



Sarıçam Tohum Bahçesinde Yaprak Alanı İndeksi (YAI) ile Göğüs Çapı, Kozalak Verimi ve Kalıtsallık İlişkinin Belirlenmesi

Osman TOPAÇOĞLU^{1*}, Sibel Mukaddes GÖZTAŞI¹

¹ Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 37100, KASTAMONU

Öz

Bu çalışma Kastamonu Taşköprü-Tekçam Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) klonal tohum bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; klonlar üzerinde göğüs yüzeyi çapı (d1,30), Yaprak Alanı İndeksi (YAI) ve kozalak sayısı arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmış ve bu karakterlere bağlı kalıtsallık oranları (H2) hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, klonlardaki kozalak sayısının YAI, ağaç çapı ve klonlara göre değişimi incelendiğinde kozalak sayısı ile YAI ve klonlar arasında bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur (p<0.05). YAI değerleri 0.72-2.18m²m⁻² (ort. 1.4m²m⁻²) ile göğüs çapı 14.8 - 30.9cm (ort. 23cm) arasında ise anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (p>0.05). Bir ağacın kozalak veriminin klonlara göre de farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (p<0.05). Çalışmada ölçülen karakterlere bağlı kalıtsallık değerleri hesaplanmış ve en yüksek kalıtsallık değeri H2 kozalak sayısında elde edilmiş olup, YAI bakımından elde edilen değerler ise ortalamanın çok altında kalmıştır. Klonal tohum bahçeleri için oldukça önemli olan kozalak verimi ile YAI arasındaki anlamlı ilişkinin ortaya konulmuş olması tohum verimini optimize eden uygulamalarda YAI'nin de değerlendirilebilir bir karakter olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yaprak alanı indeksi, klonal tohum bahçesi, sarıçam, kozalak verimi.

Determination of Relationship with Leaf Area Index (LAI) and Diameter at Breast-Height, Cone Yield, Heritability in Scots Pine Seed Orchard

Abstract

This study was carried out in Kastamonu Taşköprü-Tekçam Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) clonal seed orchard. In the study, the correlations between the number of cones and tree diameter at breast height (d1,30), leaf area index (LAI) and the clones were inquired, and the heritability ratios (H2) depending on these characters were calculated. As a result of the study, as changes in the number of cones depending on the clones, LAI and tree diameter were examined, it was found that there were significant correlations between the number of cones and LAI as well as clones (p<0.05). No significant correlation was found between the LAI (0.72 - 2.18 m²m⁻²) and diameter at breast height (14.8 - 30.9cm.) (p>0.05). It has been determined that the cone yield of a tree differs according to the clones (p<0.05). In the study, the heritability values were calculated; the highest heritability value was obtained in the number of H2 cones and the values obtained in LAI were far below the average. The significant correlation between the cone yield and the LAI, which seems to be very important for the clonal seed orchards, shows that the LAI is also a critical factor for the optimization of the seed yield.

Keywords: Leaf area index, clonal seed orchard, scots pine, cone yield.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Osman TOPAÇOĞLU (Dr.); Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100, Bartın-Türkiye. Tel: +90 (378) 223 5076, Fax: +90 (378) 223 5062, E-mail: otopacoglu@kastamonu.edu.tr
ORCID No: 0000-0003-0557-1374

Geliş (Received) : 10.12.2018
Kabul (Accepted) : 30.01.2018
Basım (Published) : 15.04.2019

1. Giriş

Ağaçlandırma çalışmalarında başarıyı arttıran en önemli unsurlardan bir tanesi üstün vasıflı tohum ve bundan elde edilen fidanın kalitesidir (Şevik, 2005). Tohum bahçeleri, ağaç ıslahının tohum meşcerelerinden daha ileri bir aşamasını oluşturmaktadır (Boydak ve Çalışkan, 2014). Ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan en önemli tohum kaynağı olması, gen koruma alanı olarak da mevcut ve gelecekteki ormanlar arasında bir ağ oluşturmaları açısından tohum bahçeleri son derece önemli bir görevi yerine getirmektedir (Bilir ve Tamirağa, 2012). Sağladığı avantajlardan dolayı, özellikle sağlıklı ormanların oluşumunu güvence altına alan tohum bahçelerine yapılan yatırım, çoğu zaman en uygun maliyetli yöntem olarak değerlendirilir (Bilir vd. 2008).

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Avrupa ve Akdeniz bölgelerinin en önemli ağaç türlerinden birisidir (Kara, 2018) ve Türkiye ormanlarının %6,8'lik bir alanını (yaklaşık 1.518.929 ha) kaplamaktadır (Anonim, 2015). Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretim Programı'nda, Türkiye ormancılığı için kapladığı alanın büyüklüğü yanında önemli ekonomik tür olarak sınıflandırılmıştır (Koski ve Antola, 1993). Sarıçam tohum bahçeleri Türkiye'de kurulan ilk tohum bahçelerinden olup 2018 yılına kadar toplam sayısı 19 adede (toplam 102,3 ha) ulaşmıştır (Alan, 2018; OATIAM, 2018). Yüksek tohum üretiminin sürdürülebilirliğinin garanti altına alınması tohum bahçelerinin kuruluş amacı olup, kozalak ve tohum veriminin izlenmesi ve tohum kayıplarının nedenlerinin tespit edilmesi son derece önemlidir (Sıvacioğlu ve Ayan, 2008). Özellikle genç tohum bahçelerinin gelecekteki performanslarını tahmin etmek için kozalak, tohum ve polen üretimleri araştırılmış olmasına rağmen tüm tohum bahçeleri için genelleme imkânı sunmamaktadır (Hannerz vd., 2000). Bu nedenle farklı bölgelerdeki tohum bahçelerinde gerçekleştirilecek araştırmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Tohum bahçelerinde başlangıç aşamasında klonlar arası aralık ve mesafeler klonların gelişimi ve etkili tohum üretimi için yeterli olmaktadır. Zamanla taç yapılarının gelişmesi hasat işlemlerinin gerçekleşmesini zorlaştırır. Bu sorun genellikle taç budaması yapmak suretiyle ağaçların boylarının sınırlandırılmasıyla giderilmektedir (Almqvist ve Jansson, 2015). Bu sayede daha fazla ışık alımı ve artan Karbon-Azot oranı nedeniyle rametlerde daha fazla tohum üretimi gerçekleşir (Sweet 1975'e atfen Alan vd. 2018). İbrelî ağaçlarda yapılan çalışmalar, canlı tepenin %40-60 oranında kesilmesinin kozalak kaybına sebep olmaksızın etkili bir uygulama olduğunu göstermektedir (Masters 1981; Philipson, 1985). Özellikle erken yaşlarda gerçekleştirilen budamanın, tepe tacının şekillenmesine imkân sağlayarak tohum verimini ve kalitesini optimize eden bir uygulama olabileceği belirtilmektedir (Ross, 1989).

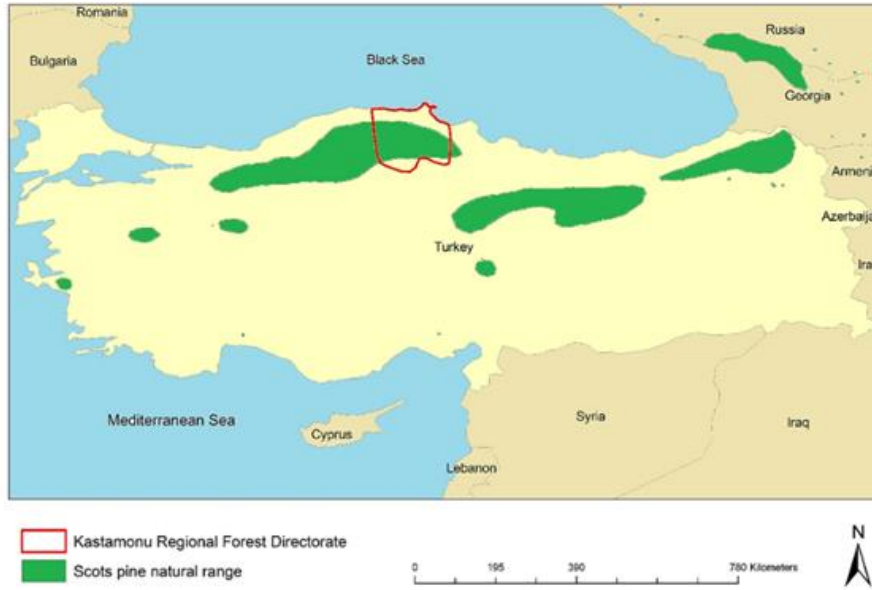
Ağaç tepelerinin üst kısımlarında toplanan kozalakların ve bunlardan elde edilen tohumların miktarı üzerinde ışığın doğrudan etkisi bulunmaktadır. Işık tomurcuk farklılaşmasını sağlayan en önemli ekolojik değişkendir (Stanley 1958). Bir ağacın ışıktan etkilenen en önemli kısmı özellikle tepe tacı üzerindeki yapraklardır. Bitki performansı açısından yaprak özellikleri önemli bir göstergedir. Meşcerenin tepe çatısının örttüğü toprağın birim alanı (1 m²) üzerindeki yaprakların bir yüzünün toplam alanını (m²) ifade eden Yaprak Alanı İndeksi (YAI), orman ekosisteminde enerji, gaz ve su değişiminin yanında fotosentez, transpirasyon, evapotranspirasyon gibi fizyolojik işlemleri etkileyen önemli bir yapısal özelliktir (Running vd. 1989; Chen ve Cihlar, 1995; Kara ve Topaçoğlu, 2018). Ayrıca YAI'nin bitki verimliliği, meşcere ve toprak özellikleri açısından da değerlendirilebilir bir parametre olduğu belirtilmektedir (Warren ve Scott, 2000, Kara vd., 2011; Özbayram vd., 2015; Özbayram, 2018). Taşköprü Tekçam Klonal tohum bahçesinde daha önce genetik varyasyon çalışmalarına ağırlık verilmiş olup (Sıvacioğlu, 2010; Şevik ve Topaçoğlu, 2015), ayrıca Sıvacioğlu ve Ayan (2008) tarafından kozalak analiz metodu yardımı ile tohum üretimi değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın ana amacı ise YAI, klon ve ağaç çapı değişkenlerine bağlı olarak kozalak veriminin değerlendirilmesi ve bu değişkenlerin kalıtsallık oranlarının hesaplanmasıdır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışma Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde kalan Taşköprü-Tekçam Bölgesindeki tohum bahçesinde 2017 yılında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Tohum bahçesi 1.2 Islah zonunda yer almakta olup, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü tarafından "151 nolu sarıçam tohum bahçesi" olarak kurulmuştur. Tohum bahçesi 1995 yılında Araç-Dereyayla Sarıçam tohum meşceresinden seçilen 30 adet plus ağaçtan alınan aşu kalemleri ile tesis edilmiştir. Tohum bahçesi 6 x 6 m olup, ilk tohum hasadı 2003 yılında gerçekleştirilmiştir. Tohum meşceresi Kuzeybatı bakıda, 1160 m rakımda kurulmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık 9,7 °C, yıllık

ortalama yağış 437,6 mm, toprak kumlu balçık, kumlu killi balçık ve killi balçık tekstüründe olup pH değeri ise 5,50 ile 6,80 değişmektedir (Anonim, 2001). Vejetasyon dönemi Mayıs ayının ilk haftasında başlayıp genellikle Eylül ayının son haftasında sona ermektedir (Şevik vd., 2015). Arazi %10 eğim derecesinden daha az olup, düz bir eğime sahiptir. Her yıl rekabetçi diri örtünün alandan kaldırılması ile diri örtü mücadelesi yapılmaktadır.



Şekil 1. Sarıçamın Türkiye ve yakın çevresindeki yayılışı ile Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü sınırı (Kara ve Topaçoğlu, 2018).

2.2. Metod

Birçok araştırmalarda meşcerelerde kozalak üretiminin doğru bir şekilde değerlendirilmesinin oldukça zor bir işlem olduğu belirtilmektedir (Mukassabi, 2012). Sivacioğlu ve Ayan (2008), tohum bahçelerinde tohum üretim/veriminin değerlendirilmesinde farklı tekniklerin uygulandığını belirtmiştir. Bu çalışmada her klondan (toplam 30 klon) 5 adet ramet rastgele seçilerek toplam 150 ramette tüm kozalaklar sayılmıştır. Değerlendirmeler kozalak sayısı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Ayrıca seçilen her ramette göğüs çapı ($d_{1,30}$) kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Bu çalışmada yaprak alanı ölçümü CI-110 Plant Canopy Imager (CID Bio-Science Inc., Washington, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. CI-110, yaprak alanının hesaplandığı 150 derecelik bir balıkgözü görünümünde mercek vasıtasıyla görüntüsünü alır (Geiger vd., 2011). Her bir ağacın altında 1 m yükseklikte ölçüm gerçekleştirilmiş olup ölçümler, 11:00 ile 14:00 arasında neredeyse bulutsuz günlerde gerçekleştirilmiştir. Klonlar üzerinde göğüs çapı ($d_{1,30}$), YAİ ve kozalak sayısı arasındaki ilişki Poisson Regresyon analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Benzer çalışmalar da Poisson Regresyon analizinin kullanılmasını önermektedir (Rodriguez 2007). İstatistik analizler R-İstatistik programı (R Development Core Team, 2010) yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Tohum bahçesinde kalıtsallık (H^2) değeri; toplam genetik varyansın (σ^2C) toplam fenotipik varyansa ($\sigma^2C + \sigma^2E$) oranı şeklinde hesaplanmıştır (Matziris, 1984). H^2 değerinin hesaplanmasında kullanılan σ^2E = populasyon içi kareler ortalaması, σ^2C = populasyonlar arası kareler ortalaması - populasyon içi kareler ortalamasını ifade etmektedir (Sivacioğlu, 2010).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanında elde edilen veriler Tablo 1'de gösterilmiştir. Tablo 1 incelendiğine araştırma alanında klonlarda ölçülen göğüs yüzeyi çapının 14,8 ile 30,9 cm arasında değiştiği görülmektedir. En düşük göğüs çapı 32 nolu klonda ölçülürken en yüksek göğüs çapı 37 nolu klonda ölçülmüştür. Ölçülen YAİ değerleri ise 0,72 ile 2,18 $m^2 m^{-2}$ arasında değişmekte olup, en düşük YAİ değeri 0,72 $m^2 m^{-2}$ 27 nolu klonda ölçülmüş, en yüksek YAİ değeri ise 22 nolu klonda ölçülmüştür. Kozalak sayısı ise 21 ile 2132 adet arasında değişmektedir. En düşük kozalak sayısı 12 nolu klonda, en yüksek kozalak sayısı ise 24 nolu klonda ölçülmüştür. Klonlardaki ortalama

kozalak sayısının yüksek olmadığı görülmektedir. Bilir ve diğerlerinin 2008'de yapmış olduğu çalışmada benzer sonuçlar bulunmuştur. Matziris (1997), benzer şekilde kozalak miktarındaki farklılıkları klonlardaki polen üretim miktarındaki değişime ve polen yayılımı sırasında geçerli olan çevre koşullarına bağlamaktadır.

Tablo 1. Göğüs yüksekliğindeki çap, YAI ve kozalak sayısı için belirlenen maksimum, minimum ve ortalama değerler. SS standart sapmayı ifade etmektedir.

Değişkenler	Min.	Maks.	Ortalama	SS
$d_{1,30}$	14.8	30.9	23	2.91
YAI	0.72	2.18	1.4	0.31
Kozalak Sayısı	21	2132	627	604

Araştırma alanından elde edilen verilerin istatistik olarak değerlendirilmesi sonucunda klonlardaki kozalak sayısının YAI, ağaç çapı ve klonlara göre değişimi incelendiğinde kozalak sayısı ile YAI ve klonlar arasında istatistiksel bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur ($p<0.05$) (Tablo 2). YAI değerleri ekosistemler arasında büyük değişkenlik göstermektedir. Kurak alanlarda bu değer $1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ 'nin altında olduğu ifade edilmektedir (Kozłowski vd. 1991). Araştırma alanının yıllık yağış miktarı 437,6 mm ve yarıkurak alan iklim tipinde olduğu göz önüne alındığında, Kozłowski vd. (1991) ile ölçülen YAI değerleri uygunluk göstermektedir. Başka bir çalışmada (Dantec vd. 2000), farklı mescerelerdeki (kayın, mese ve kayın-mese) tek bir ağacın toplam yaprak alanı ile göğüs yüksekliğindeki çap arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, yapılan bu çalışmada YAI değerleri ile göğüs çapı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu durumu, yapılan çalışmanın tohum bahçesinde gerçekleştirilmiş olmasına bağlamak mümkündür. Nitekim ağaçlar serbest büyüme koşullarında farklı büyüme performansları göstermektedir. Özbayram vd. (2015), Kızılçamda orta çap, üst boy, göğüs yüzeyi arasında pozitif yönde, Karaçamda ise sadece yaş ve orta çap ile negatif yönde anlamlı bir ilişki tespit etmiştir. Yapılan çalışmada YAI ile klonlarda ölçülen kozalak sayısı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 2). Nitekim ağaçlardaki YAI'nin artması ağacın verimliliği ile doğrudan ilişkilidir. Bir ağacın kozalak veriminin klonlara göre de farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Tablo 2). Kalın çaplı ağaçlar ile serbest büyüyen ağaçların daha fazla kozalak ve tohum ürettiği belirtilmektedir (Krannits ve Duralia, 2004).

Tablo 2. Regresyon analiz değerlerinin Anova tablosunda gösterimi.

	Df	Sum Sq	Ortalama Sq	F Değeri	P
$d_{1,30}$	1	128456	128456	0.9312	0.33727 ^{ns}
YAI	1	2703192	2703192	19.5950	2.795E-05 ^{***}
Klon	29	7109585	245158	1.7771	0.02187 [*]
	86	11863952	137953		

Çalışma sonucunda varyans analizi sonuçları ile hesaplanan H_1^2 ve H^2 değerleri Tablo3'de verilmiştir. Tablo 3'deki sonuçlar incelendiğinde çalışmaya konu karakterlerden en yüksek H^2 değerinin 0,53 ile Kozalak sayısı karakterinde elde edildiği görülmektedir. H^2 değeri $d_{1,30}$ karakteri bakımından 0,38 ve YAI karakteri bakımından 0,07 olarak hesaplanmıştır. Bilir vd. (2008), aynı ağaç türündeki tohum bahçelerinde ölçülen karakterlere göre bulunan H^2 değerinin 0.5'in altında olduğunu bildirmektedir. Topaçoğlu vd. (2017), Kızılçam tohum mescerelerinde yapmış olduğu çalışmada morfolojik özelliklere göre H^2 değerinin 0.10-0.73 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çalışmaya konu olan tohum bahçesinde yapılan başka bir çalışmada 21 adet morfolojik karakter değerlendirilmiş ve H^2 değerinin 0,26 ile 0,63 arasında değiştiği belirlenmiştir (Sivacioğlu, 2010). Bu sonuçlara göre kalıtsallık değerinin çalışmaya konu olan karakterlerden sadece kozalak sayısı bakımından yüksek düzeyde olduğu, özellikle YAI bakımından ise bu güne kadar elde edilen değerlerden oldukça düşük olduğu söylenebilir. Nitekim bu güne kadar yapılan çeşitli çalışmalarda kozalak boyutlarına ilişkin karakterlerin kalıtsallık düzeyinin yüksek olduğu, buna karşın kozalak sayısı, tohum adedi, dolu tohum sayısı gibi karakterlerin kalıtsallık düzeyinin daha düşük olduğu belirlenmiştir (Bilir vd., 2008; Sivacioğlu, 2010)

Tablo 3. İncelenen karakterler için varyans analizi, varyans bileşenleri ve kalıtımsallık tahminleri.

Karakterler	Populasyonlar arası	Populasyonlar içi (Error)	σ^2c	σ^2E	H_1^2	H^2
$d_{1,30}$	12,335	7,625	0,942	7,625	0,11	0,38
YAI	0,103	0,096	0,001	0,096	0,01	0,07
Kozalak Sayısı	642252	301967	48612,21	301966,9	0,14	0,53

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonucunda, elde edilen verilerin istatistik olarak değerlendirilmesi neticesinde, ölçülen karakterlerin klon bazında önemli ölçüde değiştiği, kozalak sayısı ile YAI ve klonlar arasında istatistik olarak anlamlı düzeyde ($p<0.05$) bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kalıtımsallık değerleri ise en yüksek kozalak sayısında elde edilmiş olup, YAI bakımından elde edilen değerler ise ortalamanın çok altında kalmıştır. YAI değerleri ekosistemler arasında büyük değişkenlik göstermekte olup, kalıtımsallık değeri oldukça düşük olmasına rağmen, ağaçların gelişimini önemli ölçüde etkilemektedir. Ancak, uygulamada tohum bahçelerinde kozalak hasadının kolaylaştırılması amacıyla yapılan budama çalışmaları, YAI'nin önemli ölçüde azalmasına sebep olmaktadır. Oysaki YAI ağacın verim potansiyelini belirleyen en önemli faktörlerden birisidir. Bundan dolayı tohum ve kozalak veriminin yüksek olması istenen tohum bahçelerinde YAI değerini artırıcı budama çalışmalarının tekniğinin ortaya konması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Alan M (2018). Ebe sarıçamı klonal tohum bahçesi kozalak ve tohum özelliklerinde genetik parametrelerin tahmini. Turkish Journal of Forestry. 19(3): 240-245.
- Alan M, Sbuncu R, Ezen T, Kaplan S (2018). The effects of top pruning on growth and production of conelets and cones in *Pinus brutia* Ten. seed orchards of different ages. Şumarski list, 5–6: 269–282.
- Almqvist C, Jansson G (2015). Effects of pruning and stand density on cone and pollen production in an experimental *Pinus sylvestris* seed orchard. Silva Fennica vol. 49 no. 4 article id 1243.
- Anonim (2001). Working report of 2000 and working plan of 2001, The Research Directorate of Forest Tree Seeds and Tree Breeding publishers, Ankara, Turkey.
- Anonim (2015). Türkiye orman varlığı 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bilir N, Prescher F, Lindgren D, Kroon J (2008). Variation in cone and seed characters in clonal seed orchards of *Pinus sylvestris*. New Forests, 36(2), 187-199.
- Bilir N, Tamirağa H (2012). Fertility variation and status number in clonal seed orchards of *Pinus sylvestris*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 15, 1075-1079.
- Boydak M, Çalışkan S (2014). Ağaçlandırma. Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yayınları. Ankara, pp: 714.
- Chen JM, Cihlar J (1995). Quantifying the effect of canopy architecture on optical measurements of leaf area index using two gap size analysis methods. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 33(3), 777-787.
- Dantec VL, Dufrene E, Saugier B (2000). Interannual and spatial variation in maximum leaf area index of temperate deciduous stands. Forest Ecology and Management, 134: 71-81.
- Geiger EL, Gotsch SG, Damasco G, Haridasan M, Franco AC, Hoffmann WA (2011). Distinct roles of savanna and forest tree species in regeneration under fire suppression in a Brazilian savanna. Journal of Vegetation Science, 22(2), 312-321.
- Hannerz M, Eriksson U, Wennström U, Wilhelmsson L (2000). Scots pine and Norway spruce seed orchards in Sweden - a description and analysis of future seed supply. Redogörelse. Skogforsk.
- Kara F (2018). A Stocking diagram for silvicultural implications in Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 18(1), 53-61.
- Kara F, Topaçoğlu O (2018). Influence of stand density and canopy structure on the germination and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings. Environmental Monitoring and Assessment 190 (12), 749. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7129-x>.
- Kara Ö, Şentürk M, Bolat İ, Çakıroğlu K (2011). Kayın, Gökmar ve Gökmar-Kayın meşcerelerinde Yaprak Alan İndeksi ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University, 61, 47-54.
- Koski V, Antola J (1993). Turkish National Tree Breeding and Seed Production Program for Turkey (1994-2003), The Research Directorate of Forest Tree Seeds and Tree Breeding, Ankara, 52 pp.

17. **Kozłowski T, T, Kramer PJ, Pallardy SG (1991)**. *The Physiological Ecology of Woody Plants*. Academic Press, New York, 657 pp.
18. **Krannits PG, Duralia TE (2004)**. Cone and seed production in *Pinus ponderosa*: a review. *West North Am Nat* 64:208–218.
19. **Masters CJ (1981)**. Weyerhaeuser's seed orchard program. pp. 60-70. In: D .F.W. Pollard, D.G.W. Edwards, and C .W. Yeatman (Eds) Proc.18th Mtg. Can. Tree Improvement Assoc. Part 2. Environ. Can., Can. For. Serv., Ottawa.
20. **Matziris D (1984)**. Genetic variation in morphological and anatomical needle characteristics in the black pine of Peloponnesos. *Silvae Genetica*, 33(4-5), 164-169.
21. **Matziris D (1997)**. Variation in growth, flowering and cone production in a clonal seed orchard of Aleppo pine grown in Greece. *Silvae Genetica*, 46(4), 224-228.
22. **Matziris D (1998)**. Genetic variation in cone and seed characteristics in a clonal seed orchard of Aleppo pine grown in Greece. *Silvae Genetica*, 47(1), 37-41.
23. **Mukassabi TA, Polwart A, Coleshaw T, Thomas PA (2012)**. Scots pine seed dynamics on a waterlogged site. *Trees*, 26(4), 1305-1315.
24. **OATIAM (2018)**. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, <https://ortohum.ogm.gov.tr/SitePages/OGM/OGMDefault.aspx>, Erişim: 07,11,2018.
25. **Özbayram AK, Çiçek E, Yılmaz F (2015)**. Kızılçam ve karaçam meşcerelerinde yaprak alan indeksi (YAI) ile bazı meşcere özellikleri arasındaki ilişkiler. *Kastamonu Univ. Orman Fakültesi Dergisi*, 15, 78-85.
26. **Özbayram AK (2018)**. Doğu kayını meşcerelerinde aralamanın yaprak alan indeksine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20, 590-598.
27. **Philipson JJ (1985)**. The effect of top pruning, girdling, and gibberellin A4,, application on the production and distribution of pollen and seed cones in Sitka spruce. *Canadian Journal of Forest Research* . 15 :1125-1128.
28. **R Development Core Team (2010)**. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
29. **Rodríguez G (2007)**. Lecture notes on generalized linear models. Available at <http://data.princeton.edu/wws509/notes/>.
30. **Ross SD (1989)**. Long term cone production and growth responses to crown management and gibberellin A 4/7 treatment in a young western hemlock seed orchard. *New Forests*, 3(3), 235-245.
31. **Running SW, Nemani RR, Peterson DL, Band LE, Potts DF, Pierce LL, Spanner MA (1989)**. Mapping regional forest evapotranspiration and photosynthesis by coupling satellite data with ecosystem simulation. *Ecology*, 70(4), 1090-1101.
32. **Sivacioglu A, Ayan S (2008)**. Evaluation of seed production of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) clonal seed orchard with cone analysis method. *African Journal of Biotechnology*, 7(24).
33. **Sivacioglu A (2010)**. Genetic variation in seed and cone characteristics in a clonal seed orchard of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) grown in Kastamonu-Turkey. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(6): 5695-570.
34. **Şevik H (2005)**. Batı Karadeniz Bölgesi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Tohum Meşcerelerinde Populasyonlar Arası Farklılıklar, Yüksek Lisans Tezi. G.Ü. Fen Bilimleri Enst. 1-5.
35. **Şevik H, Topacoglu O (2015)**. Variation and inheritance pattern in cone and seed characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for evaluation of genetic diversity. *Journal of Environmental Biology*, 36:1125-1130.
36. **Şevik H, Yiğit N, Topacoglu O (2015)**. Taşköprü- Tekçam Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) klonal tohum bahçesinde ibre ve dal karakterlerine bağlı genetik varyasyon. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*. 1(1):23-32.
37. **Stanley RG (1958)**. Methods and concepts applied to a study of flowering in pine. In: Thimann KV (ed) *Physiology of forest trees*. Ronald Press, New York, pp 583–599.
38. **Topaçoğlu O, Şevik H, Sivacioglu A, Kara F (2017)**. Genetic variations among and within the populations of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) in Turkey. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(4), 691-702.
39. **Warren CR, Adams MA (2000)**. Trade-offs between the persistence of foliage and productivity in two *Pinus* species. *Oecologia*, 124(4), 487-494.