

SERİ
SERIES
SERIE A
SÉRIE

CİLT
VOLUME
BAND 30
TOME

SAYI
NUMBER
HEFT 1
FASCICULE 1980

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL
ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



BOLU - ALADAĞ ORMAN EKOSİSTEMLERİNDE SARIÇAM'IN (PINUS SILVESTRIS L.) BOY ARTIMI İLE RELİYEF VE TOPRAK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER ¹⁾

Prof. Dr. Necmettin ÇEPPEL ²⁾
Doçent Dr. Münir DÜNDAR ³⁾

K İ S İ T Ö z e t

Bolu Orman Bölge Başmüdürlüğüne bağlı Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde geniş yayılış alanları gösteren önemli ağaç türlerinde biri de sarıçamdır. Bu yörede ekonomik bakımdan büyük bir değer taşıyan bu ağaç türüne ait meşcerelerin gelişimi üzerinde etkili olan fiziksel çevre faktörlerinin bilinmesi hem bilimsel, hem de ormancılık uygulaması yönünden büyük bir önem taşımaktadır. Bu nedenle bu bölgedeki saf sarıçam meşcerelerinin boy gelişimi ile reliyef ve toprak özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla bu araştırma yapılmıştır. Seçilen 66 tane normal kapalı saf sarıçam meşceresinde çap, boy ölçmeleri yapılarak, meşcere yaşı belirlenmiş, bazı özellikleri saptanmış, toprak özelliklerine ait analizler yapılmıştır. Elde edilen bulgular «basit ve çoğul regresyon analizleri» ve «temel öğeler analizi» gibi istatistik yöntemlerle değerlendirilerek aranan ilişkiler ve önem dereceleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

1. GİRİŞ

Sarıçam ülkemizde geniş yayılışa ve yüksek ekonomik değere sahip bir ağaç türüdür. Genellikle Türkiye'nin kuzey kısımlarında yayılır, İç Anadolu Bölgesinde de geniş ormanlar oluşturur. Karadeniz kıyı dağlarının İç Anadolu'ya bakan yamaçlarında saf ve karışık meşcereler halinde bulunur. Karadeniz Bölgesinde deniz kıyısına kadar iner. Doğu Anadolu'da ise 2700 m. yükseklikte normal kapalı meşcereler oluşturur.

Ülkemizde 507.797 ha. saf, 432.568 ha. karışık olmak üzere 940.365 ha. sarıçam ormanı vardır (SOYKAN 1969). Bu miktar toplam ormanlık alanın % 5,5 i'dir. Sarıçam Türkiye'de iğne yapraklılar içinde kapladığı alan yönünden % 13,59 ile kuzil-

¹⁾ Bu araştırma 21 - 28 Eylül 1980 tarihleri arasında yapılan «Türkiye ormancılığının güncel sorunları» isimli simpozyuma bildiri olarak sunulmuştur.

²⁾ ve ³⁾ İ.Ü. Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Kürsüsü öğretim üyeleri, Büyükdere.

çam ve karaçamdan sonra 3. sırada gelmektedir. Dikili ağaç serveti olarak da tüm iğne yapraklılara katılma oranı % 18 dir.

Ülkemizde sarıçamın geniş yayılışa sahip olduğu yörelerden biri de Batı Karadeniz bölgesinde yer alan Aladağ İşletmesi ormanlarıdır. Sarıçam bu yörede geniş alanlarda saf, yer yer de özellikle göknarla karışık meşcereler oluşturur. Bu araştırma bölgedeki saf sarıçam meşcerelerinin boy gelişimi ile arazi şekli ve toprak özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Sarıçamın artımını hangi faktörlerin ne oranda etkilediğinin bilinmesi hem ormancılık uygulaması, hem de bilimsel yönden büyük önem taşımaktadır. Yapılacak ağaçlandırmalara en fazla verim vaadeden yerlerden başlayabilme, en uygun teknik uygulama yöntemini seçebilme, yani başarılı bir işletme plân ve programı yapabilme ancak bu bilgilerin varlığı ile olanak kazanır. Onun içindir ki sarıçamın önemli yayılış bölgelerinden biri olan Aladağ'da bu ağaç türünün gelişimini olumlu, ya da olumsuz yönde etkileyen fizyografik ve edafik etkenlerin neler olduğunun ve bunların etkenlik derecelerinin saptanması için bu araştırmanın yapılması hem ormancılık uygulaması hem de bilimsel bakımdan yararlı görülmüştür.

Araştırmada önemli edafik ve fizyografik faktörler saptanarak bu faktörlerin gelişim üzerindeki tek tek ve toplu etkisini meydana çıkarmak için şu sorulara cevap aranmıştır.

(1) Denizden yükseklik, bakı, yamaç eğimi, yamaç üst kenarından uzaklık gibi fizyografik etkenler ile 100 yaşındaki meşcere üst boyu arasında (H_{100}) ne gibi ilişkiler vardır?

(2) Horizon kalınlıkları, toprağın su tutma kapasitesi, toprak tekstürü, toprak reaksiyonu, toprak organik maddesi, toprağın total azotu, yararlanılabilir fosfor ve potasyum gibi belirli toprak özellikleri ile H_{100} arasındaki ilişkiler nelerdir?

(3) Adı geçen bu fizyografik ve edafik faktörler kompleksinde en etkin olanları hangileridir, bu hususta bir sıralama yapılabilir mi?

Bu soruların cevaplandırılması için Aladağ Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde 66 geçici deneme meşceresi alınmış, aşağıda ayrıntıları açıklandığı şekilde gerekli araştırma materyali elde edilmiş, bulgular istatistik yöntemlere göre değerlendirilmiştir.

2. ARAŞTIRMA MATERYALİ VE YÖNTEM

Araştırma materyali geçici deneme alanları olarak seçilen 66 saf sarıçam meşcerelerinden elde edilmiştir. Bu meşcerelerin çap, boy ve yaşı ile meşcerelerin üzerinde bulunduğu arazi parçasının denizden yükseklik ve eğimi, yer yüzü şekli, toprağın çeşitli horizonlarından alınan 143 tane örnek araştırma materyalini oluşturan başlıca öğelerdir.

Araştırma yöntemine gelince: Denizden yükseklik, bakı, arazi yüzü şekli, ana-materyal ve bonitet bakımından farklılık gösteren yerlerde normal kapalılıkta aynı yaşlı saf sarıçam meşcereleri seçilmiştir (Bu hususta daha geniş bilgi için bakınız ÇEPEL, DÜNDAR ve GÜNEL 1977). Her deneme meşceresinde biraz önce açıklanan araştırma materyali verileri ile ilgili ölçmeler ve laboratuvar analizleri yapılmıştır. Böylece her meşcere için fizyografik etkenler olarak: Denizden yükseklik, eğim, yamaç üst kenarından (sırt çizgisinden) uzaklık, bakı belirlenmiştir. Aynı şe-

kilde bu meşcerelerin bulunduğu yerlerde açılan toprak profillerinde her horizon için toprak reaksiyonu, iskelet miktarı, yararlanılabilir su kapasitesi, derinlik, ince toprağın hacim ağırlığı, tekstür, organik madde, total azot, yararlanılabilir fosfor ve potasyum gibi özellikler saptanmıştır. Buraya kadar sayılan fizyografik ve edafik karakteristikler «bağımsız değişkenler», 100 yaşındaki meşcere üst boyu (H_{100}) da bağımlı değişken kabul edilip istatistik analizlere sokularak meşcere üst boyu ile bu etkenler arasındaki ilişkiler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla kullanılan istatistik yöntemler «Basit ve çoğul regresyon analizi» ile «temel ögeler analizi» dir. Toprak özelliklerinden bazıları bu istatistik analize % değerler ve rezerve değerler olarak iki şekilde sokulmuştur. Bunun anlamı şudur: 100 gram toprağın içerdiği azot, fosfor, potasyum, kum, toz, kil gibi değerler «% değerler» olarak isimlendirilmiştir. Her toprak profilinin 120 cm. derinliğe veya sığ topraklarda tüm mutlak derinliğe kadar olan ince toprak miktarına göre içerdiği tüm besin maddeleri veya diğer maddeler kg/ha olarak «rezerve değerler» şeklinde isimlendirilmiştir. Ayrıca toprakların üst horizonları (A) Z_1 , alt horizonları (B ve C₁), Z_2 olarak isimlendirilip istatistik analizlere bu isim altında sokulmuştur.

3. ARAŞTIRMA BÖLGESİNİN EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Sarıçam meşcerelerinin boy artımına ait ekolojik ilişkilerin açıklanmasından önce Aladağ Bölgesinin genel mevki, iklim ve jeolojik özellikleri ile, deneme alanlarına ait araştırmamıza dayanan özel mevki ve toprak özellikleri hakkında bilgi verilmesi uygun görülmüştür.

3.1. Genel mevki

Aladağ Orman İşletmesinin araştırma yaptığımız bölgeleri yaklaşık olarak $31^{\circ} 39' - 31^{\circ} 52'$ doğu boylamları ile, $40^{\circ} 30' - 40^{\circ} 42'$ kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Bolu'nun güneyinde Seben dağı (1854 m), Ardıç dağı (1743 m), Köroğlu tepesi (2400 m), Kartalkaya (2221 m), Büyük Kartaltepe (2019 m), bu bölgeyi çevreleyen veya kısmen içinde bulunan başlıca dağlardır. Yöre yüksek dağlık bölge karakterinde olup, arazi genellikle yayvan plâtolar ve bunların arasındaki geniş düzlüklerden oluşmaktadır. Değirmenözü çayı, Aladağ suyu, Sarıçökek deresi, Harmançık ve Bıçkı dereleri gibi birçok akarsular vardır. Yüksek yayla karakterinde olan geniş düzlükler genellikle mera olarak kullanılmakta, bunların dışındaki arazinin hemen hemen tümüne yakın kısmı ormanlarla kaplı bulunmaktadır.

3.2. Özel mevki

Deneme alanlarında yapılan ölçmelere göre araştırılan meşcerelerin bakı, eğim, yeryüzü şekli ve denizden yükseklik gibi özel mevki karakteristikleri şu şekilde özetlenebilir :

Bakı

Araştırma yapılan meşcerelerde seçilen deneme alanlarının % 44 ü gölgeli (N, NE, NW, E), % 42 si güneşli (S, SE, SW, W) bakılarda, % 14 ü de düzlüklerde yer almaktadır. İstatistik hesaplarda düzlüklerdeki deneme alanları gölgeli bakılar grubu içine sokulmuştur.

Eğim

Deneme alanları genellikle çok eğimli araziler üzerinde bulunmaktadır. Düz yerlerdeki deneme alanlarının miktarı tüm deneme alanı sayısının % 10 u kadardır. Eğim derecesi % 17 ye kadar olan deneme alanlarının payı ise % 44 oranındadır.

Yeryüzü şekli

Deneme alanlarının % 12 si sırtlarda, % 11 i etek ya da düzlüklerde, % 77 si de yamaçlarda bulunmaktadır. Yamaçlardakilerin de % 73 ü yamacın alt yarısında, % 27 si de üst yarısında yer almaktadır. Eğimli arazilerde, meşcerelerin yamaç üzerindeki yeri su ve besin maddesi ekonomisinin farklı olması nedeniyle büyük bir önem taşımakta ve bundan dolayı da meşcere gelişimi üzerindeki etkileri değişik olmaktadır. Bu nedenle deneme alanları seçilirken bu faktör üzerinde özellikle durulmuştur.

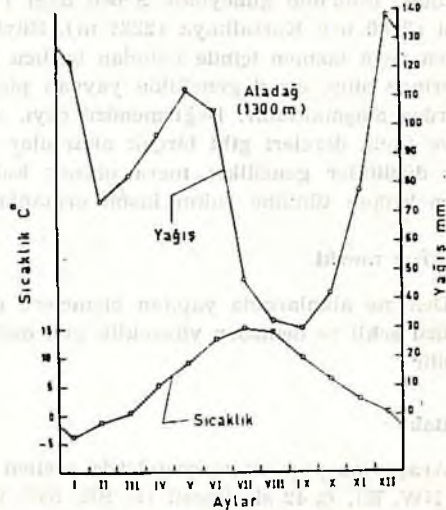
Denizden yükseklik

Araştırılan 66 meşcereden % 65 inin denizden yüksekliği 1300 - 1500 m, % 35 nin ise 1501 - 1700 m. arasında değişmektedir. Bir tane de 1830 m. yükseltiye sahip olan deneme alanı vardır.

3.3. İklim özellikleri

Araştırma bölgesi büyük iklim bölgelerinden Karadeniz makro iklimine girmektedir. Bilindiği üzere bu iklimin genel karakteri her mevsimi yağışlı, ılıman sıcaklık koşullarına sahip bir iklim olmasıdır. Ancak araştırma bölgemiz Karadeniz kıyısından oldukça uzakta ve önünde büyük dağ sıraları bulunduğu için söz konusu makro iklimden bazı ayrıcalıklar göstermektedir. Örneğin, yağışların oldukça bol olmasına karşın, mevsimlik dağılımların farklı olması nedeni ile az veya çok bir yaz ku-

Şekil 1. Aladağ yöresinin iklim grafiği.
Klimadiagramm von Aladağ.



raklığı vardır (şekil 1). Ayrıca sıcaklık ortalaması düşük, sıcaklık ekstremeleri ise yüksek değerler göstermektedir. Bu nedenle bölge «İç Anadolu geçit tipi» yağış ve sıcaklık rejimine girmektedir (ERİNÇ 1969).

Aladağ Değirmenözü yaylasında bulunan bir meteoroloji istasyonunun (1300 m) ölçmelerine göre (1959 - 1966) yıllık ortalama yağış miktarı 963.2 mm., bağıl nem % 81, yıllık ortalama sıcaklık 6.2°C dir. Yağışların % 30 u ilkbaharda, % 20 si yazın, % 15 i sonbaharda ve % 35 i kışın düşmektedir. Thornthwaite yöntemine göre mikro termal, yazın pekaz su açığı bulunan okyanusal iklim tipine sahip bir bölgedir.

3.4. Jeolojik temel ve toprak özellikleri

Yörenin jeolojik yapısını Köroğlu masifli karakterize etmektedir. Bu masif iki ana litolojik temelden oluşur, bunlardan birisi andezit, diğeri de tüfler ve aglomerallardır. Altta üst Kretase oluşumları bulunur, üstte ise Eosen serisine ait diskordant yatan volkanik fasiyes yer alır. Volkanizma Eosen'de başlayıp Pliosen'de devam etmiştir. Litolojik temelin çoğunluğunu andezitler, andezit lavları, volkan tüfleri, yer yer bazaltlar oluşturur. Bu volkanik kütleler arasında Kvarter Formasyonuna ait aluviyallerin yer aldığı dar, ya da geniş alanları kaplayan düzlükler de vardır.

Bu anamateryaller üzerinde Rankerden Vertisole kadar değişen çeşitli toprak tipleri oluşmuştur. Çoğunlukla rastlanan toprak tipi Kahverengi (esmer) Orman topraklarıdır. Topraklar farklı oranda iskelet miktarına sahip olmakla beraber, özellikle aluviyal depozitler üzerinde oluşanlarda bu oran çok düşük, eğimli arazilerde ise yer yer değişmekle beraber genellikle yüksektir. Toprak türü büyük çoğunlukla kumlu kıllı balçıktır. Toprak reaksiyonu H₂O ile yapılan belirlemelere göre Ah - horizonlarında 5.38 - 6.85 pH, B - horizonlarında 5.40 - 7.60 pH, nKCl ile Ah - horizonlarında 4.30 - 6.25 pH, B - horizonlarında 4.02 - 6.82 pH arasında değişmektedir. Organik madde miktarları Ah - horizonlarında % 18.66 - 0.38, B - horizonlarında ise % 5.63 - 0.14 arasında bulunmaktadır. Yaygın humus formu çürüntü tipinde Mull'dur. Toprakların azot miktarları Ah - horizonlarında % 0.444 - 0.057, B - horizonlarında ise % 0.267 - 0.011 arasında; bitki tarafından alınabilir P miktarları Ah - horizonlarında 96 - 4 ppm, B - horizonlarında 95 - 1 ppm arasında; K miktarları ise Ah - horizonlarında % 0.043 - 0.011, B - horizonlarında % 0.049 - 0.004 arasında değişmektedir.

Toprakların yağışlardan depolayarak bitkiye verebilecek durumda tuttuğu mm yağış cinsinden su miktarları yönünden KOHL (1971) e göre yapılan değerlendirilmede, tüm deneme alanlarının % 3 ünde yararlanılabilir su kapasitesinin çok az (50 mm den az), % 58 inde az ve orta (50 - 150 mm), % 25 inde yüksek (150 - 200 mm), % 14 ünde çok yüksek (200 mm den çok) olduğu ortaya çıkmıştır. Derin toprakları temsil eden bir profilde ise 318 mm lik bir yarayıslı su tutma kapasitesi belirlenmiştir. Bu miktar sarıçam meşcerelerinin 4 aylık bir vejetasyon devresinde transpirasyonla harcayacakları suyu karşılayabilecek derecededir (ÇEPPEL 1978, s. 236).

4. BULGULAR

Sarıçam meşcerelerinin boy artımı ile ilişkili olan fiziksel çevre faktörlerini gösteren basit ve çoğul regresyon analizi sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

4.1. Basit regresyon analizi sonuçları

Fizyografik faktörlerden yalnız yamaç üst kenarından uzaklık meşcere üst boyu ile anlamlı ve % 1 düzeyde güvenilir fakat gevşek bir ilişki göstermektedir ($r=0.420$). Gevşek de olsa böyle bir ilişkinin bulunmasını doğal karşılamak gerekir.

Zira yamaç üst kenarından uzaklık, özellikle toprak derinliği, tekstür ve ince toprak miktarı üzerine, dolayısı ile besin ve su ekonomisine etkili olduğundan yamaç üst kenarından uzaklaştıkça iyileşen bu faktörlere bağlı olarak meşcere boyu da artmaktadır. Böylece yamaç üst kenarından uzaklık diğer birçok edafik faktörleri de kapsamına aldığından, fizyografik karakteristikler içinde boy artımı ile ilişkili en etkin bir faktör olarak görünmektedir. Bir diğer fizyografik faktör olan bakı ile boy artımı arasında ise önemli ve istatistik bakımdan güvenilir bir ilişki bulunamamıştır. Aşlında bakı, bir yerin sıcaklık ve nem iklimini önemli derecede etkileyen bir faktördür. Bu nedenle meşcerelerin gelişimi üzerinde de etkili olması beklenir. Buna karşın böyle bir ilişki bulunamamasının bazı nedenleri olması gerekir. Bunlardan birisinin istatistik hesaplara sayısal değer halinde bir parametre olarak sokulmasında bazı güçlüklerle karşılaşılmasıdır (CARMEAN 1965). Diğer yandan araştırma bölgesinde arazinin yuvarlak konturlu olması nedeniyle arazi şekli çok farklı lokal iklim yöreleri meydana getirememektedir. Bu da bu hususta rol oynayan nedenlerden biri olarak kabul edilebilir.

Toprak özellikleri ile ilgili basit regresyon analizinden elde edilen sonuçlar ise şöyle özetlenebilir :

Üst toprak olarak niteleyebileceğimiz Z_1 - zonu özelliklerinden yalnız ince toprak miktarı ve % azot değerleri boy artımı ile % 5 düzeyde anlamlı bir ilişki göstermiştir.

Z_2 - zonuna ait toprak özelliklerinden toprak reaksiyonu ve % azot değeri ile boy artımı arasında önemli bir ilişki bulunmuştur.

Z_1 - ve Z_2 - zonu için belirlenen rezerve değerlere ait toprak özelliklerinden ince toprak miktarı, azot, organik madde, yararlanılabilir su kapasitesi, tekstür ve potasyum ile boy gelişimi arasında önemli ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca Z_2 - zonu için yararlanılabilir fosfor ve horizon kalınlığı da anlamlı ilişki göstermektedir. Önemlilik düzeyi $p=0.01-0.05$ arasında değişmektedir.

Toprak özelliklerinin % değerlerinden, ince toprağın litre ağırlığının meşcere üst boyu ile anlamlı bir ilişki göstermesi, bu faktörün toprağın toplam besin maddesi ve su biriktirme kapasitesini birinci derecede etkilemesiyle açıklanabilir. İlginç olan diğer bir husus da meşcere üst boyunun kök yayılış sahasındaki pH dereceleriyle pozitif bir ilişki göstermesidir. Toprak reaksiyonunun ekolojik önemi; toprak organik maddesinin ayrışması ve besin maddelerinin bitkiler tarafından alınması üzerine etkileri olarak başlıca iki noktada toplanabilir. Düşük pH derecelerinde birçok mikroorganizmaların yaşam koşulları olumsuz yönde etkileneceğinden toprak organik maddesinin ayrışması da yavaşlar ve bitkilere özellikle azot, bunun yanı sıra da fosfor sağlanması güçleşir. Bitkisel madde üretiminde azotun oynadığı önemli rol araştırmamızda basit korelasyon analizi sonuçlarına da yansımaktadır ve biraz önce de değinildiği gibi bu elementle H_{100} arasında pozitif bir bağlantı bulunmaktadır.

Toprak özelliklerinin rezerve değerlerine ilişkin basit regresyon analizi sonuçları; toprak özelliklerinin hemen hemen hepsiyle meşcere üst boyu arasında anlamlı ilişkilerin varlığını belirlemektedir. Bu ilişki, özellikle Z_2 - zonu ile mutlak toprak derinliği için geçerlidir. Z_1 - zonunun görece olarak az derin olduğu gözönünde tutulursa bu zon için söz konusu ilişkinin her özellikte yansımaması doğal karşılanabilir.

Meşcere üst boy değişimini etkileyen bu faktörlerden yararlanılabilir su kapasitesi, ince toprak miktarı (kum, toz, kil), anataş kadar olan horizon kalınlıkları, azot ve fosfor rezervleri en önemli ilişkiyi vermişlerdir. Bu sayılan faktörlerin bitki gelişimi üzerinde oynadıkları baskın rol bilinmektedir. Zira bu faktörler besin elementleri ve su ekonomisini belirleyip, iklim faktörlerinin etki derecesini bile değiştirebilmektedir.

Bu bölgede topraktaki besin maddeleriyle meşcere üst boyu arasındaki sıkı ilişkiyi, bölgenin fazla yağış almasına bağlamak gerekir. Zira her mevsimi yağışlı olan bu bölgede topraktan besin maddelerinin yıkanması söz konusudur. Nitekim toprak tiplerinin az çok podsölsümsü karakter göstermesi bu hususu kanıtlamaktadır. Bu nedenle besin maddelerinin kritik bir düzeye inme olasılığı vardır.

4.2. Çoğul regresyon analizi sonuçları

Edafik ve fizyografik faktörler yardımıyla 100 yaşındaki meşcere üst boyunu hesaplamada hangi değişkenler kombinasyonunun gerektiğini saptamak amacıyla çoğul regresyon analizi yapılmıştır. Hesaplamalarda araştırılan fizyografik ve edafik faktörlerin hepsi x-değişkenlerini, 100 yaşındaki meşcere üst boyu da y-değişkenini oluşturmaktadır. Fizyografik etkenler ile toprak özelliklerinin % değerleri bir grup, toprak özelliklerinin rezerve değerleri ayrı bir grup halinde hesap işlemine sokulmuştur.

Çeşitli faktörlerle yapılan çoğul regresyon analizlerinde, uygulanan program bütün x-değerlerini kontrol etmekte, y-değişimi üzerinde daha az etkili olan x-değişkenlerini elimine etmektedir. Böylece hangi bağımsız değişkenlerin denkleme sokulması ile en küçük standart sapmanın elde edilebileceği ve bu denklemin regresyon katsayılarının neler olacağı saptanabilmektedir. Diğer bir deyimle birçok yetişme çevresi faktöründen hangilerinin grup halinde sarıçamın boy artımı üzerinde toplu etkisi olacağı ortaya çıkarılmaktadır.

Çoğul regresyon analizleri yardımıyla sarıçamın boy gelişimi üzerinde etkisi belirgin olan bazı yetişme çevresi faktörleri saptanabilmektedir :

Fizyografik faktörler ve toprak özelliklerinin % değerleri ile yapılan çoğul regresyon analiz sonuçlarına göre Z_1 -zonunda yamaç üst kenarından uzaklık, ince toprak miktarı ve azotun girdiği denklem en küçük standart sapmayı vermektedir ($S=3.08$ m). Bu denklemin çoğul korelasyon katsayısı 0.555, belirleme katsayısı (R^2) 0.308 dir. Z_2 -zonunda ise 2.90 m ile en küçük standart sapmayı veren ve $R=0.637$, $R^2=0.406$ olan denkleme denizden yükseklik, yamaç üst kenarından uzaklık, ince toprak miktarı, iskelet hacmi ve organik madde olmak üzere 5 değişken girmektedir. Her iki toprak zonuna ait değerlerin birlikte hesaplamaya sokulduğu çoğul regresyon analizine ilişkin denklemde ise $S=2.84$, $R=0.659$, $R=0.434$ olup, bu denklem de denizden yükseklik, yamaç üst kenarından uzaklık, ince toprak miktarı, iskelet hacmi ve azot ile temsil edilmektedir. Bu ilişkiyi gösteren regresyon denklemi şudur :

$$H_{100} = 10.434 + 0.005 x_1 + 0.031 x_2 - 0.052 x_3 + 0.04 x_4 + 23.787 x_5$$

Bu denklemde x_1 : denizden yükseklik (m), x_2 : yamaç üst kenarından uzaklık (%), x_3 : iskelet hacmi (%), x_4 : ince toprak (gr/lt), x_5 : azot (%) dir.

Toprak özelliklerinin rezerve değerleri ile H_{100} arasındaki ilişkiyi belirlemek ama-

ciyla yapılan çoğul regresyon analizlerinde en küçük standart sapmayı veren regresyon denklemlerine her zon için şu değişkenler girmektedir :

Z₁ - zonu için : Kum, toz, azot, horizon kalınlığı. Bu denklemde S=3.23 m, R=0.502 dir.

Z₂ - zonu için : Yararlanılabilir fosfor, yararlanılabilir su kapasitesi ve horizon kalınlığı. Bu denklemde S=2.99 m, R=0.592 dir.

Her iki toprak zonuna ait rezerve değerler birlikte hesaba sokulduğunda S=2.90 m, R=0.639 olan şu regresyon denklemi elde edilmiştir :

$$H_{101} = 13.853 - 0.003 x_1 + 0.005 x_2 + 4.914 x_3 + 0.032 x_4 + 0.437 x_5$$

Denklemdaki x değerleri sırasıyla kum, toz, fosfor, yararlanılabilir su kapasitesi ve horizon kalınlıklarını göstermektedir.

Fizyografik faktörler ve toprak özelliklerinin % değerlerine ilişkin çoğul regresyon analizlerinden elde edilen sonuçlar şu şekilde yorumlanabilir :

Fizyografik faktörlerden yamaç üst kenarından uzaklık meşcere üst boyu üzerinde etkili olan toplu faktörlerin bir elemanı olarak görülmektedir. Bu sonuç basit korelasyon analizi bulguları ile de uyum halindedir. Bu hususta göze çarpan ilginç bir yön de bu faktörün her horizona ilişkin değerlerle ayrı ayrı hesaba sokulduğu halde hepsi için bir önemlilik göstermesidir. Denizden yükseklik Z₁ deki değerlerle hesaba sokulduğunda meşcere üst boy değişimi için önemli bir faktör olarak görünmekte, bu da sıcaklık ve nem gibi iklimik koşulların sarıçamın boy artımı üzerindeki genel etkisini vurgulamaktadır.

Standart sapma miktarları 2.8 - 3.1 m arasında değişmektedir. Bunun anlamı söz konusu değişkenlere göre elde edilecek regresyon denklemleri ile 100 yarındaki meşcere üst boyunu $\pm 2.8 - 3.1$ m hata ile hesaplamak olanağı var demektir. Bu durumun pratik bir sonucu olarak araştırmada elde edilen çoğul regresyon denklemlerinden yararlanarak sarıçam meşcereelerinin gelişimi ancak 3 bonitete göre (iyi, orta, kötü) güvenli bir şekilde ayrılabilir demektir.

En küçük standart sapma, dolayısıyla en yüksek belirleme katsayısı, her iki toprak zonuna (Z₁ ve Z₂) ait % değerlerin birlikte hesaba sokulmasından elde edilen regresyon denklemlerine ait olduğundan, meşcere üst boyunu hesaplamaya yarayan regresyon denklemi için Z₁+Z₂ kombinasyonundaki faktörlerin alınması uygun olacaktır.

Toprak özelliklerinin rezerve değerlerine ilişkin çoğul regresyon analizleri ise şu sonuçları ortaya koymaktadır :

Meşcere üst boy değişimi üzerinde rol oynayan toprak özelliklerinin sayısı 3 - 5 arasında değişmektedir.

Toprak özelliklerinden kum, toz, P, yararlanılabilir su kapasitesi ve horizon kalınlığı ikiye, N ve pH ise birer kez çoğul regresyon denklemlerine girmektedirler.

En küçük standart sapma 2.90 m ile Z₁+Z₂ nin birlikte hesaplamaya sokulduğu çoğul regresyon denkleminde elde edilmiş, fizyografik faktörler ve toprak

özelliklerinin % değerlerine ilişkin regresyon denkleminde olduğu gibi bu değer de meşcere üst boyunu ancak 3 bonitete göre hesaplamaya olanak sağlamıştır.

En küçük standart sapmayı da kapsayacak şekilde ve faktörleri çok fazla artırmamak koşuluyla meşcere üst boyunu hesaplamaya yarayacak çoğul regresyon denklemleri için Z_1+Z_2 kombinasyonundaki faktörlerin alınmasının uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Araştırma bölgesinde Z_1+Z_2 kombinasyonuna göre meşcere üst boy gelişimini etkileyen faktörler önem derecesine göre şu şekilde sıralanabilir.

1. kum, 2. toz, 3. fosfor, 4. yararlanılabilir su kapasitesi, 5. horizon kalınlığı. Daha önce denklemi verilen bu ilişkinin belirleme katsayısı $R^2=0.41$ dir.

Ozet olarak, çoğul regresyon analizi sonuçlarına göre araştırma alanlarındaki meşcere üst boy değişiminin en çok % 43 ü araştırılan fizyografik ve edafik faktörler tarafından belirlenmektedir. Geriye kalan oran üzerinde diğer yetiştirme çevresi faktörleri ile teknik önlemler ve biyolojik özelliklerin etkili olabileceği düşünülebilir.

4.3. Temel ögeler analizi sonuçları

Temel ögeler analizleri de fizyografik faktörler ve toprak özelliklerinin % değerleriyle toprak özelliklerinin rezerve değerleri için ayrı ayrı uygulanmıştır.

Fizyografik faktörler ve toprak özelliklerinin % değerleri bir arada hesaba katıldığında boy artımında etkin olan 8 temel öge oluşturulmuştur. Bunlar genel varyansın (boy değişimi) % 82 sini açıklamaktadırlar. 1 No.lu temel ögenin genel varyanstaki toplu etkiye katılma payı % 22 dir. 2, 3 ve 4 No.lu temel ögeler için bu değerler sırasıyla % 16, % 12, % 9 olmaktadır.

Temel öge 1: eğim, denizden yükseklik, fosfor ve kil; temel öge 2: eğim, fosfor ve kil; temel öge 3: ince toprak miktarı, organik madde, azot, potasyum ve iskelet hacmi; temel öge 4: kil, kum ve potasyum ile tanımlanmaktadır.

Toprak özelliklerinin rezerve değerleri ile yapılan temel ögeler analizleriyle boy artımında etkin olan 5 temel öge bulunmuştur. Bu temel ögelere ilişkin özgün değerler ve bunların genel varyansa yığılmalı katılma oranları şu şekildedir :

	Temel ögeler				
	1	2	3	4	5
Özgün değer	8.73	4.20	1.76	1.24	1.06
Yığılmalı varyans oranı	0.38	0.56	0.64	0.69	0.74

Görüldüğü gibi bu 5 temel öge genel varyansın yani meşcerelerin 100 yaşındaki üst boy değişiminin % 74 ünü açıklamaktadır.

Temel ögelere ilişkin analizlerden rezerve ve % değerler için alınan sonuçlar karşılaştırılırsa şöyle bir yargıya varılabilir :

Rezerve değerler için ilk 4 temel öge boy değişiminin % 69 unu, % değerler için ise % 59 unu açıklamakta olduğundan, rezerve değerlerden daha az temel öge seçilerek, diğer bir deyişle daha az yetiştirme çevresi faktörü üzerinde çalışarak meşcere üst boy değişimini daha sağlıklı belirleme olanağı vardır.

Çoğul regresyon analizlerinden elde edilen düşük belirleme katsayıları ile standart sapma değerlerinin büyüklüğü ve temel öğeler analizlerinde görülen faktörlerin fazla sayıda oluşuna bakılarak denilebilir ki, sarıçam meşcerelerinin üst boy değişimini kolay belirlenebilen birkaç yetişme çevresi faktörü ile açıklama olanağı yoktur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma ile Aladağ mıntikasındaki sarıçam ormanlarının boy artımıyla bazı fizyografik ve edafik faktörler arasındaki ilişkiler çeşitli istatistik yöntemlerle saptanmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre özellikle çoğul regresyon ve temel öğeler analizleri ile sarıçam meşcerelerinin üst boy değişimlerinin bazı yetişme çevresi faktörleri yardımıyla belli bir oranda pratik yararlar sağlayacak şekilde belirlenebileceği anlaşılmaktadır.

Çoğul regresyon analizleri, toprak özelliklerinin % değerleri ile rezerve değerlerine göre yapılan hesapların farklı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu sonuç, konu ile ilgilenen araştırmacı ve uygulayıcılar için büyük önem taşımaktadır. O da aynı faktörlerin çeşitli şekilde ifade edilmiş değerleriyle (% veya rezerve değer olarak) sarıçam meşcerelerinin boy artımının belirlenmesinde başarı derecesinin farklı olacağıdır.

Özet olarak denilebilir ki, araştırma sonuçlarından yararlanmak isteyenler faktörler kombinasyonuna ve özellikle toprak özelliklerinin % ve rezerve değerlerine göre elde edilen bulguların duyarlılık derecesinin değişebileceğini gözönünde tutarak kendileri için en uygun olan denklemi seçmelidirler.

Bu araştırmadan elde edilen ve burada ayrıntılarını açıklama olanağı bulamadığımız önemli bir sonuç da sarıçamın boy artımı üzerinde her zaman için cansız çevre faktörlerinin birinci derecede etkili olmadığını saptanmış bulunmasıdır. Bu nedenle ormanda iyi ya da kötü artıma neden olan faktörleri ortaya çıkarmak isteyen uygulayıcı veya araştırmacı önce kaba olarak biyotik faktörlerin, özellikle insanın ormanlar üzerindeki etki derecesini bilmelidir. Biyotik faktörlerin baskın etkileri olan ormanlarda gelişim ile diğer çevre faktörleri arasında ilişki aramak boş yere zaman ve emek harcamak anlamına gelebilir.

BEZIEHUNGEN ZWISCHEN BODEN - UND RELIEFEIGENSCHAFTEN UND DER WUCHSLEISTUNG DER KIEFER IN DEN WALDÖKOSYSTEMEN VON ALADAĞ BEI BOLU

VON

Prof. Dr. N. ÇEPEL und Doç. Dr. M. DÜNDAR

Abstract

Pinus silvestris ist eine wirtschaftlich bedeutende Baumart der Türkei und kommt besonders im westlichen Schwarzmeer - Gebiet als weite Rein - und Mischbestände vor. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Erfassung der Zusammenhänge zwischen den Boden - und Reliefeigenschaften und der Höhenwuchsleistung der Kiefer in Aladağ bei Bolu, das im westlichen Schwarzmeer - Gebiet liegt. In die Untersuchungen wurden 66 normal geschlossene, gleichaltrige und reine Kiefernbestände mit verschiedener Ertragsleistung einbezogen.

Um die Beziehungen zwischen der Höhenwuchsleistung und den erwähnten Faktoren herauszufinden, wurden verschiedene statistische Verfahren angewandt. Mit Hilfe diesen Verfahren konnten Gleichungen bestimmt werden, die die Berechnung der Bestandesoberhöhe mit einer Standartabweichung von ± 2.84 m ermöglichen.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieser Arbeit ist die quantitative Erfassung der Zusammenhänge zwischen dem Höhenwachstum von *Pinus silvestris* - Beständen und den entscheidenden Standortsfaktoren in den Wäldern Aladağ bei Bolu. Zu diesem Zweck wurden 66 Probeflächen von normal geschlossenen, reinen und gleichaltrigen Kiefernbeständen ausgewählt. Für jede Probefläche wurden Bestandesoberhöhe, Alter der Bäume, Höhe über NN, Entfernung von der Kammlinie, Horizontfolge und Mächtigkeit des Bodens, Textur, Skelettanteil, Humusgehalt, nutzbare Wasserkapazität und Raumgewicht des Bodens, Bodenreaktion, nutzbare Phosphor und Kalium und total Stickstoff bestimmt. Die Bodenkenngrößen wurden für Zone 1 (Horizont - A) und für Zone 2 (Horizonten Bv, Bv/Cv, Cv) getrennt bestimmt. Mit Hilfe der prozentualen Werten, wurden auch die Vorratswerte für den Boden berechnet. Bei der statistischen Auswertung wurden diese Werte getrennt angewandt.

Die Beziehungen zwischen den oben angegebenen Relief - und Bodenkenngrößen und der Höhenwuchsleistung von Kiefernbeständen wurden durch folgende statistische Rechenverfahren untersucht: Einfache Regressionsanalyse, multiple schrittweise Regressionsanalyse und Prinzipalkomponentenanalyse.

Nach den Ergebnissen der einfachen Regressionsanalyse (Gehalte pro Bodenzone) scheint von den Reliefkenngrössen die Entfernung der Probebestände von der Kammlinie von grösster Bedeutung zu sein, was ökologisch verständlich ist. Denn, bei der grossen Entfernung von der Kammlinie, z.B. auf Unterhängen, ist die Dauer der ariden Periode wegen des Hangzugswassers und der tieferen Böden weniger ausgeprägt als auf trockenen Kuppen oder Oberhängen. Es besteht eine negative Korrelation zwischen dem Skelettanteil und H_{100} . Das Raumgewicht der Feinerde, die pH-Werte und der N-Anteil weisen die höchsten Korrelationskoeffizienten auf, was unter den gegebenen Verhältnissen ökologisch sinnvoll ist.

Die Ergebnisse der multiplen Regressionsanalyse zeigen die gleichzeitigen und gemeinsamen Einflüsse mehrerer Standortkenngrössen auf die Variation des Höhenwachstums. Danach erklären folgende Variablen (für $Z_1 + Z_2$) 43 % der Streuung von H_{100} :

Meereshöhe, Entfernung der Probeflächen von der Kammlinie, Raumgewicht der Feinerde, Skelettanteil und N-Anteil. Nach diesen Daten wurde eine Regressionsgleichung bestimmt, mit der die Bestandesoberhöhe (H_{100}) berechnet werden kann. Mit dieser Regressionsgleichung kann H_{100} mit einer Standardabweichung von ± 2.84 m errechnet werden :

$$H_{100} = 10.434 + 0.005 (\text{Höhe ü.NN}) + 0.031 (\text{Entf. v.d. Kammlinie}) - 0.52 (\text{Skelettant.}) + 0.004 (\text{Raumgew. d. Feinerde}) + 23.787 (\text{N-Anteil}).$$

Mit Hilfe der Prinzipalkomponentenanalyse konnten neue Komponenten gefunden werden, die die Gesamtvarianz des Höhenwachstums noch besser erklären. Nach den Berechnungen mit den prozentualen Werten konnten 8 Komponenten gefunden werden, die 82 % der Gesamtvarianz von H_{100} erklären. Höhe Ladungen haben in diesen Komponenten Neigung, Meereshöhe, Sand-, Schluff-, Ton- und Feinerde-Anteil, N, P, K, Skelettanteil und pH. Nach den Berechnungen mit Vorratswerten erklären 5 Komponenten 74 % der Gesamtvarianz von H_{100} . Höhe Ladungen haben in diesen Komponenten Sand, Schluff, Ton und Feinerde-Gehalt, K und organischer Substanz.

K A Y N A K L A R

CARMEAN, W. H., 1965. Black Oak Site Quality in Relation to Soil and Topography in Southeastern Ohio. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29, 308.

ÇEPEL, N., M. DÜNDAR ve A. GÜNEL, 1977. Türkiye'nin önemli yetiştirme bölgelerinde saf sarıçam ormanlarının gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik etkenler arasındaki ilişkiler. TÜBİTAK Yayınları No. 354, TOAG seri No. 65, Ankara.

ÇEPEL, N., 1978. Orman Ekolojisi. Taş Matbaası, İstanbul.

ERİNÇ, S., 1969. Klimatoloji ve Metodları, Taş Matbaası, İstanbul.

KOHL, F., 1971. Kartieranleitung. Munstermann-Druck OHG.

SOYKAN, B., 1969. 1963 yılında geçerli olan orman amenajmanı planlarına göre orman varlığını. Ormancilık Araştırma Enstitüsü yayınları, Teknik Bülten serisi, No. 39.

YARARLANILAN DİĞER KAYNAKLAR

1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları.

1/25 000 ölçekli Haritalar.

Meteoroloji Bülteni, 1970. Ekstrem ve ortalama değerler.

BMD - Biomedical Computer Programs, by W. J. Dixon.

University of California. Press, Los Angeles, 1968.