda karaçamın dağılımı ve verimliliği (bonitet endeksi) ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler irdelenmiştir.

Karaçamın verimliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ikili ilişkiler Pearson ve Spearman korelasyon analizleri ile ortaya konulmuştur. Yörede karaçam türünün verimliliği ile yetişme ortamı özelliklerinden sürekli veri halindeki değişkenlerle gerçekleştirilen Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre yükselti ile pozitif, eğim ve engebelilik ile negatif yönde önemli ilişki tespit edilmiştir. Kategorik veri seti halindeki çevresel değişkenlerle karaçamın verimliliği arasında gerçekleştirilen Spearman sıralı korelasyon analizi sonuçlarına göre alt yamaç ve düz arazi değişkenleri pozitif yönde önemli ilişki tespit edilmiştir.

Korelasyon analizi sonuçları değerlendirildiğinde Yenişarbademli yöresinde yükselti arttıkça Karaçam türünün verimliliği(bonitet endeksi) artmaktadır. Yöredeki ormanlık alanlar genellikle 1300-1850 metre yükselti arasında yayılış göstermektedir. Söz konusu yükselti karaçam türünün ekolojik yetişme ortamı özelliklerine uygundur. Yükselti arttıkça verimliliğinin artması ekolojik anlamda beklenen bir sonuçtur. Zira karaçam türü ile ilgili olarak daha önce yapılan

verimlilik çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çınar, 2017; Oğuzoğlu, 2015; Negiz ve Aygül, 2019). Karaçam türü yarı gölge ağacı olması sebebiyle nem isteği oldukça fazladır. Çalışma yapılan yöre her ne kadar Akdeniz bölgesinde yer alsa da karasal iklim özelliklerini daha fazla yansıtan bir konumda olması ve yıllık yağış ortalamasının oldukça yüksek değerler seyretmesi sebepleriyle karaçam türünün ihtiyaç duyduğu nemli iklim şartlarını sağlamaktadır. Açıklanan tüm bu sebeplerle yükselti arttıkça nem oranı artmakta ve böylece Karaçam türünün verimliliği de yüksek kesimlerde artmaktadır.

Pearson korelasyon analizinde elde edilen diğer sonuçlara göre eğim ve engebellelik değişkenleri ile karaçam türünün verimliliği arasında negatif yönde bir ilişki tespit edilmiştir. Bu sonuç düşük eğimli ve az engebelleli arazilerde karaçamın verimliliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Yenişarbademli yöresi ormanlık alanları dağlık ve karstik yapıdadır. Söz konusu dağlık ve karstik yapı nedeniyle çalışma alanında düşük eğimli ve az engebelleli araziler oldukça az konumdadır. Karaçam türü yörede az miktarda da olsa düşük eğimli ve az engebelleli alanlarda yoğun yayılım göstermekte ve bu bölgelerde gelişimi oldukça sağlıklıdır. Bu sebeple elde edilen sonuç karaçam türünün verimliliği için yörede düşük eğimli ve az engebelleli arazilerin uygun olduğu tespitini doğrulamaktadır.

Kategorik veri halindeki yetiştirme ortamı özellikleri ile karaçam türünün verimliliği arasında gerçekleştirilen Spearman korelasyon analizi sonucunda düz arazi ve alt yamaç arazilerde pozitif yönde ilişki olduğu belirlenmiştir. Yukarıda da açıklandığı üzere düşük eğimli ve az engebelleli alanlarda verimlilik daha yüksektir. Burada elde edilen sonuç da aynı açıklamalar ışığında değerlendirilebilir. Zira düşük eğim ve az engebelleli alanlar yörede düz arazi ve alt yamaç arazilerde konumlanmıştır. Tüm korelasyon analizlerinin sonuçları özetlenecek olursa yörede karaçam türünün verimliliği yükseltinin arttığı ve eğim ile engebelleliğin az olduğu düz arazi alanlarda artmaktadır. Karaçam türü için yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında bahsi geçen alanların tercih edilmesinin daha uygun olacağı önerilebilir.

Karaçam türünün verimliliğinin çevresel değişkenlere göre modellenmesi aşamasında uygulanan aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda 1 model elde edilmiştir. Elde edilen

modelin R2 değeri 0,214 olarak belirlenmiştir. Modeli şekillendiren değişkenler yükselti, alt yamaç ve düz arazi değişkenleridir. Modeli oluşturan tüm değişkenlerin ilişki yönü pozitiftir. Elde edilen modelleme sonucu daha önce gerçekleştirilen korelasyon analizleri ile benzerlik göstermektedir ki beklenen durumunda bu olduğunu söylemek mümkündür. Modeli yapılandıran en önemli değişkenlerden birisinin yükselti olduğu görülmektedir. Bu sonuç karaçam türünün verimli olabilmesi için ihtiyaç duyduğu nemli arazilerin çalışma alanının yüksek kesimlerde görülmesi ile açıklanabilmektedir.

Anadolu karaçamı ülkemizde geniş bir yayılım alanına sahip, karasal iklim koşullarına uygun, dayanıklı bir asli orman ağacı türüdür. Dolayısıyla karaçam türünün, erozyonla mücadele, ağaçlandırma, doğa restorasyonu, oksijen üretimi, toprak üstü ve altında yaşayan canlılarla bir arada bulunması, odun dışı orman ürünleri özelliği olan türlerle beraber yayılım göstermesi gibi özellikleri sebebiyle ülkemiz ekonomisine olan katkısı göz ardı edilemeyecek derecede önemlidir. Öte yandan ormancılık çalışmaları kapsamında gerçekleştirilecek ağaçlandırma çalışmalarında, orman amenajman planlamalarının yapılmasında, özellikle asli orman ağacı türlerimizin yetiştirme ortamı özelliklerinin bilinmesi ve potansiyel olarak verimli olabilecek alanların ortaya konulması önem arz etmektedir. Karaçam türünün verimliliği ile ilgili olarak ülkemizde gerçekleştirilmiş değerli çalışmalar bulunmaktadır (Özkan ve Gülsoy, 2009; Güner vd., 2016; Oğuzoğlu, 2015; Gülsoy ve Çınar, 2019). Ancak söz konusu çalışmalar bölgesel anlamda sonuçlar elde etmeye olanak sağlamaktadır. Anadolu karaçamının ülkemizdeki geniş yayılım alanları düşünüldüğünde farklı yörelerde, yetiştirme ortamı farklılıklarını da ortaya koyabilmek ve böylece potansiyel verimli alanları belirleyebilmek için çalışmalar yapılmalıdır. Benzer çalışmaların gerçekleştirilmesi türün potansiyel yayılım alanları ile verimli olabileceği alanlar tespit edilecek ve bu konuda yapılacak uygulamalara ışık tutacaktır. Yenişarbademli yöresinde gerçekleştirilen bu çalışma ile Anadolu karaçamının en verimli olabileceği potansiyel yayılım alanları ortaya konulmuştur. Bu nedenle çalışmadan elde edilen veriler ve sonuçların ormancılık faaliyetlerinde ve planlamalarında büyük katkı sağlayacağı umut edilmektedir.

Teşekkür

5031-YL 17 No`lu Proje ile çalışmamıza maddi olarak destek sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu Birimi'ne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Acatay, A. (1956). Erhami karaçam (*Pinus nigra* var. *pyramidata*). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 6(2).
- Aertsen, W., Kint, V., Van Orshoven, J., Özkan, K., Muys, B. (2010). Comparison and ranking of different modelling techniques for prediction of site index in Mediterranean mountain forests. *Ecological Modelling*, 221, 1119-1130.
- Alptekin, Ü. (1986). Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana*(Lamb.) Holmboe) 'nın coğrafik varyasyonları. İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi. Dergisi.
- Austrheim, G., Gunilla, E., Olsson, A., Grontvedt, E. (1999). Land-use impact on plant communities in semi-natural sub-alpine grasslands of Budalen, Central Norway. *Biological Conservation*, 87, 369-379.
- Bağcı İ. (2010). Kurucaova-Gölyaka (Beyşehir / Konya) ve Yenişarbademli (Isparta) arasında kalan bölgenin florası. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 139s, Konya.
- Beissner, L., Fitschen, J. (1930). *Nadelholzkunde*, III. Aufl, 395s., Berlin.
- Brown Jr., S., R., Ahl, R., S. (2011). The Region 1 Existing Vegetation Mapping Program (VMap) Beaverhead-Deerlodge Methodology. Region One Vegetation Classification, Mapping, Inventory and Analysis Report, 11,1-18.
- Can, T. (ed). (2013). *Ormanın Kitabı*. WWF-Türkiye, İstanbul.
- Corona, P., Scotti, R., Tarchiani, N. (1998). Relationship between environmental factors and site index in Douglas-fir plantations in central Italy. *Forest Ecology and Management*, 110, 195-207.
- Çepel, N. (1995). *Orman Ekolojisi*, İ.Ü. Orm. Fak. Yayınları, 433 s., İstanbul.
- Çılğın Z. (2015). Dedegöl Dağı kuvaterner buzullaşmaları, *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 19-37.
- Çınar T. (2017). Demirci (Manisa) yöresinde Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinde verimlilik çevre ilişkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 96 s, Isparta.
- Davis, P. H. (1965). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Coode University Press,590s, Edinburgh.
- Davraz, A., Sezer, E. (2007). Anamasdağı (Yenişarbademli Kuzeyi/ Isparta) karst kaynaklarının hidrojeokimyasal özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(1), 64-74.
- Fırat, F. (1972). *Orman hasılat bilgisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 166, 245s, İstanbul.
- Field, A. (2005). *Discovering statistics using SPSS*. SAGE Publications Ltd, London, 781 s.
- Gülsoy, S., Çınar, T. (2019). The relationships between environmental factors and site index of Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands in Demirci (Manisa) district, Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(1), 1235-1246.
- Güner, Ş., T., Çömez, A., Özkan, K., Karataş, R., Çelik, N. (2016). Türkiye'deki karaçam ağaçlandırmalarının verimlilik modellemesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 2016, 66(1), 159-172.
- 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.
- Irmak, A. (1970). *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 149, Taş Matbaası, İstanbul.
- İşık, K. (2014). *Biyolojik çeşitlilik*. ANG Vakfı Yayın No: 2, ISBN: 978-975-01176-0-2, İstanbul, 224 s.
- Jenness, J. (2006). *Topographic Position Index Extension for ArcView 3.x*, v. 1.2. Jenness

- Enterprises. Erişim Tarihi: 04.08.2017.
<http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>
- Kalıpsız, A. (1963). Türkiye’de Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) mesçerelerinin tabii bünyesi ve verim kudreti üzerine araştırmalar. T. C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sıra No: 349, Seri No: 8, 48-57, İstanbul.
- Kalıpsız, A. (1984). Dendrometri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 354, 152s., İstanbul.
- Moisen, G., G., Frescino, T., S. (2002). Comparing five modelling techniques for predicting forest characteristics. Ecological Modelling. 157, 209-225.
- Negiz, M.G., Aygül, T.İ. (2019). Kurucuova Yöresi’nde odunsu tür zenginliğinin yetişme ortamı faktörlerine göre dağılımı. Turkish Journal of Forestry, 20(2): 123-132.
- OGM, (2012a). Forest of Turkey. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 219s, Ankara.
- OGM, (2012b). Türkiye Orman Varlığı-2012. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 36s, Ankara.
- OGM, (2015). Türkiye Orman Varlığı-2015. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, 32 s., Ankara.
- Oğuzoğlu Ş. (2015). Eskişehir Türkmen dağında Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* J.F. Arnold subsp.pallasiana (Lamb.) Holmboe var. pallasiana)’nın verimlilik dağılımı modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 96 s, Isparta.
- Olsson, P.A., Martensson, L.M., Bruun, H.H. (2009). Acidification of sandy grasslands–consequences for plant diversity. Applied Vegetation Science, 12, 350-361.
- Özdamar, K. (2002). Paket programlar ile istatistiksel veri analizi-1. 4. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 686 s.
- Özkan, K. (2004a). Prof. Dr. Bekir Sıtkı Evcimen Sedir koruma ormanında Toros Sediri’nin (*Cedrus Libani* A. Rich.) gelişimi ile yetişme ortamı arasındaki ilişkiler. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(2), 327-331.
- Özkan, K. (2004b). Beyşehir Gölü Havzası’nda Anadolu Karaçamının (*Pinus nigra* Arnold) yayılışı ile fizyografik yetişme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 2, 30-47.
- Özkan, K. (2012). Sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği (SRAT) ile ekolojik verinin modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13: 1-4.
- Özkan, K. (2013). Modeling productivity of black pine by using fuzzy logic applications. Eurasian Journal of Forest Science, 1(1): 52-60.
- Özkan, K., Gülsoy, S. (2009). Effect of environmental factors on the productivity of Black Pine (*Pinus nigra* subsp. pallasiana) in Sutçuler, Turkey. Journal of Environmental Biology, 30(6), 965-970.
- Özkan, K., Gülsoy, S., Mert, A. (2008). Interrelations between height growth and site characteristics of *Pinus nigra* Arn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe. Journal The Malaysian Forester, 71: 9-16.
- Özkan, K., Kuzugüdenli, E. (2010). Akdeniz bölgesi Sütçüler yöresi’nde kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) verimliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1, 16-29.
- Parker, K. C. (1988). Environmental relationships and vegetation associates of columnar cacti in the Northern Sonoran Desert. Vegetatio, 78(3), 125-140.
- Roushfort, K. (2000). Photo-guide des Arbres d’Europe. Delachaux et Niestlé, S.A.Paris.
- Saatçioğlu, F. (1976). Silvikültür I. silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 222.
- Ural, A., Kılıç, İ. (2005). Bilimsel araştırma süreci ve SPSS ile veri analizi. Detay Yayıncılık, Ankara, 339 s.
- Wei, X.Z., Jiang, M.X., Huang, H.D., Yang, J.Y., Yu, J. (2010). Relationships between environment and mountain riparian plant communities associated with two rare

tertiary-relict tree species, *Euptelea pleiospermum* (Eupteleaceae) and *Cercidiphyllum japonicum* (Cercidiphyllaceae). *Flora*, 205, 841-852.

Yaltırık, F., Akkemik, Ü. (2011). Türkiye'nin doğal gymnospermleri (açık tohumlular). Orman Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.

Zeleny, D., Chytry, M. (2007). Environmental control of the vegetation pattern in deep river valleys of the bohemian massif. *Preslia*, 79, 205-222.