

## Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler

Rıza KARATAŞ (Orcid: 0000-0002-0940-3944)<sup>1\*</sup>, Kürşad ÖZKAN (Orcid: 0000-0002-8526-7243)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, ESKİŞEHİR.

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, ISPARTA.

\*Sorumlu yazar/Corresponding author: rizakaratas@ogm.gov.tr, Geliş tarihi/Received: 29.03.2017, Kabul tarihi/Accepted: 25.05.2017

### Öz

Bu çalışma, Eskişehir, Afyonkarahisar ve Ankara illerindeki toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmalarının boy gelişimi ile bazı yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Örneklemeler bakı, yükselti, eğim, yamaç konumu ve meşcere gelişimi bakımından farklılık gösteren 55 alanda yürütülmüştür. Her örnek alanda meşcere üst boyunda bulunan bir ağaç kesilmiş ve toprak çukuru açılarak belirlenen horizonlardan toprak örnekleri alınmıştır. Laboratuvarında toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Toros sediri ağaçlandırmalarının gelişimi ile iklim özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla örnek alanlara en yakın mesafede bulunan meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Örnek alanlardaki ağaçların üst boy değerleri ile edafik, iklimik ve fizyografik faktörler arasındaki ilişkiler korelasyon, aşamalı regresyon ve regresyon ağacı yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Örnek alanlardaki ağaçların üst boy değerleri ile fizyografik yetiştirme ortamı faktörlerinden enlem ve yamaç konumu; iklim özelliklerinden ortalama yüksek sıcaklık, potansiyel evapotranspirasyon, su fazlası, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı ve dört yaz ayının ortalama sıcaklığı; toprak özelliklerinden toz miktarı arasında istatistiksel bakımdan önemli ilişkiler bulunmuştur. Sedir ağaçlandırmalarının boy büyümesi aşamalı regresyon analizi ve regresyon ağacı tekniği kullanılarak modellenmiştir. Uygulanan bu analizler sonucunda, boy gelişimini en iyi açıklayan kestirim modeli %65,6 ile regresyon ağacı tekniği kullanılarak elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sedir, ağaçlandırma, yetiştirme ortamı özellikleri.

## Relationships between growth of taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) plantations and site factors

### Abstract

This study was carried out to examine the relationships between productivity of taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) and some environmental factors in afforestation areas located in Eskişehir, Afyonkarahisar and Ankara provinces. Sampling studies were performed on 55 sample plots that differ in aspect, altitude, slope degree, slope position and stand growth. A tree representing top stand height in each area was cut from each stand and soil samples were taken from the horizons. Some physical and chemical properties of the soil samples were analyzed. The climate data was obtained from the closest meteorological station to determine the relationships between productivity of Taurus cedar and climatic factors. Relations between top height values of trees in stands and edaphic, climatic and physiographic site factors were analyzed using correlation, stepwise regression analysis and regression tree methods. Latitude and slope position as physiographic factors; the average high temperature potential evapotranspiration, water surplus, the average temperature of the coldest month, the average temperature of the hottest month and the average temperature of four months in the summer as climatic factors; silt ratio as edaphic factors were statistically found as the most significant factors on the variation of height growth. The height growth of the species was modelled using stepwise regression analysis and regression tree method. As a result of these methods, the best prediction model was found to be the regression tree method with a ratio of 65.6%.

**Keywords:** Taurus cedar, afforestation, forest site properties.

To cite this article (Atıf): KARATAŞ R., ÖZKAN K., 2017. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler, Orman Genel Müdürlüğü Ormanlık Araştırma Dergisi, 1(4): 12-21  
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.302425>

### 1. Giriş

Sedirin, Himalaya sediri (*Cedrus deodora* Loud.), Kıbrıs sediri (*Cedrus brevifolia* (Hook. f.) Henry),

toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Atlas sediri (*Cedrus atlantica* Manetti.) olmak üzere dört türü bulunmaktadır (Anşin, 1988). Türkiye’de doğal olarak yayılış gösteren ve araştırmamıza konu

toros sediri doğal olarak dünyadaki en geniş yayılışını Türkiye’de Toros Dağları’nda yapmaktadır. Bunun dışında lokal olarak Sultandağları-Dort Deresi, Emirdağı-Çaykışla, Erbaa-Çatalan ve Niksar-Akıncı köyünde görülmektedir (Boydak, 1996; Günay, 1990). Sedir, Toros Dağları’ndaki yayılışını genel olarak 800-2100 m yükseltiler arasında yapmaktadır. Ancak Finike’de gruplar halinde 530 m, münferit olarak 470 m yükseltiye kadar inerken, Bolkar Dağları-Aydos Dağında 2400 m yükseltiye kadar çıkabilmektedir (Boydak, 1996).

Ülkemizde 2000 yılı sonu itibarıyla ibrelili türlerle yapılan ağaçlandırma alanı 1.651.262 hektar olup, sedir 110.487 hektar ile karaçamdan sonra üçüncü sırayı almaktadır (Konukcu 2001). Ülkemizin %35’inin yarı kurak iklim tipinin etkisi altında bulunduğu, son yıllardaki ağaçlandırmaların büyük bir bölümünün yarı kurak mntıklarında yapıldığı ve potansiyel ağaçlandırma alanlarının çoğunluğunun da bu bölgelerde bulunduğu bilinmektedir.

Sedirin genel yayılış alanlarında genetik toprak tipi kahverengi orman, kırmızımsı ve kırmızımsı kahverengi Akdeniz topraklarıdır. Bu topraklar genel olarak balçık ve balçıklı kil türünde, granüller ve blok yapıdadır. Hafif asit, nötr veya alkali reaksiyon gösterir. Sedir en iyi gelişimini çatlaklı olan karstik alanlarda ve gözenekli olan konglomera ve filişler üzerinde yapmaktadır (Atalay, 1987).

Toros sediri ibrelili orman ağacı türlerimiz içerisinde karaçam ile birlikte yarı kurak iklim özelliklerine sahip olan İç Anadolu Bölgesi’ndeki ağaçlandırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, bölgede yapılan toros sediri ağaçlandırmalarında gelişim farklılıklarına rastlanılmaktadır. Bu durumun büyük ölçüde yetişme ortamı özellikleri arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, toros sediri ağaçlandırmalarının boy gelişimi üzerinde etkili olan edafik, fizyografik ve iklimik yetişme ortamı faktörlerinin

tespit edilmesi ve bu faktörlere göre kestirimde bulunacak bir verimlilik modelinin elde edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarının, yörede ve benzer yetişme ortamlarında yapılacak sedir ağaçlandırmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Araştırma alanının tanıtımı

Araştırma alanları Eskişehir, Afyonkarahisar ve Ankara il sınırları içinde, 4254788 - 4473071 kuzey enlemleri ile 250138 - 538299 doğu boylamları arasında kalmaktadır (Şekil 1). Araştırma alanlarındaki önemli dağ kütleleri Sultan Dağı (Gelincikana) (2610 m), Sündiken Dağları (1818 m), Türkmen Dağı (1826 m), Sivrihisar Dağları (1516 m), Işık Dağı (2015 m), İdris Dağı (1985 m), Yıldırım Dağı (1980 m), Kavaklı Dağı (1980 m), Elmadağ (1855 m), Keltepe Dağları (1849 m) ve Karacadağ (1724 m)’dır (İzbrak, 1968).

Eskişehir ve Afyonkarahisar illerindeki örnek alanlarda genellikle mikaşışt, serizit şışt, kireçtaşı ve dasit anakayaları bulunmaktadır (Güner ve ark. 2011). 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasına göre Ankara ilindeki araştırma alanlarında volkanik breş ve tüfler, andezit, bazalt, kalker, konglomera, kumlu kireçtaşı ve marn anakayalar yaygın olarak bulunmaktadır (Pamir ve Erentöz, 1975). Eskişehir ve Afyonkarahisar illerindeki örnek alanlarında en yaygın toprak tipleri kireçli-kireçsiz esmer orman toprağı ile solgun-boz esmer orman toprağıdır (Güner ve ark., 2011).

İklim değerlendirmelerinde ağaçlandırma alanlarına en yakın mesafede bulunan Eskişehir, Afyonkarahisar, Emirdağ, Çay ve Ankara meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık ortalama yüksek sıcaklık 21,5-23,8 °C, yıllık ortalama sıcaklık 10,8-12,0 °C, yıllık yağış ise 374,2-530,4 mm arasında değişmektedir.

Tablo 1. Araştırma alanlarının Erinc yöntemine göre iklim tipleri  
Table 1. Climate types of the areas according to Erinc Method Erinc method

İli	İlçesi	Ağaçlandırma sahası	Yükselti (m)	Yağış Etkenliği indisi (Im)	İklim tipi
Eskişehir	Merkez	Ömür, Metristepe, Kanlıpınar	900	20,8	Yarı nemli
Eskişehir	Sivrihisar	Kaymaz	1100	24,1	Yarı nemli
Afyonkarahisar	Çay	Çayderesi, Bolvadin	1150	26,0	Yarı nemli
Afyonkarahisar	Çay	Çayderesi, Dortderesi	1300	30,4	Yarı nemli
Afyonkarahisar	Çay	Çayderesi	1400	33,4	Yarı nemli
Afyonkarahisar	Emirdağı	Bayat	1200	24,9	Yarı nemli
Afyonkarahisar	Merkez	Damlalı	1150	23,3	Yarı nemli
Ankara	Merkez, Kazan	Yenikent, Kurtkapanı	1000	20,1	Yarı nemli
Ankara	Elmadağ,	Yenikent, Kurtkapanı, Karacahasan	1200	25,9	Yarı nemli
Ankara	Kazan, Bala	Beynan Köyü, Ergin K., Kamışlı	1400	31,6	Yarı nemli

Araştırma alanında Eskişehir ve Ankara Karadeniz ile İç Anadolu yağış rejimi arasında bir geçiş tipi; Afyonkarahisar, İç Anadolu yağış rejimine sahiptir (Anonim, 1989). Araştırma alanlarının Erinç yöntemine göre iklim tipleri Tablo 1’de verilmiştir (Özyuvacı, 1999). Buna göre örnek alanların tamamı yarı nemli iklim tipine sahiptir.

## 2.2. Arazi örnekleme ve laboratuvar analizleri

Örnek alanları Eskişehir, Afyonkarahisar ve Ankara illerindeki 20 yaşın üzerindeki alanlar içerisinde bakı, yükselti, yamaç konumu, eğim ve mesçere gelişimi bakımından farklılık gösteren toplam 55 örnek alanda yapılmıştır (Tablo 2). Örnek alanlar içerisinde en az 15 adet ağaç girecek büyüklükte (20 x 20 m, 10 x 15 m, 10 x 10 m) alınmıştır. Deneme alanlarında; eğim klizimetre, yükselti altimetre, bakı pusula, yeryüzü şekli bir yamacın üst kısmındaki sırt çizgisi ile etek kısmı arasındaki yamaç uzunluğu 100 birim kabul edilip, yamaç üst kenarından olan ortalama uzaklık yamaç uzunluğunun yüzdesi olarak hesaplanmış, ayrıca tüm bu veriler google earth (URL 2013) ile kontrol edilerek belirlenmiştir. Örnek alanlarda mesçere üst boyuna sahip beş ağaçta yaş ölçümleri yapılmıştır. Bu beş ağaçtan ortalamaya en yakın olan ağaç kesilerek boyu cm hassasiyetinde ölçüldükten sonra 2 m aralıklarla bölümlere ayrılarak, her bölümden ince gövde kesitleri alınmıştır. Her örnek alanda birer adet toprak çukuru açılmış ve açılan toprak çukurundaki kesitte mineral toprak horizonları ayrılarak tanıtımı yapılmıştır (Kantarıcı 2000). Toprak ve yetiştirme ortamı özellikleri tanımlandıktan sonra ayrılan horizonlardan 1 litre hacmindeki siltindirler ile toprak örnekleri alınmıştır.

Deneme alanlardan alınan toplam 179 adet toprak

örneği laboratuvara getirilmiştir. Öncelikle hava kuru hale gelinceye kadar tavalarda bekletilmiş, öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.

*İnce toprak miktarı ve iskelet hacim yüzdesi:* Öğütülen toprak örnekleri 2 mm’lik elekten geçirilerek elde edilen ince topraklar, 105 °C sıcaklıkta kurutulmuş ve fırın kuru ağırlıkları bulunmuştur. Eleğin üzerinde kalan taş ve çakıl miktarı ise hacim olarak belirlenmiştir.

*Tane çapı:* Bouyoucos hidrometre yöntemine göre; toprak türlerinin belirlenmesi ise, uluslararası tane çapları sınıfına göre yapılmıştır (Irmak 1954).

*Toprak reaksiyonu (pH):* Cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür. Aktüel asitlik için topraklar 1:2,5 oranında arı suyla; kasyon değişim asitliği için ise 1:2,5 oranında 1N KCl ile karıştırılmış bir gece bekletilmiş, takiben ölçme yapılmıştır (Gülçur 1974).

*Organik karbon (OC):* Wackley-Black ıslak yakma metodu ile tayin edilmiştir (Gülçur 1974).

*Faydalanabilir Su Kapasitesi (FSK):* Tarla kapasitesi (1/3 atmosfer) ve solma noktasındaki (15 atmosfer) nem içerikleri (%) “basınç tablalı toprak nemi tayin cihazında” belirlenmiştir. Bu iki nem değeri arasındaki fark tespit edilerek, toprakların bitkiler için FSK (%) içerikleri hesaplanmıştır (Çepel 1985).

*Elektriksel iletkenlik (ECX10<sup>3</sup>):* Hazırlanan toprak saturasyon ekstraktının 25 °C’deki elektriksel iletkenliği “Conductance Bridge” aletinde miliSiemens/cm olarak belirlenmiştir (Jackson 1962).

*Toplam kireç (Kt):* Scheibler kalsimetresi ile tayin edilmiştir (Gülçur 1974).

Tablo 2. Örnek alanların yetiştirme ortamı özelliklerine göre dağılımı  
Table 2. Distribution of sample plots according to site factors

Yükselti			
	800-1000 m	1000-1200 m	1200-1400 m
Örnek alan sayısı	8	21	26
Eğim			
	Düz - Az eğimli(%1-9)		Orta - Çok eğimli(%18-36)
Örnek alan sayısı	25		30
Yamaç konumu			
	Sırt - Üst yamaç (%0-25)	Orta yamaç (%51-75)	Alt yamaç- Etek, düzlük (%76-100) (% >100)
Örnek alan sayısı	13	18	24
Bakı			
	Gölgeli Bakılar KD-K-KB-D		Güneşli Bakılar GD-G-GB-B
Örnek alan sayısı	37		18

Kesilen ağaçlardan alınan kesitlerde yaş sayımları yapılarak büyüme eğrileri çıkartılmıştır. Örnek alanların içerisinde en küçük yaşın 20 yaşına denk gelmesi sebebiyle 20 yaşındaki üst boy değerleri alınmıştır.

### 2.3. Değerlendirme

Bağımlı değişken olarak; üst boy silvikültürel işlemlerden önemli derecede etkilenmemesi, büyümeyi en iyi şekilde yansıtması, kolay ölçülmesi ve birim alandaki toplam verim gücü ile sıkı ilişki göstermesi sebebiyle meşçere gelişim ölçüsü olarak alınmıştır (Irmak, 1970; Fırat, 1972). Fakat üst boy meşçere yaşına göre değişiklik göstermektedir. Bu sebeple yaşın üst boy üzerindeki etkisini ortadan kaldırmak ve yaşın dışındaki faktörlerin etkisini ortaya çıkarmak amacıyla tüm örnek alanlarda ortak yaş olan 20 yaşındaki üst boy değerleri bağımlı değişken olarak istatistik analizlerde kullanılmıştır.

İstatistik analiz için kullanılan bağımsız değişkenler; enlem, boylam ve yükselti m, eğim ve yamaç konumu %, bakı ise radyasyon indeksine dönüştürülerek (Denklem 1) kullanılmıştır (Moisen ve Frescino, 2002; Aertsen ve ark., 2010).

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

Formülde, *RI*: Radyasyon indeksini, *Q*: Örnek alanın kuzeye göre semt açısını ifade etmektedir.

İklim özelliklerinin değerlendirilmesinde örnek alana en yakın mesafede bulunan meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonu verileri örnek alanlara enterpole edilirken sıcaklık değerleri her 100 m'de 0,5 °C azaltılmış, yağış değerleri ise her 100 m'de yıllık yağışa 54 mm ilave edilmiştir (Özyuvacı, 1999). Bağımlı değişken olarak kullanılan, üst boy ( $H_{20}$ ) değerleri ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ikili ilişkiler korelasyon ve regresyon analizi ile incelenmiştir. Böylece verimlilikte önemli derecede etkili olan değişkenlerin neler olduğunun belirlenmesi sağlanmıştır. Tespit edilen bu değişkenlerin üst boy üzerinde en önemli ve sağlıklı değişken setini verecek modelleri belirlemek amacıyla aşamalı regresyon analizi yapılmıştır (Kalıpsız, 1994; Özdamar, 2002). Bu araştırmada ayrıca, hiyerarşik olmayan yöntemlere alternatif olması bakımından yetiştirme ortamı ile büyüme ilişkilerinin incelenmesinde hiyerarşik bir yöntem olan "Regresyon Ağacı" yöntemi de kullanılmıştır. Regresyon ağacı yöntemi için DTREG paket programı kullanılmıştır (Dtreg, 2015).

### 3. Bulgular

Örnek alanların meşçere, fizyografik, toprak ve iklim özellikleri Tablo 3'de, Toros sedirinin boy gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon analizleri ise Tablo 4'de verilmiştir. Toros sedirinin boy gelişimi ile toz, su fazlası (SF), en soğuk ayın ortalama sıcaklığı (ESO-AOS) ve potansiyel evapotranspirasyon (PET) arasında  $P < 0,05$  önem düzeyinde pozitif; yamaç konumu (YK), ortalama yüksek sıcaklık (OYS), en sıcak ayın ortalama sıcaklığı (ESIAOS) ve dört yaz ayının ortalama sıcaklığı (4YAOS) arasında  $P < 0,01$  önem düzeyinde pozitif; enlem (E) arasında ise  $P < 0,05$  önem düzeyinde negatif ilişkiler bulunmuştur. Üst boy ile diğer yetiştirme ortamı faktörleri arasında ise istatistiksel bakımdan anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir ( $P > 0,05$ ). Toros sedirinin boy gelişimi YK, toz, SF, OYS, PET, ESOAOS, ESIAOS ve 4YAOS'daki artışa bağlı olarak artmakta, enlemdeki artışa bağlı olarak ise azalmaktadır.

Üst yamaçlardan alt yamaçlara ve taban araziye doğru inildikçe su ve besin maddelerinin artışına bağlı olarak ağaçların su ve besin maddelerinden yararlanma imkanları da artmaktadır. Bu sebeple, konu ile ilgili olarak yapılmış çalışmaların hemen hepsinde (Çepel ve ark. 1977, Ercanlı ve ark. 2008, Gülsoy ve ark. 2014, Güner ve ark. 2011) olduğu gibi Toros sedirinde de üst yamaçtan alt yamaçlara doğru boy gelişimi artmıştır. Enlemdaki artış ile boy gelişiminin azalması, araştırma alanlarının güneyini Göller Bölgesi'nin oluşturması ile açıklanabilir. İklim analizlerinde de görüleceği gibi araştırma alanlarının güneyini daha nemli yetiştirme ortamları oluşturmaktadır. Yöredeki karaçam ağaçlandırma alanlarında yapılan çalışmada da aynı bulgulara ulaşılmıştır (Güner ve ark., 2011). Üst boy ile yükselti, eğim ve bakı arasında istatistiksel bakımda anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir. Kızılcımda (Zech ve Çepel, 1972) da benzer bulgulara ulaşılmıştır. Yine sarıçamda (Güner, 2008), kasnak meşesinde (Karataş ve ark., 2013) ve karaçamda (Güner ve ark., 2011) da bakı ile üst boy arasında istatistiksel bakımdan önemli bir ilişki bulunmamıştır.

Toros sedirinin boy gelişimi ile toprakların 1 m<sup>3</sup> hacmindeki değerlerinden toz miktarı arasında pozitif ilişki bulunmuştur. İncelenen diğer toprak özellikleri ile boy gelişimi arasında ise anlamlı ilişkiler belirlenmemiştir. Kasnak meşesinde (Karataş ve ark., 2013) ve karaçamda (Eruz, 1984) yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır. Ancak toz miktarındaki artışın boy gelişimi üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu tam olarak açıklanamamaktadır.

Yapılan korelasyon analizlerinde, Toros sedirinin boy gelişimi en fazla iklim özellikleri ile ilişki vermiştir. Üst boy ile iklim özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizinde; üst boy ile OYS, PET, SF ESOAOS, ESAOS ve 4YAOS arasında pozitif ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir. OYS, PET, ESAOS ve 4YAOS ile boy gelişimi arasında önce artan sonra azalan pozitif bir ilişki mevcuttur. Şekil 2 incelendiğinde sedirin boy gelişimi; OYS 15 °C ile 20 C arasında arttığı, 20 °C'den sonra azaldığı, PET 630-670mm arasında arttığı 670mm den sonra azaldığı, ESAOS 20-22 °C sıcaklıklar arasında arttığı 22 °C den sonra azaldığı ve 4YAOS 18-20 °C arasında

arttığı 20 °C den sonra azaldığı görülmüştür. Bu durum OYS, PET, ESAOS ve 4YAOS bu sınırlar dışında artmasına bağlı olarak topraktaki suyun evapotranspirasyonla kaybolması Toros sedirinin boy gelişiminin azalmasına neden olmuştur. Keza, karaçam ağaçlandırma alanlarında, boy gelişimi ile en kurak ayın yağış miktarı (EKAYM) arasında pozitif (Güner ve ark., 2011), kasnak meşesinin boy gelişimi ile OYS ve PET arasında pozitif (Karataş ve ark., 2013), karaçam ağaçlandırmalarında boy gelişimi ile vejetasyon dönemindeki sıcaklık ve yağış miktarı arasında önemli ilişkiler bulunmuştur (Özel ve ark., 2010).

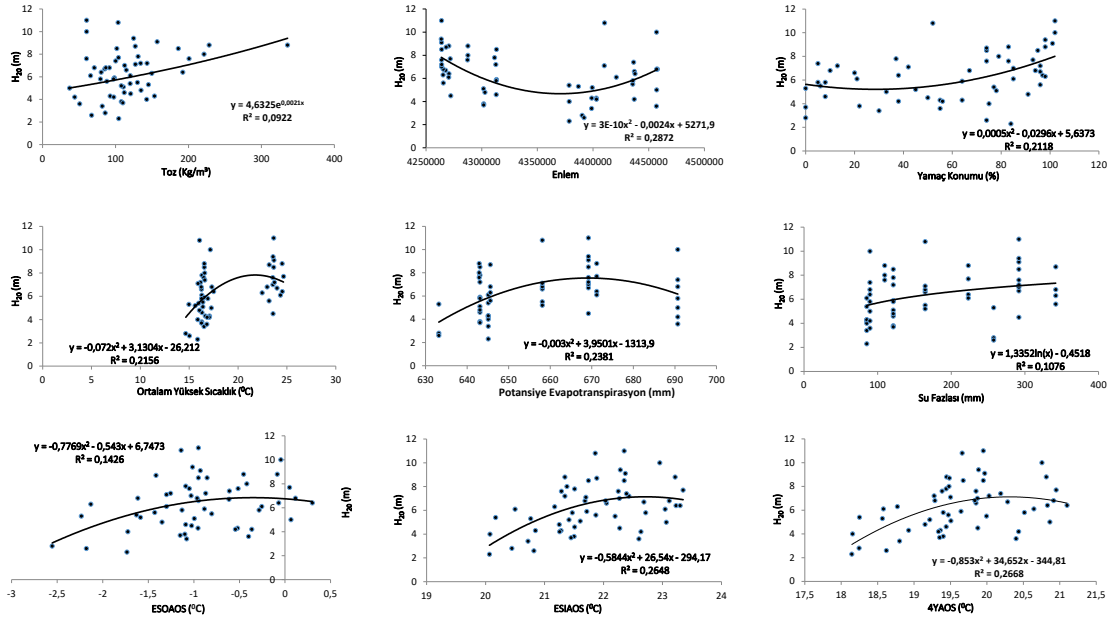
Tablo 3. Örnek alanlardaki üst boy ( $H_{20}$ ), fizyografik, edafik ve klimatik özellikler  
Table 3. Tree height ( $H_{20}$ ), physiographic, edaphic and climatic properties of sample plots

Değişkenler	Kodu	Birimi	Min.	Max.	Ortalama
<i>Mescere özellikleri</i>					
Mescere yaşı	MY	yıl	20	47	32
Boy	H	m	3,1	20,2	9,6
20 yaşındaki boy	$H_{20}$	m	7,0	24,0	12,9
<i>Fizyografik faktörler</i>					
Yükselti	Y	m	831	1482	1172
Eğim	E	%	4	30	12
Yamaç konumu	YK	%	0,0	100,0	58
Bakı	RI		0,017	0,983	0,403
<i>Toprak özellikleri</i>					
Solum (mutlak toprak derinliği)	SLM	cm	5,0	60,0	25,1
İnce toprak miktarı	İTM	kg/m <sup>3</sup>	377	1204	773
İskelet hacmi	İH	l/m <sup>3</sup>	40,7	391,6	183,5
Kum	KUM	kg/m <sup>3</sup>	142,1	814,9	446,4
Toz	TOZ	kg/m <sup>3</sup>	37,1	335,8	116,3
Kil	KİL	kg/m <sup>3</sup>	72,1	521,2	210,2
Organik karbon	OC	g/m <sup>3</sup>	1412	15496	7288
Faydalı su kapasitesi	FSK	mm/m <sup>3</sup>	16,8	156,1	67,8
<i>İklim özellikleri</i>					
Yıllık ortalama sıcaklık	YOS	°C	8,6	11,7	10,1
Ortalama yüksek sıcaklık	OYS	°C	14,6	24,6	18,6
En soğuk ayın ortalama sıcaklığı	ESOAOS	°C	-2,5	0,3	-0,9
En sıcak ayın ortalama sıcaklığı	ESIAOS	°C	20,1	23,4	21,8
4 yaz ayının ortalama sıcaklığı	4YAOS	°C	18,1	21,1	19,6
Yıllık yağış	YY	mm	397,9	814,4	568,4
4 yaz ayındaki yağış miktarı	4YAYM	mm	78,3	138,9	105,5
En kurak ayın yağış miktarı	EKAYM	mm	8,2	23,5	15,0
Erinç indisi	Eİ	mm	23,3	49,2	33,5
Potansiyel evapotranspirasyon	PET	mm	633,2	690,7	657,9
Gerçek evapotranspirasyon	GET	mm	350,2	418,7	385,4
Su açığı	SA	mm	214,5	320,3	272,5
Su fazlası	SF	mm	85,3	341,8	174,3

Tablo 4.  $H_{20}$  ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilere ait Pearson korelasyon analizi sonuçları  
Table 4. Results of Pearson rank correlation analysis of relationships between  $H_{20}$  and site properties

Değişkenler	$H_{20}$ (m)	Değişkenler	$H_{20}$ (m)	Değişkenler	$H_{20}$ (m)
Y	r 0,176 <sup>ns</sup> p 0,198	KUM	r 0,011 <sup>ns</sup> p 0,938	OYS	r 0,435 <sup>**</sup> p 0,001
Enlem	r -0,328 <sup>*</sup> p 0,014	FSK	r 0,207 <sup>ns</sup> p 0,129	PET	r 0,286 <sup>*</sup> p 0,034
Boylam	r -0,072 <sup>ns</sup> p 0,602	TOZ	r 0,292 <sup>*</sup> p 0,031	GET	r 0,184 <sup>ns</sup> p 0,179
E	r 0,075 <sup>ns</sup> p 0,585	KİL	r -0,121 <sup>ns</sup> p 0,377	Eİ	r -0,261 <sup>ns</sup> p 0,055
YK	r 0,402 <sup>**</sup> p 0,002	OC	r -0,025 <sup>ns</sup> p 0,854	ESOAOS	r 0,319 <sup>*</sup> p 0,018
RI	r -0,174 <sup>ns</sup> p 0,203	Su açığı	r 0,053 <sup>ns</sup> p 0,699	ESIAOS	r 0,454 <sup>**</sup> p 0,001
SLM	r 0,242 <sup>ns</sup> p 0,075	Su fazlası	r 0,307 <sup>*</sup> p 0,023	4YAOOS	r 0,428 <sup>**</sup> p 0,001
İTM	r 0,028 <sup>ns</sup> p 0,836	YOS	r 0,133 <sup>ns</sup> p 0,332	EKAYM	r 0,002 <sup>ns</sup> p 0,989
İH	r 0,171 <sup>ns</sup> p 0,213	YY	r 0,220 <sup>ns</sup> p 0,106	4YAYM	r -0,032 <sup>ns</sup> p 0,815

<sup>ns</sup>: önemsiz, \* :  $p < 0,05$ , \*\* :  $p < 0,01$



Şekil 1.  $H_{20}$  ile yetiştirme ortamı özelliklerine ait regresyon analizi sonuçları  
Figure 1. The results of regression analysis between  $H_{20}$  and site properties

Meşcere üst boyunu hesaplamada hangi değişkenler kombinasyonunu kullanmak gerektiğini ve boy gelişimi üzerinde baskın etkiye sahip olan yetiştirme ortamı faktörlerinin neler olduğunu belirlemek amacıyla yapılan aşamalı regresyon analizi Tablo 5'te verilmiştir. Aşamalı regresyon analizi, korelasyon analizlerinde üst boy ile anlamlı ilişki veren fizyografik faktörler, iklim ve toprak özelliklerinin  $1 \text{ m}^3$  hacimdeki değerleri ile yapılmıştır. Birinci modelde bağımsız değişken olarak sadece ESIAOS bulunmaktadır. Modelin, 20 yaşındaki boyun toplam değişimini açıklama payı %20,6'dır. İkinci modelde, ESIAOS ve toz miktarı bağımsız değişken olarak bulunmaktadır. Modelin, 20 yaşındaki boyun toplam değişimini açıklama payı %31,5'dir. Modele ait denklem aşağıda verilmiştir.

$$H_{20} = -20,336 + 1,148(\text{ESIAOS}) + 0,01332 (\text{Toz})$$

Kasnak meşesinde yapılan çalışmada, üst boy ile ilişkili fizyografik faktörler, toprak ve iklim özellikleri arasında yapılan aşamalı regresyon analizinde toz, yamaç konumu ve eğimin girdiği denklemin ilişki katsayısı %54,7 olarak belirlenmiştir (Karataş ve ark., 2013). Ayrıca; yamaç konumu ve eğim değişkenleri karaçam (Güner ve ark., 2011), kızılçam (Özkan ve Kuzugüdenli, 2010) ve Doğu ladininde (Ercanlı ve ark., 2008) yapılan çalışmalarda da boy gelişimi üzerinde baskın etkiye sahip değişkenler olarak ortaya çıkmıştır. Yine toz değişkeni sarıçamda yapılan bir çalışmada da boy gelişimi üzerinde etkili bir faktör olarak ortaya çıkmıştır (Güner, 2008).

Tablo 5.  $H_{20}$  ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki aşamalı regresyon analizi sonuçları  
Table 5. Results of stepwise multiple regression analysis of relationships between  $H_{20}$  and site properties

Model	R <sup>2</sup>	P (Model)	SEE	Modele giren değişkenler	P (Değişkenler)	
1	0,206	0,001	1,84	Sabit sayı	-17,345	0,009
				ESIAOS	1,082	0,001
2	0,315	0,000	1,73	Sabit sayı	-20,336	0,001
				ESIAOS	1,148	0,000
				TOZ	0,013	0,006

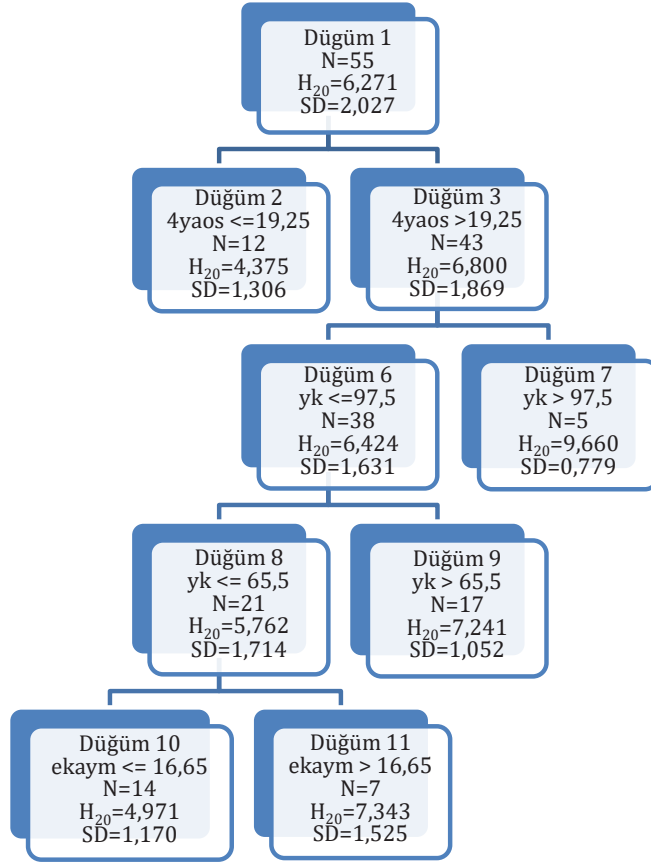
R<sup>2</sup>: ilişki katsayısı, P: önem düzeyi, SEE: tahmini standart hata

Birçok değişken kombinasyonunun denenmesine rağmen regresyon modellerin açıklama payı düşük kalmıştır. Bu durumun, çalışmanın geniş bir alanda yapılması ve bu alanın birçok yetiştirme ortamı alt bölge ve yörelerini kapsamından kaynaklandığı ve boy gelişimi ile yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkilerin genel olarak doğrusal olmadığını düşündürmektedir. Bu sebeple, hiyerarşik bir yöntem olan regresyon ağacı yöntemine başvurulmuştur.

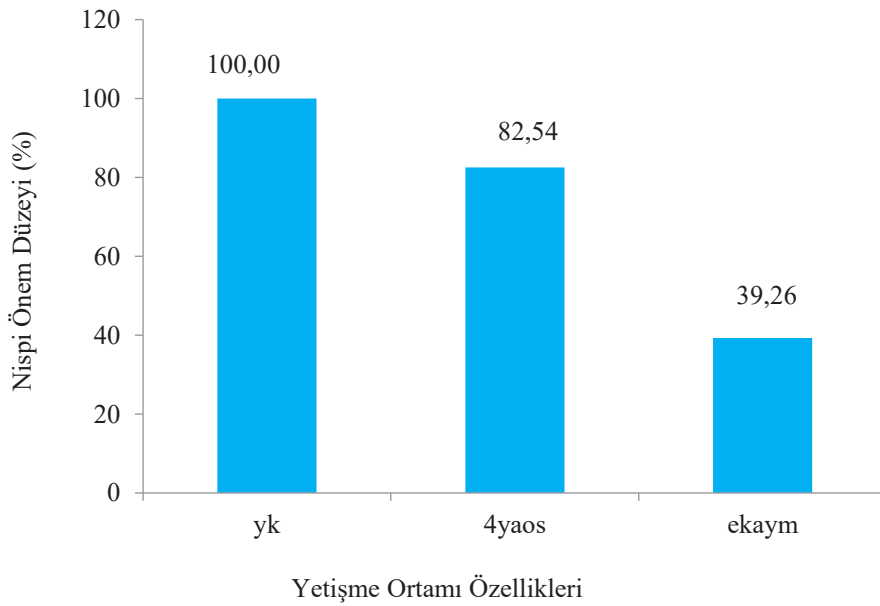
Üst boy ile fizyografik faktörler, toprak ve iklim özellikleri arasındaki hiyerarşik ilişkiler Şekil 2'de verilmiştir. Regresyon ağacı yöntemi ile üst boydaki değişimin %65,6'sı açıklanmış ve çoklu regresyon analizine göre daha tatmin edici bir sonuç elde edilmiştir. Regresyon ağacı yöntemi sonucu 4YAOS, YK ve EKAYM değişkenlerinin etkisi en fazla çıkmıştır. Ancak bu değişkenlerin ayırımdaki öncelikli etkisi alt ayırımlara doğru yerini diğer değişkenlere bırakmakta, daha alt ayırımlarda ise bu değişkenlerin verimlilik açısından önemi tekrar ortaya çıkmaktadır. Başka bir ifade ile yamaç konumu değişkeni çalışma ölçeğinde verimlilik açısından en önemli değişken konumundadır. Yamaç konumu itibarıyla ilk ayırım sonrası tekrar yamaç konumu değişkeni önem kazanmaktadır. Yamaç konumunun ikinci kere önemli çıkması, lokal iklim özelliklerinin genel iklim özelliklerinden daha

baskın olduğunu göstermektedir. Regresyon ağacı yöntemi ile anlaşılmıştır ki, boy büyümesi üzerinde etkili olan değişkenlerin etkisi kesikli bir şekilde devam etmekte, bir değişkenin verimlilik üzerindeki etkisi farklı hiyerarşik seviyelerde kendini göstermektedir. Benzer şekilde, Mckenny ve Pedlar (2003) de regresyon ağacı yöntemi ile *Pinus banksiana* ve *Picea mariana* türlerinde verimlilik ile iklim ve toprak özellikleri ilişkilerini araştırmışlar, *Picea mariana*'nın verimliliğinde organik toprak derinliğinin farklı hiyerarşik seviyelerde önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Kasnak meşesinde yapılan benzer çalışmada, regresyon ağacı yöntemi sonucu boy gelişimi üzerinde yükseltti, toz ve ince toprak miktarının etkisi en fazla çıkmış ve üst boydaki değişimin %54,7'i açıklamıştır (Karataş ve ark., 2013). Keza, karaçam ağaçlandırma alanlarında yapılan çalışmada üst boydaki değişimin %90,9'u açıklanmıştır (Güner ve ark., 2011).

Ayrıca  $H_{20}$  üzerinde etkili olan yetiştirme ortamı özelliklerinin nispi önem düzeyleri Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde boy gelişimi üzerinde en etkili faktörün yamaç konumu olduğu görülmektedir. Yamaç konumunu dört yaz ayının ortalama sıcaklığı (haziran-eylül) ve en kurak ayın yağış miktarı takip etmektedir.



Şekil 2.  $H_{20}$  ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilere ait regresyon ağacı analizi sonuçları  
Figure 2. Results of regression tree analysis of relationships between  $H_{20}$  and site characteristics



Şekil 3.  $H_{20}$  üzerinde etkili olan yetiştirme ortamı özelliklerinin nispi önem düzeyleri  
Figure 3. Relative importance levels of the site characteristics effecting on  $H_{20}$



#### 4. Tartışma ve Sonuç

Eskişehir, Afyonkarahisar ve Ankara illerindeki toros sediri ağaçlandırmalarının boy gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Araştırma alanlarındaki toz miktarı 50-200 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Bu sınırlar içerisinde toz miktarındaki artışa bağlı olarak Toros sedirinin boy gelişimi artmıştır.

Örnek alanlarda Toros sedirinin boy gelişimi üzerindeki etkili fizyografik faktörler enlem ve yamaç konumudur. Araştırma alanlarında ve benzer yetiştirme ortamlarında sedir ağaçlandırmalarında önceliğin orta yamaç, alt yamaç ve taban arazilere verilmesine dikkat edilmelidir. Araştırma alanları 4254788 - 4473071 kuzey enlemleri ile 250138 - 538299 doğu boylamları arasında kalmaktadır. Sedir bu alanlar içerisinde en iyi gelişimi 4356997 enleminin güneyinde yapmaktadır. Güneyden kuzeye doğru gidildikçe Toros sedirinin boy gelişimi azalmaktadır.

Bu çalışmada, iklim özellikleri diğer yetiştirme ortamı özelliklerine göre Toros sedirinin boy gelişiminde daha fazla ilişki göstermiştir. İklim özelliklerinden ortalama yüksek sıcaklık, potansiyel evapotranspirasyon, su fazlası, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı ve dört yaz ayının ortalama sıcaklığı ile sedirinin boy gelişimi arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Sedir, ortalama yüksek sıcaklığı 15-20 °C, potansiyel evapotranspirasyonun 630-670 mm, su fazlasının 100 mm'nin üzerinde, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı -1,5 °C'nin üzerine, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 20-22 °C ve dört yaz ayının ortalama sıcaklığının 18-20 °C arasındaki alanlarda daha iyi gelişim göstermektedir.

Türün üst boyunun (H<sub>20</sub>) modellenmesi için çoklu regresyon analizi ve regresyon ağacı yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan bu yöntemlerden açıklama payı en yüksek olan model %65,6 ile regresyon ağacı tekniğidir. Elde edilen bu model kullanılarak çalışmanın gerçekleştirildiği sahalarda ve benzer yetiştirme ortamlarında sedir ile yapılacak ağaçlandırma çalışmalarının 20 yıl sonra kaç metre üst boya sahip olacakları belirlenebilecektir.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Orman Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen ESK-19(6314) numaralı araştırma projelerine ait veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

#### Kaynaklar

Aertsen, W., Kint, V., 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.

Anonim 1989. Türkiye'nin Yağış Rejimi, T. C. Başbakanlık, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Zirai Meteoroloji ve İklim Rasatları Daire Başkanlığı, TUMAK Projesi, Ankara, 21 s.

Anşin, R., 1988. Tohumlu Bitkiler (Gymnospermae), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 122, Fakülte Yayın No: 15, Trabzon.

Atalay, I., 1987. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich) Ormanlarının Yayılış Gösterdiği Alanlar ve Yakın Çevresinin Genel Ekolojik Özellikleri İle Sedir Tohum Transfer Rejyonlaması. OGM Yayın No: 663, 167s. Ankara.

Boydak, M., 1996. Toros sediri'nin (*Cedrus libani* A. Rich.) Ekolojisi Silvikültürel Ve Doğal Ormanlarının Korunması, Orman Bakanlığı Yayın No: 012, 78s. Ankara.

Çepel, N., Dündar, M., Günel, A., 1977. Türkiye'nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler, TÜBİTAK, Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu, Proje No: TOAG 154, Tübitak Yayınları No: 354, TOAG, 165s. Ankara.

Çepel, N., 1985. Toprak Fiziki, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No: 374, 288s. İstanbul.

Ercanli, İ., Günlü, A., Altun, L., Başkent, E. Z., 2008. Relationship Between Site Index Of Oriental Spruce [*Picea orientalis* (L.) Link] and Ecological Variables in Maçka, Turkey. Scandinavian Journal of Forest Research 23, 319-329.

Eruz, E., 1984. Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam Meşcerelerinin Boy Gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları No: 368, 72s. İstanbul.

Fırat, F., 1972. Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 166, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları No: 1970/201, Kutulmuş Matbaası, 225 s. İstanbul.

Günay, T., 1990. Afyon-Emirdağ Yukarı Çaykılla Va-

- disi'nde Stepe Geçiş Kuşağında Yeni Tespit Edilen Bir Sedir (*Cedrus libani* A. Rich) Kalıntı Meşçeresi ve Ekolojik Özellikleri. Uluslararası Sedir Sempozyumu 53-63s. Antalya.
- Güner, Ş. T., 2008. Bozkıra Geçiş Bölgesindeki Sarıçam (*Pinus sylvestris* L. ssp. *hamata* (Steven) Fomin.) Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Bakanlık Yayın No: 358, Müdürlük Yayın No: 3, 41s. Eskişehir.
- Güner, Ş. T., Çömez, A., Karataş, R., Çelik, N., Özkan, K., 2011. Eskişehir ve Afyonkarahisar İllerindeki Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Ağaçlandırmalarının Gelişimi ile Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Bakanlık Yayın No: 434, Müdürlük Yayın No: 4, 83 s., Eskişehir.
- Irmak, A., 1954. Arazide ve Laboratuvarında Toprağın Araştırılması Metodları, İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 599/27, 150s. İstanbul
- Irmak, A., 1970. Orman Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1650, Orman Fakültesi Yayın No: 149, Taş Matbaası, 367s. İstanbul.
- İzbirak, R., 1968. Türkiye Jeomorfolojik Haritası, Harita Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- Jackson, M. L., 1962. Soil Chemical Analysis, Constable and Company Ltd., 498s. London, England.
- Kalıpsız, A. K., 1994. İstatistik Yöntemler, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3835, Fakülte Yayın No: 427, 558s. İstanbul.
- Kantarıcı, M. D., 2000. Toprak İlimi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları No: 4261/462, 420s. İstanbul.
- Karataş, R., Arslan, M., Güner, Ş.T., Çömez, A., Özkan, K., 2013. Göller Bölgesinde Doğal Yayılış Alanlarında Kasnak Meşesinin (*Quercus vulcanica* Boiss. and Heldr. ex Kotschy) Boy Gelişimi İle Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Enstitü Yayın No: 9, 67s. Eskişehir.
- Konukcu, M., 2001. Ormanlar ve Ormancılığımız, DPT Yayın No: 2630, 238s. Ankara.
- Mckenny, 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.
- Moisen, G. G, Frescino, T. S., 2002. Comparing Five Modelling Techniques for Predicting Forest Characteristics, Ecological Modelling 157, 209-225.
- Oyoma, M., Takehara, H., 1987. Standart Soil Color Charts, Japan.
- Özdamar, K., 2002. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi-1, 4. Baskı, Kaan Kitabevi, 686s. Eskişehir.
- Özel, H. B., Ertekin, M., Tufanoğlu, G. Ç. 2010. Devrek-Akçasu Yöresindeki Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ağaçlandırmalarında Boy Artımı ile Bazı İklim Faktörleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Ecological Life Science 5 (4), 376-389.
- Özkan, K., Kuzugüdenli, E., 2010. Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresinde Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Verimliliği ile Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A(1), 16-29, Isparta.
- Özyuvacı, N. 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji, İ.Ü, Orman Fakültesi Yayınları No: 4196, Dilek Ofset Matbaacılık, İstanbul, 369 s.
- Pamir, H.N., Erentöz, C., 1975. 1/500 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Ankara Paftası, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, 111s. Ankara.
- URL, 2015. DTREG Software For Predicting Modeling and Forecasting <http://www.dtreg.com>.
- URL, 2013. Google Earth 7.1.2.2041, Oluşum Tarihi: 10/7/2013, kh.google.com
- Zech, W., Çepel, N., 1972. Güney Anadolu'daki Bazı *Pinus brutia* Meşçerelerinin Gelişimi ile Toprak ve Relief Özellikleri Arasındaki İlişkiler, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1753/191, 107s. İstanbul.