T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SARIÇAM KLONAL TOHUM BAHÇESİNDE YAPRAK ALAN İNDEKSİ İLE KOZALAK VERİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Sibel Mukaddes GÖZTAŞI

Danışman	**Doç. Dr. Osman TOPAÇOĞLU**
Jüri Üyesi	**Prof. Dr. M. Nuri ÖNER**
Jüri Üyesi	**Doç. Dr. Ferhat KARA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KASTAMONU–2019

TEZ ONAYI

Sibel Mukaddes GÖZTAŞI tarafından hazırlanan **"Sarıçam Klonal Tohum Bahçesinde Yaprak Alan İndeksi İle Kozalak Verimi Arasındaki İlişkiler"** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Osman TOPAÇOĞLU Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. M. Nuri ÖNER Çankırı Karatekin Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Ferhat KARA Kastamonu Üniversitesi	.....

01/10/2019

Enstitü Müdürü Doç. Dr. Nur BELKAYALI .....

TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Sibel Mukaddes GÖZTAŞI



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SARIÇAM KLONAL TOHUM BAHÇESİNDE YAPRAK ALAN İNDEKSİ İLE KOZALAK VERİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Sibel Mukaddes GÖZTAŞI
Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Osman TOPAÇOĞLU

Bu çalışma, Kastamonu'da 30 klon ile kurulan Taşköprü-Tekçam Sarıçam Klonal Tohum Bahçesi'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; klonlar üzerinde göğüs yüzeyi çapı ($d_{1,30}$), Yaprak Alanı İndeksi (YAİ) ve kozalak sayısı arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmış, bu karakterlere bağlı kalıtsallık oranları (H^2) hesaplanmıştır. Taşköprü-Tekçam Sarıçam Klonal Tohum Bahçesi krokisi esas alınarak her bir klon için rastgele olmak üzere 5 adet örnek ağaç seçilmiş olup seçimin bahçe içerisindeki dağılışının homojen olmasına dikkat edilmiştir. Seçilen örnek ağaçların her biri için çap, sağlık durumu, kozalak sayısı, PAR ve YAİ değerleri bulunmuş ve kaydedilmiştir. Yapılan bu çalışmada ölçümlerdeki hata payını azaltmak için güneş tepede iken ölçümler yapılmıştır. Çalışma sonucunda, seçilen örnek ağaçlardaki kozalak sayısının YAİ, ağaç çapı ve klonlara göre değişimi incelendiğinde YAİ ile kozalak sayısı ve klonlar arasında bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur ($p<0.05$). YAİ değerleri 0.72-2.18 m^2 m^{-2} (ort. 1.4 m^2 m^{-2}) ile göğüs çapı 14.8 - 30.9 cm (ort. 23 cm) arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($p>0.05$). Ağaçlardaki kozalak veriminin klonlara göre de farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çalışmada ölçülen karakterlere bağlı kalıtsallık değerleri hesaplanmış ve en yüksek kalıtsallık değeri H^2 kozalak sayısında elde edilmiştir, YAİ bakımından elde edilen değerler ise ortalamanın çok altında kalmıştır. Klonal tohum bahçeleri için oldukça önemli olan kozalak verimi ile YAİ arasındaki anlamlı ilişkinin ortaya konulmuş olması ile tohum verimini optimize eden uygulamalarda YAİ'nin de değerlendirilebilir bir karakter olduğunu göstermektedir. PAR ile kozalak verimi arasındaki ilişki incelendiğinde ise PAR ile kozalak verimi arasında istatistiksel olarak herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

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

2019, 27 sayfa
Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE RELATIONSHIPS BETWEEN LEAF AREA INDEX AND CONE YIELD IN CLONAL SEED ORCHARD OF SCOTS PİNE

Sibel Mukaddes GÖZTAŞI
Kastamonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forestry Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Osman TOPAÇOĞLU

This study was carried out with 30 clones in Kastamonu in Taşköprü-Tekçam Sarıçam Clonal Seed Orchard. In this study, the relationships between diameter at breast height (d1,30), leaf area index (LAI) and cone number among different clones were determined. Inheritance regarding these characters (H^2) was also observed. 5 sample trees were selected randomly for each clone based on the map of Taşköprü-Tekçam Sarıçam Clonal Seed Garden, and the distribution of the selection in the garden was homogeneous. Diameter, health status, number of cones, PAR and LAI values were found and recorded for each of the selected sample trees. In this study, in order to reduce the margin of error in measurements, measurements were made while the sun was on top. At the end of the study, when the change in the number of cones according to LAI, tree diameter and clones was observed in the sample trees, a relationship between the number of cones and clones was examined ($p < 0.05$). There was no significant relationship between the LAI values and d1,30 ($p > 0.05$). Cone yield in the trees was found to be different according to clones ($p < 0.05$). Inheritance values of the characters measured in the study were calculated and the highest heritability value was obtained in the number of H^2 cones, while the values obtained in terms of LAI were below the average. Since the significant relationship between cone yield and LAI, which is very important for clonal seed orchards, has been demonstrated, it also shows that LAI is an evaluable character in applications that optimize seed yield. When the relationship between PAR and conifer yield was examined, no statistically significant relationship was found between PAR and cone yield ($p > 0.05$).

Key Words: Leaf area index, clonal seed orchard, Scots pine, cone yield.

2019, 27 pages
Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilme süresi boyunca değerli bilgilerini benimle paylaşan, zamanını ayırıp güler yüzle, sabırla ve ilgiyle benden yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Osman TOPAÇOĞLU'na, Doç. Dr. Ferhat KARA'ya teşekkür ediyor ve saygılarımı sunuyorum. Çalışmaların gerçekleştirildiği Taşköprü-Tekçam Sarıçam Klonal Tohum Bahçesi çalışanlarına da güler yüzleri ve yardımları için teşekkür ederim.

Sibel Mukaddes GÖZTAŞI
Kastamonu, Ekim, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLOLAR DİZİNİ	x
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xi
HARİTALAR DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Sarıçamın Tanıtımı	3
2.1.1. Genel ve Türkiye'deki Yayılışı	3
2.1.2. Botanik Özellikleri	4
2.2. Tohum Bahçeleri	6
2.3. Tohum Bahçeleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar	7
2.4. Yaprak Alan İndeksi (YAİ)	9
2.5. Yaprak Alan İndeksi İle İlgili Yapılan Çalışmalar	10
2.6. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR)	12
2.7. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) İle İlgili Yapılan Çalışmalar	13
3. MATERYAL	14
3.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri	14
3.2. Örnek Ağaçların Seçilmesi	15
4. YÖNTEM	16
5. BULGULAR VE TARTIŞMA	18
6. SONUÇ	21
KAYNAKLAR	22
ÖZGEÇMİŞ	27

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Q2C	populasyon arası kareler ortalaması
Q2E	populasyon içi kareler ortalaması
pH	hidrojen potansiyeli
%	yüzde
$d_{1,30}$	ağaçların 130 santimetre yüksekliğindeki göğüs çapı
H^2	tohum bahçesinde kalıtsallık
fPAR	PAR kısmını gösteren franksiyon
SS	standart sapma
N	kuzey
E	doğu
ha	hektar

Kısaltmalar

DS	dal sayısı
TS	tomurcuk sayısı
DU	dal uzunluğu
DC	dal çapı
IA	ibre adedi
IB	ibre boyu
IE	ibre eni
maks	maksimum
IK	ibre kalınlığı
KK	kın kalınlığı
min	minimum
YAİ	(Leaf Area Index) yaprak alan indeksi
M^2	metrekare
Km	kilometre
M	metre
PAR	photosynthetically active radiation (fotosentetik aktif radyasyon)
Cm	santimetre
Mm	milimetre
TB	tohum bahçesi
nm	nanometre (bir metrenin milyarda biri)
YSA	yapay sinir ağları

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Yaprak alan indeksi (YAİ) ……. 9

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 5.1. Göğüs yüksekliğindeki çap, YAİ ve kozalak sayısı için belirlenen maksimum, minimum ve ortalama değerler. SS standart sapmayı ifade etmektedir. 18
Tablo 5.2. Regresyon analiz değerlerinin Anova tablosunda gösterimi 19
Tablo 5.3. İncelenen karakterler için varyans analizi, varyans bileşenleri ve kalıtımsallık tahminleri 20

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Sayfa

Fotoğraf 2.1. Yaprak alan indeksi (YAİ) ve PAR ölçümü..... 12
Fotoğraf 4.1. Örnek ağaçların ölçümünün yapılması..... 17

HARİTALAR DİZİNİ

Sayfa

Harita 3.1. Sarıçamın Türkiye ve yakın çevresindeki yayılışı ile Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü sınırı…….….. 15

1.GİRİŞ

Türkiye, 78 milyon hektarlık alanıyla ekolojik bakımdan zengin bir çeşitliliğe sahiptir (Anonim-1). Bu zenginlik içerisinde ormanlar tür ve kompozisyon olarak önemli bir yer tutmaktadır (Anonim-1). 2015 yılı itibariyle yapılan tespitlere göre ormanlık alan, ülke alanının %28,6'sını (22.342.935 ha) kaplamaktadır, bu alanlara ağaçsız orman alanları dâhil edilmemiştir (Anonim-1). Ormanlık alanlarda 1973-2015 yılları arasında yaklaşık olarak 2,1 milyon hektarlık bir artış olduğu belirlenmiştir, ağaç servetinde ise yaklaşık 700 milyon m^3 artış olmuştur (Anonim-1).

Ormanlık alanları oluşturan ibreli ağaç türleri saf halde 10.628.833 ha ile toplam ormanlık alanların % 48'ini oluştururken, yapraklı türler ile karışık halde 4.367.251 ha alanda toplam ormanlık alanların %19'unu kaplamaktadır (Anonim-1). Saf ve karışık haldeki ibreli türler toplam ormanlık alanın %67'sini oluşturmaktadır (Anonim-1). Yapraklı türler ise saf halde 7.346.851 ha alan ile toplam alanda %33'lük bir paya sahiptir (Anonim-1).

Ormanlık alanların asli ağaç türlerine göre dağılıma bakıldığında ibreli türler içerisinde 1.518.929 ha alan ile 3. Sırada yer alan sarıçam, tüm alanlarda %6,8 paya sahiptir (Anonim-1). Sarıçam ağaç türünün saf olarak ve başka ağaç türleri ile karışık halde olmak üzere geniş ormanlar meydana getirmesinden ve odununun çeşitli, değerli kullanma yerlerine sahip olmasından dolayı memleketimizin önemli ve ekonomik değeri olan ağaç türlerinin bir tanesidir (Anonim-1). Dolgun, boylu ve düzgün gövde geliştirme özelliği, odun kısmından tam olarak faydalanılabilme imkanının oluşu sarıçam ağaç türünün memleket ekonomisi yönünden önemini arttırmaktadır (Anonim-1).

Tohum bahçeleri, irsel bakımdan daha yüksek vasıflı tohum elde etmek üzere, bir anlamda damızlık olarak seçilen üstün ağaçlardan alınan aşı kalemleriyle aşılanan fidanlardan oluşan bir çeşit meyve bahçesidir (Turna, 2005). Bu fidanlar, aşı kalemleri yaşlı ağaçlardan alındığı için o ağacın fizyolojik yaşını temsil eder ve bu kalemlerden gelişen fidan çok erken yaşta kozalak ve tohum vermeye başlar (Turna, 2005).

Ağaçlandırma çalışmalarındaki başarıyı arttıran en mühim unsurlardan biri üstün nitelikli tohum ve bu tohumlardan elde edilen fidanın kalitesidir (Şevik, 2005). Tohum bahçeleri ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan en önemli tohum kaynağı olması, gen koruma alanı olarak da mevcut ve gelecekteki ormanlar arasında bir ağ oluşturmaları bakımından 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 yol olarak değerlendirilir (Bilir vd. 2008).

Taşköprü Tekçam-Sarıçam Klonal Tohum Bahçesi içerisinde gerçekleştirmiş olduğumuz bu çalışma daha önce yapılmamış olup diğer çalışmalara yol gösterecek niteliktedir. Tez çalışması ile klonlar üzerinde göğüs yüzeyi çapı ($d_{1,30}$), Yaprak Alanı İndeksi (YAİ) ve kozalak sayısı arasındaki ilişkinin ortaya konulması ve bu karakterlere bağlı kalıtsallık oranlarının (H^2) hesaplanması amaçlanmıştır. Yaprak alan indeksi ve kozalak verimi arasındaki ilişkinin ortaya konulması ormancılıkta budama miktarının ve yaprak alan oranının önemini ortaya koymakta ve ormancılık bilimine katkı sağlamaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Sarıçamın Tanıtımı

2.1.1. Genel ve Türkiye'deki Yayılışı

Sarıçam (*Pinus silvestris L.*) memleketimizin önemli ve ekonomik değeri olan ağaç türlerinin bir tanesidir ve Türkiye ormanlarının %6.8'lik bir alanını (yaklaşık 1.518.929 ha) kaplamaktadır (Anonim-1). Sarıçam ağaç türünün saf olarak ve başka ağaç türleri ile karışık halde geniş ormanlar meydana getirmesinden ve odununun çeşitli, değerli kullanım alanlarına sahip olmasından ileri gelmektedir. Ayrıca, boylu, dolgun ve düzgün gövde geliştirme özelliği, odunundan tam olarak faydalanılabilme imkânının oluşu sarıçam ağaç türünün memleket ekonomisi açısından önemini arttırmaktadır.

Sarıçamın genel yayılış alanı oldukça geniş bir yer kaplamaktadır (Pamay, 1962). İklim bakımından Avrupa'nın hemen hemen bütün bölgelerinde bulunur ve kuzey kutup bölgesine kadar dayanır (Pamay, 1962). Var olan çam türleri içerisinde en geniş coğrafi yayılışa sahip olanlardan bir tanesidir, Avrupa ve Asya'da tahminî 3700 km eninde (37° N ile 70° N enlemleri arasında), 14700 km uzunluğunda (7° E ile 137° E boylamları arasında) çok geniş bir şerit dâhilinde yayılmıştır (Pamay, 1962). Kuzey sınırını İskoçya, İskandinav memleketleri ve Sibirya stepleri, güney sınırını İspanyanın Pirene dağları, Yugoslavya, Türkiye ve Kafkaslar teşkil etmektedir (Gökmen, 1953).

Sarıçam memleketimizde de geniş bir yayılış sahasına sahiptir. Pamay (1962) ın bizzat yapmış bulunduğu tespitlere, Saatçioğlu, Kayacık ve Bernhard 'dan derlediği bilgilere göre Türkiye'de sarıçam 38° 34'N (Pınarbaşı) ile 41 o 48' N (Ayancık) enlemleri ve 28° E (Orhaneli) ile 43° 05' E (Kağızman) boylamları arasında doğal bir yayılış sahasına sahiptir. Türkiye sınırları içerisinde sarıçamın daha ziyade Karadeniz ardı orman mıntıkasında toplanmış olduğu bununla birlikte Orta Anadolu mıntıkasına kadar girmiş olduğu görülür. Kuzey yayılış sınırında ise bu tür, Karadeniz sahil dağlarının deniz görmeyen güney yamaçlarına bağlı kalarak sahile ancak 30 km kadar sokulur. Yayılışında dikkati edilen bir husus denizellik ikliminin nüfuz etmiş olduğu

akarsu vadilerinde kuzey kısmından geçerek, güney yamaçlara doğru yayılmasıdır. Yüksek sahil dağlarının kuzey yamaçlarına genellikle atlamamaktadır. Güney yayılış sahasında ise daha çok kuzey (derin ve taze) mailelerde yer almaktadır. Antrapojen step mıntıkalarına dayanan sınırı step kenar dağlarının üstünden geçmektedir. Doğuda tabii sınırı Kars hizasına kadar gelir, buradan Kafkaslara atlayarak Avrupa'da ki yayılış sahasına katılır. Batı sınırı ise, toplu olmamakla beraber Orhaneli'nin batı hizasına (Aktaş) kadar ilerler. Bernhard'ın, bulunduğunu bildirdiği daha batıdaki Alaçam, Eğrigöz, Ahırdağı, Işıklardağı, Bozdağ mıntıkalarında ve keza Barla dağında sarıçam bulunmamaktadır.

Sarıçama Türkiye'de yayılış sahasında saf ve karışık meşcereler halinde rastlanmaktadır (Pamay, 1962). Saf sarıçam meşcereleri genişlik itibariyle genellikle pek büyük parçalar şeklinde değillerdir (Pamay, 1962). Bu tip meşcereler daha çok sarıçam yayılış sahasının ekstrem iklim ve toprak münasebetlerinin hakim olduğu bölgelerde yer almış bulunmaktadırlar (Pamay, 1962). Nitekim Sundiken (Eskişehir) ve Köroğlu (Bolu, Gerede, Beypazarı, Kızılcahamam) silsileleri, llgaz Dağı (Tosya), Akdağ (Akdağmadeni), Dumanlı ve Köse Dağları (Oltu, Göle, Sarıkamış) kesif ve saf sarıçam meşcerelerinin geniş ve toplu olarak bulunduğu başlıca orman mıntıkalarını oluştururlar (Pamay, 1962). Bu mıntıkaların dışında saf meşcereler, karışık meşcerelerin kenarlarında veya içlerinde, geniş olmayan sahalar halinde bulunmaktadır (Pamay, 1962). Karışık meşcereler, çevre şartlarının diğer ağaç türlerinin de yetişmesine elverişli olan yerlerde meydana gelmekte ve bu karışıklıklar çeşitli oranlarda olmaktadır (Pamay, 1962). Sarıçam Doğu Karadeniz mıntıkasında genellikle ladin, göknar ve kayınla; Batı Karadeniz mıntıkasında göknar, kayın, karaçam ve bazen meşe ile karışık meşcereler meydana getirmektedir (Pamay, 1962). İç Anadolu'ya yönelen mıntıkalardaki karışıklıklar ise karaçam ile olmaktadır, Sarıçama birçok hallerde titrek kavakla birlikte rastlamak mümkündür (Pamay, 1962).

2.1.2. Botanik Özellikleri

Sarıçam Gymnospermae (Açıktohumlular) alt şubesinin Coniferae (İğneyapraklılar) sınıfının Pinaceae familyasına ait bir türdür.

Sarıçamın botanik özellikleri hakkında Krause (1936), Tschermak (1950), Oksal (1952), Gökmen (1953), Sevim (1960) ve Kayacık (1965) dan derlenen bilgiler doğrultusunda şunlar söylenebilir :

Sarıçam değişik yetişme muhitlerine göre 20-40 m boylanabilen, gençlikte narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı, yaşlılıkta dolgun gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı bir ağaçtır. Genç iken ehrami görünüşlü olan ağacın tacı, ağaç yaşlandıkça gayri muntazam şemsiye şeklini alır. Genç ağaç gövdelerinde, yaşlı ağaçların yukarı bölümlerinde ve kalın dallarda ağaç kabuğu sarımtırak kırmızı renktedir ve ince levhalar halinde ayrılır. Yaşlı gövdelerin alt kısımlarında kabuk boz kahverengi olup kalın ve çatlaklıdır. Özellikle meşcere içinde dalsız ve silindire yaklaşan gövdesi ile güzel görünüşlüdür. Genç sürgünler ise yeşilimsi ve ikinci yıldan itibaren gri kahverengidir. Uzun yumurta biçimindeki tomurcukları genellikle reçinesizdir, fakat kurak mıntıkalarda reçinelidir. Kısa sürgünlerde ikili olan iğne yapraklar çeşitli yetişme muhitlerine göre 2-6 cm uzunlukta, mavimtırak yeşil veya boz yeşil renktedir. Bunların uç kısımları sivri şekilde, batıcı ve kenarları çok ince dişlidir. İğne yaprakları dikkat çekecek biçimde kıvrık biçimdedir. Yaprakları dökülmüş dalların yüzeyleri pürüzlüdür. Olgun kozalaklar sarkık, sivri yumurta biçiminde, dip tarafı çarpık vaziyette, boz mat renkte, 2.5-7 cm uzunluktadır. Küçük ve parlak açık kahverengi olan göbeğin ucunda ise dikene benzeyen batıcı bir uca rastlanmaz. 3 - 5 mm uzunluğundaki, yumurta şeklindeki tohumların kanadı kendisinden üç, dört kat daha uzun ve kanatları tohumu kıskaç gibi sarmış durumdadır. Kozalaklar ikinci yılın sonbahar döneminde olgunlaşır. Kök sistemi ağacın fırtınalara dayanmasını olanak sağlayacak şekilde kuvvetlidir. Dik kökler derinlere gider, yan kökler uzak mesafelere kadar uzanır. Isı isteği çeşitli ırklara göre değişir. Çok soğuğa ve çok sıcağa karşı dayanıklıdırlar. Karasal iklime uygunluk arz ederler. Işık ihtiyacı fazladır, kuraldışı olarak yarıgölgede yetişebilir. Kumlu toprakların ağacıdır, mineral maddeler ve rutubet bakımından kanaatkâr ise de derin, gevşek, humuslu ve serin toprakları sever.

Pamay (1962) ise sarıçamın toprak isteği hakkında bu ağaç türünün memleketimizde çok ağır (kil) ve hafif (kum), derin ve sığ ve keza taşlı topraklar üzerinde, bazen turbalıklarda, kurak ve çok ıslak (batak) mevkilerde yetişmesi onun belirli bir toprak türüne bağlı kalmadığını belli etmesi bakımından önem taşır. Çeşitli sarıçam

meşcerelerinden alınan toprak profillerinde 5.50 ile 7.77 arasında değişen toprak asiditesi (pH) saptanmıştır (Pamay, 1962). Turbalık çevrelerde yetişebilmesi onun daha düşük pH kıymeti olan (daha asit karakterde) topraklarda da bulunabileceğini göstermektedir demektedir (Pamay, 1962). Saatçioğlu'da sarıçamın toprak bakımından isteksiz olduğunu genel sonucuna varılabileceğini söylemektedir.

Memleketimizin çeşitli bölgelerinde yetişen sarıçamlar, Avrupa'da olduğu gibi, yüksek dağlarda ve alçak yerlerde bulunduklarına göre başka başka fizyonomi arzederler (Kayacık, 1965).

2.2. Tohum Bahçeleri

Tohum üretimi nedeniyle ekolojik olarak daha uygun yerlerde kurulan, entansif bakım önlemleri yapıldığından tohum üretiminin kısa zaman dilimlerinde, daha bol, daha kolay ve ucuz yapılabildiği, istenmeyen polen kaynaklarından olabilecek seviyede korunmuş yerlerdir ve seçilmiş bireyler arasında döllenme gerçekleştiğinden genetik kazanç durumun tohum meşcerelerine nazaran daha yüksek olduğu tesislerdir (Turna, 2005). Tohum bahçeleri, irsel bakımdan daha yüksek nitelikli tohum elde etmek için, bir manada damızlık olarak seçilen üstün ağaçlardan alınan aşı kalemleriyle aşılanan fidanların meydana getirdiği bir çeşit meyve bahçesidir (Turna, 2005). Yaşlı ağaçlardan alınan aşı kalemleri ile aşılanan bu fidanlar yaşlı ağacın fizyolojik yaşını temsil ettiği için fidanlar çok erken yaşta kozalak ve tohum vermeye başlar (Turna, 2005). Fenotipik (dış görünüş) olarak diğerlerine göre daha üstün gözüktüğü ve daha iyi artım yaptığı için seçilen bu ağaçlar "plus ağaç" olarak isimlendirilmektedir (Turna, 2005).

Ağaçlandırma çalışmalarındaki başarıyı arttıran en mühim unsurlardan biri de üstün nitelikli tohum ve bu tohumlardan elde edilen fidanın kalitesidir (Şevik, 2005). Tohum bahçeleri, ağaç ıslahında tohum meşcerelerinin 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 bakımından, 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 yol olarak değerlendirilir (Bilir vd. 2008).

Sarıçam tohum bahçeleri Türkiye'de kurulan ilk tohum bahçelerinden biridir ve 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, tohum veriminin izlenmesi, tohum kayıplarının nedenlerinin tespiti son derece önemlidir (Sıvacıoğlu ve Ayan, 2008). Özellikle genç tohum bahçelerinin gelecekteki performanslarını tahmin etmek için kozalak, tohum ve polen üretimleri için araştırılma yapılmasına rağmen tüm tohum bahçeleri için genelleme olanağı sunmamaktadır (Hannerz vd. 2000). Bu nedenle farklı bölgelerdeki tohum bahçelerinde gerçekleştirilecek araştırmalara da ihtiyaç duyulmaktadır (Hannerz vd. 2000).

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

2.3. Tohum Bahçeleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

1995 senesinde Kastamonu ilinde 30 klon ile kurulan Taşköprü-Tekçam sarıçam klonal tohum bahçesinde kozalak ve tohum özellikleri bakımından klonal varyasyonun araştırıldığı çalışma sonucunda tohum bahçesindeki bütün kolanların ortalama tohum

verimi %17,7 bulunmuştur (Karakaya,2008). Bu ise sağlam tohum sayısının, kozalaktan elde edilebilecek toplam tohum sayısının (tohum potansiyeli) ancak %17,7'si olduğunu göstermektedir (Karakaya,2008). Tohum verimi açısından düşüklük söz konusu olup bu düşüklüğün nedeni klonlar arası çiçeklenme uyumsuzluğu olabileceği gibi tohum bahçesindeki polen yetersizliği vb. gibi nedenlerden de kaynaklanabileceği ortaya konulmuştur (Karakaya,2008). Bu nedenle çiçeklenme durumuna ilişkin araştırmalar yapılması, tohum verimini arttıracak metotlar denenmesi (gübreleme, hormonal işlemler, boğma, polen transferi vb.) tavsiye edilmiştir (Karakaya,2008).

Aynı tohum bahçesi üzerindeki diğer bir araştırma ise klonal tohum bahçesi üzerindeki çiçeklenme varyasyonudur. Tohum bahçesindeki klonların çiçeklenme fenolojisi 2006 ve 2007 yıllarında incelenmiş ve göstermiş oldukları farklılıklar belirlenmiştir (Çelik, 2009). 2006 ve 2007 senelerinde erkek çiçeklerin polen dağıtım dönemi, Mayıs - Haziran ortasıdır. Dişi çiçeklerin 2006 yılı polen kabul dönemi, Mayıs– Haziran ortası olarak belirlenmiş, 2007 yılında ise Mayıs– Haziranın ilk haftası arasında olduğu görülmüştür (Çelik, 2009). Erkek çiçeklerin polen dağıtım dönemi ile dişi çiçeklerin polen kabul dönemleri arasında her iki senede de hem zamanlama hem de süre yönünden bir uyum olduğu gözlemlenmiştir (Çelik, 2009).

Bu iki araştırma sonuçlarına göre Taşköprü-Tekçam sarıçam klonal tohum bahçesindeki tohum verimindeki düşüklük sebebinin klonlar arası çiçeklenme uyumsuzluğundan olmadığı sonucuna varılabilir.

Bir diğer araştırma konusu Taşköprü-Tekçam sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) klonal tohum bahçesinde ibre ve dal karakterlerine bağlı genetik varyasyonun belirlenmesidir. Çalışmada her bir klondan 5'er adet ağaç seçilmiş, her bir ağaçtan 3'er adet örnek toplanarak ölçümler gerçekleştirilmiştir (Şevik, Yiğit ve Topaçoğlu, 2015). Böylece 30 klon, 5 ramet, 3 örnek olmak üzere yaklaşık olarak 450 örnek üzerinde çalışma tamamlanmıştır (Şevik, Yiğit ve Topaçoğlu, 2015). Çalışmada, öncelikle arazide her bir örnek ağaç üzerindeki dal sayısı (DS), tomurcuk sayısı (TS), 1 ve 2 yaşındaki dalların uzunlukları (DU1 ve DU2), çapları (DC1 ve DC2) belirlenmiş daha sonra örnek dallar alınarak laboratuara getirilmiştir (Şevik, Yiğit ve Topaçoğlu, 2015).

Bu örnekler üzerinde; 1 cm uzunluğundaki dal üzerindeki ibre adedi (IA1 ve IA2), ibre boyu (IB1 ve IB2), ibre eni (IE1 ve IE2), ibre kalınlığı (IK1 ve IK2) ve kın kalınlığı (KK1 ve KK2) belirlenmiştir, böylece toplam 16 ibre ve dal morfolojik karakteri üzerinde çalışılmıştır (Şevik, Yiğit ve Topaçoğlu, 2015). Çalışma sonucuna göre, çalışılan karakterler bakımından klonlar arasında istatistikî olarak anlamlı düzeyde farklılıklar olduğu görülmüştür (Şevik, Yiğit ve Topaçoğlu, 2015). Bunun üzerine tüm verilere Duncan testi uygulanmıştır, test sonucunda homojen gruplar belirlenmiştir (Şevik, Yiğit ve Topaçoğlu, 2015). Çalışma sonuçları incelendiğinde klonların bütün karakterler açısından %99,9 güven düzeyinde anlamlı olarak farklılaştığı ve Duncan testi sonuçlarına göre de çok sayıda homojen grup oluşturdukları görülmüştür, bu durum tohum bahçesinde genetik çeşitliliğin yüksek olduğu şeklinde yorumlanabilir (Şevik, Yiğit ve Topaçoğlu, 2015).

2.4. Yaprak Alan İndeksi (YAİ)



Şekil 2.1. Yaprak alan indeksi (YAİ)

Yaprak alan indeksi (YAİ); Şekil 2.1. de gösterildiği gibi toprağın birim alanı (1 m^2) üzerindeki yaprakların bir yüzeyinin toplam alanını (m^2) anlatmaktadır (Kara, Şentürk, Bolat, Çakıroğlu, 2011). YAİ, meşcere kapalılık durumunu gösteren mühim bir değişkendir (Kara, Şentürk, Bolat, Çakıroğlu, 2011). YAİ, evapotranspirasyon, fotosentez, intersepsiyon ve kirleticilerin depolanması gibi farklı oluşumları kontrol

etmektedir (Kara, Şentürk, Bolat, Çakıroğlu, 2011). YAİ, ayrıca su ve karbon dolaşımı, meşcere içerisine kadar ulaşan ışık miktarı üzerinde de etkili olduğundan verimliliğin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Waring, 1983; Bonan, 1993; Jose ve Gillespie, 1997). Aynı iklim bölgesindeki meşcerelerde yapılan araştırma sonuçlarına göre toprak özellikleriyle yaprak alan indeksi arasında bir ilişki olduğu görülmektedir (Kara, Şentürk, Bolat, Çakıroğlu, 2011). YAİ değerlerine göre meşcere içine ulaşan ışık ve sıcaklığın değişmesi ile birlikte ölü örtü ayrışması ve buna bağlı olarak toprakların organik madde içeriği ve pH değerleri değişmektedir (Kara, Şentürk, Bolat, Çakıroğlu, 2011).

2.5. Yaprak Alan İndeksi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Eldivan Orman Fidanlığı'nda gerçekleştirilen çalışmada Anadolu Karaçamı ve Sarıçam fidanlarında, bitki yaprak alanı ve yaprak alanı endeksi değerinin; çap, boy, hacim ve ağırlık artımı üzerindeki etkileri incelenmiştir (Öner ve Çakır, 2006). Bu amaçla, araştırmada (2+0) yaşlı her iki türden 20'şer adet fidan kullanılmıştır (Öner ve Çakır, 2006). Seçilen fidanlarda, çap (mm), boy (cm), yaprak alanı (mm^2), gövde ve yaprak ağırlıkları (g) ölçülmüştür (Öner ve Çakır, 2006). Türlere ilişkin ölçü değerlerine ait aritmetik ortalama değerlerinin eşitliği, varyans analizi yöntemi ile belirlenmiştir (Öner ve Çakır, 2006). Elde edilen veriler, ağaç türlerinin ışık istekleri göz önüne alınarak değerlendirildiğinde, yaprak alanı ve yaprak alanı indekslerinin, yarı ışık ağacı (Anadolu Karaçamı) türünde, ışık ağacı (Sarıçam) türüne göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Öner ve Çakır, 2006). Yaprak alanı ve yaprak alanı indeksi bakımından, Anadolu Karaçamı'nın Sarıçam'a oranla yaklaşık iki kat fazla değere sahip olmasına rağmen Sarıçam'ın Anadolu Karaçamı'na göre daha iyi çap, boy, hacim ve ağırlık artışı gösterdiği saptanmıştır (Öner ve Çakır, 2006). Fidanlarda 1 gram yaprağın çap artım gücü, Anadolu Karaçam'ı fidanlarında daha fazla olmasına rağmen, boy, hacim ve ağırlık artım güçleri Sarıçam fidanlarında daha yüksek bulunmuştur (Öner ve Çakır, 2006). Birim alan (1 mm^2) yaprak başına çap ve boy artım gücü Sarıçam fidanlarında daha yüksektir (Öner ve Çakır, 2006). Hacim ve ağırlık artımları bakımından ise fidanlar arasında farklılık bulunmamaktadır (Öner ve Çakır, 2006).

Bozdağ (Denizli) yöresindeki kızılçam ve karaçam meşcerelerinde yaprak alanı indeksi ve bazı meşcere özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır (Özbayram, Çiçek ve Yılmaz, 2015). Regresyon analizine göre, YAİ değeri kızılçamda dallı gövde yüksekliği, yaş, üst boy, orta çap, göğüs yüzeyi ve ölü örtü kalınlığı arasında pozitif yönde, karaçamda ise sadece yaş ve orta çap ile negatif yönde anlamlı ilişkiler göstermiştir (Özbayram, Çiçek ve Yılmaz, 2015). Araştırma sonucuna göre benzer yetişme koşullarındaki farklı türlerin meşcere tiplerinin YAİ üzerinde etkili olduğunu ve YAİ ile ölçülen meşcere özellikleri arasındaki ilişkinin türlere göre değişebileceğini göstermektedir (Özbayram, Çiçek ve Yılmaz, 2015).

Düzce yöresindeki iki ayrı saf doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky) meşcerelerinde uygulanan üç farklı aralama şiddetinin yaprak alan indeksine etkisi araştırılmıştır (Özbayram, 2018). Aralama ile göğüs yüzeyinin %0'ı (kontrol), %27'si (mutedil) ve %40'ı (kuvvetli) meşcereden çıkartılmıştır (Özbayram, 2018). Kuvvetli işlemde aralamayla önemli ölçüde azalan yaprak alan indeksi, aralamadan üç dört yıl sonra başlangıçtaki değerine ulaşmıştır (Özbayram, 2018). Sonuç olarak, aralama şiddetine göre azalan yaprak alan indeksi, yağışa da bağlı olarak, kısa süre içerisinde eski değerine ulaşabilmektedir (Özbayram, 2018). Bu kalan ağaçların daha fazla tepe tacı yayması ve yaprak üretmesiyle açıklanabilir (Özbayram, 2018).

Yarıküresel fotoğraflar yardımıyla farklı meşcerelerdeki (kayın, göknar ve göknar-kayın) yaprak alan indeksi değerleri araştırılmıştır (Kara, Şentürk, Bolat ve Çakıroğlu, 2011). Varyans analizi sonucuna göre; meşcerelerin yaprak alan indeksi değerleri istatistiksel olarak anlamlı oranda ($P<0.05$) farklılık göstermektedir (Kara, Şentürk, Bolat ve Çakıroğlu, 2011). Araştırma sonuçları, aynı yetişme ortamı koşullarında, meşcere tipinin yai üzerinde etkili olduğunu böylece fotosentez, transpirasyon, intersepsiyon ve evaporasyon gibi süreçleri de değiştirdiğini göstermektedir (Kara, Şentürk, Bolat ve Çakıroğlu, 2011). Ayrıca, farklı meşcere tiplerine ait YAİ değerleri üzerinde ağaç türüne bağlı faktörlerin etkisinin toprak özelliklerinden daha önemli olduğunu göstermektedir (Kara, Şentürk, Bolat ve Çakıroğlu, 2011).

2.6. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR)

Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR), bir saniye boyunca bir metrekare alana düşen ışığın parçacıkları sayısıdır (URL-6). PAR'ın fraksiyonu (fPAR), uzaktan algılamada ve bitkilerin kullandığı PAR kısmını gösteren ekosistem modellemesinde kullanılan bir parametre olup fPAR, ekosistem modellerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (URL-6). Çünkü yeryüzünün yüzeyi ile atmosfer arasındaki enerji, su buharı, karbondioksit değişimleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (URL-6). Yağış ve sıcaklık, bitkiler tarafından absorbe edilen PAR oranını belirleyen başlıca etkenlerden iki tanesidir (URL-6). Biyokütle üretiminin ölçülmesinde önemli bir parametredir, çünkü bitki örtüsü gelişimi, radyan enerjinin bitki örtüsü tarafından emildiği oran ile ilgilidir (URL-6). fPAR, Fotoğraf 2.1. de görüldüğü gibi el aletleri ile zeminden ölçülebilir ya da büyük uzaysal ölçekler üzerinden uydu görüntülerinden çıkarılabilir (URL-6).



Fotoğraf 2.1. Yaprak alan indeksi (YAİ) ve PAR ölçümü

2.7. Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR) İle İlgili Yapılan Çalışmalar

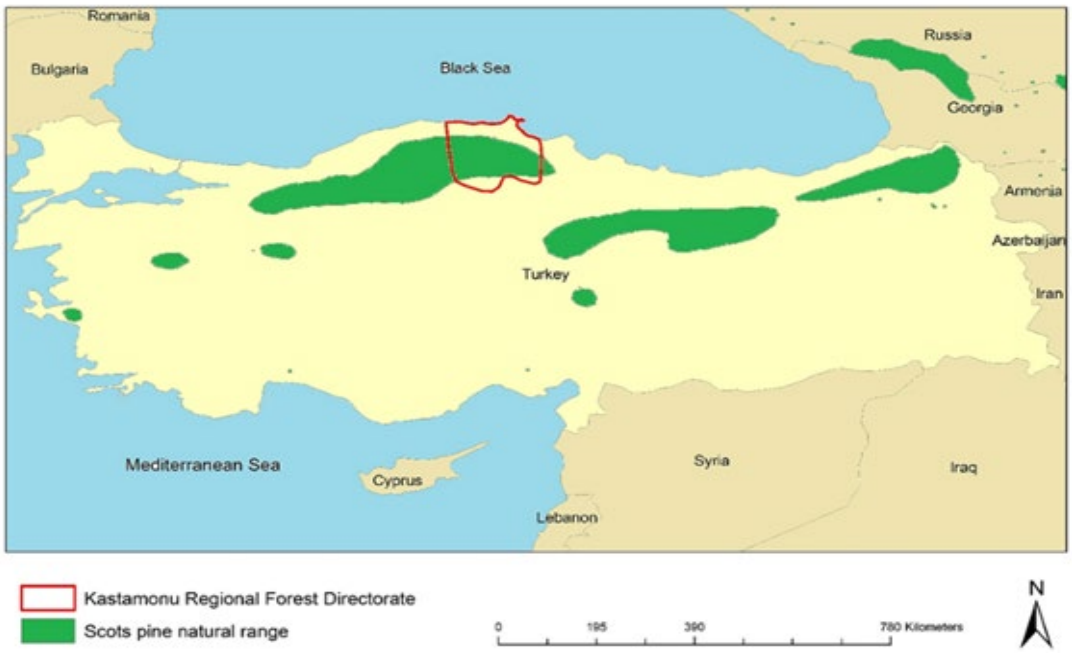
Envısat MERIS uydu verileri kullanılarak yapılan Seyhan yukarı havzası ormanlarında meşcere kapalılığının haritalanması için yapılan çalışmada ağaç kapalılığının yüksek doğrulukta hesaplanabilmesi için fotosentetik yönden aktif radyasyon bir değişken olarak kullanılmıştır (Dönmez, 2008). Her ay için PAR değerleri hesaplanmıştır ve MERIS standart bant düzeni üzerine çalışmanın doğruluğunu artırmak için ilave metrik olarak eklenmiştir (Dönmez, 2008).

Farklı güneşlenme şartlarına sahip 'Tombul' ve 'Palaz' fındık çeşitlerine ait bahçelerde verim ve bazı kalite özelliklerinin değişimlerini belirlemek amacıyla yürütüle çalışma 2016 yılında Ordu'nun Fatsa ilçesinde gerçekleştirilmiştir (Şen, 2018). Yüksek düzeyde güneşli (% 100 PAR), orta düzeyde güneşli (% 66.34 PAR) ve düşük düzeyde güneşli (% 49.93 PAR) 3 bahçede bir vejetasyon periyodu içinde yürütülmüştür (Şen, 2018). Çalışma sonucunda, her iki çeşitte de bahçelerin güneşlenme düzeylerinin verim ve bazı önemli kalite özelliklerine önemli etki ettiği; ışıklanma azaldıkça verimin 'Tombul' çeşidinde % 58.44, 'Palaz' çeşidinde % 63.91'e kadar azaldığı; ışıklanma arttıkça sağlam meyve oranının 'Tombul' çeşidinde % 24.97, 'Palaz' çeşidinde % 32.55E kadar arttığı belirlenmiştir (Şen, 2018).

3. MATERYAL

3.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Bu çalışma Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde kalan Taşköprü-Tekçam Bölgesindeki tohum bahçesinde 2017 yılında yapılmıştır. Tohum bahçesi 1.2 Islah zonunda yer almaktadır (Topaçoğlu ve Göztaşı, 2019). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü tarafından "151 nolu sarıçam tohum bahçesi" olarak kurulmuştur, 1995 yılında Araç-Dereyayla Sarıçam tohum meşceresinden seçilen 30 adet plus ağaçtan alınan aşı kalemleri ile tesis edilmiştir (Topaçoğlu ve Göztaşı, 2019). Ağaç dikim mesafesi 6 x 6 m olup ilk tohum hasadı 2003 yılında gerçekleştirilmiştir (Topaçoğlu ve Göztaşı, 2019). Kuzeybatı bakıda 1160 m rakımda kurulmuştur (Topaçoğlu ve Göztaşı, 2019). Yıllık yaklaşık sıcaklık 9,7°C, yıllık yaklaşık yağış 437,6 mm, toprak kumlu balçık, kumlu killi balçık ve killi balçık tekstüründe olup pH değeri 5,50 ile 6,80 arasında değişmektedir (Anonim-2). Vejetasyon dönemi Mayıs ayının ilk haftasında başlamakta ve 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 kaldırılmasıyla diri örtü mücadelesi yapılmaktadır (Topaçoğlu ve Göztaşı, 2019). Sarıçamın Türkiye ve yakın çevresindeki yayılışı ile Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki alanını Harita 3.1. göstermektedir (Kara ve Topaçoğlu, 2018).



Harita 3.1. Sarıçamın Türkiye ve yakın çevresindeki yayılışı ile Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü sınırı (Kara ve Topaçoğlu, 2018).

3.2. Örnek Ağaçların Seçilmesi

Araştırma ve ölçüm alanı olarak Kastamonu-Taşköprü ilçesi içerisindeki Taşköprü-Tekçam Klonal Tohum Bahçesi seçilmiştir. Alanın krokisi dikkate alınarak 30 klonun her bir klon numarası için 5 adet olmak üzere rastgele yapılan seçimlerle toplamda 150 adet örnek ağaç seçilmiştir. Bu seçimler yapılırken bahçe içerisinde homojen bir dağılım olmasına dikkat edilmiştir.

4. YÖNTEM

Birçok araştırmalarda meşcerelerdeki kozalak üretiminin doğru bir şekilde değerlendirilmesinin oldukça zor bir işlem olduğu belirtilmektedir (Mukassabi, 2012). Sıvacıoğlu ve Ayan (2008), tohum bahçelerindeki tohum üretim/veriminin değerlendirilmesinde farklı tekniklerin uygulandığını belirtmiştir. Bu çalışmada her klondan (toplam 30 klon) 5 adet ramet rastgele seçilerek toplam 150 rametteki 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 Fotoğraf 4.1. de görüldüğü gibi gerçekleştirilmiştir. CI-110, yaprak alanının hesaplandığı 150 derecelik bir balıkgözü görünümünde mercek aracılığıyla görüntüsünü alır (Geiger vd. 2011). Her bir ağacın altında 1 m yükseklikte ölçüm gerçekleştirilmiş ve ölçümler, 11:00 ile 14:00 arasında neredeyse bulutsuz günlerde gerçekleştirilmiştir. PAR ölçümleri de yine CI-110 Plant Canopy Imager (CID Bio-Science Inc., Washington, ABD) kullanılarak ölçülmüştür. Klonlar üzerinde göğüs çapı ($d_{1,30}$), YAİ, PAR ve kozalak sayısı arasındaki ilişki, Poisson Regresyon analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Benzeri çalışmalar da Poisson Regresyon analizinin kullanılmasını önermektedir (Rodriguez 2007). İstatistik analizler ise 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 (Sıvacıoğlu, 2010).



Fotoğraf 4.1. Örnek ağaçların ölçümünün yapılması

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma alanında elde edilen veriler Tablo 5.1'de gösterilmiş olup tablo incelendiğine araştırma alanında klonlarda ölçülen göğüs yüzeyi çapının 14,8 ile 30,9 cm arasında değiştiği görülmektedir. En düşük göğüs çapı 32 numaralı klonda ölçülürken, en yüksek göğüs çapı 37 numaralı 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 numaralı klonda ölçülmüş, en yüksek YAİ değeri ise 22 numaralı klonda ölçülmüştür. Kozalak sayısı ise 21 ile 2132 adet arasında değişmektedir. En düşük kozalak sayısı 12 numaralı klonda ölçülmüşken, en yüksek kozalak sayısı ise 24 numaralı klonda ölçülmüştür. Ortalama PAR değeri 203.89 olarak hesaplanmıştır. Minimum PAR 24.1 değer ile 24 numaralı klonda ölçülmüş olup maksimum PAR 732.7 değer ile 32 numaralı klondadır. Klonlardaki ortalama kozalak sayısının yüksek olmadığı görülmektedir. Bilir ve diğerlerinin 2008'de yapmış olduğu çalışmada da 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 5.1. *Göğüs yüksekliğindeki çap, YAİ 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
YAİ	0.72	2.18	1.4	0.31
Kozalak Sayısı	21	2132	627	604
PAR	24.1	732.7	203.89	147

Araştırma alanından elde edilen verilerin istatistik olarak değerlendirilmesi sonucunda klonlardaki kozalak sayısının YAİ, ağaç çapı ve klonlara göre değişimi incelendiğinde kozalak sayısı ile yaprak alanı indeksi ve klonlar arasında istatistiksel bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur ($p<0.05$) (Tablo 5.2). YAİ değerleri, ekosistemler arasında büyük değişkenlik göstermektedir. Kurak alanlarda bu değerin 1 m^2 m^{-2}'nin altında olduğu ifade edilmektedir (Kozlowski vd. 1991). Araştırma alanının yıllık yağış miktarı 437,6

mm ve yarı kurak alan iklim tipinde olduğu göz önüne alındığında, Kozlowski vd. (1991) ile ölçülen YAİ değerleri, uygunluk göstermektedir. Başka bir çalışmada (Dantec vd. 2000), farklı meşcerelerdeki (kayın, meşe ve kayın-meşe) tek bir ağacın toplam yaprak alanı ile göğüs yüksekliğindeki çap arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, yapılan bu çalışmada YAİ değerleriyle göğüs çapı arasında anlamlı bir bağ bulunamamıştır ($p>0.05$). 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 bu çalışmada YAİ ile klonlarda ölçülen kozalak adedi arasında anlamlı bir bağ bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 5.2). Nitekim, ağaçlardaki YAİ'nin artması ağacın verimliliği ile doğrudan ilişkilidir. Bir ağacın kozalak veriminin klonlara göre de farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Tablo 5.2). Kalın çaplı ağaçlar ve serbest büyüyen ağaçların daha fazla kozalak ve tohum ürettiği belirtilmektedir (Krannits ve Duralia, 2004). PAR ile kozalak verimi arasındaki ilişki incelendiğinde ise PAR ile kozalak verimi arasında istatistiksel olarak herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 5.2. *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}
YAİ	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 Tablo 5.3'de gösterilmiştir. Tablo 5.3'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;YAİ 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 bildirmiştir. Topaçoğlu vd. (2017), Kızılçam tohum meşcerelerinde yapmış olduğu çalışmada morfolojik özelliklere göre H^2 değerinin 0.10-0.73 arasında değiştiğini bildirmektedir. Çalışmaya konu olan tohum bahçesinde yapılan başka bir çalışmada ise 21 adet morfolojik karakter değerlendirilmiş ve H^2 değerinin 0,26 ile 0,63 arasında değiştiği belirlenmiştir (Sıvacıoglu, 2010). Bu sonuçlara göre kalıtsallık değerinin, çalışmaya konu olan karakterlerden sadece kozalak sayısı bakımından yüksek düzeyde olduğu, özellikle YAİ 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; Sıvacıoğlu, 2010).

Tablo 5.3. *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
YAİ	0,103	0,096	0,001	0,096	0,01	0,07
Kozalak Sayısı	642252	301967	48612,21	301966,9	0,14	0,53

6. SONUÇ

Çalışma sonucunda, elde edilen verilerin istatistik olarak değerlendirilmesi neticesi ile, ölçülen karakterlerin klon bazında önemli ölçüde değiştiği, kozalak sayısı ile YAİ ve klonlar arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde ($p<0.05$) bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Kalıtsallık değerleri ise en yüksek kozalak sayısında elde edilmiş olup, YAİ bakımından elde edilen değerler, ortalamanın çok altında kalmıştır. YAİ değerleri ekosistemler arasında büyük değişkenlik göstermekte olup, kalıtsallık değeri oldukça düşük olmasına rağmen, ağaçların gelişimini önemli bir ölçüde etkilemektedir. Ancak, uygulamada tohum bahçelerinde kozalak hasadının kolaylaştırılması amacıyla yapılan budama çalışmaları, yaprak alanı indeksinin önemli ölçüde azalmasına sebep olmaktadır. Oysaki YAİ ağacın verim potansiyelini belirleyen en önemli faktörlerden bir tanesidir. Çevre şartları, bol tohum yılı, çiçeklenme ve tozlaşma dönemindeki çevre şartları, iklim gibi dış etkenler ile genetik iç etkenler çerçevesinde kozalaktaki verim miktarında değişiklik veya dalgalanmalar meydana gelebilir. Bu hususlar göz önünde tutularak kozalak ve tohum veriminin yüksek olması istenen tohum bahçelerinde yaprak alan indeksi değerini arttırıcı budama çalışmaları tekniğinin ortaya konması gerekmektedir.

Yapılan bu çalışma tek bir sene içinde alınan veriler ile gerçekleştirilmiş olması nedeniyle kesin bir sonuç vermemektedir. Çevre şartları, bol kozalak yılı gibi etkenlere de bağlı olarak değişen kozalak sayısı değerleri ile yaprak alan indeksi arasındaki ilişkide genel bir sonuca varabilmek adına birbirini takip eden yıllar içerisinde gerçekleştirilen sayımlar ve yıllara göre değişime dikkat edilerek yapılan karşılaştırma bizi daha net bir sonuca vardırabilir.

Daha net bilgi sağlamak ve genel bir yorumda bulunabilmek için araştırmanın birbirini takip eden yıllar içerisinde tekrarı yeni bir çalışma konusu olabilir. Tohum bahçelerinde verimi arttırmaya yönelik yapılması düşünülen budama çalışmalarının nasıl yapılması gerektiği hakkında bir çalışma da yaprak alan indeksi ve verim arasındaki ilişkiyi aydınlatıcı bir çalışma olacaktır.

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., Sabuncu, 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. Šumarski list, 5–6: 269–282.

Alemdağ, Ş. (1967). Türkiye'de ki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten Serisi No.20. Güzel İstanbul Matbaası. Ankara

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-1 (2015). Türkiye orman varlığı 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anonim-2 (2001). Working report of 2000 and working plan of 2001, The Research Directorate of Forest Tree Seeds and Tree Breeding publishers, Ankara, Turkey.

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 Scinces*, 15, 1075-1079.

Boydak, M., & Çalışkan, S. (2014). Ağaçlandırma. Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yayınları. Ankara, pp: 714.

Chen, J.M., & 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.

Çelik, D.A. (2009). *Pinus sylvestris* L. Klonal Tohum Bahçesinde Çiçeklenme Varyasyonu. *Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi*, 2009, 9 (1): 25-34

Dantec, V.L., 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.

Dönmez, C. (2008). Envısat Merıs Uydu Verileri Kullanılarak Seyhan Yukarı Havzası Ormanlarında Meşcere Kapalılığının Haritalanması, Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst.

Geiger, E.L., Gotsch, S.G., Damasco, G., Haridasan, M., Franco, A.C., & Hoffmann, W.A. (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.

Giray, N. (1993). Sarıçam. El Kitabı Dizisi:7. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Muhtelif Yayınlar Serisi:67. Ankara

Güney, D. (2015). Tohum ve Fidanlık Tekniği. Karadeniz Teknik Üniversitesi. 2015-2016 Güz Dönemi Silvikültür Konu Anlatım Slaytı

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, Göknar ve Göknar-Kayın Meşcerelerinde Yaprak Alan İndeksi ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 61 (1), 47-54. Retrieved from http://dergipark.org.tr/jffiu/issue/18779/197971

Karakaya, S. (2008). Taşköprü-Tekçam Sarıçam *(Pinus silvestris L.)* Tohum Bahçesinde Kozalak ve Tohum Özellikleri Yönünden Klonal Varyasyonlar. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara

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.

Kozlowski, T. T., Kramer, P.J., & Pallardy, S.G. (1991). The Physiological Ecology of Woody Plants. Academic Press, New York, 657 pp.

Krannits, P.G., & Duralia, T.E. (2004). Cone and seed production in *Pinus ponderosa*: a review. West North Am Nat 64:208–218.

Masters, C.J. (1981). Weyerhaeuser's seed orchard program. pp. 60-70. In: D .F.W. Pollard, D.G.W. Edwards, and C .W. Yeatman (Eds) Proc.l8th Mtg. Can. Tree Improvement Assoc. Part 2. Environ. Can., Can. For. Serv., Ottawa.

Matziris, D. (1984). Genetic variation in morphological and anatomical needle characteristics in the black pine of Peloponnesos. Silvae Genetica, 33(4-5), 164-169.

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.

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.

Mukassabi, T.A., Polwart, A., Coleshaw, T., & Thomas, P.A. (2012). Scots pine seed dynamics on a waterlogged site. Trees, 26(4), 1305-1315.

Norman, J.M., & Campbell, G.S. (1989) Canopy Structure. In: Plant Physiological Ecology, Field methods and instrumentation. (eds. R. W. Pearcy, . Ehleringer, H.A. Moorney and P.W. Rundel), Chapman & Hall, London and New York, pp. 301-325

OATIAM. (2018). Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, https://ortohum.ogm.gov.tr/SitePages/OGM/OGMDefault.aspx, Erişim: 07,11,2018.

Öner, N., & Çakır, M. (2006). Yaprak Alanının Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra subsp. nigra var. caramanica*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarında Bitki Çap, Boy, Hacim ve Ağırlık Artımı Üzerine Etkileri. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 6 (2), 167-178

Özbayram, A., Çiçek, E., & Yılmaz, F. (2015). Kızılçam ve Karaçam Meşcerelerinde Yaprak Alanı İndeksi (YAİ) ile Bazı Meşcere Özellikleri Arasındaki İlişkiler . *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*. 2015; 15(1): 78-85

Özbayram, A. (2018). Doğu Kayını Meşcerelerinde Aralamanın Yaprak Alan İndeksine Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20 (3), 590-598. Retrieved from http://dergipark.org.tr/barofd/issue/38873/437570

Philipson, J.J. (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.

R. D. C. T. (2010). R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Rodríguez, G. (2007). Lecture notes on generalized linear models. Available at http://data.princeton.edu/wws509/notes/.

Ross, S.D. (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.

Running, S.W., Nemani, R.R., Peterson, D.L., Band, L.E., Potts, D.F., Pierce, L.L., & Spanner, M.A. (1989). Mapping regional forest evapotranspiration and photosynthesis by coupling satellite data with ecosystem simulation. Ecology, 70(4), 1090-1101.

Sıvacıoğlu, A. (2010). Genetic variation in seed and cone characteristics in a clonal seed orchard of Scots pine (*Pinus sylvestis L.*) grown in Kastamonu-Turkey. Romanian Biotechnological Letters, 15(6): 5695-570.

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).

Stanley, R.G. (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.

Şen, Y. (2018). Farklı Güneşlenme Şartlarının Tombul ve Palaz Fındık Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst.

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.

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.

Şevik, H., Yiğit, N., & Topaçoğlu, O. (2015). Taşköprü-Tekçam Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) Konal Tohum Bahçesinde İbre ve Dal Karakterlerine Bağlı Genetik Varyasyon. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences* 1(1):23-32.

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.

Topaçoğlu, O., & Göztaşı, S.M. (2019). Sarıçam Tohum Bahçesinde Yaprak Alanı İndeksi (YAİ) ile Göğüs Çapı, Kozalak Verimi ve Kalıtsallık İlişkisinin Belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*,2019, 21(1):215-220

Turna, İ. Ağaç Islahı. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Ders Slaytı

URL-1. Yaprak alan indeksi, 14/02/2018 tarihinde https://www.hzafercan.com/2018/09/yaprak-alan-indeksi.html?m=1 adresinden alınmıştır.

URL-2. Yaprak Alan İndeksi, 03/02/2018 tarihinde wiki.landscapetoolbox.org adresinden alınmıştır.

URL-3. Sarıçam Botanik Özellikleri, 25/02/2018 tarihinde www.1bilgi.com adresinden alınmıştır.

URL-4. Asli Ağaç Türleri 02/03/2018 tarihinde www.ogm.gov.tradresinden alınmıştır.

URL-5. Türkiye Orman Varlığı, 13/05/2019 tarihinde www.ogm.gov.tr adresinden alınmıştır.

URL-6. PAR Fotosentetik Aktif Radyasyon, 14/05/2019 tarihinde https://tr.orphek.com/par-photosynthetically-active-radiation/ adresinden alınmıştır.

Warren, C.R., & Adams, M.A. (2000). Trade-offs between the persistence of foliage and productivity in two *Pinus species*. Oecologia, 124(4), 487-494.

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Sibel Mukaddes GÖZTAŞI
Doğum Yeri ve Yılı :Silifke-1992
Medeni Hali :Bekâr
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :g.sibelmukaddes@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise :Silifke Ertan Cüceloğlu Lisesi, 2010
Lisans : Kastamonu Üniversitesi Orman Mühendisliği Bölümü, 2014