

YAPRAK YÜZEYİNİN KARAÇAM (*Pinus nigra* Arnold) ve TOROS SEDİRİ (*Cedrus libani* A. Rich.) FİDANLARINDA DİP ÇAP VE BOY ARTIMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Serdar CARUS¹ Yılmaz ÇATAL²

SDÜ, Orman Fak., Orman Müh. Böl., 32260 Isparta
¹scarus@orman.sdu.edu.tr, ²ycatal@orman.sdu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada amaç, asli orman ağaç türlerimizden Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ve Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarında yaprak alanı (yüzey) değeri ile fidana ait hacim elemanlarından dip çap (çap) ve boy artımı ilişkisinin incelenmesidir. Materyaller Isparta-Eğirdir Orman Fidanlığından sağlanmıştır. Fidanlar, 1 ve 2 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri türlerinden elliser olmak üzere toplam 150 adettir. Araştırma sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. 1) Yaprak miktarı ile çap ve boy artımı arasında ilişki vardır ve bu ilişki parabol biçimindedir. Bunun muhtemel nedeni, birim alandaki yaprak miktarının artmasına rağmen yaprakların birbirini gölgelemesidir. 2) Tek fidanlarda birim yüzey (1 mm²) yaprak başına çap ve boy artım gücü, 2 yaşlı Karaçam fidanlarında, 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri fidanlarına göre daha fazladır. Bu durumun muhtemel nedeni, 2 yaşlı Karaçam fidanlarında birim alandaki yaprak miktarının diğer türlere göre daha az olması ve dolayısıyla yaprakların ışık enerjisinden daha iyi yararlanmasıdır.

Anahtar Kelimeler: Yaprak yüzeyi, Dip çap, Boy, Artım

EFFECTS OF LEAF AREA ON BASE DIAMETER AND HEIGHT INCREMENT OF BLACK PINE (*Pinus nigra* Arnold) and TAURUS CEDAR (*Cedrus libani* A. Rich.) SEEDLINGS

ABSTRACT

Aim of this study was to determine the effects of leaf area on base diameter and height increment of Black pine (*Pinus nigra* Arnold) and Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich) seedlings. Samples were obtained from Isparta-Eğirdir Forest Nursery. A total of 150 seedlings were used, including 50 1-year-old, 50 2-year-old Black pine and 50 2-year-old Taurus cedar seedlings. Results of the study showed that; 1) There is a parabolic relationship between leaf area and diameter and height increment. A possible reason for this is the standing of leaves the fact that the leaves shade catch other as leaf area increase. 2) Base diameter and height increments of 2-year-old Black pine are greater than these of 1-year-old Black pine and 2-year-old Taurus cedar. A possible reason for this is leaf area of 2-year-old Black pine is lower than those of other species in turn, better utilization of light energy by leaves.

Keywords: Leaf area, Base diameter, Height, Increment

1. GİRİŞ

Yaprak alanı, meşcerede fotosentezin büyüklüğünün belirleyicisidir. Bu yüzden yaprak alanının ölçümü, büyüme potansiyelinin belirlenmesinde önemlidir. Yaprak miktarı (biyomasa) toplam ağaç biyomasının %4-6'sını oluşturmasına rağmen, ormandaki hacim üretim miktarının tahmininde çok önemlidir (Bozcuk, 1998). Yaprak alanı ile bir ağaçta çap, boy ve hacim büyümesi arasında alometrik ilişkiler mevcuttur (Kalıpsız, 1988).

Bir ağaç türünde artım ve büyüme olayı genetik özellikler, yetiştirme ortamı koşulları ve yapılan bakım müdahalelerinin toplu etkilerinin bir yansımasıdır (Fırat, 1972). Keza, belirli bitki taksonları için güneş enerjisini organik maddeye dönüştürme oranının belirlenmesi için yaprak alanı ve yaprak alan endeksinden yararlanılmaktadır (Kalıpsız, 1988). Yapraklar tarafından ne kadar ışık enerjisinin tutulabileceği ise yaprak alanının büyüklüğüne (yaprak yüzeyi) bağlıdır. Belirli bir alandaki bitkilerin toplam yaprak yüzeyinin, bitkiler tarafından kaplanmış olan toprak alanına oranına da (m^2/ha veya m^2/m^2) yaprak yüzey endeksi (y.y.e.) adı verilir (Kalıpsız, 1988).

Bitkinin ürettiği fotosentez ürün miktarı, aşağıda maddeler halinde sıralanan ve kısaca açıklanan etkenlere bağlıdır.

1. Dış faktörler; ışığın miktarı, CO_2 yoğunluğu, rüzgar, topraktan alınabilir su miktarı, mineral madde vb.

Işık şiddetinin artması ile fotosentezin de artışı, belirli bir ışık şiddetine kadar devam eder, ondan sonra fotosentez artmaz, sabit kalır. Işık şiddeti sınır değeri, ışık ve gölge bitkilerine göre değişmektedir (Assmann, 1961; İrmak, 1970; Kalıpsız 1988; Saraçoğlu, 2002).

2. Bitkinin genetik özellikleri; türün soyuna özgü fotosentez gücü, ışık, su, mineral madde gereksinimleri yönünden minimum, optimum ve maksimum noktaları,

Fotosentezin şiddeti, bir yüzey birimi yaprağa yahut bir ağırlık birimi yaprağa göre hesaplanmaktadır. Optimal ışık şartlarında fotosentezin gücü, gölge yapraklarında ışık yapraklarına oranla önemli oranda düşüktür (İrmak, 1970; Kalıpsız, 1988).

3. Bitkinin durumu; bitkinin bulunduğu alan ve komşuluk ilişkileri, yaşı, yaprak yüzeyi, yaprak yüzeyi endeksi, sağlık durumu, yaprağın yaşı.

Bitki üzerindeki yaprak sayısının çok olması halinde, yaprakların birbirini örteceği ve bir kısmı yeterli ışık alamayacağı için, üretimin aynı oranda yüksek bulunması beklenemez. Çeşitli orman ağaçlarında taze

yaprak ağırlığı ile gövdenin hacim artımı ilişkisi parabol biçimindedir (Kalıpsız, 1988).

Bu çalışmanın amacı, 1 ve 2 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri fidanlarında yaprak yüzey değerinin, fidana ait hacim elemanlarından dip çap (çap) ve boy üretimi ile ilişkisinin istatistik olarak incelenmesidir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Fidan Materyalinin Alındığı Orman Fidanlığının Tanıtımı

Araştırmada kullanılan fidan materyalin alındığı Isparta-Eğirdir Orman Fidanlığı, 37°53' Kuzey enlemi ve 30°52' Doğu boylamı üzerinde yer alıp, 926 m yükseltidedir. Fidanlık toprakları kumlu tekstüre sahip, alkali özellikte, organik madde içeriği düşüktür. Fidanlık, yazın çok kuvvetli su noksanı olan, deniz ikliminin etkisine yakın bir iklim tipine sahiptir. Yıllık toplam yağış, 764 mm ve yıllık ortalama sıcaklık 12,8°C'dir (Anonim, 1999).

2.2. Fidan Özellikleri

Çalışmada kullanılan fidanlar, 2002 yılı Mart ayı başlarında Isparta-Eğirdir Orman Fidanlığından sağlanmıştır (Çizelge 1). Yastıklardan sökülen ve naylon poşetlere alınan fidanlar ölçüm için Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi silvikültür laboratuvarına getirilmiştir. Fidanlar, ölçüm zamanına kadar soğuk hava dolabında bekletilmişlerdir.

Çalışmamızda, kullanılan ağaç türlerini ışık gereksinimleri ve gölgeye dayanabilmeleri bakımından Karaçam yarı ışık ağacı, Toros sediri ışık ağacı şeklinde sınıflandırılmaktadır (Saatçioğlu, 1969).

2.3. Fidanların Çap ve Boy Artımlarının Belirlenmesi

Fidanların 1., 2. yaşa ait boyları ve boy artımları mm taksimatlı cetvelle belirlenmiştir. Fidanların 2. yaşa ait dip çapları 0.001 mm duyarlıklı dijital çap ölçer (Mitutoyo absolute digimatic caliper) ile belirlenmiştir. Fidanın çap artımı ise, 2. yaşa ait çap, 1. yaş boyu ve 2. yaşın boy artımı ilişkisinden yararlanılarak formül 1 ve 2 yardımıyla bulunmuştur.

$$d_1 = \frac{d_2 * h_1}{ih} \quad (1)$$

$$id = d_2 - d_1 \quad (2)$$

d_1 ve d_2 = 1. ve 2. yaş dip çapı, h_1 = 1. yaş boyu, ih = boy artımı, id = çap artımı.

Çizelge 1. Fidan özellikleri.

Tür ve Kodu	Fidan Yaşı	Örnek Sayısı
Karaçam- 1 yaş	1+0	50
Karaçam- 2 yaş	2+0	50
Toros sediri- 2 yaş	2+0	50

2.4. Yaprak Yüzeyi ve Yaprak Yüzey Endeksinin Belirlenmesi

Yaprak yüzey ölçümleri, belirli bir küçük alanda seçilip kesilerek alınan örnek fidan materyalinde yapılmıştır. Örnek fidanlarda yaprak yüzeyinin hesaplanması için, WinNEEDLE (Kenefic ve Seymour, 1999) gibi mikroskop destekli ışık düzeneği vb. pahalı sistemlere ulaşma imkanı bulunamadığından aşağıdaki işlemler sırasıyla yapılmıştır.

1. Yapraklar, gövde ve sürgünlerden koparılmıştır,
2. Yapraklar uzunluk bakımından 3 sınıfa (<1cm, 1-2cm, ≥2cm) ayrılmıştır. Sınıflardaki yaprakların sayısı belirlenmiştir,
3. Her uzunluk sınıfından otuz adet örnek yaprak seçilmiştir,
4. Yaprak yüzeyi, bütün iğne yaprağın üst yüzeyi şeklinde hesaplanmıştır,
5. İğne yaprak, ortasından birbirine dik olarak iki kez dijital çap ölçer ile ölçülmüştür. İğne yaprağın enine kesiti yaklaşık yarım daire biçimindedir. Yaprak yüzeyi ise, formül 3 ile belirlenmiştir,

$$y.y. = (\pi r + 2r) * \lambda \quad (3)$$

y.y.=yaprak yüzeyi, r= iğne yaprağın yarıçapı,
 λ = iğne yaprağın uzunluğu.

6. Her uzunluk sınıfından seçilen yaprakların yüzey değerlerinin aritmetik ortalaması bulunmuştur. Aritmetik ortalama yaprak yüzeyi değeri, uzunluk sınıfına ait frekansla çarpılarak, yaprak yüzeyi elde edilmiştir. Her uzunluk sınıfı için bu işlemler tekrarlanmış ve bulunan ara değerler toplanarak fidanın toplam yaprak yüzeyi hesaplanmıştır.

Örnek bir bireyin yaprak yüzeyi, 1 m²' deki fidan sayısı ile çarpılarak, 1m²' deki toplam yaprak yüzeyi, yani her bireye ait yaprak yüzey endeksi belirlenmiştir.

2. 5. Yaprakın Üretim Gücünün Belirlenmesi

Fidanın ve birim yaprağın üretim gücünün belirlenmesi için, her fidanın, çap ve boy artım değeri, fidana ait yaprak yüzeyi ile ilişkiye getirilmiştir. Her fidanın, çap ve boy artım ölçü değeri fidana ait yaprak yüzeyi ölçü değerine bölünerek, fidanda birim (1 mm²) yaprağın ne kadar çap ve boy artımı yaptığı belirlenmiştir. Aynı işlem basamakları, fidan ağırlığı için de tekrarlanmış ve birim ağırlıktaki (1 gram) yaprağın üretim

gücü belirlenmiştir. Ve sonuçta fidanın, 1 mm² ve 1 gram yaprağın çap ve boy artım gücü karşılaştırılmıştır.

2.6. İstatistik Değerlendirmeler

Fidanın, yaprak yüzeyi ve yaprak yüzey endeksi ile çap ve boy artımı arasındaki ilişkilere ait istatistik değerlendirmeler, ölçü değerleri bilgisayarda veri kütükleri halinde işlendikten sonra yapılmıştır. Bilgisayar ortamında, SPSS For Windows Ver.10.0 istatistik paket programından yararlanılmıştır. Fidan türlerinin çap ve boy artımına ait aritmetik ortalamaların, istatistik açıdan eşit olup olmadığının belirlenmesi için, istatistik test olarak varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonucunda, aritmetik ortalamaların farklı bulunması halinde, farklı olan gruplar Duncan testi ile belirlenmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Ağaç Türlerinin Çap ve Boy Artımı

Tek fidanlarda yaprak yüzeyi ile çap artımı ilişkisi incelendiğinde, 1 yaşlı Karaçam fidanlarında üretimin, aynı miktar yaprak yüzeyi ile, 2 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri fidanlarına göre daha fazla olduğu görülmüştür (Şekil 1). Boy artımı bakımından türler arasında belirgin bir fark görülmemiştir (Şekil 2). Fidanlar, yaprak yüzeyi bakımından en fazladan en aza doğru 2 yaşlı Toros sediri, 2 yaşlı Karaçam ve 1 yaşlı Karaçam şeklinde sıralanmıştır (Şekil 1 ve 2).

Şekil 1 ve 2 incelendiğinde, yaprak yüzeyinin çap artımı ve boy artımı ile olan ilişkisinin parabolik bir yapıda olduğu görülmektedir. Bu durum, birim alandaki yaprak miktarı artıkça bitkisel üretimin ona paralel artış göstermemesinden kaynaklanmaktadır (Kalıpsız, 1988; Nabuya ve Toshihiro, 2003).

Araştırmada kullanılan türlerin çap artımı ve boy artımına ait istatistik ölçülerin sıralanmasının istatistik olarak önemini irdelemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonucunda aritmetik ortalama bakımından farklı gruplar Çizelge 2’de farklı alfabetik kodlarla (a,b,c,ab) gösterilmiştir.

Ağaç türlerine ait fidanların hacim elemanları üretimi ortalama değerler olarak sırasıyla çap artımı ve boy artımı olarak Çizelge 2’de verilmiştir. Çap artımı miktarı 2 yaşlı Toros sediri fidanları, 1 ve 2 yaşlı Karaçam fidanlarına göre daha fazladır (Çizelge 2, sütun 3). Ayrıca, 2 yaşlı Karaçam, 1 yaşlı Karaçam fidanlarına göre yaklaşık 1/3 oranında daha az yaprak yüzeyi ile oransal olarak daha fazla çap üretimi yapmıştır (Çizelge 2, sütun 1 ve 3).

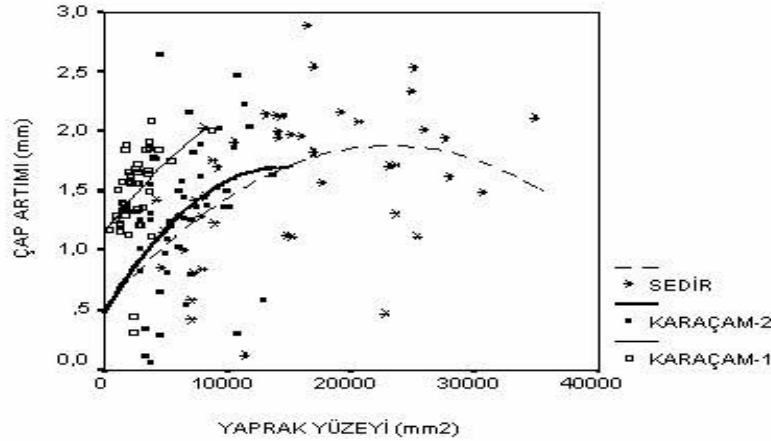
Çizelge 2. Türlerle göre çap ve boy artımı değişiminin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türü	y.y. m ²	y.y.e. m ² /m ²	Çap artımı (mm)	Boy artımı (mm)
	(1)	(2)	(3)	(4)
Karaçam- 1 yaş	0.020	10.96	1.485(ab)	54.61 (a)
Karaçam- 2 yaş	0.007	4.90	1.301 (a)	66.91 (b)
Toros sediri-2 yaş	0.017	10.05	1.612 (b)	86.64 (c)
		F- ORANI	4.162*	29.811***
Karaçam- 2 yaş	0.007	4.90	1.301 (a)	66.91 (a)
Toros sediri-2 yaş	0.017	10.05	1.612 (b)	86.64 (b)
		F- ORANI	6.358*	16.658***

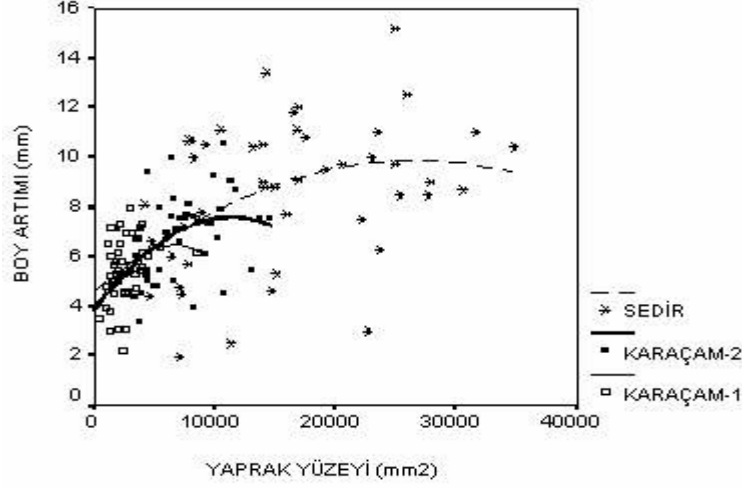
* p<0.05, *** p<0.001, a,ab,b,c; aritmetik ortalama bakımından farklı gruplar

Yaprak yüzey endeksi ile çap artımı ilişkisine bakıldığında; 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri yaklaşık aynı yaprak yüzeyine sahip iken 2 yaşlı Toros sediri, ortalama olarak, daha fazla çap artımı değerine sahiptir (Çizelge 2, sütun 2 ve 3). 2 yaşlı Karaçam fidanları, daha düşük yaprak yüzeyi endeksi değerine sahip olmasına karşın, 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sedirinden daha yüksek bir çap artışı göstermiştir. Benzer durum yaprak yüzey endeksi ile boy artımı arasında da görülmektedir (Çizelge 2, sütun 2 ve 4).

Boy artımı miktarı Toros sedirinde, 1 ve 2 yaşlı Karaçama göre daha fazladır. Fakat, 2 yaşlı Karaçam fidanları 1 yaşlı Karaçam fidanlarına göre daha fazla boy artımı yapmaktadır. Bununla birlikte Yaprak yüzeyi ile çap artımı ve boy artımıyla olan ilişkisi Şekil 1 ve 2’de verilmiştir. Çap ve boy artımı bakımından 2 yaşlı Toros sedirinin üstün olması tek fidanlarda yaprak yüzeyinin daha fazla olmasından kaynaklanabilir.



Şekil 1. Karaçam ve Toros sedirinde yaprak yüzeyi çap artımı ilişkisi.



Şekil 2. Karaçam ve Toros sedirinde yaprak yüzeyi boy artımı ilişkisi.

3.1.1. Yaprığın 1 gramının Üretim Gücü

Yaprığın 1 gramının çap artımı oluşturma gücü, 1 yaşlı Karaçam fidanında daha fazladır (Çizelge 3). Bununla birlikte, 2 yaşlı Karaçam ile 2 yaşlı Toros sediri fidanları çap artımı miktarı bakımından birbirine yakındır (Çizelge 3). Boy artım miktarı, 2 yaşlı Karaçam fidanlarında en fazla olup bunu sırasıyla 2 yaşlı Toros sediri ve 1 yaşlı Karaçam fidanları izlemektedir (Çizelge 3). Bunun muhtemel nedeni, 2 yaşlı Karaçam fidanlarında 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri fidanlarına göre yaprak yüzeyinin daha az olması (Çizelge 2, sütun 1) ve dolayısıyla fidanların ışık enerjisinden daha fazla yararlanmasıdır.

3.1.2. Yaprığın 1 mm² Yüzeyinin Üretim Gücü

Birim yüzey (1 mm²) yaprak başına çap ve boy artımı üretim gücü, 2 yaşlı Karaçam fidanları 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri fidanlarına göre daha fazladır (Çizelge 4). Çap artım değeri, 1 yaşlı Karaçam ile 2 yaşlı Toros sediri fidanlarında aynıdır. Buna karşın, 2 yaşlı Karaçam fidanları diğer türlere göre iki kat fazla çap artımı yapmıştır. Boy artımı miktarı, 2 yaşlı Karaçam fidanlarında, 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri fidanlarına göre daha fazladır. Bunun muhtemel nedeni, 2 yaşlı Karaçam fidanlarının alındığı yastığın yaprak yüzeyi endeks değerinin düşük olmasıdır.

Çizelge 3. Fidanlarda 1 gram yaprağın çap ve boy artımı oluşturma gücü.

Ağaç Türü	Çap Artımı (mm)	Boy Artımı (mm)
Karaçam- 1 yaş	2.725	17.11
Karaçam- 2 yaş	0.987	56.68
Toros sediri-2 yaş	0.922	49.80

Çizelge 4. Fidanlarda 1 mm² yaprak yüzeyinin çap ve boy artımı oluşturma gücü.

Ağaç Türü	Çap Artımı (mm)	Boy Artımı (mm)
Karaçam- 1 yaş	0.00010	0.00300
Karaçam- 2 yaş	0.00020	0.01400
Toros sediri-2 yaş	0.00010	0.00400

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmada, yaprak yüzeyi ve yaprak yüzeyi endeksinin fidan türlerine ait çap ve boy artımı üretim güçleri grafik ve istatistik olarak incelenmiş ve aşağıda sıralanan sonuçlara ulaşılmıştır.

1) Tek fidanlarda yaprak yüzey miktarı ile çap artımı ve boy artımı arasında parabolik ilişki bulunmuştur (Şekil 1 ve 2).

2) Yaprak yüzey endeksi ile çap artımı ilişkisi incelendiğinde, 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri fidanları yaklaşık aynı yaprak yüzeyine sahip iken, 2 yaşlı Toros sediri, fidanları daha fazla çap artımı yapmıştır (Çizelge 2, sütun 2 ve 3). 2 yaşlı Karaçam fidanları, daha düşük yaprak yüzeyi endeksi değerine sahip olmasına karşın, 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sedirinden daha yüksek bir çap artımı yapmıştır. Benzer durum yaprak yüzey endeksi ile boy artımı arasında da görülmektedir (Çizelge 2, sütun 1-4). Bunun muhtemel nedeni iki yaşlı Karaçam fidan yastığında yaprak yüzey endeksinin az olması ve dolayısıyla fidanların ışık enerjisinden daha iyi yararlanmasıdır.

3) Fidanlarda 1 gram yaprağın çap artımı üretim gücü, 2 yaşlı Karaçam ile 2 yaşlı Toros sediri fidanlarında birbirine yakın değerler gösterirken, 1 yaşlı Karaçam fidanlarında çap artımı diğer türlere göre fazladır. 2 yaşlı Karaçam fidanlarında boy artımı miktarı, 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri fidanlarından daha fazladır (Çizelge 3).

4) Birim yüzey (1 mm²) yaprak başına çap ve boy artımı üretim gücü bakımından, 2 yaşlı Karaçam fidanları 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri fidanlarına göre daha fazladır. Çap artım miktarı 1 yaşlı Karaçam ile 2 yaşlı Toros sediri birbirine yakın değer gösterirken, 2 yaşlı Karaçam fidanları bunlardan 2 kat daha fazla artım yapmıştır. Boy artımı 2 yaşlı

Karaçam fidanlarında, 1 yaşlı Karaçam ve 2 yaşlı Toros sediri fidanlarına göre daha fazladır (Çizelge 4).

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre, uygulamacılara yararlı olabilecek şu önerilerde bulunulabiliriz;

1) Yaprak yüzeyi, üretim gücü arasındaki ilişkiyi yararlanılarak birim alanda bulunulabilecek birey sayısı hesaplanabilir. Bu özelliğin bilinmesi Hasılat, Silvikültür, Ekoloji ve Toprak koruma vb. bilim dallarında yararlı olacaktır.

2) Bitkilerde yaprak yüzeyinin kesin olarak belirlenmesi oldukça güçtür. Bu amaçla yaprak yüzeyinin olabildiğince hassas ölçülebilmesine imkan verecek özel aletlerin ve alometrik ilişkileri içeren istatistik modellerin geliştirilmesi yararlı olacaktır.

3) Birim alandaki üretimi artırmak için, yaprak yüzeyi endeks değerini veya birim alandaki birey sayısını artırmak gerekmektedir. Yalnız bu durumun yaprakların birbirini gölgelemesi nedeniyle optimum bir noktaya kadar geçerli olacağı unutulmamalıdır.

4) Çalışmamızda, materyaller Isparta- Eğirdir Orman Fidanlığından sağlanmıştır. Çalışmada elde edilecek sonuçların yöresel nitelikte olacağı göz önünde tutulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1999. Eğirdir Orman Fidanlığı 1999-2003 Yılı Rotasyon Planı, Isparta.
- Assmann, E., 1961. Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellschaft, München.
- Bozcuk, S., 1998. Bitki Fizyolojisi. 2. Baskı, 223 s., Ankara.
- Fırat, F., 1972. Orman Hasılat Bilgisi . İ.Ü. Yayın No: 1642, Orman Fakültesi Yayın No: 166, 191s., İstanbul.
- Irmak, A., 1970. Orman Ekolojisi. İ.Ü. Yayın No: 1650, Orman Fakültesi Yayın No: 149, 367 s., İstanbul.
- Kalıpsız, A., 1988. Orman Hasılat Bilgisi. İÜ. Yayın No: 3516, Orman Fakültesi Yayın No: 397, 349 s., İstanbul.
- Kenefic., L.S., Seymour, R.S., 1999. Leaf area prediction models for *Tsuga canadensis* in Maine. Publ. No: 2333 of the Mine Agricultural and Forest Experiment Station, Orono, Canada.
- Nobuya, M., Toshihiro, M., 2003. Image analysis measure of crown conditions, foliage biomass and stem growth relationships of *Chamaecyparis obtusa*. Forest Ecology and Management 172: 79-88.
- Saraçoğlu, N., 2002. Orman Hasılat Bilgisi. Z.K.Ü. Yayın No: 22, Orman Fakültesi Yayın No: 9, 304 s., Bartın.
- Saatçioğlu, F., 1969. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İ.Ü. Yayın No: 1429, Orman Fakültesi Yayın No:138, 323 s., İstanbul.