

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOĞAL KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) MEŞCERELERİNDE ORMAN
YETİŞME ORTAMLARININ VERİMLİLİK MODELLEMESİ

İbrahim KETEN

Danışman
Doç. Dr. Serkan GÜLSOY

ISPARTA – 2019



© 2019 [İbrahim KETEN]

TEZ ONAYI

DOĞAL KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) MEŞCERELERİNDE ORMAN YETİŞME ORTAMLARININ VERİMLİLİK MODELLEMESİ

İBRAHİM KETEN tarafından hazırlanan bu tez çalışması aşağıdaki tarafından Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Orman Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Doç. Dr. Serkan GÜLSOY

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

İmza



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi M. Güvenç NEGİZ

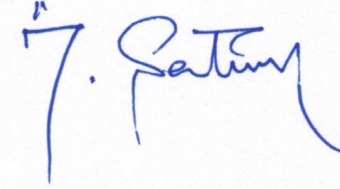
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Özdemir ŞENTÜRK

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Enstitü Müdürü

.....

ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezime ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

01/07/2019

İbrahim KETEN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Araştırma Alanına Ait Veriler.....	17
3.1.1. Coğrafi konum.....	17
3.1.2. Jeolojik ve jeomorfolojik yapı.....	18
3.1.3. İklim özellikleri.....	19
3.1.4. Bitki örtüsü.....	22
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Arazi çalışmaları.....	23
3.2.2. Laboratuvar çalışmaları.....	26
3.2.3. Büro çalışmaları ile bazı tanımlayıcı değişkenlerin türetilmesi.....	28
3.2.4. İstatistiksel değerlendirmeler.....	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	34
4.1. Çalışmaya Ait Ham Bulgular.....	34
4.2. İstatistiksel Bulgular.....	41
4.2.1. Korelasyon analiz yöntemleri ile ikili ilişkiler ve faktör analizi.....	41
4.2.2. Aşamalı çoklu regresyon analizi.....	46
4.2.3. Logistik regresyon analiz uygulaması.....	53
4.2.4. Regresyon ağacı tekniği uygulaması.....	59
4.2.5. Bonitet sınıfları için gösterge bitki türlerinin tespiti.....	61
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	63
KAYNAKLAR.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	82

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOĞAL KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) MEŞCERELERİNDE ORMAN YETİŞME ORTAMLARININ VERİMLİLİK MODELLEMESİ

İbrahim KETEN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Serkan GÜLSOY

Bu çalışma Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında kızılçam ormanlarının verimliliği ile çevresel değişkenler arasındaki ilişkilerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla insan baskısından uzak ve farklı yükseltilerde tespit edilen 51 adet doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcere alanlarında envanter çalışması yapılmıştır. Çalışmada ilk olarak her meşcere de 3 farklı plus ağaç (bonitet ağacı) seçilerek yaş ve boy ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 75 yaşa göre bonitet endeks değerleri hesaplanmıştır. Ardından kızılçamın verimlilik-çevre ilişkilerini ortaya koyabilmek için Pearson ve Spearman korelasyon analizleri uygulanmıştır. Model olarak aşamalı çoklu regresyon analizi, logistik regresyon analizi ve regresyon ağacı tekniği ile 3 farklı model elde edilmiştir. Ayrıca kızılçam türünün verimliliği için gösterge olabilecek bitki türlerini belirlemek amacıyla spearman korelasyon analizi uygulanmıştır. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre kum, alt yamaç ve düz arazi değişkenleri, logistik regresyon analizi sonuçlarına göre iskelet içeriği, alt yamaç, düz arazi, çakıлтаşı değişkenleri ve regresyon ağacı tekniği sonucunda ise kum, düz arazi ve alt yamaç değişkenleri kızılçamın verimliliğini yapılandıran değişkenler olduğu tespit edilmiştir. Tüm analizlerden elde edilen ortak sonuç, yörede kum değerlerinin %40'tan düşük, düz arazi yüzey formuna sahip ve alt yamaç arazilerin türün verimliliğine en uygun alanlar olduğudur. Çalışmada son olarak *Arbutus andrachne* ve *Quercus cerris* L. türleri ile pozitif; *Asphodelus aestivus* Brot. ve *Osyris alba* L. türleri ile türün verimliliği arasında negatif ilişki tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarının yöredeki kızılçam ormanlarına yönelik yönetim ve sürdürülebilirlik planlarında ülke ormancılığı adına faydalar sağlayacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kızılçam, Bonitet endeksi, Çevresel faktörler, Ekolojik modelleme

2019, 82 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

MODELLING FOREST SITE PRODUCTIVITY IN NATURAL RED PINE (*Pinus brutia* Ten.) STANDS.

İbrahim KETEN

Isparta University of Applied Sciences
The Institute for Graduate Education
Department of Forest Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serkan GÜLSOY

In this study, the relationships between the productivity of red pine forests and the environmental variables were investigated in Antalya-Düzlerçamı district. For this purpose, inventory study was performed to 51 natural red pine (*Pinus brutia* Ten.) stands specified at different altitudes away from human pressure. Age and heights for 3 different plus trees (bonitet tree) in each stand were measured. Then, site index (top height) value of each stand was calculated on 75-year basis by using one way volumetable of red pine. In order to reveal the productivity-environment relationships of red pine, correlation (Pearson and Spearman) analysis was used for determining binary linear relation multiple-regression analysis, logistic regression and regression tree method was employed respectively during the productivity modeling stage. Furthermore, spearman correlation analysis was applied to determine plant species that may be indicative of the productivity of red pine species. As a result of the applied multiple regression analysis; sand, lower slope and straight land variables are statistically significant for the productivity of this species. According to logistic regression analysis, skeletal content, lower slope, straight land, conglomerate variables are statistically significant for the productivity of this species. As a result of the regression tree technique, sand, straight land and lower slope variables are statistically significant for the productivity of this species. The common finding of all analyzes is that the values found in sand, straight land and lower slope lands below 40% are the most suitable yields. Finally in this study, It is determined that *pinus brutia* is positive with Arbandr and Quecerr types, but it is negative with Aspaest and Osyalba types It is suggested. It is estimated that the results of the study will be beneficial for the forestry of the country in the management and sustainability plans for the red pine forests in the region.

Keywords: Brutian pine, Site index, Environmental factors, Ecological modelling

2019, 82 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan, bana yol gösteren değerli Danışman Hocam Doç. Dr. Serkan GÜLSOY'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Orman Yüksek Mühendisi Tunahan ÇINAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın laboratuvar ve büro çalışmaları kısmında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam, Doç. Dr. Ahmet MERT'e, Dr. Öğr. Üyesi. Özdemir ŞENTÜRK'e, Araştırma Görevlisi Ali ŞENOL'a, Öğretim Görevlisi Serkan ÖZDEMİR'e, Öğretim Görevlisi Esra Özge AYGÜL'e, Orman Yüksek Mühendisi Aslan MERDİN'e, Orman Yüksek Mühendisi Tunahan ÇINAR'a, Orman Yüksek Mühendisi Merve BAŞ'a ve Orman Mühendisi Kubilay YATMAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tez süresince manevi desteklerini hiç esirgemeyen başta değerli hocam Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN'a, Doç. Dr. Yasin KARATEPE'ye, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Güvenç NEGİZ'e Dr. Öğr. Üyesi Halil SÜEL'e, Orman Yüksek Mühendisi Alican Çıvga'ya teşekkür ederim.

FYL-2018-5728 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tez çalışmamda 2237-A kapsamında desteklenen 1059B291700280 Nolu Analitik Doğa- Kümeleme ve Ordinasyon Teknikleri, 1059B291700839 Nolu Doğal Ekosistemler İçin CBS ve Uydu Görüntüleri Kullanılarak Çevresel Altlıkların Hazırlanması, 1059B291700039 Nolu Biyolojik Çeşitlilik Ölçüm Süreçleri: Envanter, Veri Transferi ve Hesaplama Teknikleri projelerinden edindiğim bilgilerden yararlandım. Ayrıca örnek alanların seçimi konusunda TOVAG-1001 kapsamında desteklenen 2140248 Nolu Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda Alageyik (*Cervus dama* L.) Populasyonlarını ve Habitatını Koruma-Geliştirme Yöntem ve Stratejilerinin Araştırılması projesinden yararlandım. İlgili projelerde görev alan tüm eğitmen hocalarıma ve TÜBİTAK'a teşekkür ederim. İlgili projelerde görev alan tüm eğitmen hocalarıma ve TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Son olarak, varlığını her zaman yanımda hissettiğim beni yalnız bırakmayan, maddi ve manevi desteğini bir an olsun esirgemeyen ve bugünlere ulaşmamı sağlayan babam Cemal KETEN'e ve annem Gülüzar KETEN'e sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

İbrahim KETEN
ISPARTA, 2019

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Çalışma alanı Düzlerçamı yöresine ait yer gösterir harita	17
Şekil 3.2. Düzlerçamı yöresinde aylara ait su bilançosu grafiği	21
Şekil 3.3. Örnek alanda Blume Liess ile boy, artım burgusu ile yaş ölçümü	24
Şekil 3.4. Örnek alanda toprak derinliği ve ölü örtü kalınlığı ölçümleri	24
Şekil 3.5. Arazide bazı fizyoğrafik değişkenlere ilişkin ölçümler	25
Şekil 3.6. Laboratuvarda toprak analizlerine ilişkin işlemlerden örnek fotoğraflar	27
Şekil 3.7. İklim değişkenlerine ait sayısal altlıklara ait görünüm	28
Şekil 3.8. Bazı topoğrafik değişkenlerine ait sayısal altlık görünümleri	29
Şekil 3.9. Radyasyon ve sıcaklık değişkenlerine ait sayısal altlık görünümleri...	31
Şekil 4.1. Kızılçam türünün bonitet sınıflarına göre dağılımı (%)	35
Şekil 4.2. Şekil 4.2. Kum, toz ve kil yüzdelerine göre belirlenen toprak türleri (%)	36
Şekil 4.3. Çalışma yapılan örnek alanlarda belirlenen kayaç formasyonları (%)	37
Şekil 4.4. Örnek alanların yüzey şekillerine göre dağılımı (%)	37
Şekil 4.5. Örnek alanların yamaç konumu itibariyle dağılımı (%)	38
Şekil 4.6. Örnek alanların arazi yüzey formu yönünden dağılımı (%)	38
Şekil 4.7. Örnek alanlarda teşhis edilen bitki türlerine ait frekans değerleri (%)	41
Şekil 4.8. Aşamalı çoklu regresyon analizi için elde edilen Cook benzeşmezlik grafiği (51 örnek alan için)	48
Şekil 4.9. Aşamalı çoklu regresyon analizi için elde edilen Cook benzeşmezlik grafiği (49 örnek alan için)	50
Şekil 4.10. Aşamalı çoklu regresyon analizi için elde edilen Cook benzeşmezlik grafiği (47 örnek alan için)	52
Şekil 4.11. Kızılçam türü 5 aşama logistik regresyon modeli için eğitim ve test veri seti ROC değerleri	59
Şekil 4.12. Kızılçam türü için oluşan regresyon ağaç modeli	60
Şekil 4.13. Regresyon ağacı modelinde yer alan değişkenlerin katkı düzeyleri	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Thornthwaite yöntemine göre Düzlerçamı Yöresi su bilançosu değerleri.....	20
Çizelge 3.2. İstatistiksel değerlendirme öncesi değişkenlere ait kodlar	32
Çizelge 4.1. Örnek alanlara ait bonitet ve çevresel değişkenlere ait ortalama değerler	34
Çizelge 4.2. Çalışma alanı kapsamında yörede tespit edilen bitki tür listesi ve kodları	39
Çizelge 4.3. Sürekli çevresel değişkenler ile kıvılcım verimliliği arasında uygulanan Pearson korelasyon analiz bulguları (51 örnek alan verisi)	43
Çizelge 4.4. var-yok verisi halindeki çevresel değişkenler ile kıvılcım verimliliği arasında uygulan Spearman korelasyon analiz bulguları (51 örnek alan verisi)	44
Çizelge 4.5. Kum, toz, kil değişkenleri için uygulanan faktör analizi sonucu eksenlere ait varyans açıklamaları (%)	45
Çizelge 4.6. Kum, toz, kil değişkenleri ile eksenler arası korelasyon değerleri... ..	45
Çizelge 4.7. Yükselt, sıcakl, yağış değişkenleri için uygulanan faktör analizi sonucu eksenlere ait varyans açıklamaları (%).....	46
Çizelge 4.8. Yükselt, sıcakl, yağış değişkenleri ile eksenler arası korelasyon değerleri	46
Çizelge 4.9. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda elde edilen modeller (51 örnek alan için).....	47
Çizelge 4.10. Aşamalı çoklu regresyon analiz modellerine ait değişkenlerin önem kat sayıları ve varyans şişme oranları (51 örnek alan için)	47
Çizelge 4.11. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda elde edilen modeller (49 örnek alan için).....	49
Çizelge 4.12. Aşamalı çoklu regresyon analiz modellerine ait değişkenlerin önem katsayıları ve varyans şişme oranları (49 örnek alan için)... ..	49
Çizelge 4.13. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda elde edilen modeller (47 örnek alan için)	51
Çizelge 4.14. Aşamalı çoklu regresyon analiz modellerine ait değişkenlerin önem kat sayıları ve varyans şişme oranları (47 örnek alan için)... ..	51
Çizelge 4.15. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda elde edilen modeller (46 örnek alan için)	53
Çizelge 4.16. Omnibus testi ile modellere ait genel anlamlılık sonuçları	54
Çizelge 4.17. Hosmer ve Lemeshow test sonuçlarına göre modellerin anlamlılık sonuçları	54
Çizelge 4.18. Cox & Snell R ² ve Nagelkerke R ² testi sonucu model açıklama payları.....	55
Çizelge 4.19. Log Likelihood ve -2LogLikelihood (<i>LogL2-</i>) oranlarına göre değişkenlerin olabilirlik değerleri	56
Çizelge 4.20. Backward seçeneği ile üretilen modeller, içerdiği değişkenler ve onlara ait Wald ve önem seviyesi değerleri	57
Çizelge 4.21. Aşama 5'e ait omnibus testi ile modellere ait genel anlamlılık sonuçları	57

Çizelge 4.22. Aşama 5'e ait Hosmer ve Lemeshow test sonuçlarına göre modellerin anlamlılık sonuçları.....	57
Çizelge 4.23. Aşama 5'e ait Cox & Snell R ² ve Nagelkerke R ² testi sonucu model açıklama payları.....	58
Çizelge 4.24. Aşama 5'e ait Log Likelihood ve -2LogLikelihood (<i>LogL2-</i>) oranlarına göre değişkenlerin olabilirlik değerleri	58
Çizelge 4.25. Aşama 5'e ait Backward seçeneği ile üretilen modeller, içerdiği değişkenler ve onlara ait Wald ve önem seviyesi değerleri	58
Çizelge 4.26. Bonitet endeksi ile türler arasındaki sperman korelasyon analizi sonuçları	62



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bio1	Yıllık Ortalama Sıcaklık
Bio12	Yıllık Yağış
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
FAO	Food and Agriculture Organization
GPS	Küresel Konumlama Sistemi
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
UTM	Evrensel Enlem Merkatör
YHGS	Yaban Hayatı Geliştirme Sahası



1. GİRİŞ

İnsanlar ormanlardan tarih boyunca her yönü ile yararlanmışlardır. İlk zamanlarda daha uyumlu olan orman-insan ilişkileri özellikle hızlı nüfus artışı, teknolojinin ilerlemesi ve sanayileşme gibi sebeplerle son yıllarda dengesiz bir hal almaya başlamıştır. Doğal yangınların dışında insanların doğrudan sebep olduğu yangınların adeti, sıklığı ve büyüklüğü artmaya başlamış olup, orman kaynakları ise insanlar tarafından aşırı ve sürdürülebilirlik ilkesinin dışında kullanılmaya başlamıştır. Bu durum karşısında tahrip olan ve alan olarak giderek azalan orman alanlarının iyileştirilmesine yönelik çabaların gerektiği fikri ortaya çıkmaya başlamıştır. Hatta iklim değişimi, çevre kirliliği gibi tüm dünyayı tehdit eden unsurlar karşısında ormanların fonksiyonları göz önünde bulundurulduğunda, konunun yerel ölçekten öte küresel boyutta önemi daha da artmaya başlamıştır.

Türkiye değişken olan topografyası, kıtalar arası geçiş özelliği, yükselti farklılıkları ve deniz kıyıları neticesinde değişkenlik arz eden iklim özellikleri, farklı kayaç formasyonları üzerinde şekillenen değişik genetik özelliklere sahip toprak tipleri ve tüm bu gibi özelliklerin etkisi altında şekillenen birden fazla sayıdaki bitki coğrafyası alanları ile oldukça zengin bir ekosistem çeşitliliğine sahiptir (Yücel ve Babuş, 2005). Mevcut ekosistem çeşitliliği içerisinde yer alan ülke ormanlarında aynı zamanda oldukça yüksek düzeyde biyolojik çeşitlilik yer almaktadır (Demirayak, 2002). Bir başka ifade ile ülkemizde sahip olunan ekosistem çeşitliliği, aynı zamanda orman alanlarına yansımaktadır. Bu sayede ormanlar başta bitki türleri olmak üzere amfibiler, sürüngenler, omurgasız canlı türleri, kuşlar ve memeli yaban hayvanları gibi pek çok canlı türü için uygun yaşama ortamı sunmakta olup, bu canlı gruplarının alan içi çeşitliliklerinin yüksek olmasına olanak sağlamaktadır (Erten, 2004). Dolayısıyla günümüzde artık en güncel ve uygulanması en elzem konulardan birisi haline gelen biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması konusunda söz konusu orman alanlarının önemi bir kat daha iyi anlaşılmaktadır. Nitekim ülkemizin son yıllarda dâhil olduğu biyolojik çeşitlilik sözleşmesi, Kartagena biyogüvenlik protokolü, iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi, Kyoto protokolü ve

çölleşme ile mücadele sözleşmesi gibi birtakım uluslararası sözleşmeler neticesinde bu konu daha büyük bir önem arz etmekte olup, sahip olunan ormanların önemi sadece ait olduğu ülke için değil, küresel bazda ele alınmaya başlamıştır (OGM, 2017).

Birleşmiş Milletler Tarım ve Gıda Örgütü'nün (FAO) en güncel verilerinde dünyada genelinde yaklaşık olarak 4 milyar hektar orman alanı varlığı rapor edilerek, bu toplam alanın yaklaşık %54'ünün ise sırasıyla en çok orman alanına sahip olan Rusya, Brezilya, Kanada, ABD ve Çin'de yer aldığı belirtilmiştir (FAO, 2017). Türkiye'de ise en güncel verilere göre toplam orman alanı yaklaşık olarak 22,4 milyon hektar olarak belirlenmiştir (OGM, 2017). Dolayısıyla bu durumda dünya toplam orman varlığının yaklaşık olarak % 0,6'sı Türkiye'de bulunmaktadır. Türkiye'de belirtilen orman alanının yaklaşık olarak 19,6 milyon hektarının kuru, 2,8 milyon hektarının ise baltalık nitelikte olduğu ifade edilerek, yine bu alanın yaklaşık olarak 14 milyon hektarının saf, 8,4 milyon hektarının ise karışık türlerden oluştuğu belirtilmiştir. Tür bazında bakıldığında ise sırasıyla meşe (5,9 milyon hektar), kızılçam (5,6 milyon hektar), ve karaçam (4,3 milyon hektar) türlerinin ormanlarımızda en geniş dağılım gösteren ağaç türleri olduğu rapor edilmiştir (OGM, 2017). Bu türleri ise yine sırasıyla kayın (1,9 milyon hektar), sarıçam (1,5 milyon hektar), ardıç (958 bin hektar), göknar (585 bin hektar), sedir (482 bin hektar), ladin (323 bin hektar), fıstıkçamı (162 bin hektar) türleri takip etmektedir (OGM, 2017).

Türkiye'de genel olarak düzenli orman envanterlerinin tutulmaya başlandığı 1960'lı yıllardan günümüze kadar geçen süreçte, toplam orman alanında (yaklaşık olarak 2,2 milyon ha) ve odun servetinde (kuru alanlarında yaklaşık 750 bin m³) ciddi bir artış olmuştur (Asan, 1995; OGM, 2017). Belirtilen bu süreçte özellikle orman alanlarında doğal gençleştirme yöntemleri ile oldukça başarılı işletmeciliğe konu olan ve gençlikte çok hızlı büyüyen bir tür olan kızılçamların ise katkısının çok büyük olduğu ifade edilmiştir (Asan, 1995). Nitekim bu türün belirtilen sürecin ilk yıllarında yaklaşık olarak 2,5-3 milyon hektar arası olarak tahmin edilen yayılışının (Neyişçi, 1987), günümüzde 5,6 milyon hektara kadar artmış olması ise bu durumun göstergesi olmuştur. Güncel olarak mevcut yayılış alanı içerisinde 270 milyon m³ civarında bu türe

ait servet olduğu ve yaklaşık 8 milyon metreküp yıllık artımın elde edildiği belirtilmiştir (Carus ve Su, 2014).

Pinaceae (çamgiller) familyasının bir ferdi olan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) türü Akdeniz elementi bitki grubu içerisinde yer almaktadır (Hanley ve Fenner, 1997). Dünya genelinde kuzey yarım kürenin 15°-45° boylam ile 32°-45° enlemleri arasında bu türün yayılış alanı bulunmaktadır (Gürboy, 2007). Kuzeyde Kırım'a kadar yayılışını devam ettiren kızılçam türü, güneyde Lübnan dolaylarına kadar inebilmektedir (Davis, 1965; Critchfield ve Little 1966; Zianis vd., 2011). Belirtilen bu dağılım aralığı içerisinde Türkiye başta olmak üzere, Suriye, Irak, Yunanistan, İtalya, Kırım, Gürcistan, Azerbaycan, Kıbrıs, ve Lübnan en geniş yayılışlarının bulunduğu ülkeler olup, buralarda çoğunlukla saf, kısmen ise karışık meşcereler kurmaktadır (Zianis vd., 2011). Kızılçamlar dünya üzerinde en geniş yayılışını ise Anadolu'da gerçekleştirmektedir (İçgen vd., 2006; Deniz ve Karaman, 2014). Burada esasen Akdeniz, bölgesinde yayılış gösteren türün, Ege ve Marmara'da yine geniş yayılış alanları bulunmakla birlikte, Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde ise bu türün Akdeniz iklimini andıran yerlerde lokal olarak yayılış alanlarına rastlanılmaktadır (Arbez, 1974; Öktem, 1987; Boydak vd., 2006). Türün yükseltiyeye bağlı olarak orman oluşturduğu aralık genel olarak deniz seviyesinden başlayıp 1200 m'ye kadar çıkmaktadır (Işık ve Kara, 1997). Fakat Akdeniz bölgesinin Toros dağlarının özellikle güney yamaçlarında 1400-1500 m dolaylarına kadar bazı lokal bölgelerde (Burdur-Göhlhisar, Mersin-Karaköy, Anamur-Sarıdana, Antalya-Korkuteli vb.) kızılçam meşcerelerine rastlanılmaktadır (Kılıç ve Güner, 2000; Boydak vd., 2006; Taş, 2017). Düşük yükseltiyeye sahip alanlarda kızılçamlar Akdeniz maki toplumunun tipik fertleri olan, menengiç, sandal, kermes meşesi, laden, karaçalı, tespih çalışı gibi odunsu bitki türleri ile karışıma girmekle birlikte, ifade edilen 1200 m ve üzerindeki alanlarda bu türün genel olarak Anadolu karaçamı, Toros sediri ve Toros göknarı ve Boylu ardıç türleri ile karışım halinde olduğu görölmektedir (Alemdağ, 1962).

Kızılçamların genel olarak sıcaklık ve ışık istekleri yüksek olup, 10-25 °C aralığındaki yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde optimum yayılışa sahip oldukları ifade edilmektedir (Saatçioğlu ve Pamay, 1967). Kayaç ve toprak

istekleri bakımından oldukça kanaatkar bir tür olup, fidanlarında hızlı kök gelişimini sağlaması ve yaprak yüzey alanlarını küçültmesi gibi adaptasyonlarla yaz kuraklığına karşı oldukça dirençli türler oldukları bilinmektedir (Atay vd., 1989; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004). Nitekim bu türün çoğunlukla saf meşcereler kuruyor olması ise kuraklığa ve kısıtlı toprak koşullarına dayanımının üst düzeyde olması ve bu ortamlarda büyük ölçüde diğer türlerin uygun ekolojik tolerans düzeyine sahip olmaması ile ilişkilendirilmektedir (Taş, 2017). Bu sebeplerden dolayı kızılçamların ülkemiz orman alanlarındaki oldukça ekstrem iklim ve toprak koşullarında doğal gençleştirme haricinde ağaçlandırma çalışmalarında da kullanıldığı ve başarının sağlandığı bilinmektedir (Konukçu, 2001). Ayrıca yine kolay çimlenen, tutma başarısı yüksek ve hızlı gelişen bir tür olması dolayısıyla özellikle endüstriyel plantasyonlarda da bu türün fazlaca tercih edildiği bilinmektedir (Usta, 1991; Boydak vd., 2006; Özkan ve Özdemir, 2016).

Tüm bu açıklamalardan anlaşılacağı üzere kızılçam türü ekolojik anlamda ülkemiz ve dünya ormanları açısından büyük önem arz etmektedir. Diğer yandan odun ve kereste özellikleri itibariyle de bu tür endüstride çok yaygın olarak kullanılmakta olup, sosyo-kültürel ve ekonomik anlamda buldukları ülkelere önemli katkı sağlamaktadır (Erten ve Taşkın, 1985; Taş, 2017). Yine belirtilen bu faydalarının yanında ormanların sahip olduğu, karbon depolama, erozyon önleme, rekreasyon, temiz su üretimi, yaban hayatı gibi temel fonksiyonlar içerisinde yine kızılçam türünün ve bu türden oluşan orman alanlarının rolü oldukça büyüktür. Dolayısıyla bu türün orman alanları içerisinde varlığının sürdürülmesi yanında niteliklerinin de iyileştirilmesine yönelik yapılan ya da yapılacak olan çalışmaların önemi oldukça büyüktür. Diğer bir ifade ile bu tür ile ilgili yapılacak olan ağaçlandırma çalışmaları ya da endüstriyel plantasyon uygulamalarında verimlilik açısından en uygun yerler seçilerek, daha yüksek oranda yıllık cari artımın elde edilebilmesi mümkün gözükmektedir. Türün daha verimli olabileceği yerlerin tespiti ise ancak aktüel olarak kızılçamların yayılış gösterdiği alanlardan kapsamlı bir yetiştirme ortamı envanter çalışması sonucu elde edilen verilerin tasviri istatistiksel

değerlendirmeler, ikili doğrusal ilişkiler, çok değişkenli ilişkiler yada modelleme teknikleri ile analiz edilmesi ile sağlanabilmektedir.

Burada bilinmesi gereken silvikültürel müdahalelerden en az etkilenen ve ortamın potansiyel durumun en iyi yansıtan verimlilik kriteri çalışılan ağaç türünün bonitetidir (Fırat, 1972). Yaş ve boy ölçümleri sonucu belirli bir değere endekslenen bonitet ortamda ölçümü gerçekleştirilen çevresel değişkenler (yükselti, eğim, bakı, toprak, anakaya ve iklim özellikleri gibi) ile ilişkilendirilerek verimlilikle ilgili önemli bilgilere ulaşılmaktadır (Özkan ve Kuzugüdenli, 2010). Buradan elde edilen sonuçlar ise uygulayıcılara pratikte ışık tutmakta olup, söz konusu türün daha başarılı bir şekilde işletmeciliğe konu olması açısından büyük önem arz etmektedir.

Buradan hareketle yüksek lisans tezi olarak planlanan bu çalışmada Antalya il sınırları içerisinde yer alan Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında (YHGS) yayılış gösteren ve asli ağaç türümüz olan kızılçam meşcerelerinin verimlilik ve çevre ilişkileri doğrultusunda araştırılması planlanmıştır. Kızılçam haricinde meşe, ardıç, sedir, servi gibi diğer asli ağaç türlerinin yayılışı bulunan sahanın yaklaşık % 67'si ormanlarla kaplı olup, bölge geçmişten günümüze kadar yöre halkı ve orman işletme müdürlüğü açısından önem arz etmektedir. Dolayısıyla yöredeki mevcut ormanların varlığı ve verimli bir şekilde işletilmesi hem ekolojik dengenin sürdürülebilirliği hem de yöre halkının ormanlarla olan ekonomik, sosyal ve kültürel bağının devamlılığı açısından büyük önem arz etmektedir. Bu durum neticesinde yöre ormanlarında yapılacak olan bilimsel çalışmaların taşıdığı değer göz önünde bulundurularak söz konusu bu tez çalışmasının amaçlarını; a) Yörede kızılçamın aktüel olarak dağılım gösterdiği sahaların detaylı bir şekilde ekolojik yetişme ortamı karakteristikleri (klimatik, fizyoğrafik, edafik ve biyotik)'nin tespit edilmesi, b) özellikle bozuk orman sahalarının verimli hale dönüştürülmesi ve yeni orman alanlarının tesisi çalışmalarında kızılçam için potansiyel anlamda verimli olabilecek sahalara ait çevresel faktörlerin belirlenmesi, c) sahada bundan sonraki süreçte kızılçam haricinde diğer ağaç türleri ile yapılacak benzer çalışmalara bu çalışmanın rehberlik etmesi şeklinde özetlemek mümkün olmuştur. Buradan elde edilecek bilgilerin, önemli asli orman ağaç türlerimizden biri olan kızılçam ile yapılacak

ormancılık faaliyetlerinde ÷lke ormancılığı adına katkı sağlaması hedeflenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünyada ormanlara duyulan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Bu doğrultuda özellikle insanlar ormanların sağlamış olduğu her tür fonksiyon ve faydadan yararlanmak istemektedir. Elbette bu durum neticesinde ormanlar üzerine baskı artmakta olup, çoğu zaman orman alanları tahrip olmaktadır. Böyle bir süreçte özellikle ülke yüz ölçümleri içerisinde geniş yer kaplayan orman ağacı türlerinin daha da yaygınlaştırılması, bozuk alanlarının iyileştirilmesi ve onlardan daha sürdürebilir boyutta yarar sağlanması durumunda çabaların artmasına sebep olmuştur. Dolayısıyla bu tip ağaç türleri ile ilgili olarak bilimsel çalışmalar ise artmaya başlamıştır. Ülke orman alanlarımız içerisinde geniş yayılışa sahip olan ve ormancılık stratejileri açısından ise oldukça büyük bir öneme sahip olan bir türümüz ise kızılçam olup, bu tür şu anki tezin konusunu oluşturmaktadır. Buradan hareketle kızılçam türü için tez konusu ile alakalı olabilecek geçmişten günümüze doğru yapılmış olan çalışmalara ait kaynak bilgilerini şu şekilde özetlemek mümkündür;

Zech ve Çepel (1972), tarafından Anadolu'nun güneyinde yayılış gösteren kızılçam meşcerelerinde gerçekleştirilen bir çalışmada edafik ve bazı fizyografik ortam faktörleri ile kızılçamın boy gelişimi ilişkilendirilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirmeler neticesinde toprakların yararlanılabilir su oranları, organik madde yüzdeleri ve pH değerleri ile türün boy gelişimi arasında önemli sayılabilecek ilişkiler belirlenmiştir.

Çepel vd. (1980), tarafından söz konusu bu tez sahası ile örtüşen Bük (Düzlerçamı) yöresi ve Korkuteli Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki kızılçam meşcerelerinde yapılan bir çalışmada ölü örtü ile yükselti ve baki arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Yaklaşık olarak deniz seviyesinden 1200 m'ye kadar farklı yükseltilerden meşcerelerin seçildiği bu çalışmada yirmi sahada çalışma yapılmıştır. Yine seçilen bu meşcerelerde bakının varyasyon göstermesine özen gösterilmiştir. Çalışma sonucunda kızılçam meşcerelerinde ölü örtü ayrışmasında olumlu katkı sağlayarak en etkili olan çevresel değişkenin sıcaklık olduğu belirlenerek, bilhassa 700 m üzerindeki alanların kuzeye bakan

yamaçlarında bu değişkenin ölü örtü ayrışmasına oldukça önemli katkı sağlayan ortamdaki minimum faktör olduğu tespit edilmiştir.

Çepel ve Dünder (1985), tarafından asli ağaç türlerimiz olan sarıçam ve kızılçam türlerine ait yetiştirme ortamlarında, ibrelerde besin maddeleri konsantrasyon düzeyleri ile bonitet arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu amaçla 215 farklı sarıçam ve 92 kızılçam meşceresinde gerçekleştirilen çalışmada çeşitli istatistiksel analiz yöntemlerinden yararlanılmış olup besin maddesi konsantrasyonları ve üst boy arasında tanımlayıcı önemli ilişkiler belirlenmiştir. Ayrıca çalışılan türlere ait bonitet değerlerinin kestirimlerindeki başarı derecesi oranlarına, bağımsız değişken olarak ele alınan besin konsantrasyonunun türü ile birlikte değerlendirme için faydalanılan istatistiksel yöntemlerinde farklılıklar oluşturabileceği sonucuna varılmıştır.

Sutinen vd. (1992), tarafından yapılan bir çalışmada kızılçam türünün karaçamlara nazaran donlara ve kuraklığa karşı dayanımlarının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Eruz vd. (1993), tarafından İzmit-Işıktepe dolaylarında yapılan bir çalışmada 25 yaşında, 12 farklı kızılçam ağaçlandırma sahası seçilerek, burada türün verimlilik ile edafik ve fizyografik bazı yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda işleme alınan bağımsız değişkenlerden özellikle topraklardaki organik madde ve azot oranlarının verimlilik üzerinde baskın tanımlayıcı değişkenler olduğu sonucuna varılmıştır.

Kalay vd. (1993), tarafından Karadeniz bölgesinin orta alanlarında gerçekleştirilen bir başka çalışmada kızılçam türünün 350-1050 m yükseltiler arasında dağılımı tespit edilmiş olup, burada mevcut flora ilişkilendirilerek alan 3 farklı yükselti-iklim kuşağına ayrılmıştır. Ayrıca yine bu çalışmada çevresel değişkenler ile yetiştirme ortamına ait özellikler ilişkilendirildiğinde ise kızılçam verimliliği ile toprakların kum yüzdesi ve dispersiyon oranları ile yamaç eğimi ve yükselti arasında negatif, bitki köklerinin toprakta inebildiği maksimum derinlik, toz ve kil yüzdeleri ile tarla kapasiteleri arasında ise pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Tetik vd. (1997), tarafından yapılan bir çalışmada Antalya sınırları içerisinde doğal yayılış gösteren kızılçam meşcerelerinin bazı ortam koşullarının verimlilik ile olan ilişkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda özellikle türün verimliliğinin yüksek olduğu yerlere ait topraklarda kireç içeriğinin düşük, kation değişim kapasitesi ve organik madde içeriklerinin fazla olduğu tespit edilmiştir.

Dirik (2000), tarafından yapılan çalışmada doğal kızılçam orijinini temsilen Amasya, Burdur, Bursa, İzmir, Muğla, Antalya ve Mersin illerinden seçilen 7 farklı ilden türün sürgünlerinde, kurak periyoda ait su potansiyeli, basınç-hacim eğrisi metodu ile test edilmiştir. Çalışma sonucunda çalışılan bölgelere ait her bir orjinde türün solma noktası için belirlenen potansiyel ozmotik değerlerinin ortamdaki iklim koşulları ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar genel bir değerlendirmeye tabi tutulduğunda, özellikle Antalya, İzmir ve Mersin orjinlerinin yaz kuraklığına karşı dirençlerinin daha üst seviyede olduğu anlaşılmıştır.

Bektaş vd. (2003), tarafından Kahramanmaraş yöresinde yapılan bir çalışmada kızılçamların bazı mekanik özellikleri (kopma modülü [MOR]), izod etkisi ve çekme dayanımı vb.) ile türün boniteti ilişkilendirilmiş olup, bu çalışmada istatistiksel olarak anlamlı açıklayıcı ilişkilere ulaşımlardır. Dolayısıyla türün kereste özelliklerinde bonitetin dikkate alınması gereken önemli bir parametre olduğuna değinmişlerdir.

Sağlamsoy (2006), tarafından Turhal (Tokat) yöresinde yapılan çalışmada, kızılçam ağaçlandırma sahalarındaki fidanlara ait çeşitli morfolojik ölçümler ile çeşitli ekolojik faktörlerin ilişkileri üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada özellikle yükselti, eğim ve bakı değerlerinin fidanlarda tutma başarısı, boy ve çap değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle fidanlarda belirtilen gelişim parametreleri üzerine bu çalışmada eğim ve yükseltinin olumsuz etkisinin olduğu belirtilmiştir. Varyans analizleri sonucunda, bakı, eğim ve yükselti kademelerine göre fidan boyu, KBC, SYBA ve yaşama yüzdeleri arasında istatistiksel anlamda ($\alpha=0.05$) farklılık olduğu belirlenmiştir. Ayrıca korelasyon

analizi sonucunda, fidan boyu, KBÇ, SYBA ve yaşama yüzdesi ile yükselti ve eğim arasında negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir

Altun vd. (2007), tarafından Uşak ili Murat Dağı yöresinde bazı ağaç türlerinin verimlilik-yetişme ortamı faktörlerinin ilişkilendirildiği çalışmada, kızılçamın boy gelişiminde toprakların toz, kil, FSK ve organik madde yüzdelerinin olumlu, kum oranının ise olumsuz etki yaptığı sonucuna varılmıştır.

Köse (2007), Maraş'ta yapmış olduğu çalışma sonucunda çam kese böceklerinin ağaçların çap ve boy gelişimleri üzerine etkisini araştırmış olup, böceklerin ağaçların çap artımında yaklaşık %21, boy artımında ise yaklaşık %16 gerilemeye sebep olduğunu tespit etmiştir.

Mert (2007), tarafından Antalya yöresinde yapılan bir çalışmada kızılçam meşçeresinin içermiş olduğu hacim olarak ağaç servetinin uydu görüntüleri ile tahmin edilebilme düzeyi araştırılmıştır. Bu amaçla 110 adet kızılçam meşçeresinde ölçüm gerçekleştirilmiş olup, uydu görüntülerinin alternatif segmentasyon teknikleri ile bu ölçümlerin tahmin edilebilme düzeyleri test edilmiştir. Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri 0,61 m çözünürlükteki Quickbird ve 30 m çözünürlükteki Landsat ETM+ üzerinden temin edilmiştir. Uygulanan istatistiksel yöntemlerinden regresyon analizi sonucunda ulaşılabilen en yüksek ilişki oranı yaklaşık % 52'lik bir açıklama payına sahip olmuştur. Diğer yandan ağaçların gölge boyları üzerinden değerlendirmeye alınan modellerde ise en yüksek açıklama oranı %77 çıkmıştır. Sonuç olarak Quickbird uydu görüntüsü üzerinden hesaplanan ağaç gölge boylarının hacim tahminlerinde yardımcı bir ölçüm parametresi olarak kullanılabilmesinin mümkün olduğu ifade edilmiştir.

Şentürk (2008), tarafından AşağıGökdere Isparta yöresinde yapılan tez çalışmasında meşcere haritaları sayısallaştırılarak meşcere tiplerinde 40 yılda meydana gelen değişimlerin yapısal çeşitlilik ile ilişkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada özellikle farklı çağlardaki kızılçam meşçerelerinin yan yana gelmesi neticesinde yapısal çeşitliliğin önemli derecede arttığı ve bu durumdan ise yaban hayvanlarının önemli ölçüde istifade ettiği belirtilmiştir. Ayrıca yine bu

çalışmada maki ve bozuk kızılçam meşcerelerinin saf kızılçam ormanlarına dönüştürülme uygulamasının yaban hayatı üzerinde olumsuz etkilerinin olduğuna değinilmiştir.

Gülcü ve Bilir (2009), Karaçam ve Kızılçam türlerine ait tohum ve fideciklerine ait birtakım morfolojik karakteristiklere ait ilişkilerin saptanması ve bu karakteristiklerin yükselti ve ağaç görünümüne göre ilişkilerinin saptanması amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; karaçam türünün tohum ve fideciklerine ait morfolojik karakteristikler arasında istatistiki olarak anlamlı kabul edilebilecek bir ilişki tespit edilemezken, kızılçam türünün tohumlarında boy ve ağırlıkların bitkide ilk büyüme ve fidecik ağırlığına olumlu etki oluşturduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak elde edilen bulgular özellikle Burdur-Ağlasun yöresinin 820-970 m yükselti aralığında yayılışa sahip kızılçam meşcerelerinde üstün ağaçlardan temin edilecek tohumlar ile kaliteli fidan üretimine katkı sağlanabileceği belirtilmiştir.

Özkan ve Kuzugüdenli (2010), Sütçüler-Isparta yöresinde Kızılçam verimlilik-çevre ilişkilerini araştırmıştır. Yöre ölçeğinde toplam 32 doğal kızılçam meşceresinde gerçekleştirilen çalışmada çeşitli istatistiksel analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Uygulan analizlerden ikili doğrusal ilişkileri ortaya koyan regresyon analizinde yükselti ve türün verimliliği arasında negatif ilişki belirlenmiştir. Fakat çok boyutlu analiz yöntemlerinden faktör analizinde ise yükselti ile bulunan negatif ilişkinin yanında, toprak derinliği, eğim ve alt ile taban arazi yamaç konumlarıyla ise pozitif ilişki tespit edilmiştir.

Güngör (2010), tarafından Anamur ve Mersin yörelerinde tamamlanan çalışmada yükseltiye bağlı değişik orjinlerden gelen kızılçam örneklerinde kuraklığa karşı dayanım durumları araştırılmıştır. Bu çalışmada her iki yöreden alınan 2 farklı transekt üzerinde 4 farklı yükselti basamağı (0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m ve 1200 m üstü) içerisinde yer alan meşcerelerden ölçümler yapılmıştır. Çalışma sonucunda her iki yörede de 1200 m ve üstünde yer alan orijinlerin kuraklığa karşı dayanımlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca deniz seviyesi ile 400m yükselti arasında Anamur orjininin, Mersin

orjinine göre kuraklık dayanımının daha üst seviyede olduğu tespit edilerek bu durum yaz kuraklık indis sonuçları itibariyle desteklenmiştir.

Özel vd. (2012), tarafından Muğla-Milas Orman İşletme Müdürlüğü, Mumcular Orman İşletme Şefliği sınırlarında gerçekleştirilen çalışmada, kızılçam ağaçlandırma sahalarında yetiştirme ortamı-verimlilik ilişkileri araştırılmıştır. Bu doğrultuda toplam 10 farklı bölmeden alınan 150 örnek saha içerisinde kaydı yapılan veriler ile gerçekleştirilen değerlendirmeler neticesinde, yetiştirme ortamlarındaki bakı, arazi yamaç konumu, topraklara ait fizyolojik derinlik ölçüsü, mutlak derinlik, organik madde içeriği ve yıllık toplam yağış ortalama değişkenlerinin verimlilik üzerinde en etkili değişkenler olduğu tespit edilmiştir.

Çapar (2013), tarafından yapılan bir çalışmada Antalya ölçeğinde dağılım gösteren doğal kızılçam alanlarına ait çap-boy modelleri elde edilmiş olup, karışık etkiye sahip eğrisel çap-boy modellerinin türe ait boy kestirimleri için daha başarılı sonuçlar verebileceği belirlenmiştir.

Karatepe vd. (2014), tarafından Batı Akdeniz bölgesinde yayılış alanına sahip kızılçam meşcerelerinde vejetasyon yapısı ile ekolojik ortam koşulları ilişkilendirilmiştir. Çalışmada vejetasyon toplumlarının sınıflandırılması aşamasında Braun-Blanquet yönteminden yararlanılmış olup, ortaya çıkan vejetasyon formasyonları içerisinde önemli tür farklılıklarının olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada Akdeniz içi ve Göller yöresi olarak ele alınan yöreler bazında farklı vejetasyon toplumlarının ayırımında yağış, sıcaklık, nispi nem ve göl etkisi gibi koşulların önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayırımı gerçekleştirilen bir vejetasyon toplumunun kendi içinde ise yine yükselti, jeomorfolojik koşullar ve denize olan mesafeler bakımından ayırt edici farklılıkların olduğu tespit edilmekle birlikte, yine bu alanlarda bonitetin de değişime uğradığı yönünde bulgulara ulaşılmıştır.

Çelik ve Özkan (2015), Ovacık Dağı Yöresi (Antalya)'da yapmış olduğu çalışmada Kızılçam boy gelişimi ile ekolojik faktörleri ilişkilendirmiştir. Bu amaçla yöreyi temsil edecek düzeyde toplam 70 alandan veri toplamış olup,

çeşitli istatistiksel yöntemlerden yararlanarak ilişkileri yorumlamıştır. Bu analizlerden korelasyon analizi sonucunda çevresel değişkenlerden hiçbirisi ile istatistiksel olarak anlamlı kabul edilebilecek düzeyde bir ilişki belirlenmemiştir. Ayrıca tıpkı korelasyon analizi gibi doğrusal istatistiksel değerlendirme tekniği olan faktör analizinin de ilk 4 ekseninde ilişki bulunamazken, üst boy için sadece 5. Eksen (%14 açıklama düzeyine sahip) üzerinde anlamlı kabul edilebilecek bir ilişki katsayısı elde edilmiştir. Fakat bu eksenin açıklama katsayısı çok düşük olacağı düşünülerek buradan bir ilişkinin yorumu yapılmamıştır. Çalışmanın devamında ise eğrisel ilişkileri ortaya koyabilen bir başka analiz tekniği olan regresyon ağacı yönteminden faydalanılmış olup, burada türün boy gelişimi ile özellikle sıcaklık indeksi arasında pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Bu durum ise türün denize bakan güney bakılarda daha iyi artım yapabildiği yorumunu ortaya çıkarmıştır.

Altındal (2015), tarafından yakın zamanlarda yapılan bir tez çalışmasında Burdur il sınırlarında yer alan kızılçam ağaçlandırma sahalarında, türün verimlilik ve tutma başarısını konu alan oldukça detaylı bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada toplam 107 farklı örnek alanda arazi çalışması ve ölçüm yapılmıştır. Bu örnek alanların her birisinde üç farklı plus ağaç tespit edilip yaş ve boy ölçümleri yapılmış olup, daha sonra buradan tüm örnek alanlarda 30 yaş için endekslenmiş boy değerleri belirlenmiştir. Örnek alanlarda tutma başarı değerlendirmesinde ise arazide yapılan genel bir gözlem sonucu bu değişkenin iyi ve kötü şekilde yapılan kaydının kategorik verilere dönüşümünden yararlanılmıştır. Daha sonra alan ölçeğinde çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılarak kızılçam türünün tutma başarısı ve verimlilik modelleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler neticesinde genel olarak yükselti, arazi yüzey taşlılık yüzdesi, eğim yüzdesi ile enlem ve boylam değerleri verimliliğe ilişkin modellere en çok katkı sağlayan değişkenler olmuştur. Sahalardaki tutma başarısında ise yükselti, eğim yüzdesi ve kireçtaşı ile serpantin kayaç formasyonları ile boylam değerlerinin modelleri şekillendiren en etkili değişkenler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yine bu çalışmada türün verimlilik ve tutma başarısının indikatörü olabilecek flora değerlendirmesi neticesinde ise alıç türünün her iki durumda da iyi bir gösterge olduğu, diken ardıç türünün ise

verimlilikle pozitif ancak tutma başarısıyla ise negatif ilişkisinin olduğu sonucuna varılmıştır.

Özbyram vd. (2015), tarafından yapılan bir çalışmada kızılçam ve karaçam türlerinde yaprak alan indeksi üzerinde etkili olan meşcere karakteristikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda kızılçam türünde alan indeksi üzerinde ağaçların sırasıyla çapları, boyları, yaşları ile meşcerenin orta çapı, boniteti, ölü örü kalınlığı gibi değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Şahin (2015), tarafından Mersin'de yapılan bir çalışmada doğal saf Kızılçam meşcerelerinde çeşitli bitki ölçümleri üzerinden oldukça yüksek açıklama katsayısına ($R^2:0,984$) sahip ağaç artım modelleri elde edilmiştir.

Kumaş (2015), tarafından Antalya'da yapılan bir başka çalışmada ise kızılçam türü için farklı araştırmacıların kullanmış olduğu denklemlerle uyum sağlayacak şekilde gövde odunu için çap ve hacim denklemleri oluşturmaya çalışmıştır. Çalışma sonucunda çalışma alanı ile uyumu istatistiksel olarak anlamlı sonuç veren gövdeye ait en iyi çap denkleminin Jiang ve ark. (2005), hacim denkleminin ise Demaerschalk (1972) tarafından geliştirilen modellere ait olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu araştırmacılar tarafından önerilen bu modellerin Antalya'da kızılçam türüne uygulanabilirliği yönünde öneride bulunulmuştur.

Yılmaz (2015), tarafından Antalya'da yapılan bir başka çalışma doğal ve saf kızılçam meşcerelerinde biokütle hesabı üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda ağaçların göğüs çapları ile biokütelleri arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiş olup, oluşturulan denklemlerin yöre ölçeğinde tür için kullanılabilir seviyede açıklama katsayılarına ($R^2:0,790-0,950$ arası değişmekte) sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Kahveci (2016), tarafından Vezirköprü'de yapılan bir çalışmada Sarıçiçek yöresinde yanmış kızılçam meşcerelerinde çeşitli toprak özelliklerinin değişimi ve azot mineralizasyon durumları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda yanan sahaların 1. yılsonunda topraklarının 0-10 cm arasındaki toprak derinliklerinde

azot mineralizasyonunun belirli oranlarda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer yandan diğer birçok toprak parametresinin ise yangından etkilendiği ve bu durumda özellikle yangın şiddetinin etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Ateş (2016), yapmış olduğu çalışmada fidanlıklarda değişik sıklıklarda yetiştirilen kızılçamların çeşitli morfolojik karakteristiklerini araştırmış olup, özellikle 7,5 cm aralıkla yetiştirilen fidanların Türk Standartları Enstitüsü kriterlerine göre en uygun sonuçları verdiği tespit edilmiştir.

Karatepe ve Koyun (2017), tarafından Isparta'da gerçekleştiren yine güncel çalışmalardan birisinde kızılçam türünün doğal gençleştirme sahalarında kayaç ve -30 cm derinlik kademelerinden alınan toprak örneklerine ait özelliklerini verimliliğe etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda toprak özellikleri ile türün verimliliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki belirlenemezken, anakaya formasyonlarının önemli etkisinden bahsedilmiştir. Çalışmada anakaya ile ilgili olan türün verimlilik ilişkilerinin ise çökel kayaçlarda tabakalanma durumlarına bağlı olarak değişen fizyolojik toprak derinliği, konglomera gibi kayaç formasyonlarında ise toprakta iskelet içerikleri ile açıklanabileceği ifade edilmiştir.

Reis vd., (2018), tarafından Kahramanmaraş'ta gerçekleştirilen çalışmada yöredeki doğal kızılçam meşcerelerinin yıllık çap artışı üzerine iklim değişiminin etkileri araştırılmıştır. Çalışmada Mezelet baraj havzasındaki lokal iklim özellikleri üzerinde iklim değişimi ve türün çap artımı arasındaki ilişkilerin yorumuna gidilmiş olup, yörede genel olarak barajın türün yıllık çap artımına olumlu etki oluşturduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan yöredeki sıcaklık artışının yıllık çap artışına olumsuz sebep olduğuna değinilerek, yağış artışının ise özellikle baraj etkisi dışındaki kızılçam meşcerelerinde önemli çap artım farklılıklarına sebep olduğu sonucuna varılmıştır.

Kuzugüdenli (2018), tarafından bulanık mantık yöntemiyle kızılçamın verimliliğinin modellemesine yönelik yapılan çalışmada, Dalaman-Muğla'da toplam 40 örnek sahadan örnekleme yapılmıştır. Çalışma sonucunda yükseltiye bağlı değişen sıcaklık etkisi altında türün verimliliğinin azaldığı ve yöredeki yine

kireçsiz kahverengi orman topraklarının ise türün verimliliğinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan çatlaklı yapıdaki kalkerler üzerinde gelişen kırmızı akdeniz orman topraklarının ise türün gelişiminde olumlu etki oluşturduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çalışmada uygulanan bulanık mantık modelleme tekniğinin, regresyon modellerine göre daha iyi sonuç verdiği ifade edilmiştir.

Yukarıda geçmişten günümüze kadar ülkemizde yapılmış olan kızılçam türünün başta verimlilik-çevre ilişkileri ve diğer ekolojik ilişkilerini konu alan çalışmaların yanı sıra çok sayıda benzer çalışmanın ise yurt dışında tamamlandığını görmek mümkündür (Palahí vd., 2008; Zianis vd., 2011; Mitsopoulos ve Xanthopoulos, 2016). Ayrıca kızılçam haricinde hem Türkiye’de hem de yurt dışında yapılmış ayrıca diğer önemli ağaç türlerini içeren çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Hunter and Gibson, 1984; Bravo ve Montero, 2001; Gülsoy vd., 2014; Bueis vd., 2016; Çınar, 2017).

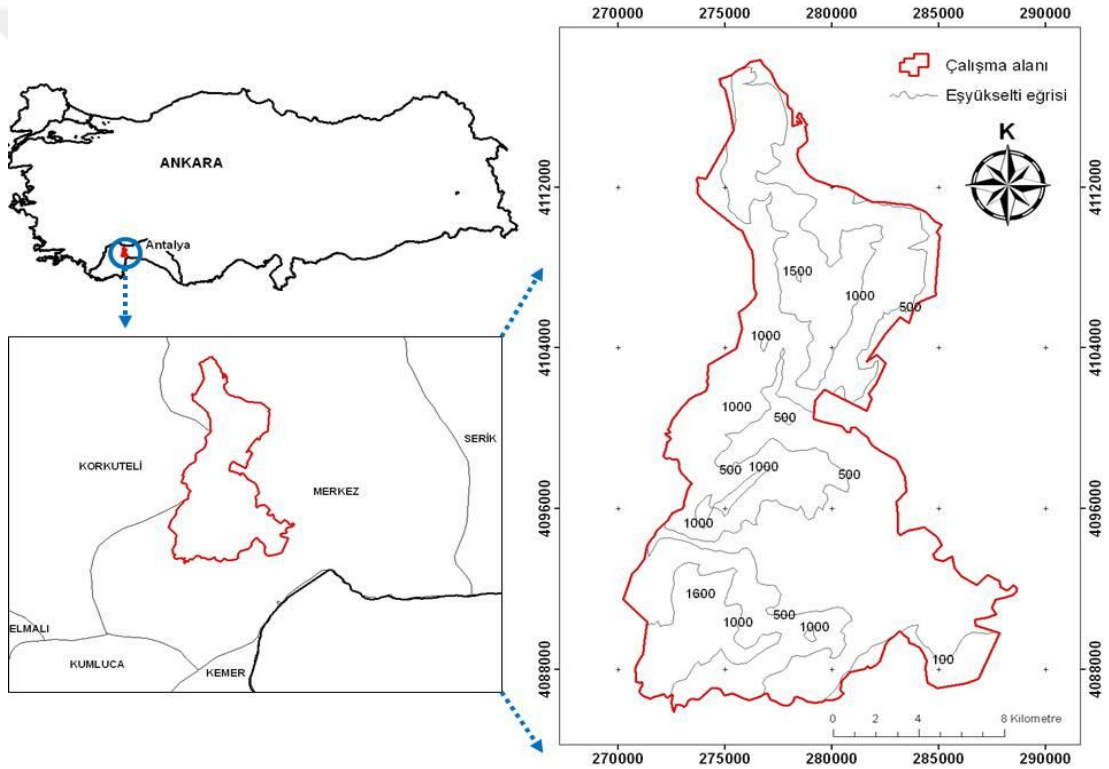
Konu üzerinde yapılan bu çalışmalar olsa bile ülkemizin yüz ölçümü ve türün farklı coğrafik koşullarda geniş yayılışı göz önüne alındığında, önemli bir asli ağaç türümüz olan kızılçamın verimlilik ve çevre ilişkilerini tespit etmek üzere yapılacak çalışmalara halen ihtiyaç duyulmaktadır. Buradan hareketle Düzlerçamı (Antalya) sınırları içerisinde yayılış gösteren kızılçam türünün bu çalışmada verimlilik ve çevre ilişkileri araştırılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanına Ait Veriler

3.1.1. Coğrafi konum

Bu tezde çalışma alanı 1966 yılında Yaban Hayatı Geliştirme Sahası olarak ilan edilen korunan alanı da içine alan Düzlerçamı yöresi olup, bu alan Antalya il sınırları içerisinde yer almaktadır. $30^{\circ}25'$ – $30^{\circ}37'$ doğu boylamları ve $36^{\circ}55'$ – $37^{\circ}15'$ kuzey enlemleri arasında kalan yörenin Türkiye haritası üzerindeki konumu Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma alanı Düzlerçamı yöresine ait yer gösterir harita

Antalya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde kalan çalışma alanını yaklaşık 29 bin hektarlık bir alana sahip olan, Düzlerçamı Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalmaktadır (Başaran vd., 2010). Belirtilen alanın yine yaklaşık 19 bin hektarlık bir bölümü orman alanı olup, toplam orman alanı içerisinde en büyük yayılış gösteren asli orman ağaç türü ise kızılçamdır.

Mevcut orman alanlarının yaklaşık 7 bin hektarı normal, 12 bin hektarı ise boşluklu kapalılıkta meşcerelerden oluşmaktadır (OGM, 2017). Çalışma alanı ülkemize ait flora bölgeleri içerisinde Akdeniz bölgesinde yer almaktadır (Davis, 1965; Anşin, 1983; Avcı, 1993). Genel olarak yazın sıcak ve kurak, kışları ise ılıman ve yağışlı geçen bölgede maki orman vejetasyon formasyonları egemendir (Avcı, 1993).

3.1.2. Jeolojik ve jeomorfolojik yapı

Yaklaşık 50-1650 m arasında yükselti aralığında bulunan çalışma alanı içerisinde düz olan yerlerden eğimin oldukça dik ya da sarp olduğu kısımlara kadar değişen bir jeomorfolojik yapı mevcuttur. Eğimli topografya daha çok alanın üst yükseltisindeki kayalık bölgelerde ve vadi içlerinde görülmektedir. Alan içerisinde yer alan düzlük kısımlar ise 200-300 m yükselti aralığında kalan Döşemealtı platosu civarında kalmaktadır. Alanda hakim kayaç tipleri Batı Torosların parçası şeklindeki kireçtaşı formasyonlarından oluşmakta olup, bu kayaç tipleri üzerinde genellikle Terra rossa, Terra fusca, Rendzina ve kırmızımsı kahverengi tipik Akdeniz orman topraklarının olduğu ifade edilmiştir (Başaran vd., 2010). Ayrıca alanın yine Yaban Hayatı Geliştirme Sahası içerisinde yaklaşık 4 bin hektar büyüklüğünde Güver Kanyonu Tabiat Parkı yer almakta olup, park civarında çoğunlukla travertenler mevcuttur. Nitekim buradaki travertenler üst vadiler boyunca akıp gelen suların zamanla aşındırma etkisine uğrayarak kanyon haline dönüşmüş olup, mevcut alan başta alageyikler olmak üzere birçok diğer memeli hayvan türü (karaca, dağ keçisi, tilki, domuz, tavşan vb.) için uygun habitatları içermektedir. Ayrıca yine buradaki arazinin sarp ve kanyon özelliğinden yararlanan çok sayıda yırtıcı kuş ve sürüngen gibi canlı türleri kendisine uygun yaşama ortamı bulmaktadır (Başaran vd., 2010). Dolayısıyla alan için genel anlamda yüksek bir biyolojik çeşitliliğin olduğunu söylemek mümkündür.

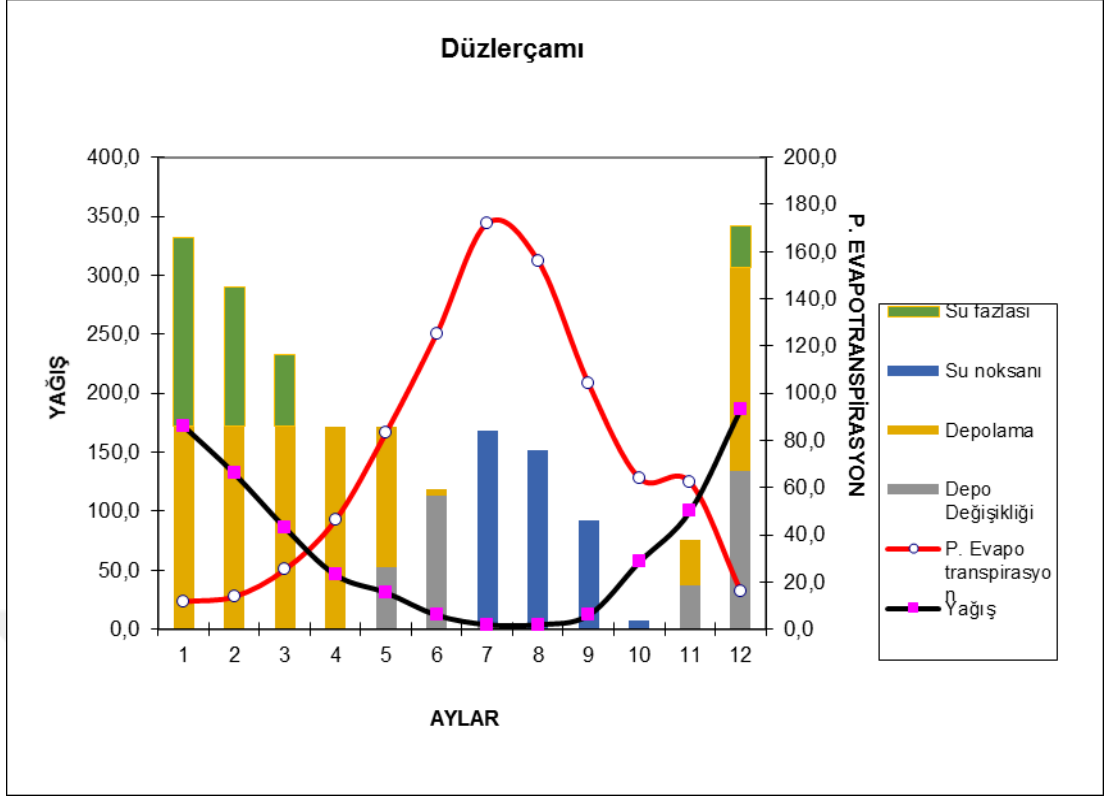
3.1.3. İklim özellikleri

Düzlerçamı yöresine ilişkin temel iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmekle birlikte (MGM, 2019), sıcaklık ve yağış ile ilgili noktasal değerler WorldClim - Global Climate Data veri tabanı üzerinden temin edilmiştir (Hijmans vd., 2005; Fick, ve Hijmans, 2017). Söz konusu veri tabanları üzerinden elde edilen bilgiler neticesinde, alanda yıllık ortalama sıcaklık 17,6°C, yıllık yağış ortalamasına ait değer ise 842 mm olarak belirlenmiştir. Yörede ekstrem sıcaklık değerleri itibariyle en yüksek aylık sıcaklık ortalaması değeri 27°C ile temmuz ayında, en düşük aylık ortalama sıcaklık değeri ise 8,3°C ile Ocak ayına tekabül etmiştir.

Bu veriler üzerinden Düzlerçamı Yöresi için iklim tiplerinin belirlenmesi amacıyla Thornthwaite yönteminden yararlanılmıştır (Thornthwaite, 1948; Çepel, 1995). Bu yöntem ile alandaki su fazlası (s), su açığı (d) ve yıllık evapotranspirasyon oranları üzerinden yöreye ait yağış etkinliği (Im) değerleri (Çizelge 3.1) ve aylara göre su bilançosu grafiği elde edilmiştir (Şekil 3.2).

Çizelge 3.1. Thornthwaite yöntemine göre Düzlerçamı yöresi su bilançosu değerleri

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
Aylık Sıcaklık (°C)	8,3	9,1	11,2	14,8	19	23,4	27	26,5	23,3	18,8	19,9	10	17,6
Sıcaklık İndisi	2,15	2,48	3,4	5,17	7,55	10,35	12,85	12,49	10,28	7,43	8,10	2,86	85,08
Düzeltilmemiş PE	14,1	16,8	25,0	42,7	68,9	102,7	139,0	134,8	101,9	67,5	75,3	20,1	808,6
Düzeltilmiş PE	11,8	13,8	25,4	46,4	83,5	125,4	172,1	156,1	104,0	64,1	62,3	16,3	881,3
Yağış (mm)	172	132	86	46	31	12	4	4	12	57	100	186	842
Depo Değişikliği	0,0	0,0	0,0	0,4	52,5	113,4	5,7	0,0	0,0	0,0	37,7	134,3	344,0
Depolama	172,0	172,0	172,0	171,6	119,1	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	37,7	172,0	1022,0
Ger. evapotranspirasyon	11,8	13,8	25,4	46,4	83,5	125,4	9,7	4,0	12,0	57,0	62,3	16,3	467,7
Aylık Su noksanı	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	162,4	152,1	92,0	7,1	0,0	0,0	413,7
Aylık Su fazlası	160,2	118,2	60,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,4	374,3
Yüzeysel akış	97,8	139,2	89,4	30,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,7	374,3
Nemlilik oranı	13,6	8,5	2,4	0,0	-0,6	-0,9	-1,0	-1,0	-0,9	-0,1	0,6	10,4	31,0
s=	374,34		Im=	14,31									
d=	413,67		ETP=	881,33									
n=	881,33		Ia=	46,94									
			Sıc. rej.=	51,47									



Şekil 3.2. Düzlerçami yöresinde aylara ait su bilançosu grafiği

Şekil 3.2. incelendiğinde, Düzlerçami yöresine ait su bilanço grafiğine bakıldığında Aralık-Nisan ayları arasında yaklaşık olarak 4 aylık bir periyotta diğer aylara nazaran genel anlamda fazla olan yağış nedeni ile depodaki su oranı fazla olmaktadır. Mayıs ayı içerisinde depo değişikliği olup, toprakta depolanan suyun yaz aylarının başlangıcı olan bu ayda giderek azalmaktadır. Haziran ayında depodaki su oranının hemen hemen tükendiği gözlemlenmekte olup, Temmuz-Ekim ayları arasında toprakta su noksanının olduğu ve özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında en ciddi kurak dönemin yaşandığı anlaşılmaktadır. Yıl içerisinde Kasım ayından itibaren ise yörede potansiyel evapotranspirasyonun azalmasına bağlı olarak su bilançosu grafiği üzerinde depo değişikliğinin başladığı ve toprakta su birikiminin tekrarladığı görülmektedir.

Thornthwaite metodu sonucunda elde edilen yağış etkinliği değerleri üzerinden alandaki yağış- evapotranspirasyon ilişkilerine göre iklim tipleri belirlenebilmektedir (Thornthwaite, 1948; Dönmez, 1984). Çalışmada bu açıdan yapılan değerlendirme neticesinde Yağış etkinliği (Im) değeri 14,3 üzerinden yörede iklim tipi "C2" simgesi ile ifade edilen, yağış etkinliği yönünden " Yarı

Nemli iklim tipi yönünden ise **“Nemli İklimler”** sınıfının içerisinde yer almıştır.

3.1.4. Bitki Örtüsü

Çalışma alanı içerisinde genel olarak Akdeniz bitki örtüsü ve onun bozulduğu yerlerde ise maki ve garig vejetasyon toplumlarına ait bitki türlerine rastlanılmaktadır. Bu açıdan bir değerlendirme yapıldığında çalışma alanı içerisinde ve yakın civarında en çok görülen başlıca ağaç türleri kızılçam (*P. brutia*), fıstık çamı (*P. pinea*), halep çamı (*P. halepensis*), servi (*Cupressus sempervirens*), karaçam (*P. nigra*), ardıç (adi ardıç, andız, boylu ardıç, kokulu ardıç, büyük kozalaklı ardıç, katran ardıcı, Finike ardıcı, sabın ardıcı) ve Toros sediri (*Cedrus libani*)’dir (Atalay ve Efe, 2015). Ağaç türleri haricinde en çok rastlanılan diğer odunsu bazı bitki türleri olarak ise katırtırnağı (*Spartium junceum*), hayıt (*Vitex agnus-castus*), mazı meşesi (*Quercus infectoria*), zakkum (*Nerium oleander*), sandal (*Arbutus andrachne*), kocayemiş (*Arbutus unedo*), Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.), harnup (*Ceratonia siliqua*), defne (*Laurus nobilis*), mersin (*Myrtus communis*), akçakesme (*Phyllirea latifolia*), kermes meşesi (*Quercus coccifera*), yabani zeytin (*Olea europea*), laden (*Cistus creticus*), funda (*Erica arborea*) türleri görülmektedir. Ayrıca alan ve çevresinde yine bulunma frekansı yüksek başka bitki türleri ise kekik, adaçayı, yılan bırçağı, sığırkuyruğu, mersin, yabani yulaf gibi türlerdir (OGM, 2011). Alan ölçeğinde yapılan detaylı bir çalışmada toplam 76 farklı bitki familyası içerisinde, 288 cinse ait 430 tür kayda geçmiş olup, bunlarda yaklaşık 33 tanesinin ise endemik bitki olduğu ifade edilmiştir (Başaran vd., 2010). Tespit edilen bu bitki türlerinden bazılarının ise uluslararası doğa ve doğal kaynakları koruma birliği (IUCN) ve BERN kategorisinde korunan türler içerisinde yer aldığı belirtilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Arazi çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında ilk iş alanı tanımak amacıyla bir ön etüt çalışmasının yapılması olmuştur. Bu süreçte özellikle arazide bizzat gözlemler yapılarak yer aldıkları yetiştirme ortamının verim gücünü en iyi şekilde yansıtabilecek özellikteki doğal kızılçam meşcerelerinin yerlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu aşamada tez danışmanı Doç. Dr. Serkan GÜLSOY'un yardımcı araştırmacı olarak yer aldığı ve daha önce aynı alanda tamamlanmış olan TÜBİTAK-2140248 no'lu proje içerisinde kızılçam türünün tespit edildiği alanların koordinatlarından faydalanılmıştır. Yapılan ön etüt değerlendirmesi sonucunda türün yörede yayılış gösterdiği yükselti aralığı yaklaşık olarak 50-1300 m arasında olduğu belirlenmiştir. Bu yükselti aralığında hemen hemen her 100 m yükselti farkına göre her kademedeki ortalama 3 örnek alan olacak şekilde nihai örnek alan yerleri tespit edilmiştir. Bu süreçte sayısal altlık formatındaki eş yükselti eğrili memleket haritaları ve meşcere tipleri haritalarından yararlanılmıştır. Bu işlemlerin ardından türün verimlilik ile ekolojik faktörlerin ilişkilendirmesi amacıyla yönelik olarak, 400 m² ölçeğinde toplam 51 örnek alanda çeşitli kayıt işlemleri ve ölçümler içeren arazi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalardan ilki örnek alanlara ait koordinat değerlerinin belirlenmesi olup, bu işlemin ardından her bir örnek alanda seçilen 3 farklı plus ağaçta yaş ve boy ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ağaçların yaş hesabında artım burgusu, boy ölçümlerinde ise Blume-Lies kullanılmıştır (Şekil 3.3). Ayrıca ağaçların yaş hesabı göğüs yüksekliği hizasından (d_{1.30} m) alınan artım kalemleri üzerinden sayılarak yapılmış olup, kızılçam türünün bu ortalama göğüs yüksekliğine ulaşma zamanı olarak her bir yaş kalemine +3 yaş eklenerek hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Örnek alanda Blume Liess ile boy, artım burgusu ile yaş ölçümü

Arazi çalışmalarının bir sonraki aşamasında yaş ve boy ölçümü yapılan her bir plus ağacın mümkün olan en yakın noktasından bir toprak çukuru kazılarak toprak derinliği (m) ölçümü yapılmıştır. Bu işlem ile eş zamanlı olarak yapılan bir başka işlem ise toprak çukuru üzerinde orman alanını kaplayan ölü örtü kalınlıklarının (cm) ölçüm işlemi olmuştur. Bu işlemler için cep şerit metrelerinden yararlanılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Örnek alanda toprak derinliği ve ölü örtü kalınlığı ölçümleri

Torak derinliklerinin ölçüldüğü çukurların her birinden 0-30 cm toprak derinlik kademesinden çeşitli analizlere tabi tutmak üzere hacimsel ve bozulmuş toprak

örnekleri alınarak uygun koşullarda laboratuvara sevk edilmiştir. Ayrıca arazide yapılan bir başka işlem ise örnek alanlar içerisinde hâkim kayaç tipinin belirlenmesi işlemi olmuştur. Arazide türü tespit edilemeyen kayaç tipleri için ise örnekler alınmış olup, bunların laboratuvarında teşhis işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte alana ait ayrıca Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından yöre ve yakın çevresi için hazırlanan sayısal jeoloji haritalarından faydalanılmıştır.

Arazi çalışmaları kapsamında yapılan bir diğer işlem ise her bir örnek alanda tanımlayıcı değişkenler konumunda çeşitli jeomorfolojik ve fizyografik yetiştirme ortamı faktörlerinin ölçüm ve kayıt edilmesi işlemi olmuştur. Bu aşamada sırasıyla yükselti (m), baki ve eğim dereceleri, yamaç konumu, arazi şekli, arazi yüzey formu ve yüzey taşlılığı (%) durumları kayıt edilmiştir (Zech ve Çepel, 1972; Eriksson and Holmgren, 1996) (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Arazide bazı fizyografik değişkenlere ilişkin ölçümler

Yapılan bu ölçümler esnasında GPS, klizimetre (eğimölçer), pusula gibi ekipmanlardan yararlanılmıştır. Bu ölçümler haricinde yine her bir örnek alanda hesaplanarak çalışmaya dâhil edilen bir diğer bağımsız değişken ise meşcere kapalılık yüzdesi ise bizzat yerinde gözlem neticesinde % değer olarak kayıt edilmiştir.

Diğer yandan arazide ölçümü yapılarak çalışmaya dâhil edilen bir diğer değişken ise arazi şekil indeksine göre sınıflandırma olup, bunun için ise her bir örnek alanın merkez noktası ve doğrusal olarak 20 m uzaklıktaki 4 tarafından yükseklik ölçümleri yapılmıştır. Ardından buradaki yüksekli değerleri üzerinden -1 ve +1 arasında değişen arazi şekil indeks değerleri elde edilmiştir (McNab, 1989).

Bu çalışmaların haricinde arazi çalışmaları kapsamında örnek alanlarda yapılan bir diğer çalışma ise kızılçam haricinde odunsu bitkilerin tespit edilmesi işlemi olmuştur. Yapılan tüm bu işlemler neticesinde elde edilen bilgiler envanter karnesine kayıt edilerek tezin arazi çalışması kısmı tamamlanmıştır.

3.2.2. Laboratuvar çalışmaları

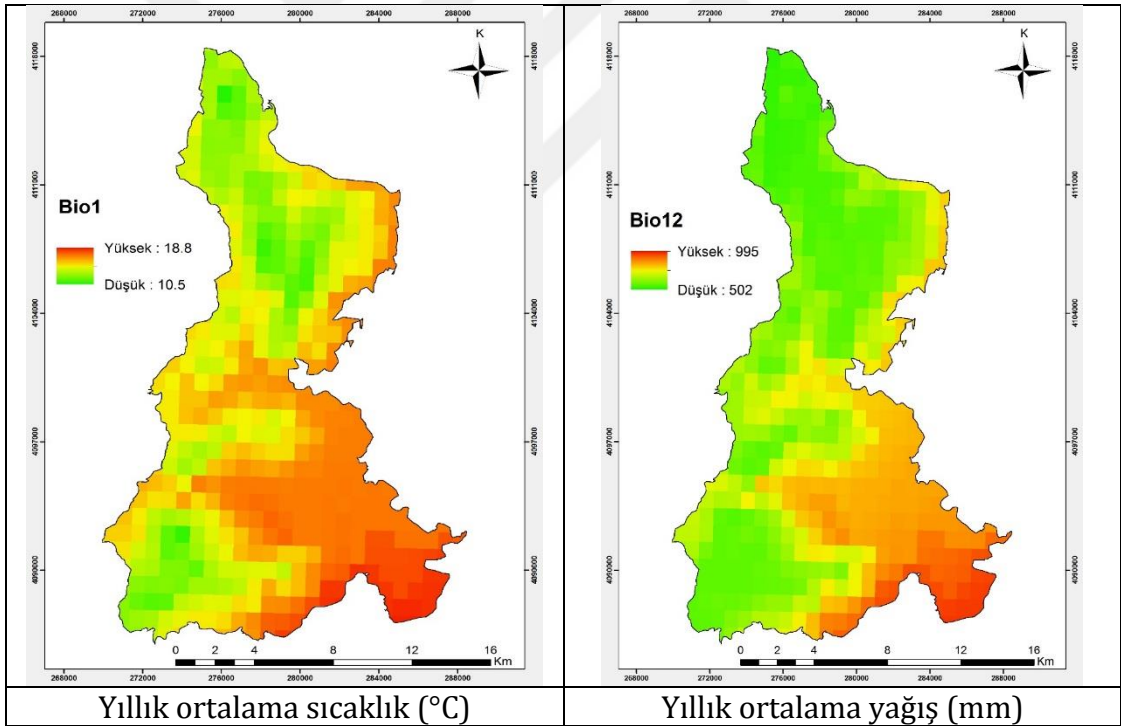
Laboratuvar çalışmalarının ilk bölümünün toprak analizleri oluşturmaktadır. Bu aşamada her bir örnek alandan alınan toprak örnekleri kurutma, ayıklama ve eleme (2 mm) gibi işlemlerden geçirildikten sonra toprak analizlerine hazır hale getirilmiştir. Bu şekilde analizler için hazır hale gelen toprak örnekleri Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ekosistem Laboratuvarları, Toprak Analiz Laboratuvarında sırasıyla, iskelet içerikleri (%), Bouyoucous hidrometre yöntemi ile tekstür (kum-kil-toz) analizine, saf su ve 1N potasyum klorür çözeltisi içerisinde pH analizine, Walkley-Black ıslak yakma yöntemiyle organik madde analizine, Scheibler kalsimetrik düzeneği ile kireç analizine ve Sömi-Mikro Kjeldahl yöntemiyle total azot analizine tabi tutulmuştur (Karaöz, 1989a; 1989b). Yapılan toprak analizlerine ilişkin işlem süreçlerine ilişkin örnek fotolar ise aşağıda Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. Laboratuvarında toprak analizlerine ilişkin işlemlerinden örnek fotoğraflar

3.2.3. Büro çalışmaları ile bazı tanımlayıcı değişkenlerin türetilmesi

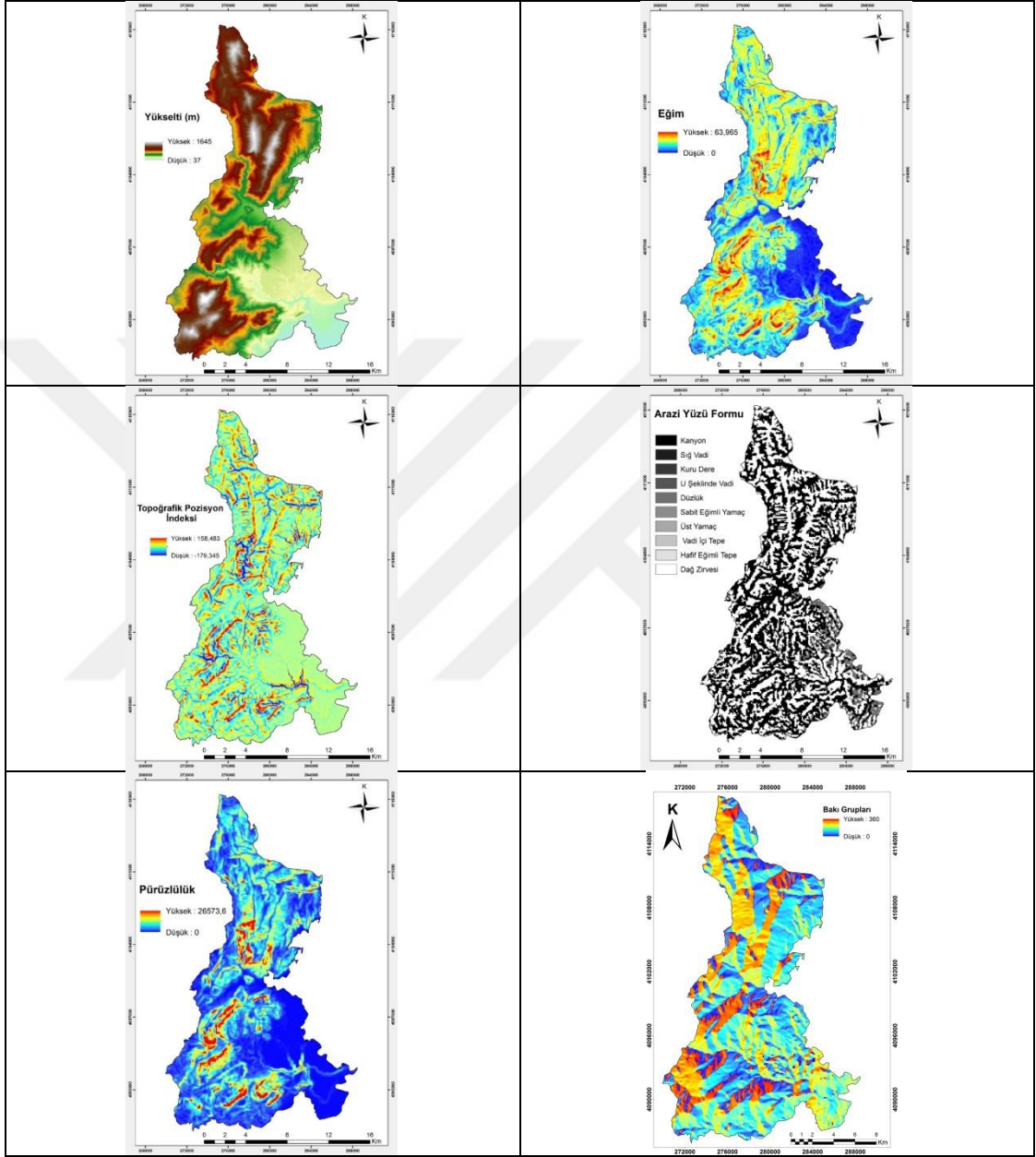
Arazi ve laboratuvar çalışmalarının ardından tez kapsamında değerlendirmeye alınmak üzere büro çalışmaları ile türetilen değişkenlerden ilki yıllık ortalama sıcaklık (°C) ve yıllık ortalama yağış (mm) olmuştur. Bu iki değişken Hijmans vd., (2005) tarafından 1960 ve 1990 yılları arasında gözlemlenen verilerin tüm dünya ölçeğinde enterpolasyonu neticesinde hazırlanan ve <http://www.worldclim.org> adresinden versiyon 1.4 formatında kullanıma sunulan güncel iklim haritaları üzerinden temin edilmiştir. Çalışma alanı olan Düzlerçamı yöresi boyutlarında kesilen sayısal formattaki bu haritalardan örnek alanların koordinatları girilerek iki değişkene ait veriler temin edilmiştir (Şekil 3.7).



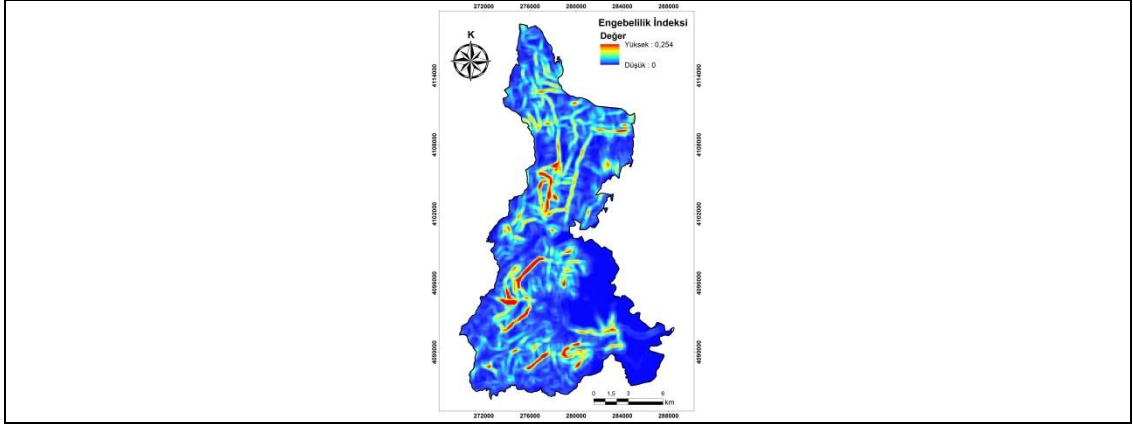
Şekil 3.7. İklim değişkenlerine ait sayısal altlıklara ait görünüm

Çalışma alanı olan Düzlerçamı yöresi ölçeğinde iklim değişkenlerine ilişkin sayısal altlıkların oluşturulmasının ardından yine yükselti (m), eğim (°), bakı (°), topoğrafik pozisyon indeksi, arazi yüzeyi şekil indeksi, engebellik indeksi,

gölgeleme indeksi ve pürüzlülük indeksine ilişkin haritalar büro çalışmaları ile sayısal ortamda hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.8).



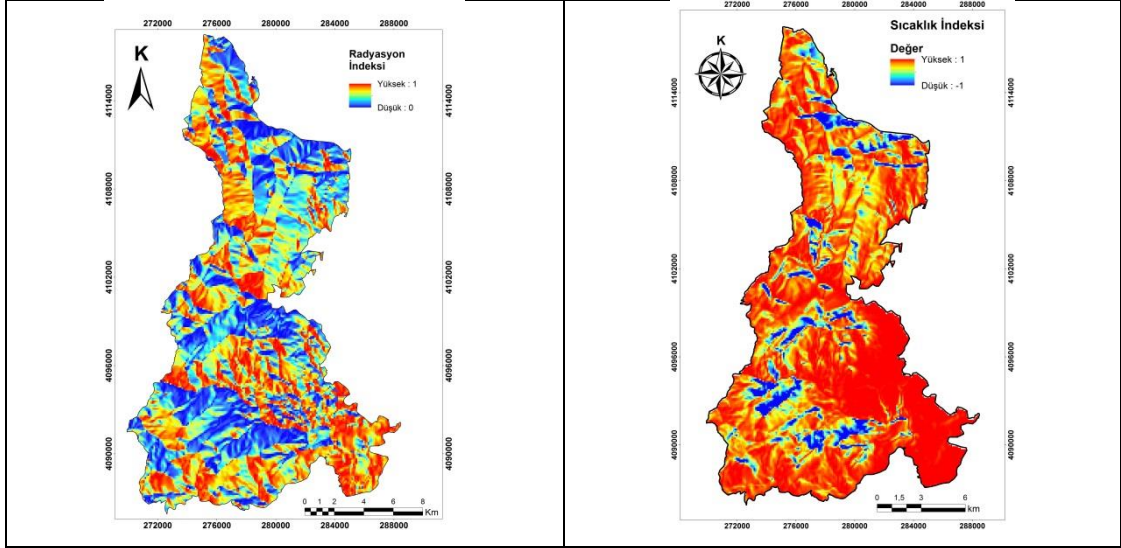
Şekil 3.8. Bazı topoğrafik değişkenlerine ait sayısal altlık görünümü



Şekil 3.8. Bazı topoğrafik değişkenlerine ait sayısal altlık görünümü (Devamı)

Şekil 3.8'de görülen haritalardan ilk olarak yükselti, eğim ve bakı haritaları 1/25.000 ölçekli eş yükselti eğrili haritanın ArcMap 10.2 yazılımı içerisinde işlenmesi sonucu sayısal ortamda hazırlanmıştır. Daha sonra aynı yazılım içerisinde Jenness (2006) tarafından hazırlanarak kullanıma sunulan araçlar üzerinden ise diğer değişkenlere ait sayısal altlıkla oluşturulmuştur. Bu haritalar üzerinde diğer tüm değişkenler sayısal değerler şeklinde yer almaktayken, arazi yüzey şekline ilişkin kategorik olarak 10 farklı sınıf oluşturulmuştur.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında ise eğim ve bakı haritalarından yararlanılarak radyasyon indeksi denklemi ($Radyasyon\ indeksi = [1 - \cos((\pi/180)(Q - 30))] / 2$) ve sıcaklık indeksi denklemi ($Sıcaklık\ indeksi = \cos(\alpha_1) \times \tan(\alpha_2) = (\cos(A_{max} - A) + 1) \times \tan(\text{eğim})$) üzerinden bu iki değişkene ait yöre ölçeğinde sayısal altlık haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Radyasyon ve sıcaklık değişkenlerine ait sayısal altlık görünümleri

Bu iki denklem üzerinden elde edilen haritalarda sıcaklık indeks değerleri -1 ve +1 arasında değişim gösterirken (Austrheim vd., 1999; PalAxel vd., 2009), radyasyon indeksi değerleri ise 0 ve +1 arasında değişim göstermektedir (McCune ve Keon, 2002; Aertsen et al. 2010).

Bu işlemlerin ardından son olarak tekstür analizi neticesinde topraklara ait elde edilen kum, toz ve kil yüzdeleri uluslararası tekstür üçgenine yerleştirilerek her bir örnek alanda toprakların türü belirlenmiştir (Çepel, 1983; Kantarcı, 1987). Ayrıca büro çalışmaları kapsamında son olarak kıvılcık türünün yaş ve boy değerleri Erkan (1996) tarafından oluşturulan bonitet endeks tablosuna aktararak üst boy (bonitet) değerleri 75 yaşa endekslenmiştir. Tüm bu işlemler neticesinde tez çalışması kapsamında kıvılcık türünün verimliliği ile ilişkilendirmek üzere elde edilen değişkenler Microsoft Office Excel ortamında sayısal olarak hazır hale getirilmiş olup, istatistiksel değerlendirmeler öncesinde bu değişkenlere kodlar verilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. İstatistiksel değerlendirme öncesi değişkenlere ait kodlar

Kodlar	Değişkenler	Kodlar	Değişkenler
bondeg	Bonitet Değerleri	altym	Alt Yamaç
sıcakl	Sıcaklık (°C)	ykorym	Yukarı Orta Yamaç
egimd	Eğim (°)	duzarz	Düz Arazi
sindks	Sıcaklık İndeksi	ondule	Onduleli Arazi
golgel	Gölgelenme İndeksi	icbkya	İç Bükey arazi
arzysi	Arazi Yüzey Şekli İndeksi	disbkya	Dış Bükey arazi
tpinks	Topografik Pozisyon İndeksi	taskya	Taşlık Kayalık
engebe	Engebelilik İndeksi	balkil	Balçıklı Kil
arzsfn	Arazi Şekil İndeksi	balkum	Balçıklı Kum
radind	Radyasyon İndeksi	kilt	Kil
orgmad	Organik Madde	kilbal	Killi Balçık
ph	Aktüel Ph	kumbal	Kumlu Balçık
kirec	Kireç	kukiba	Kumlu-Killi Balçık
kum	Kum (%)	balcık	Balçık
toz	Toz (%)	kumkil	Kumlu Kil
topder	Toprak Derinliği (cm)	tozbal	Tozlu Balçık
olrtkal	Ölü Örtü Kalınlığı (cm)	cakltas	Çakıлтаşı
yuztas	Yüzey Taşlılığı	alvyn	Alüvyon
iskltic	İskelet İçeriği (%)	ymcmlz	Yamaç Molozu
meskap	Mescere Kapalılığı	krektas	Kireçtaşı
asorym	Aşağı Orta Yamaç	volkanit	Volkanit - Çökel Kaya
ustym	Üst Yamaç	peridott	Peridotit

3.2.4 İstatistiksel değerlendirme

Çalışma kapsamında Düzlerçamı (Antalya) yöresinde yayılışa sahip kızılçam meşcerelerinde verimlilik ile çevresel değişkenlerin ilişkilendirilmesi aşamasında çeşitli istatistiksel analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışmada ilk olarak bağımsız değişkenler olan çevresel ve toprak faktörlerinin kendi aralarındaki yüksek korelasyondan dolayı modellerde çoklu bağlantı problemine sebep olabilecek ilişkiye sahip olanlarının tespiti aşamasında Pearson korelasyon, Spearman korelasyon ve faktör analizi yöntemlerinden yararlanılmıştır (Thompson, 2004). Bu işlemin ardından bağımlı değişken kızılçamın verimliliğinin (bonitet) sürekli veri şeklindeki bağımsız değişkenlerle olan ilişkilerin tespitinde yine Pearson korelasyon var-yok verisi şeklindeki bağımsız değişkenler ile olan ilişkilerin tespitinde ise Spearman korelasyon analizinden yararlanılmıştır (Özdamar, 2002). Bu işlemlerin ardından türün yörede verimlilik-çevre ilişkilerinin modelleme süreçlerine geçilmiş olup, bu

aşamada ise sırasıyla aşamalı çoklu regresyon analizi (Cohen vd., 2003; Aertsen vd., 2010), lojistik regresyon analizi (Hosmer ve Lemeshow, 2000) ve regresyon ağacı yönteminden (Breiman vd., 1984; De'ath ve Fabricius, 2000; Moisen, 2008; Özkan, 2012) yararlanılmıştır. Bu süreçte ayrıca örnek alanların içerisinde normal dağılım göstermeyenlerin ayıklanması sürecinde Cook benzeşmezlik testinden yararlanılmıştır (Cook, 1977; Cook, 2000). Tüm bu analiz süreçlerinde PcORD versiyon 6.08 (McCune ve Mefford,2011), SPSS versiyon 22.0 (Kirkpatrick ve Feeney, 2014; IBM, 2019;) ve DTREG versiyon 10.7.18 (Sherrod, 2003) yazılımları kullanılmıştır. Ayrıca Kızılçam türünün verimliliği için gösterge olabilecek bitki türlerini belirlemeye yönelik olarak bonitet endeksi değerleri ile çalışma alanında tespit edilen 62 tür spearman korelasyon analizine tabi tutulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

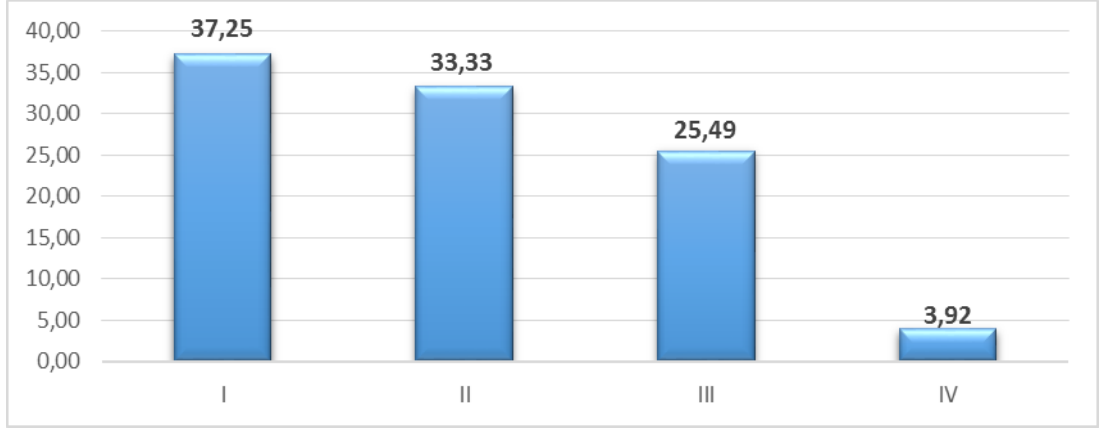
4.1. Çalışmaya Ait Ham Bulgular

Bu tez çalışması Antalya Düzlerçamı yöresi sınırlarında gerçekleştirilmiş olup, toplam 51 adet örnek alanda çalışma yapılmıştır. Çalışma süresince arazide ve laboratuvarında yapılan ölçüm ve hesaplamalar neticesinde bonitet ve çevresel değişkenlere ait ortalama değerler Çizelge 4.1’de özetlemiştir.

Çizelge 4.1. Örnek alanlara ait bonitet ve çevresel değişkenlere ait ortalama değerler

	Ortalama	Standart Sapma
bonitet	25,47	5,52
ykslti	626,69	364,79
egim	14,63	10,18
przllk	822,05	955,26
baki	14,63	107,71
tpind	-0,33	20,91
sicind	0,99	0,68
radind	0,51	0,35
topder	68,71	20,68
yuztas	40,86	23,97
iskltic	44,80	23,97
olortkal	2,82	1,12
meskap	50,28	11,98
azot	0,07	0,06
orgmad	3,03	2,42
akph	7,54	0,43
kirec	11,90	18,73
kum	54,00	17,13
toz	18,93	10,24
kil	27,06	13,91
bio1	15,09	2,03
bio12	695,44	138,74

51 örnek alan içerisinde en yüksek bonitet değeri 38,2 m, en düşük değer ise ile 17,5 m olarak belirlenmiştir. Çalışmada 19 örnek alan I. Bonitet, 17 örnek alan II. Bonitet, 13 örnek alan III. Bonitet ve 2 örnek alan ise IV. Bonitet sahalara denk gelmiş olup, V. Bonitet saha ise tespit edilmemiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Kızılçam türünün bonitet sınıflarına göre dağılımı (%)

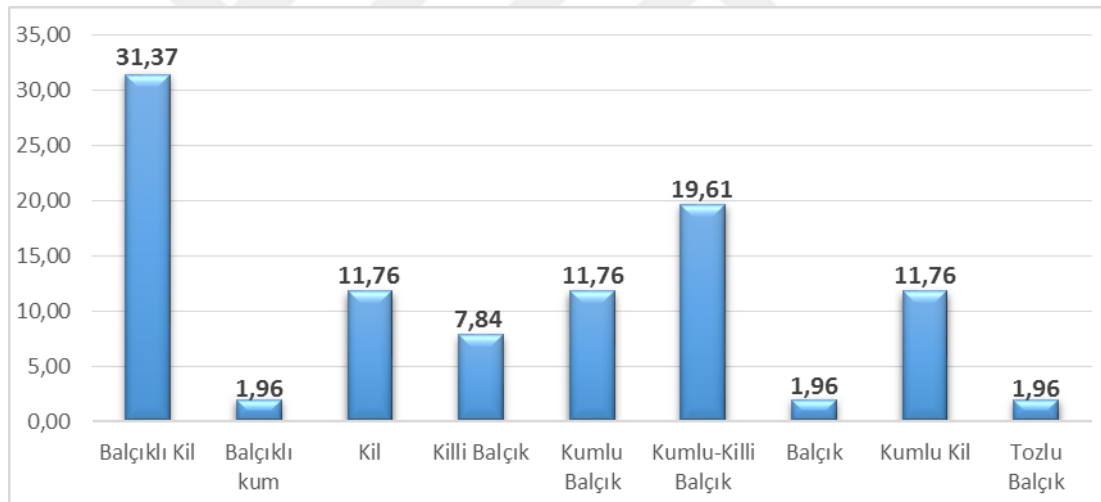
Ölçümü yapılan çevresel değişkenlere göre türün yörede 69 m ve 1296 m yükselti aralığındaki meşcerelerinde çalışmalar yapılmış olup, eğim $0,1^{\circ}$ ile $39,6^{\circ}$ arasında değişim göstermiştir. Tüm örnek alanlarda yapılan ölçümler sonucu ortalama eğim ise $14,5^{\circ}$ 'dir. Eğim ölçümlerinden bir yoruma gidildiğinde yörede kızılçam örnek alanlarının 5 tanesi düz arazi ($0-2^{\circ}$), 8 tanesi hafif eğimli ($3-6^{\circ}$), 12 tanesi orta eğimli ($7-12^{\circ}$), 10 tanesi çok eğimli ($13-20^{\circ}$), 13 tanesi dik arazi ($21-30^{\circ}$), 3 tanesi ise çok dik (31° ve üzeri) eğimli arazi sınıfında kalmıştır (Çepel, 1995).

Yine örnek alanlara ait yapılan ölçümler neticesinde, arazi şekil indeks değerleri -0,75 ile 1 arasında, topoğrafik pozisyon indeksi 75,93 ve -50,44 arasındadır. Örnek alanların pürüzlülük indeksi ise 0,09 ve 4597,28 arasında, sıcaklık indeksi 0,00-1,99 arasında, radyasyon indeks değerleri itibariyle ise 0-1 arasında değişmekte olup, ortalama olarak 0,51 bulunmuştur.

Örnek alanlarda açılan çukurlarda 0-30 cm derinlik kademesinde yapılan ölçümler sonucu toprak derinlikleri 35-112 cm arası değişim göstermiş olup, ortalama toprak derinliği 69 cm'dir. Ölü örtü kalınlıkları itibariyle 1-7 cm arasında bir değişim olup, bu değişkene ait ortalama değer ise 2,82 bulunmuştur. Yine son olarak belirtilen derinlik kademesinde topraklardaki iskelet içeriği ise %5-90 arası olup, ortalama değer %44,8 bulunmuştur. Arazi yüzey taşlılığı yönünden bir değerlendirme yapıldığında %5-85 arası, meşcere kapallığı yönünden ise %10-75 arası değişim gösteren sahalarda bu çalışmaya dâhil olmuştur.

Topraklara uygulanan analizler sonucunda ise, ortalama azot oranı %0,074 (%0,003-0,287 arası), organik madde miktarı ise %2,429 (%0,17-11,74 arası) olarak hesaplanmıştır. pH dereceleri itibariyle 6,7-7,9 arasında değerler mevcut olup, ortalama değer 7,6 bulunmuştur. Kireç oranlarına bakıldığında topraklarda %0,0-70,14 arasında kireç belirlenmiş olup, bu değişkenin ortalama değeri %12,13'tür. Elde edilen değerlere göre toplam 44 örnek alandaki toprak örneğinin kireçli olarak nitelendirilebilecek toprak grubuna girdiği belirlenmiştir (Çepel, 1995).

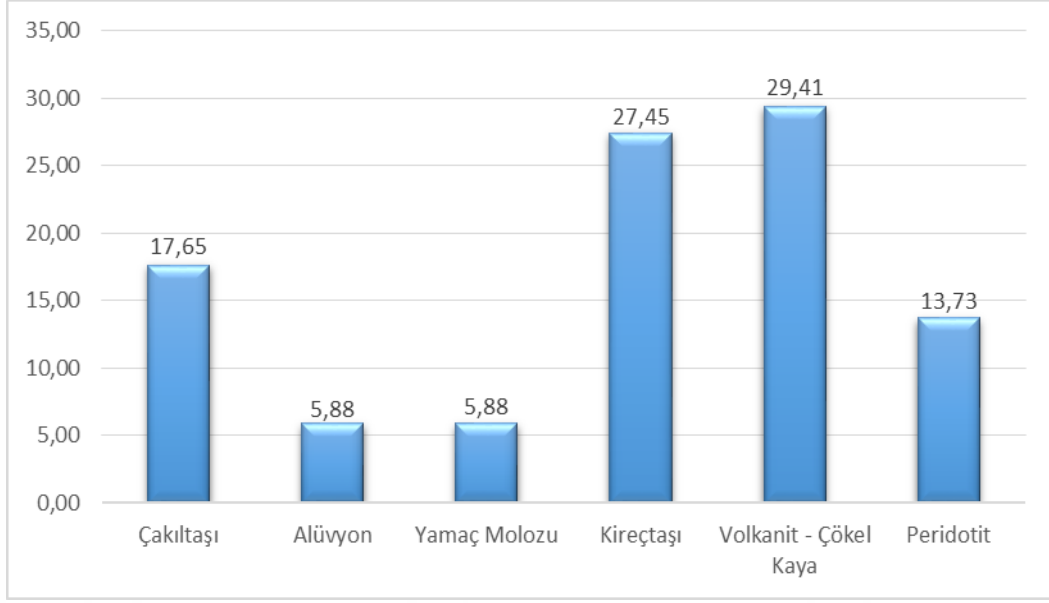
Tekstür analizi sonucunda topraklarda kum oranları %23,1-%93,2, toz oranları %4,1-%52,4, kil oranları ise %2,7-%55,0 arasında değişen değerlerde tespit edilmiştir. Bu değerler uluslararası tane çapı sınıfına göre oluşturulmuş olan tekstür üçgenine yerleştirildiğinde elde edilen toprak türleri ise Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Kum, toz ve kil yüzdelere göre belirlenen toprak türleri (%)

Şekil 4.2'de görüleceği üzere örnek alanlarda 9 farklı toprak türü belirlenmiş olup, bunlar içerisinde yaklaşık %32'lik bulunma oranına sahip olan balçıklı kil türünün çalışma alanında en yaygın toprak türü olduğu görülmektedir.

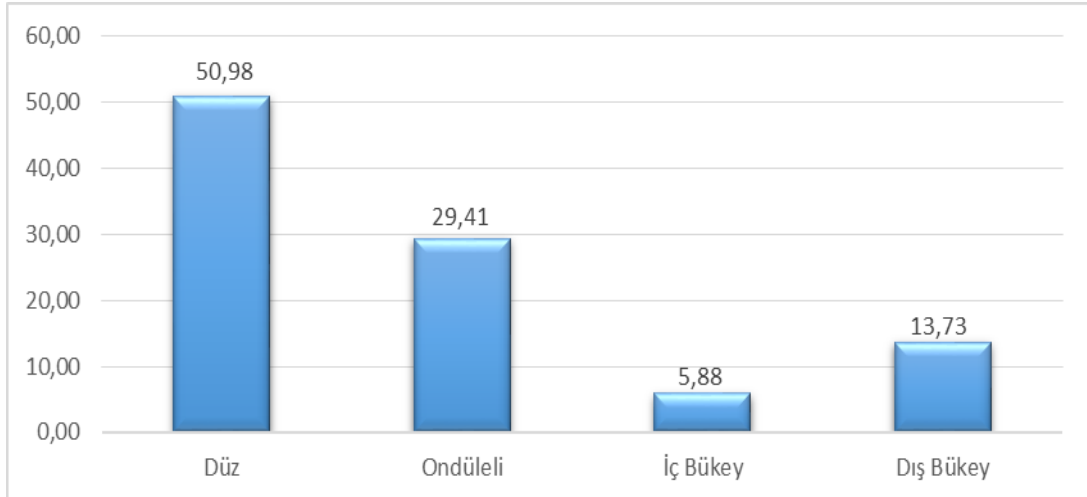
Yine arazi ve büro çalışmaları sonucu örnek alanlarda tespit edilen kayaç formasyonlarına ait oransal değerler ise Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Çalışma yapılan örnek alanlarda belirlenen kayaç formasyonları (%)

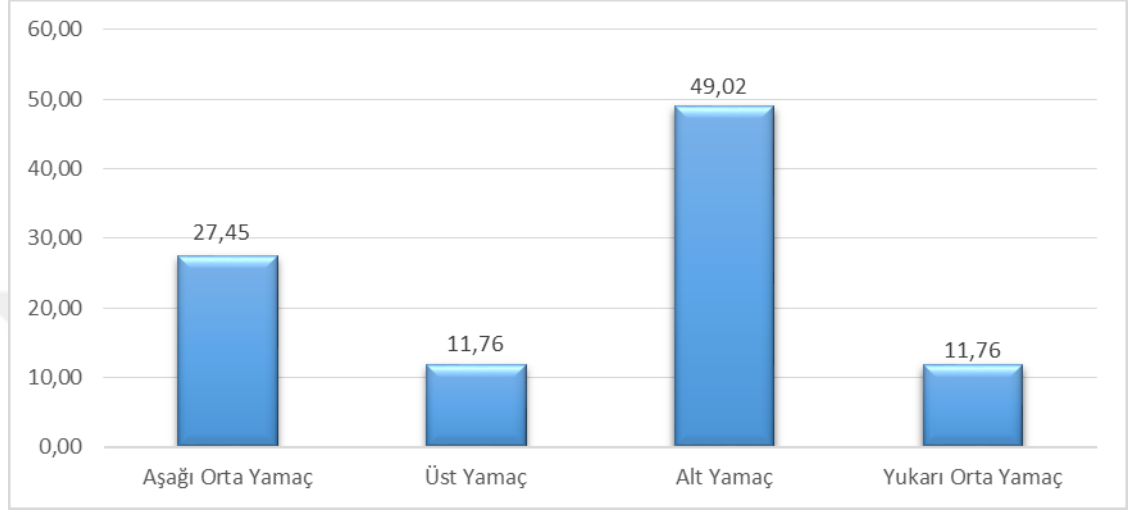
Burada görüleceği tüm çalışma alanı ölçeğinde 6 farklı kayaç formu belirlenmiş olup, bunlar içerisinde örnek alanlarda en yaygın rastlanan kayaç formasyonları ise volkanit çökel (%29,4) ve kireçtaşı (%27,4) olmuştur.

Arazide bir diğer yapılan kayıt işlemi ise yüzey şekilleri olup, bu amaçla oluşturulan 4 farklı sınıf içerisinde sırasıyla örnek alanların %13,73'ü dış bükey, %29,41'i ondüleli, %5,88'i iç bükey ve %50,98'i ise düz arazi olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4).



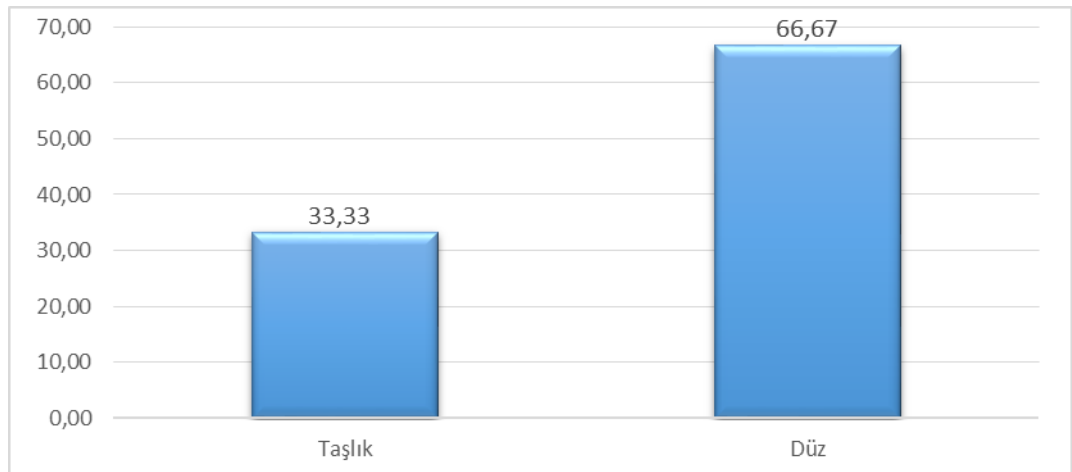
Şekil 4.4. Örnek alanların yüzey şekillerine göre dağılımı (%)

Örnek alanların alınmış olduğu arazi üzerinde yamaçın konumuna göre yapılan sınıflandırmada ise toplam 51 örnek alan içerisinde en çok alt yamaç arazilerde (%49,02) çalışma yapılırken, onu sırasıyla aşağı orta yamaç (%27,45) ve aynı oranlara sahip üst yamaç (%11,76) ile yukarı orta yamaç (%11,76) araziler takip etmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Örnek alanların yamaç konumu itibariyle dağılımı (%)

Son olarak yine arazi gözlemleri sonucu yapılan bir diğer değerlendirme sonucunda örnek alanların % 66,7'sinin düz bir arazi yüzeyine, %33,3'ünün ise taşlık-kayalık yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Örnek alanların arazi yüzey formu yönünden dağılımı (%)

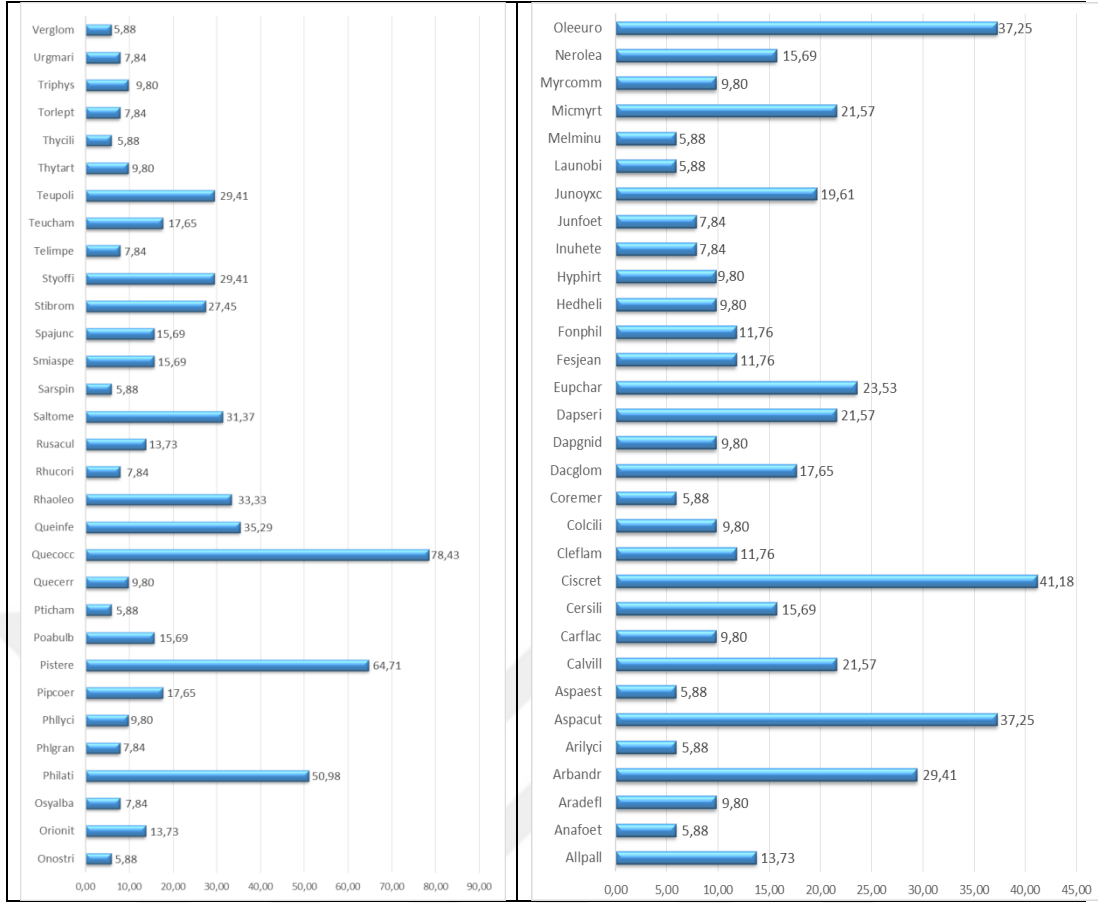
51 örnek alanda arazide yapılan çalışmaları ve laboratuvar teşhis işlemleri sonucunda kızılcamla birlikte toplam 63 farklı bitki türü belirlenmiştir (Çizelge 4.2; Şekil 4.7).

Çizelge 4.2. Çalışma alanı kapsamında yörede tespit edilen bitki tür listesi ve kodları

<i>Allium pallens</i> L. subsp. <i>pallens</i>	Allpall
<i>Anagyris foetida</i> L.	Anafoet
<i>Arabis deflexa</i> Boiss.	Aradefl
<i>Arbutus andrachne</i>	Arbandr
<i>Aristolochia lycica</i> Davis et Khan	Arilyci
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Aspacut
<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	Aspaest
<i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link.	Calvill
<i>Carex flacca</i> Schreber	Carflac
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Cersili
<i>Cistus creticus</i> L.	Ciscret
<i>Clematis flammula</i> L.	Cleflam
<i>Colutea cilicica</i> Boiss. & Balansa	Colcili
<i>Coronilla emerus</i> subsp. <i>emeroides</i>	Coremer
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Dacglom
<i>Daphne gnidioides</i> Jaub. et Spach	Dapgnid
<i>Daphne sericea</i> Vahl.	Dapseri
<i>Euphorbia characias</i> L.	Eupchar
<i>Festuca jeanpertii</i> (St.-Yves) F. Markgraf Apud Hayek	Fesjean
<i>Fontanesia philliraeoides</i> Labill.	Fonphil
<i>Hedera helix</i> L.	Hedheli
<i>Hyparrhenia hirta</i> L. Stapf	Hyphirt

Çizelge 4.2. Çalışma alanı kapsamında yörede tespit edilen bitki tür listesi ve kodları (Devamı)

<i>Inula heterolepis</i> Boiss.	Inuhete
<i>Juniperus foetidissima</i> Willd.	Junfoet
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	Junoyxc
<i>Laurus nobilis</i> L.	Launobi
<i>Melica minuta</i> L.	Melminu
<i>Micromeria myrtifolia</i> Boiss & Hohen	Micmyrt
<i>Myrtus communis</i> L.	Myrcomm
<i>Nerium oleander</i> L.	Nerolea
<i>Olea europaea</i> var. <i>oleaster</i> L.	Oleeuro
<i>Onosma strigosissimum</i> Boiss.	Onostri
<i>Origanum onites</i> L.	Orionit
<i>Osyris alba</i> L.	Osyalba
<i>Phillyrea latifolia</i> L.	Philati
<i>Phlomis grandiflora</i> H.S. Thompson	Phlgran
<i>Phlomis Lycia</i> D. Don	Phllyci
<i>Pinus brutia</i> Ten.	Pinbrut
<i>Piptatherum coerulescens</i> (Desf)	Pipcoer
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	Pistere
<i>Poa bulbosa</i> L.	Poabulb
<i>Ptilostemon chamaepeuce</i> (L.) Less.	Pticham
<i>Quercus cerris</i> L.	Quecerr
<i>Quercus coccifera</i> L.	Quecocc
<i>Quercus infectoria</i> Olivier	Queinfe
<i>Rhamnus oleoides</i> L.	Rhaoleo
<i>Rhus coriaria</i> L.	Rhucori
<i>Ruscus aculeatus</i> L.	Rusacul
<i>Salvia tomentosa</i> Miller.	Saltome
<i>Sarcopoterium spinosum</i> L.	Sarspin
<i>Smilax aspera</i> L.	Smiaspe
<i>Spartium junceum</i> L.	Spajunc
<i>Stipa bromoides</i> (L.) Doerfl.	Stibrom
<i>Styrax officinalis</i> L.	Styoffi
<i>Telephium imperati</i> L.	Telimpe
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Teucham
<i>Teucrium polium</i> L.	Teupoli
<i>Thymelaea tartonraira</i> (L.) All.	Thytart
<i>Thymus cilicicus</i> Boiss. & Bal.	Thycili
<i>Torilis leptophylla</i> L.	Torlept
<i>Trifolium physodes</i> Stev. Ex Bieb.	Triphys
<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker	Urgmari
<i>Verbascum glomeratum</i> Boiss.	Verglom



Şekil 4.7. Örnek alanlarda teşhis edilen bitki türlerine ait frekans değerleri (%)

Şekil 4.7’de görüleceği üzere % frekans değerine göre örnek alanlarda en yaygın bulunan türler *Asparagus acutifolius* L., *Cistus creticus* L., *Olea europaea* var. *oleaster* L., *Phillyrea latifolia* L., *Pistacia terebinthus* L. ve *Quercus coccifera* L. en az görülen türler ise *Anagyris foetida* L., *Aristolochia lycica* Davis et Khan, *Asphodelus aestivus* Brot., *Coronilla emerus* subsp. *Emeroides*, *Laurus nobilis* L., *Melica minuta* L., *Onosma strigosissimum* Boiss., *Ptilostemon chamaepeuce* (L.) Less., *Sarcopoterium spinosum* L., *Thymus cilicicus* Boiss. & Bal., *Verbascum glomeratum* Boiss olmuştur.

4.1. İstatistiksel Bulgular

4.2.1. Korelasyon analiz yöntemleri ile ikili ilişkiler ve faktör analizi

Çalışmada istatistiksel değerlendirmeler aşamasında ilk olarak 51 örnek alanda kayıt edilen 24 farklı sürekli veri halindeki çevresel değişkenin verimlilik (bonitet endeksi) ile ilişkilerini belirlemek amacıyla pearson korelasyon analizi

(Çizelge 4.3), 25 farklı var-yok şeklindeki çevresel değişkenlerin ilişkisine ise spearman korelasyon analizi ile bakılmıştır (Çizelge 4.4).

51 örnek alan verisi üzerinden yapılan pearson korelasyon analizi neticesinde kızılcım türünün yörede verimliliğini temsil eden değişken bonitet endeksi (bondeg) yükselt ($r=0,316$) ve kil ($r=0,316$) ile pozitif, sıcaklık ($r=-0,313$) ve kum ($r=-0,373$) ile negatif yönde istatistiksel olarak anlamlı ilişki sunmuştur.

Spearman korelasyon analizi sonucunda ise çevresel değişkenlerden altym ($r=-0,394$) ve kumbal ($r=-0,333$) negatif, asorym ($r=0,293$) ise pozitif yönde bonitet endeksi ile anlamlı ilişkileri belirlenmiştir.



Çizelge 4.3. Sürekli çevresel değişkenler ile kızılçam verimliliği arasında uygulanan Pearson korelasyon analiz bulguları
(51 örnek alan verisi)

	bondeg	yukslt	sıcakl	yagis	egimd	sindks	golgel	arzysi	tpinks	przind	engebe	arzsni	radind	azot	orgmad	ph	kirec	kum	toz	kil	topder	olrtkal	yuztas	iskltic	meskap
bondeg	1																								
yukslt	,316 [*]	1																							
sıcakl	-,313 [*]	-,876 ^{**}	1																						
yagis	-,230	-,822 ^{**}	,970 ^{**}	1																					
egimd	,054	,329 [*]	-,437 ^{**}	-,519 ^{**}	1																				
sindks	-,121	,065	-,186	-,287 ^{**}	,365 ^{**}	1																			
golgel	,087	,059	-,147	-,153	,312 [*]	-,089	1																		
arzysi	,030	-,061	,141	,076	,021	,220	-,146	1																	
tpinks	,072	,118	-,031	-,035	,041	,132	-,100	,716 ^{**}	1																
przind	,024	,195	-,284 ^{**}	-,358 ^{**}	,926 ^{**}	,251	,340 ^{**}	,014	,027	1															
engebe	,186	,391 ^{**}	-,351 ^{**}	-,354 ^{**}	,139	-,045	,247	,096	,209	,066	1														
arzsni	-,071	,179	-,239	-,294 [*]	,273	,129	,054	,191	,250	,180	,206	1													
radind	,102	,242	-,178	-,072	-,554 ^{**}	-,318 ^{**}	-,597 ^{**}	-,145	-,075	-,569 ^{**}	-,032	-,049	1												
azot	,077	,213	-,133	-,073	-,148	-,143	-,166	-,164	-,005	-,166	-,077	,166	,287 ^{**}	1											
orgmad	,022	,199	-,139	-,114	-,051	-,087	-,227	-,210	-,027	-,084	-,125	,069	,243	,902 ^{**}	1										
ph	,165	-,014	-,011	,005	,106	,062	,111	,048	-,029	,093	,084	,129	-,167	,066	,006	1									
kirec	-,073	-,284 ^{**}	,253	,316 [*]	-,107	-,102	,076	-,154	,030	-,004	-,012	-,073	-,095	-,101	-,130	,355 [*]	1								
kum	-,373 ^{**}	-,268 ^{**}	,201	,127	-,081	,111	-,090	-,134	-,185	-,104	-,187	,142	-,083	-,137	-,042	,040	,078	1							
toz	,184	,108	-,059	,015	,132	,027	,047	-,151	,104	,129	,106	-,028	-,026	,157	,078	,276	,414 ^{**}	-,572 ^{**}	1						
kil	,316 [*]	,246	-,200	-,166	,000	-,156	,074	,276 ^{**}	,147	,030	,148	-,153	,121	,048	-,007	-,256	-,406 ^{**}	-,788 ^{**}	-,054	1					
topder	,044	,039	-,032	-,070	,073	,366 ^{**}	,015	,392 ^{**}	,258	,062	-,045	-,087	-,142	-,468 ^{**}	-,484 ^{**}	,043	,054	-,182	,126	,127	1				
olrtkal	-,080	-,012	,062	,065	,062	,183	-,018	-,005	,147	,060	,122	-,009	-,119	-,033	,137	,025	,200	,119	-,013	-,135	,096	1			
yuztas	,202	,365 ^{**}	-,340 [*]	-,296 [*]	,085	-,157	-,058	-,172	,105	,017	,261	,141	,346 [*]	,404 ^{**}	,412 ^{**}	-,149	-,006	-,064	,183	-,060	-,464 ^{**}	-,062	1		
iskltic	,067	,101	-,273	-,338 ^{**}	,209	,139	,092	-,235	-,222	,108	,229	,358 ^{**}	,022	,260	,292	-,075	-,291 [*]	,270	-,219	-,165	-,477 ^{**}	-,110	,423 ^{**}	1	
meskap	,000	,242	-,188	-,231	,251	,165	-,095	-,149	-,239	,207	,066	-,065	,064	,130	,251	-,150	-,228	-,060	-,003	,075	-,074	,339 ^{**}	,229	,134	1

** : % 1 önem düzeyinde ilişki; * : % 5 önem düzeyinde ilişki mevcuttur

Çizelge 4.4. var-yok verisi halindeki çevresel değişkenler ile kızılçam verimliliği arasında uygulanan Spearman korelasyon analiz bulguları (51 örnek alan verisi)

	bondeg	asorym	ustym	altym	ykorym	duzarz	ondule	icbkya	disbkya	tpkrarz	taskya	balkil	balkum	kil	kilbal	kumbal	kukiba	balcik	kumkil	tozbal	cakltas	alvyn	ymcmiz	kreclas	volkanit	peridott
bondeg	1																									
asorym	,293*	1																								
ustym	,194	-,225	1																							
altym	-,394**	-,603**	-,358**	1																						
ykorym	,012	-,225	-,133	-,358**	1																					
duzarz	,005	-,100	-,372**	,569**	-,372**	1																				
ondule	-,111	,085	,299	-,289	,031	-,658**	1																			
icbkya	,142	-,154	-,091	-,245	,685**	-,255	-,161	1																		
disbkya	,043	,138	,208	-,277**	,031	-,407**	-,257	-,100	1																	
tpkrarz	0,000	-,062	-,129	,222	-,129	,111	-,365**	0,000	,322*	1																
taskya	0,000	,062	,129	-,222	,129	-,111	,365**	0,000	-,322*	-,1,000**	1															
balkil	,253	,058	,147	-,240	,147	-,098	-,065	,190	,099	-,209	,209	1														
balkum	-,202	-,087	-,052	,144	-,052	,139	-,091	-,035	-,056	-,100	,100	-,096	1													
kil	-,029	-,088	,056	,129	-,133	,115	-,102	-,091	,031	,129	-,129	-,247	-,052	1												
kilbal	,014	-,124	-,074	,206	-,074	-,004	,091	-,051	-,081	-,143	,143	-,137	-,029	-,074	1											
kumbal	-,333*	-,024	-,157	,116	,010	,207	-,160	-,108	-,015	,038	-,038	-,292*	-,061	-,157	-,087	1										
kukiba	,164	,292*	-,009	-,145	-,169	-,163	,153	-,116	,114	0,000	0,000	-,313	-,065	-,169	-,094	-,200	1									
balcik	-,103	-,124	-,074	,206	-,074	-,004	,091	-,051	-,081	,071	-,071	-,137	-,029	-,074	-,041	-,087	-,094	1								
kumkil	,021	-,225	,056	,007	,244	-,007	,031	,167	-,146	,258	-,258	-,247	-,052	-,133	-,074	-,157	-,169	-,074	1							
tozbal	-,077	,230	-,052	-,139	-,052	-,144	,219	-,035	-,056	-,100	,100	-,096	-,020	-,052	-,029	-,061	-,065	-,029	-,052	1						
cakltas	-,115	-,285*	-,169	,472**	-,169	,454**	-,299*	-,116	-,185	0,000	0,000	-,202	,306*	-,009	,171	,083	-,079	,171	-,009	-,065	1					
alvyn	-,119	-,154	-,091	,255	-,091	,245	-,161	-,063	-,100	,354*	-,354*	-,169	-,035	,167	-,051	,121	-,116	-,051	,167	-,035	-,116	1				
ymcmiz	,164	,033	-,091	-,078	,167	-,088	,204	-,063	-,100	-,177	,177	-,169	-,035	,167	-,051	-,108	,103	-,051	,167	-,035	-,116	-,063	1			
kreclas	,096	,015	,048	-,076	,048	-,100	-,011	,033	,138	-,062	,062	,247	-,087	-,225	,102	-,024	,061	-,124	-,088	-,087	-,285*	-,154	-,154	1		
volkanit	-,070	,278*	,299*	-,461**	,031	-,486**	,339*	,022	,243	-,091	,091	,027	-,091	,031	-,130	-,042	,153	-,130	-,102	,219	-,299*	-,161	-,161	-,397**	1	
peridott	,066	,010	-,146	,065	,031	,163	-,132	,142	-,159	,081	-,081	,099	-,056	,031	-,081	-,015	-,185	,213	,031	-,056	-,185	-,100	-,100	-,245	-,257	1

** . % 1 önem düzeyinde ilişki; * . % 5 önem düzeyinde ilişki mevcuttur

Türe ait verimlilik-çevre ilişkileri ikili doğrusal analiz teknikleri ile nispeten ortaya konulduktan sonra çalışmanın devamında türe yönelik verimlilik modelleme çalışmalarına başlanmıştır. Bu süreçte ilk olarak bağımsız değişken veri matrisi içerisinde birbirleriyle yüksek korelasyona sahip olarak, modellerde çoklu bağlantı problemine sebep olabilecek değişkenler test edilmiştir. Bu süreçte ilk olarak Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4. üzerinde bir inceleme yapılmış olup, burada eğim ve przind ($r=0,926$) ile orgmad ve azot ($=0,902$) değişkenleri arasında ilişki katsayılarının oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Buradan hareketle bu değişkenlerden modelleme aşamasında eğim ve orgmad diğer iki değişkeni temsilen alınmış olup, przind ve azot değişkenleri türe yönelik modelleme çalışmaları için hazırlanan veri matrisinden çıkarılmıştır.

Ayrıca birbirlerine bağımlı olarak doğada değişim gösterdiği bilinen toprak değişkenleri içerisinde kum, toz, kil ve fizyografik-iklim değişkenlerinden yükselt, sıcaklık, yağış arasında model aşamasına geçilmeden önce temsilci değişken belirlemek amacıyla faktör analizi uygulanmıştır. Kum, toz ve kil için uygulan faktör analizi sonucu eksenlere ait varyans açıklama yüzdeleri Çizelge 4.5'te, değişkenlerin eksenler ile ilişkisi ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kum, toz, kil değişkenleri için uygulanan faktör analizi sonucu eksenlere ait varyans açıklamaları (%)

Eksenler	Öz Değerler	Varyans(%)	Eklentili Varyans (%)
1	1,949	64,957	64,957
2	1,051	35,043	100,000
3	1,388	0,000	0,000

Çizelge 4.6. Kum, toz, kil değişkenleri ile eksenler arası korelasyon değerleri

Değişken	Eksen 1 (r)	Eksen 2 (r)
kum	-1,000	-0,018
toz	0,557	0,830
kil	0,799	-0,601

Çizelge 4.5'te varyans açıklama yüzdelerine göre ilişkilerin en kuvvetli eksen 1 ve eksen 2 üzerinden açıklanabileceği anlaşılmaktadır. Buradan hareketle eksen 1 ile en yüksek korelasyona sahip olan kum (-1,000) ve eksen 2 ile en yüksek korelasyona sahip olan toz (0,830) değişkeni modelleme safhasına aktarılmış olup, burada veri matrisi içerisinde kil değişkeni çıkarılmıştır. Kil ile ilişkilerin ise dolaylı yönden negatif olarak kum üzerinden yapılmasına karar verilmiştir.

Yükselt, sıcakl, yagis için uygulan faktör analizi sonucu eksenlere ait varyans açıklama yüzdeleri Çizelge 4.7’de, bu değişkenlerin eksenler ile ilişkisi ise Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Yükselt, sıcakl, yagis değişkenleri için uygulanan faktör analizi sonucu eksenlere ait varyans açıklamaları (%)

Eksenler	Öz Değerler	Varyans(%)	Eklentili Varyans (%)
1	2,781	92,686	92,686
2	0,196	0,000	0,000
3	0,023	0,000	0,000

Çizelge 4.8. Yükselt, sıcakl, yagis değişkenleri ile eksenler arası korelasyon değerleri

Değişken	Eksen 1 (r)
yükselt	-0,933
sıcakl	0,987
yagis	0,968

Çizelge 4.7 incelendiğinde eksen 1’in varyans açıklama yüzdesi bariz bir şekilde çok yüksek olup, ilişkilerin bu eksen üzerinden açıklanmasına karar verilmiştir. Eksen 1 Çizelge 4.8’e bakılmış olup, bu eksen üzerinde en yüksek ilişki katsayısına sahip olan değişkenin sıcakl (0,830) olduğu anlaşılmıştır. Dolayısıyla modelleme aşamasına bu değişken temsilci olarak alınmış olup, yükselt ve yagis değişkenleri model verisinden çıkarılmıştır. Bu değişkenlerin türün verimlilik ile olan ilişkilerine modelleme aşamasında dolaylı yoldan bakılmış olup, sıcaklıkla ilişkiler yükselti ile negatif, yağışla pozitif şekilde yorumlanmıştır. Tüm bu işlemler sonucunda kızılçam türünün verimliliği ile modellenmek üzere nihai aşamada 43 farklı değişken (19 sürekli, 24 var-yok) çevresel değişkenlere ait model verisi olarak Microsoft Office Excel ortamında hazır hale getirilmiştir. Daha sonra bu veri matrisi üzerinden sırasıyla, aşamalı çoklu regresyon, regresyon ağacı ve lojistik regresyon analiz yöntemleri ile türün verimlilik modellemesi gerçekleştirilmiştir.

4.2.2. Aşamalı çoklu regresyon analizi

Yörede kızılçam sahalarındaki verimliliğin modellenmesine yönelik olarak öncelikle aşamalı çoklu regresyon analizi uygulanmıştır. 51 örnek alanda 43 çevresel değişken ile bonitet için uygulanan aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda 3 farklı model elde edilmiştir (Çizelge 4. 9).

Çizelge 4.9. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda elde edilen modeller (51 örnek alan için)

Model	R ²	Önem Seviyesi	F
1	0,147	0,005	8,448
2	0,242	0,001	7,651
3	0,325	0,000	7,543

Uygulanan analiz neticesinde % 1 önem derecesine göre istatistiki olarak her 3 modelde anlamlı bulunmuştur. Söz konusu modellerin açıklama katsayıları (R²) 0,147 - 0,325 arasında değişim göstermektedir. Diğer bir ifade ile en yüksek açıklama düzeyine sahip olan model, ilişkilerin toplam % 32,5'ini açıklamaktadır. Modelleri şekillendiren değişkenler ise Çizelge 4.10'da görülmektedir.

Çizelge 4.10. Aşamalı çoklu regresyon analiz modellerine ait değişkenlerin önem kat sayıları ve varyans şişme oranları (51 örnek alan için)

Model	Modele Ait Değişkenler	Önem Seviyesi	VIF
1	sabite	27,348	1,000
	altym	-4,176	
2	sabite	32,512	1,035
	altym	-3,549	
	kum	-0,103	
3	sabite	34,531	1,270
	altym	-5,172	
	kum	-0,104	
	volkanit	-3,885	

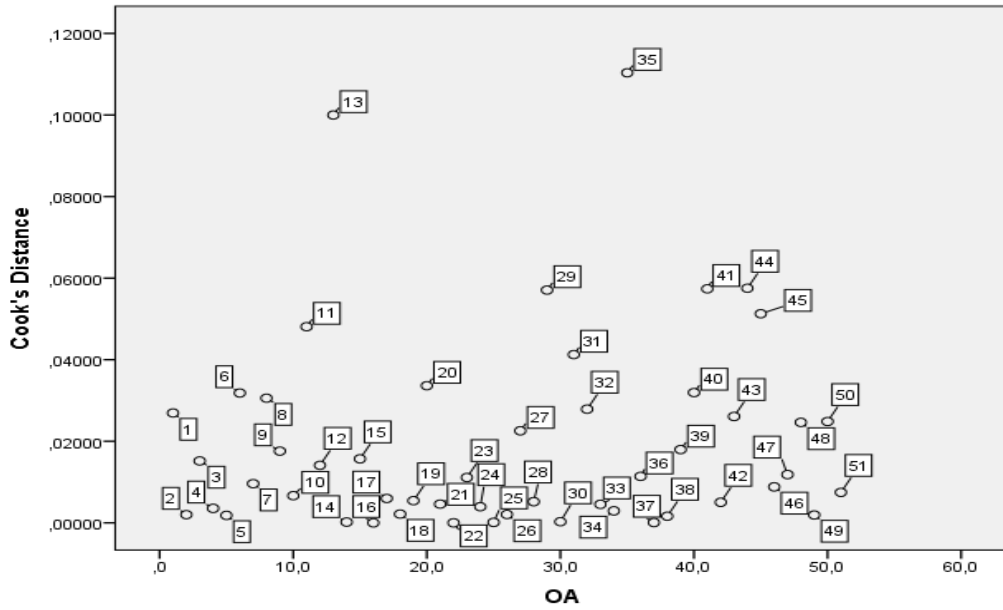
En yüksek açıklama düzeyine sahip olan 3. Model içerisinde yer alan değişkenler sırasıyla kum, altym, volkanit olmuştur. Modelin sabite değeri 34,531'dir. Ayrıca bu modelde varyans şişme oranları (VIF) 1'değerine oldukça yakın olup, bu durum modelde çoklu bağlantı sorunu olmadığını işaret etmektedir (Cook ve Weisberg, 1982; O'brien, 2007). 3. modele ait denklem ise şu şekilde olmuştur;

$$\text{Bonitet Kestirimi (BK)} = 34,531 + (\text{altym} * (-5,172)) + (\text{kum} * (-0,104)) + (\text{volkanit} * (-3,885))$$

Modelde her 3 değişkenin de katkısı negatif yönde olup, kum değişkeni %, altym ve volkanit değişkeni ise var-yok (1-0) şeklinde hesaplanmıştır. Diğer bir ifade ile ortamda alt yamaç ve volkanit kayaçlarının olmadığı ve kum yüzdesinin

düşük olduğu yerlerde kızılcım verimliliğinin potansiyel olarak artış gösterdiği anlaşılmaktadır.

51 örnek alan ile yapılan çoklu regresyon analiz sonuçları elde edildikten sonra analiz seçenek sekmeleri içerisinde Cook's seçeneği işaretlenerek analiz tekrarlanmış olup, böylece örnek alanlardan normal dağılım göstermeyenlerin ayıklanması amacıyla Cook benzeşmezlik grafiği elde edilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Aşamalı çoklu regresyon analizi için elde edilen Cook benzeşmezlik grafiği (51 örnek alan için)

Şekilde 4.8'de görüleceği üzere örnek alanlardan 13 ve 35'in diğer örnek alanlardan bağımsız bir noktada konumlanmıştır. Bu durum neticesinde bu 2 örnek alan tümüyle veri matrisinden ayıklanarak, aşamalı çoklu regresyon analizi 49 örnek alan üzerinden tekrar edilmiştir.

49 örnek alan ile yinelenen analiz neticesinde yine 3 model elde edilmiş olup, bu modellerin açıklama katsayıları (R^2) sırasıyla 0,175, 0,261 ve 0,368 olmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda elde edilen modeller (49 örnek alan için)

Model	R ²	Önem Seviyesi	F
1	0,175	0,003	9,990
2	0,261	0,001	8,125
3	0,368	0,000	8,726

Cook benzeşmezliği sonucu 49 örnek alan üzerinden elde edilen 3. Modelin açıklama katsayısının arttığı 0,325'ten 0,368' yükseldiği gözlemlenmiştir. Yine burada modelleri şekillendiren değişkenler ise Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Aşamalı çoklu regresyon analiz modellerine ait değişkenlerin önem kat sayıları ve varyans şişme oranları (49 örnek alan için)

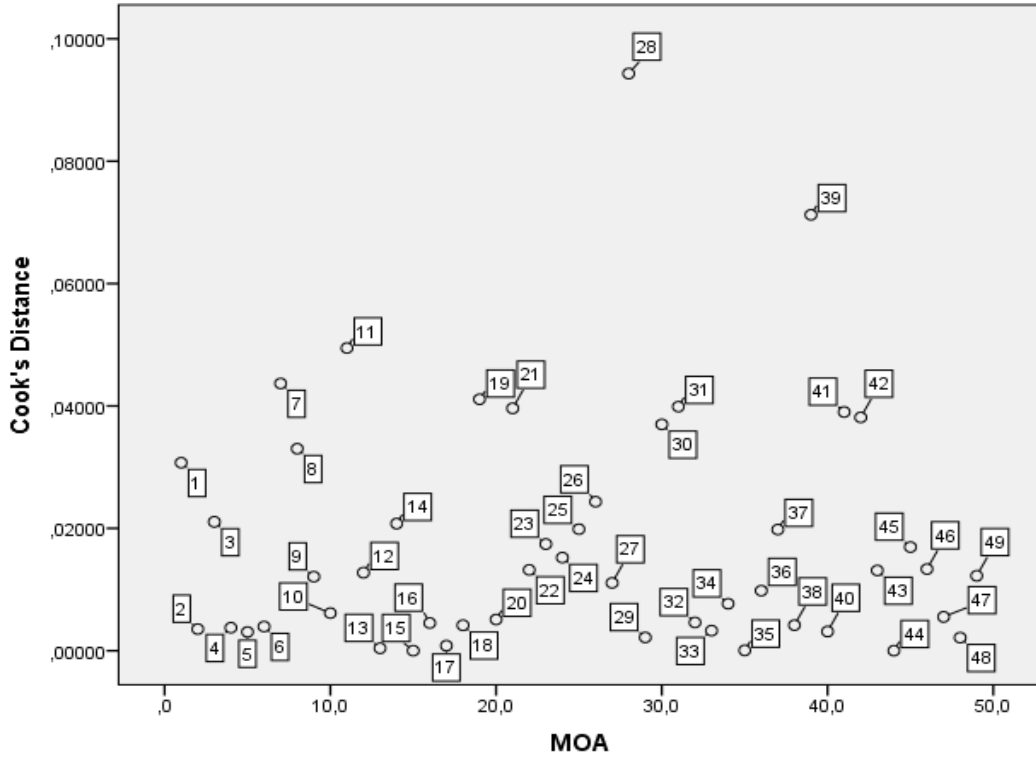
Model	Modele Ait Değişkenler	Önem Seviyesi	VIF
1	sabite	32,016	1,000
	kum	-,132	
2	sabite	32,692	1,030
	kum	-,116	
	altym	-3,109	
3	sabite	31,944	1,550
	kum	-,121	
	altym	-5,606	
	duzarz	4,261	

Burada ise en yüksek açıklama düzeyine sahip olan 3. Model içerisinde yer alan değişkenler sırasıyla kum, altym ve duzarz olmuştur. Modelin sabite değeri ise 31,944'tür. Varyans şişme oranları (VIF) 1 değerine yine oldukça yakın olup, bu durum modelde çoklu bağlantı sorunu olmadığını göstermiştir (Cook ve Weisberg, 1982; O'brien, 2007). 49 örnek alanla uygulanan aşamalı çoklu regresyon analizinin 3. modeline ait denklem ise şu şekildedir;

$$\text{Bonitet Kestirimi (BK)} = 31,944 + (\text{altym} * (-5,606)) + (\text{kum} * (-0,121)) + (\text{duzarz} * (4,261))$$

Modele kum ve altym değişkenlerinin katkısı negatif, duzarz değişkeninin katkısı ise pozitif yöndedir. Burada kum değişkeni %, altym ve duzarz değişkenleri ise var-yok (1-0) şeklinde hesaplanmıştır. Diğer bir ifade ile ortamda alt yamacın olmadığı ve kum yüzdesinin düşük olduğu yerler ile düz olan arazilerde kızılcım verimliliği potansiyel olarak daha yüksek bulunmuştur.

49 örnek alan ile yapılan çoklu regresyon analiz sonuçları elde edildikten sonra analiz seçenek sekmeleri içerisinde ikinci defa Cook's seçeneği işaretlenerek analiz tekrarlanmıştır. Böylece varsa örnek alanlardan normal dağılım göstermeyenlerin bir kez daha ayıklanması için Cook benzeşmezlik grafiği elde edilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Aşamalı çoklu regresyon analizi için elde edilen Cook benzeşmezlik grafiği (49 örnek alan için)

Şekil 4.9'a bakıldığında 28 (örnek alan 29) ve 39 (örnek alan 41) kodlu sahalarn yine diğer örnek alanlardan bağımsız bir noktada konumlandığı görülmekte olup, yine bu iki alanın bu aşamada normal dağılımı bozduğu gerekçesiyle elenmesine karar verilmiştir. Dolayısıyla türe yönelik potansiyel verimlilik modelleme veri seti içerisinde örnek alan sayısı 47'ye düşmüştür. Toplam 47 örnek alan ile aşamalı çoklu regresyon analizi tekrar edildiğinde, yine 3 farklı model elde edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda elde edilen modeller (47 örnek alan için)

Model	R ²	Önem Seviyesi	F
1	0,186	0,002	10,294
2	0,295	0,000	9,220
3	0,430	0,00	10,832

Tekrar edilen analiz sonucunda oluşan yeni modellerin ilişkileri açıklama katsayıları (R²) sırasıyla 0,186, 0,295 ve 0,430 olmuştur. Yine burada görüleceği üzere 3. Modelin açıklama katsayısı diğerlerinden daha yüksek olmakla birlikte, önceki 51 ve 49 örnek alanla uygulanan model safhalarının 3. Modellerinden daha yüksek bir açıklama yüzdesine (%43) ulaşılmıştır.

Bu aşamada mevcut modelleri yapılandıran çevresel değişkenler ve her bir değişkene ait varyans şişme oranları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Aşamalı çoklu regresyon analiz modellerine ait değişkenlerin önem kat sayıları ve varyans şişme oranları (47 örnek alan için)

Model	Modele Ait Değişkenler	Önem Seviyesi (sig.)	(VIF)
1	sabite	31,171	
	kum	-0,124	,002
2	sabite	31,987	
	kum	-0,110	,005
	altym	-3,223	,012
3	sabite	31,123	
	kum	-0,114	,001
	altym	-5,709	,000
	duzarz	4,353	,003

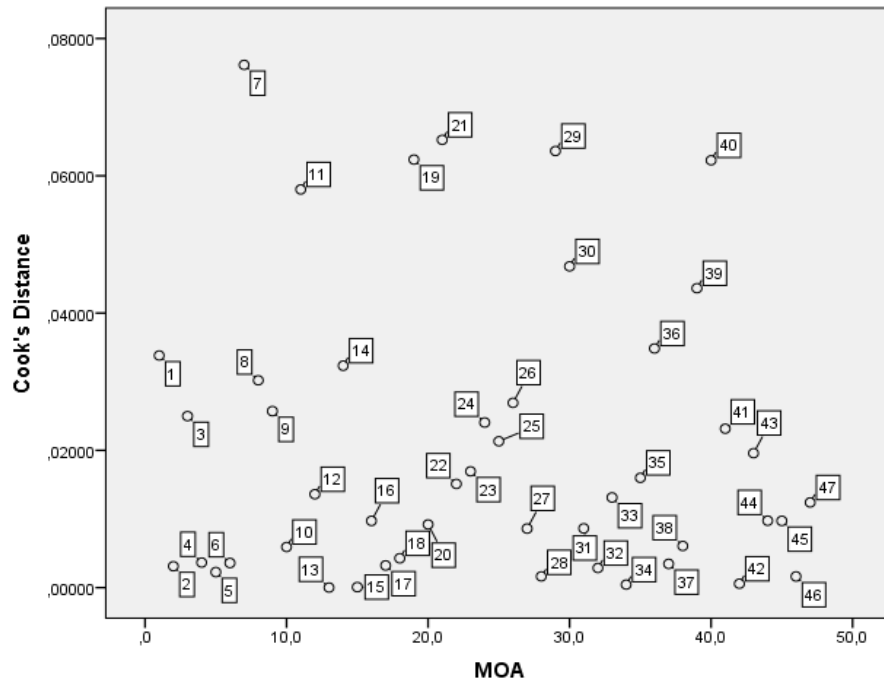
Çizelge 4.14 incelendiğinde yine en yüksek açıklama düzeyine sahip olan 3. Model içerisinde yer alan değişkenler sırasıyla kum, altym ve duzarz olup, modelin ait sabite değeri 31,123'tür. Yine modelde varyans şişme oranları itibarıyla modellerde çoklu bağlantı problemi gözlemlenmemiştir (Cook ve Weisberg, 1982; O'brien, 2007). Dolayısıyla diğerlerine göre daha yüksek açıklama yüzdesine sahip olan bu aşamadaki 3. modelin denklemi şu şekildedir;

$$\text{Bonitet Kestirimi (BK)} = 34,123 + (\text{altym} * (-5,709)) + (\text{kum} * (-0,114)) + (\text{duzarz} * (4,353))$$

Tıpkı 49 örnek alan uygulamasında olduğu gibi modelleme çalışmasının bu safhasında da modele kum ve altym değişkenlerinin katkısı negatif, duzarz

değişkeninin katkısı ise pozitif yönde olmuştur. Burada kum değişkeni %, altym ve duzarz değişkenleri ise var-yok (1-0) şeklinde hesaplanmıştır. Diğer bir ifade ile ortamda alt yamacın olmadığı ve kum yüzdesinin düşük olduğu yerler ile düz olan arazilerde kızılcım verimliliği potansiyel olarak daha yüksek çıkmıştır.

Aşamalı çoklu regresyon analizinin 47 örnek alan ile yapılan uygulamasında bir kez daha Cook's seçeneği işaretlenerek uygulama tekrarlanmıştır. Böylece varsa örnek alanlardan normal dağılım göstermeyenlerin yeniden ayıklanması için Cook benzeşmezlik grafiği elde edilmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Aşamalı çoklu regresyon analizi için elde edilen Cook benzeşmezlik grafiği (47 örnek alan için)

Şekil 4.10'a bakıldığında dağılım oldukça iyi görünmekle birlikte yine bir deneme olarak grafiğin en üst solundaki 7. örnek alanın veri matrisinden çıkarılmasına ve toplam örnek alan sayısının 46'ya düşürülmesine karar verilmiştir. Bu uygulama sonucunda yine 3 model elde edilmiş olup, modellerin açıklama katsayıları (R^2) Çizelge 4.15'te görülmektedir.

Çizelge 4.15. Aşamalı çoklu regresyon analizi sonucunda elde edilen modeller (46 örnek alan için)

Model	R ²	Önem Seviyesi (sig.)	F
1	0,150	0,008	7,745
2	0,25	0,002	7,372
3	0,416	0,00	9,957

Burada görüleceği üzere en yüksek açıklama katsayısına sahip olan 3. Modelin R² değeri, 47 örnek alan uygulamasında 0,430'ken, 46 örnek alan uygulamasında 0,416'ya düşmüştür. Dolayısıyla nihai aşamada 47 örnek alan ile uygulanan aşamalı regresyon analizi sonucu elde edilen modelin en iyi sonuç verdiği kanaatine varılarak, yörede aşamalı regresyon analizi neticesinde kızılcım verimliliği için bu modelin en uygulanabilir sonucu ortaya çıkarttığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla 47 örnek alan verisine göre elde edilen bu 3. Model için DTREG paket programı içerisinde çapraz geçerlilik testi uygulanmış olup ROC (eğrinin altında kalan alan) eğitim değeri R²=0,430, test değeri ise R²=0,288 bulunmuştur.

Ayrıca çalışmanın bundan sonraki aşamalarında uygulanacak olan regresyon ağacı ve lojistik regresyon analizi uygulamalarında ise burayla uyumlu olacak şekilde 47 örnek alan verisi ile modelleme çalışmalarına devam edilmiştir.

4.2.3. Logistik regresyon analiz uygulaması

Logistik regresyon analizi öncesinde örnek alanlardan I. ve II. Bonitet sınıfına denk gelenlere 1, III ve IV. Bonitet sınıfına denk gelenlere ise 0 rakamsal değeri girilerek, veri matrisi var-yok şekline dönüştürülmüştür. Bu hali ile ikinci bir modelleme tekniği ile analize tutulan matris üzerinden yörede kızılcım verimliliğine ilişkin ikinci bir model daha elde edilmiştir. Burada modelleme uygulamaları ve model seçimi SPSS yazılımı üzerinden, seçilen modelin çapraz geçerlilik testleri ise DTREG yazılımı üzerinden yapılmıştır. Uygulanan analiz neticesinde 5 farklı model şekillenmiştir. Elde edilen modellerin geçerliliklerini test etmek amacıyla ilk olarak model katsayılarının genel anlamlılık testi olarak bilinen Omnibus test sonuçlarına bakılmıştır (Çizelge 4. 14).

Çizelge 4.16. Omnibus testi ile modellere ait genel anlamlılık sonuçları

	Ki-kare	Serbestlik Derecesi (df)	p
Aşama 1	8,939	1	0,003
Aşama 2	15,26	2	0,000
Aşama 3	21,912	3	0,000
Aşama 4	27,032	4	0,000
Aşama 5	33,445	5	0,000

Çizelge 4.16 incelendiğinde tüm modellerin ki-kare değerlerine göre oluşan genel anlamlılık katsayıları $p < 0,05$ olup, bu durum bütün modellerin geçerli olabileceğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla bir sonraki aşamada ikinci bir model geçerlilik testi olan Hosmer ve Lemeshow sonuçlarına bakılmıştır (Çizelge 4.17)

Çizelge 4.17. Hosmer ve Lemeshow test sonuçlarına göre modellerin anlamlılık sonuçları

Aşama	Ki-kare	Serbestlik Derecesi (df)	p
1	0,000	0	-
2	4,286	7	0,746
3	4,904	7	0,672
4	1,805	7	0,970
5	3,935	7	0,787

Burada ise 1. aşama hariç diğer 4 aşamada elde edilen modellerin ki-kare değerlerine bağlı olarak $p > 0,05$ koşulunu sağlamları yönünden Hosmer Lemeshow testini geçtiği ve buradaki modellerin anlamlı sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Mevcut modeller içerisinde seçim yapabilme aşamasında bir başka seçim kriteri olan Cox & Snell R^2 ve Nagelkerke R^2 istatistiklerine ilişkin bulgular ise Çizelge 4. 18'de yer almaktadır.

Çizelge 4.18. Cox & Snell R^2 ve Nagelkerke R^2 testi sonucu model açıklama payları

Aşama	-2 Log likelihood	Cox & Snell R^2	Nagelkerke R^2
1	49,926	0,173	0,243
2	43,606	0,277	0,388
3	36,954	0,373	0,522
4	31,833	0,437	0,612
5	25,420	0,509	0,713

Çizelge 4.18 incelendiğinde her bir model aşaması için Cox&Snell R^2 ve Nagelkerke R^2 açıklama yüzdeleri görülmektedir. Sırasıyla bu iki testten Cox&Snell R^2 istatistiğine göre 5. Aşamadaki modelin açıklama payı yaklaşık %51, Nagelkerke R^2 istatistiğine göre yaklaşık %71 bulunur. Diğer aşamalardaki model ve bu modellerde yer alan değişkenlerin ise türün potansiyel verimliliğini açıklama yüzdelerinin kademeli olarak düştüğü görülmektedir.

Elde edilen modeller içerisinde yer alan değişkenlerin bir sonraki aşamada Log Likelihood ve -2LogLikelihood (LogL2-) oranlarına göre model içerisinde olabirliklerini gösteren önem seviyesi değerleri ise Çizelge 4.19'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde buradaki her iki teyit testine göre model aşamalarının tamamında yer alan değişkenlerin $p < 0,05$ koşulunu sağlayarak anlamlı sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19. Log Likelihood ve -2LogLikelihood ($LogL2-$) oranlarına göre değişkenlerin olabirlik değeri

		Log Likelihood	-2 Log Likelihood	df	p
Aşama 1	altym	-29,433	8,939	1	0,003
Aşama 2	iskltic	-24,963	6,321	1	0,012
	altym	-27,041	10,476	1	0,001
Aşama 3	iskltic	-22,073	7,192	1	0,007
	altym	-24,838	12,722	1	0,000
	kumkil	-21,803	6,652	1	0,010
Aşama 4	iskltic	-21,773	11,712	1	0,001
	altym	-19,904	7,975	1	0,005
	kumkil	-19,165	6,497	1	0,011
	cakltas	-18,477	5,120	1	0,024
Aşama 5	iskltic	-20,418	15,416	1	0,000
	altym	-19,386	13,351	1	0,000
	duzarz	-15,917	6,413	1	0,011
	kumkil	-15,203	4,985	1	0,026
	cakltas	-17,274	9,127	1	0,003

Lojistik regresyon analizinin son aşamasında ise ortaya çıkan modeller içerisinde en ideal olanını tespit etmek amacıyla Bakward seçeneğine göre uygulanmış olan analize ait her bir model aşamasında yer alan değişkenler için elde edilen Wald değeri ve önem seviyesi değerlerine bakılmıştır Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Backward seçeneği ile üretilen modeller, içerdiği değişkenler ve onlara ait Wald ve önem seviyesi değerleri

		Beta (B)	Wald	df	p
Aşama 1	altym	-2,033	7,444	1	0,006
	sabite	1,946	9,940	1	0,002
Aşama 2	iskltic	-0,047	5,031	1	0,025
	altym	-2,450	7,943	1	0,005
	sabite	4,325	9,652	1	0,002
Aşama 3	iskltic	-0,056	5,218	1	0,022
	altym	-2,980	8,610	1	0,003
	kumkil	21,304	0,000	1	0,999
	sabite	4,790	8,395	1	0,004
Aşama 4	iskltic	-0,094	6,513	1	0,011
	altym	-2,843	5,903	1	0,015
	kumkil	21,198	0,000	1	0,999
	cakltas	-3,103	3,720	1	0,054
	sabite	7,195	8,112	1	0,004
Aşama 5	iskltic	-0,120	7,821	1	0,005
	altym	-4,962	6,416	1	0,011
	duzarz	3,440	3,937	1	0,047
	kumkil	20,837	0,000	1	0,999
	cakltas	-4,819	5,578	1	0,018
	sabite	8,081	8,141	1	0,004

Çizelge 4.20 incelendiğinde model aşaması 3, 4 ve 5'te kumkil değişkeninin wald değeri itibariyle modele katkısının olmadığı ve $p < 0,05$ koşulunu ise sağlamadığı görülmektedir. Dolayısıyla diğer tüm testlerde başarılı olan ve model açıklama yüzdesi en yüksek bulunan aşama 5 içerisinde kumkil değişkeni çıkarılarak lojistik regresyon analizi tekrarlanmış olup, model testleri sırasıyla Çizelge 4.21-Çizelge 4.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Aşama 5'e ait omnibus testi ile modellere ait genel anlamlılık sonuçları

	Ki-kare	Serbestlik Derecesi (df)	p
Aşama 5	28,460	4	0,000

Çizelge 4.22. Aşama 5'e ait Hosmer ve Lemeshow test sonuçlarına göre modellerin anlamlılık sonuçları

Aşama	Ki-kare	Serbestlik Derecesi (df)	p
5	9,164	7	0,241

Çizelge 4.23. Aşama 5'e ait Cox & Snell R² ve Nagelkerke R² testi sonucu model açıklama payları

Aşama	-2 Log likelihood	Cox & Snell R ²	Nagelkerke R ²
5	30,405	0,454	0,636

Çizelge 4.24. Aşama 5'e ait Log Likelihood ve -2LogLikelihood (*LogL2-*) oranlarına göre değişkenlerin olabilirlik değerleri

	Model LogLikelihood	-2 Log Likelihood	df	p	
Aşama 5	iskltic	-23,049	15,693	1	0,000
	altym	-21,332	12,259	1	0,000
	duzarz	-19,165	7,925	1	0,005
	cakltas	-20,263	10,121	1	0,001

Çizelge 4.25. Aşama 5'e ait Backward seçeneği ile üretilen modeller, içerdiği değişkenler ve onlara ait Wald ve önem seviyesi değerleri

	Beta (B)	Wald	Ods Oranı*	VIF*	df	p	
Aşama 5	iskltic	-0,114	8,280	0,892	1,083	1	0,004
	altym	-4,614	6,085	0,010	1,023	1	0,014
	duzarz	3,768	4,576	43,285	1,015	1	0,032
	cakltas	-4,666	6,404	0,009	1,033	1	0,011
	sabite	7,697	8,881			1	0,003

* Ods oranı ve VIF değerleri DTREG yazılımından elde edilmiştir.

Yukarıdaki çizelgeler incelendiğinde modelin tüm teyit testlerini başarıyla geçtiği ve Nagelkerke R² oranının ise yaklaşık olarak %64 olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla son aşamada elde edilen modelin beta sabite değeri 7,697 olup, modeli yapılandıran değişkenler ise sırasıyla iskltic, altym, duzarz ve cakltas olmuştur. Ods oranlarına göre modele en çok katkısı ise düz arazi'nin yaptığı anlaşılmaktadır. Buradaki Beta sabite ve değişken katsayılarına göre yöredeki bonitet kestirim değerlerini veren denklem ise aşağıdaki gibi şekillenmiştir.

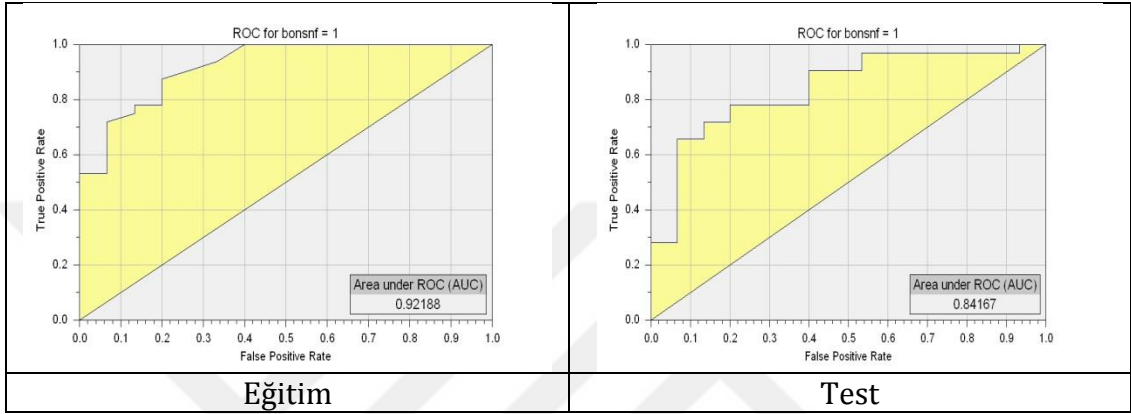
$$\text{Model Denklemi (MD)} = 7,697 + (\text{altym}*(-4,614)) + (\text{iskltic}*(-0,114)) + (\text{duzarz}*(3,768)) + (\text{cakltas}*(-4,666))$$

Modelde yer alan değişkenlerden iskelet içeriği % olarak hesaba alınırken, diğer 3 değişken var-yok (1-0) verisi şeklinde modele dâhil edilmiştir. Burada bonitet kestirimi ise aşağıdaki denklem ile hesaplanmakta olup, bu denklemde 1-0 arası değerler elde edilmektedir.

$$\text{Bonitet Kestirimi (BK)} = \frac{\text{ÜSTEL (MD)}}{1 + \text{ÜSTEL (MD)}}$$

Denklemden elde edilen değerler 1'e yaklaştığında yörede kızılcam türü için I. Bonitet sahalara yaklaşılmakta olup, bu durum alanda potansiyel verimliliğin göstergesi olmaktadır.

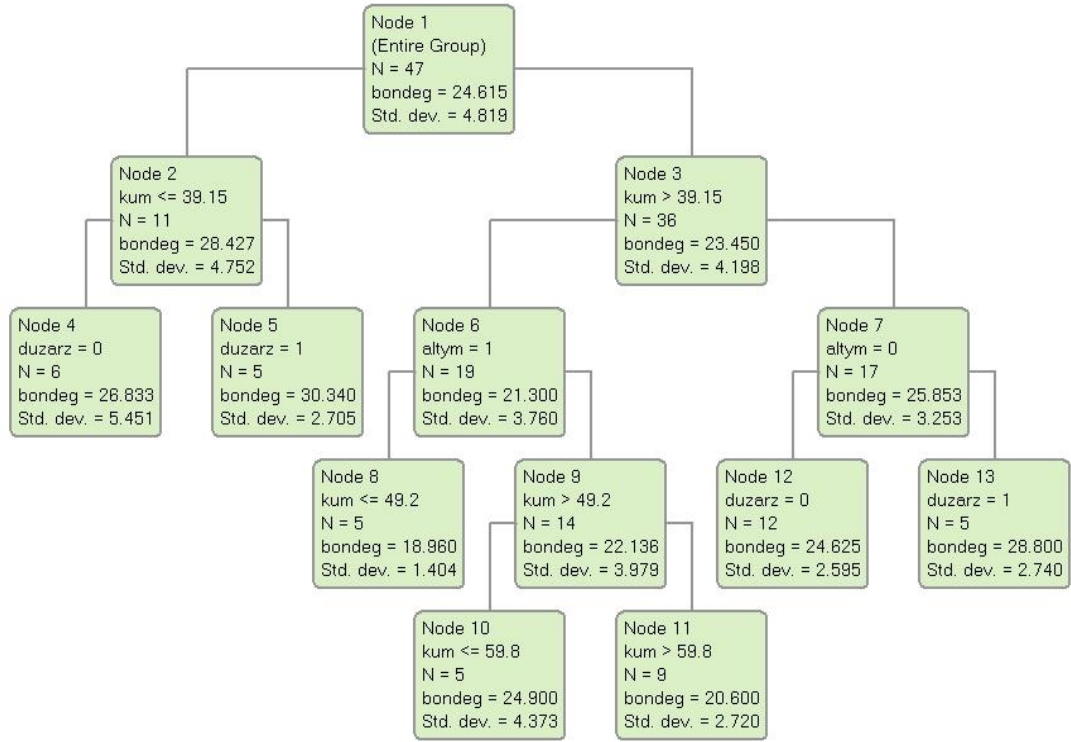
Son olarak elde edilen model aşaması 5 için DTREG yazılımlında çapraz geçerlilik testi uygulanmış olup, eğitim veri seti ROC değeri 0,92188, test veri seti ROC değeri ise 0,84167 bulunmuştur (şekil 4.11).



şekil 4.11. Kızılcam türü 5 aşama logistik regresyon modeli için eğitim ve test veri seti ROC değerleri

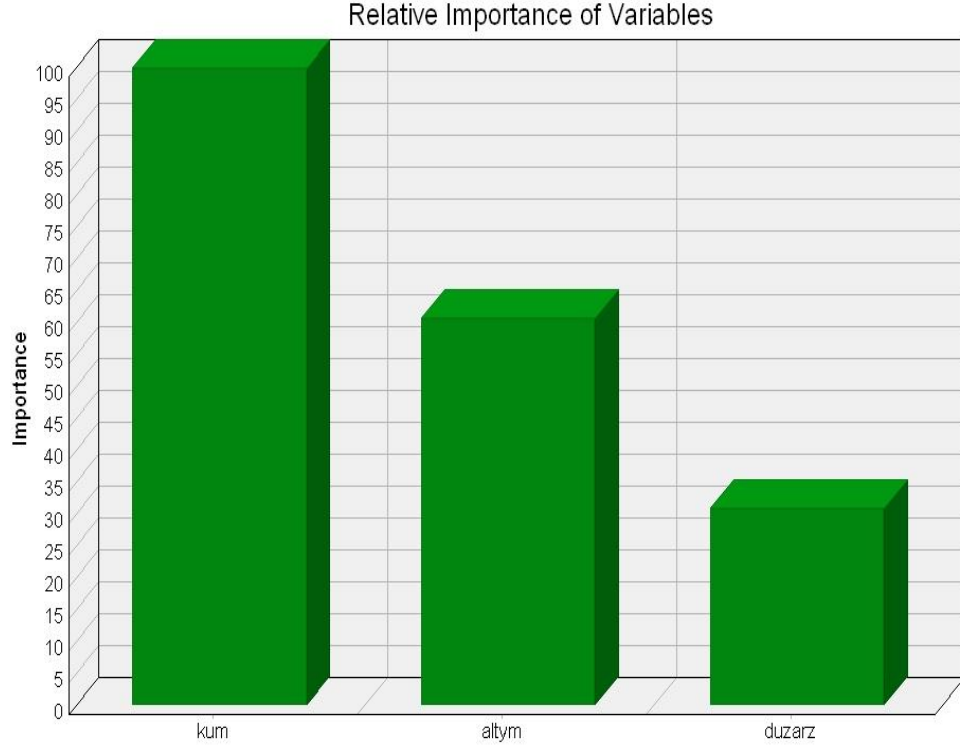
4.2.4. Regresyon ağacı tekniği uygulaması

Çalışmanın son aşamasında ise çok değişkenli verilerde doğrusal ilişkilerin yanında eğrisel ilişkileri de irdeleyerek ortaya koyduğu iyi bilinen bir başka yöntem, Regresyon Ağacı tekniği ile kızılcam verimliliğin modellenmiştir. Uygulanan analiz sonucu elde edilen ağaç model şekil 4.12'de görülmektedir.



Şekil 4.12. Kızılçam türü için oluşun regresyon ağaç modeli

Modelin R^2 değeri 0,53715 olup, ağaç model içerisinde 7 farklı açık uç bulunmaktadır. Söz konusu açık uçlardan model yorumlandığında yörede kum yüzdesinin 39,15'ten küçük ya da eşit olduğu ve düz arazilerde bonitet endeksi 30,34 ile en yüksek değere ulaşmıştır. Bu durum tıpkı diğer iki modelde olduğu gibi özellikle düz arazi ve topraklardaki kum içeriklerinin türün verimliliğine etki eden en önemli çevresel değişkenler olduğunu teyit etmiştir. Diğer yandan yörede özellikle kum değişkenininin 39,2-49,2 arasında olan alt yamaç arazilerinde ise bonitet endeksi 18,96 ile en düşük değere sahip olmuştur. Ağaç modele en çok ferdi katkısı sağlayan değişkenler ise sırasıyla kum (% 100), altym (%61) ve duzarz (%31) olmuştur (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Regresyon ağacı modelinde yer alan değişkenlerin katkı düzeyleri

Tüm bu işlemler neticesinde çalışmada türün verimlilik modelleme uygulamaları tamamlanmış olup, bir sonraki istatistiki değerlendirme aşamasında ise yörede bonitet için göstere olabilecek bitki türlerini belirleme çalışmaları başlatılmıştır.

4.2.5. Bonitet sınıfları için göstere bitki türlerinin tespiti

Kızılçam türünün verimliliği için göstere olabilecek bitki türlerini belirlemeye yönelik olarak bonitet endeksi değerleri ile çalışma alanında tespit edilen 63 tür spearman korelasyon analizine tabi tutulmuştur (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Bonitet endeksi ile türler arasındaki sperman korelasyon analizi sonuçları

Türler	Bonitet Endeksi		Türler	Bonitet Endeksi	
	r	p		r	p
Allpall	-0,044	0,769	Onostri	-0,064	0,668
Anafoet	-0,045	0,764	Orionit	0,154	0,301
Aradefl	-0,015	0,919	Osyalba	-0,343*	0,018
Arbandr	0,298*	0,042	Philati	0,053	0,721
Arilyci	-0,115	0,439	Phlgran	-0,219	0,139
Aspacut	-0,106	0,476	Phllyci	-0,107	0,475
Aspaest	-0,295*	0,044	Pipcoer	-0,163	0,272
Calvill	0,007	0,961	Pistere	-0,225	0,128
Carflac	0,000	1,000	Poabulb	-0,230	0,121
Cersili	-0,109	0,468	Pticham	0,141	0,344
Ciscret	0,170	0,252	Quecerr	0,388**	0,007
Cleflam	-0,042	0,778	Quecocc	-0,157	0,292
Colcili	0,236	0,110	Queinfe	0,046	0,760
Coremer	-0,115	0,439	Rhaoleo	-0,114	0,444
Dacglom	-0,004	0,979	Rhucori	-0,103	0,492
Dapgnid	-0,203	0,170	Rusacul	-0,089	0,551
Dapseri	-0,052	0,729	Saltome	0,144	0,334
Eupchar	0,079	0,597	Sarspin	-0,077	0,607
Fesjean	0,080	0,593	Smiaspe	0,088	0,558
Fonphil	-0,066	0,659	Spajunc	0,159	0,287
Hedheli	0,000	1,000	Stibrom	-0,209	0,158
Hyphirt	-0,188	0,205	Styoffi	0,069	0,647
Inuhete	-0,118	0,429	Telimpe	-0,118	0,429
Junfoet	-0,013	0,932	Teucham	-0,136	0,364
Junoyxc	-0,065	0,663	Teupoli	-0,014	0,927
Launobi	-0,054	0,716	Thytart	0,183	0,218
Melminu	0,167	0,262	Thycili	0,244	0,099
Micmyrt	0,037	0,805	Torlept	0,022	0,881
Myrcomm	-0,259	0,078	Triphys	0,076	0,610
Nerolea	0,000	1,000	Urgmari	-0,045	0,764
Oleeuro	0,042	0,780	Verglom	0,173	0,244

** . % 1 önem düzeyinde ilişki; * . % 5 önem düzeyinde ilişki mevcuttur

Çizelge 4.26 incelendiğinde yörede tespit edilen türlerden Arbandr ve Quecerr ile pozitif; Aspaest ve Osyalba ile ise türün verimliliği arasında negatif ilişki tespit edilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kızılçam dünya ülkeleri arasında en geniş yayılışını Türkiye’de Akdeniz, Ege, Marmara ve Trakya’da yapmaktadır (Mirov, 1967; Öktem, 1987; Boydak vd., 2006). Kızılçam hem ekolojik hem de ekonomik açıdan ülkemizdeki en önemli asli ağaç türlerindedir. Bu sebepten dolayı kızılçamın verimliliği ile yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler üzerine önemli çalışmalar yapılmıştır (Tetik vd., 1997; Kuzugüdenli, 2006; Çelik ve Özkan, 2015; Altındal, 2015; Özel vd., 2012; Koyun, 2016; Şentürk vd., 2019). Bu bağlamda ağaç türünün verimlilik ile yetiştirme ortamı faktörlerinin yöresel ölçekte bilinmesi, özellikle kızılçamın kullanılacağı potansiyel ağaçlandırma sahalarına sahip alanlarda büyük önem teşkil etmektedir. Bu durum Türkiye ormancılığında verimli doğal kızılçam ormanlarının devamlılığının sağlanması ve bozuk nitelikteki orman sahalarının verimli hale getirilmesi için büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında, Düzlerçamı (Antalya) yöresi sınırları içerisinde yayılış gösteren asli ağaç türlerimizden olan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)’ın verimliliği ile çevresel faktörler (toprak özellikleri, sıcaklık, yamaç konumu, eğim ve yüzey taşlılığı vb.) arasındaki ilişkiler incelenerek, bu değişkenler ile türün verimliliği üzerinde etkili olan çevresel faktörler belirlenmiştir. Türün yöredeki yayılış aralığı yükselti bazında göz önünde bulundurulacak olursa, kızılçamların bu alanda genel olarak 1300 m altındaki yerlerde dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu alanlar ekosistem bölgelerinin jeomorfolojik konum sınıflandırmasına göre genel olarak orta dağlık alanlara tekabül etmiştir (Çepel, 1995).

Belirtilen bu yükselti aralığında yapılan çalışmalar sonucunda her bir örnek alanda üç adet plus ağaç seçilmiş ve bu ağaçların yaş ve boy ölçümleri arazi çalışmalarında yapılmıştır. Tüm örnek alanlardan elde edilen plus ağaçların yaş ortalaması 42,9, boy ortalaması ise 17,1 m olarak hesaplanmıştır. Her bir örnek alandaki plus ağaçların yaşları kızılçam hasılat tablosundan 75 yaşa endeksenerek bonitet sınıfları belirlenmiştir (Erkan, 1996). Yörede kızılçam türünün 75 yaş için ortalama bonitet endeks değeri 25,3 m olarak belirlenmiştir. Mevcut bonitet sınıfları içerisinde en çok I. Bonitet sahalar (%37,25) yer

almakta olup, bu durum yörenin kızılçam türü için genel olarak verimli yetiştirme ortamı koşulları sunduğunu ortaya koymuştur.

Örnek alanların eğim değerleri Çepel (1995) tarafından yapılan toprak eğim sınıflandırmasına göre türün yayılış gösterdiği araziler hafif eğimli arazilerden sarp arazilere kadar görülmektedir. Yörede türün yayılış alanlarında arazi şekil indeksi 0,125 topoğrafik pozisyon indeksi -0,33 ve pürüzlülük indeksi 822,05 çıkmıştır. Türün dağılım alanlarında sıcaklık indeks ortalama değerleri 0,99 ve radyasyon indeksi ortalama değerleri ise 0,51 olarak çıkmıştır.

Meşcere kapallık oranları ise en fazla örtme derecesi %70 en düşük örtme derecesi ise %10 olarak tespit edilmiştir. Örnek alanlar arazi yüzey şekline göre sınıflandırılmış olup, örnek alanların çoğunluğunun %51 ile düz arazi yüzey şekline sahip olduğu tespit edilmiştir. Yetiştirme ortamı özelliklerinden örnek alanların yamaç konumunun çoğu alt yamaç (%49) arazilere denk geldiği tespit edilmiştir. Arazi yüzey pürüzlülüğü özelliklerine bakıldığında ise çalışma alanında 2 farklı yüzey formu kaydedilmiş olup, en fazla arazi yüzey şekli düz arazilere (%67) denk gelmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak kızılçam türü için düz arazi formuna sahip alanlar ve alt yamaç konumunda olan sahalar kızılçam türü için iyi yetiştirme ortamı özellikleri gösterdiğini söylemek mümkündür.

51 adet örnek alanda yapılan çalışmalar sonucunda 63 farklı bitki türü envanter karnesine kayıt edilmiştir. Örnek alanlarda en fazla görülen bitki türleri *Asparagus acutifolius* L., *Cistus creticus* L., *Olea europaea* var. *oleaster* L., *Phillyrea latifolia* L., *Pistacia terebinthus* L. ve *Quercus coccifera* L., en az görülen türler ise *Anagyris foetida* L., *Aristolochia lycica* Davis et Khan, *Asphodelus aestivus* Brot., *Coronilla emerus* subsp. *Emeroides*, *Laurus nobilis* L., *Melica minuta* L., *Onosma strigosissimum* Boiss., *Ptilostemon chamaepeuce* (L.) Less., *Sarcopoterium spinosum* L., *Thymus cilicicus* Boiss. & Bal. ve *Verbascum glomeratum* Boiss, olarak belirlenmiştir.

Arazide açılan toprak çukurlarında en yüksek toprak derinliği 112 cm, en düşük toprak derinliği ise 35 cm bulunmuştur. Açılan toprak çukurlarının yüzeyinde ölü örtü kalınlığına bakıldığında ise en fazla ölü örtü kalınlığı 7 cm ve en düşük

ölü örtü kalınlığı ise 1 cm olarak tespit edilmiştir. Bu durumda ölü örtü tipine bakıldığında çürüntü tipi humus olduğu görülmüştür. Ölü örtü miktarının yoğun olduğu alanlarda çürüntülü ham humus formu gösteren bölgelerde bulunan ultrabazik magmatik kayalar veya diğer silikat anataşı üzerindeki topraklarda podsolleşme meydana getirebileceği, toprak reaksiyonunu asit yaparak beslenme ilişkilerini bozabileceği, ilkbahar ve sonbahar yağışlarının büyük bir kısmının mineral toprağa geçmesini engelleyebileceği daima göz önünde bulundurulmalıdır. Ağaçlandırma çalışmalarında bakımlar aksatılmadan yapılarak, güneş ışınlarının ölü örtüye kadar gelerek minimumda olan ayrışma faktörü optimuma çıkarılarak bu durumunun önüne geçilmez. Bu sayede ölü örtü yoğunluğunun yaratacağı sorunlar engellenebilmektedir (Çepel vd., 2012). Açılan toprak çukurlarının 0-30 cm iskelet içeriğine bakıldığında en yoğun oran %90, en düşük oran ise %5 olarak bulunmuştur. Örnek alanlardaki yüzey taşlılık durumu %5-%85 arasında değişim göstermiştir. Arazinin taşlılık oranının ve toprak çukurunun 0-30 cm kademesinde iskelet içeriğinin yüksek olması kızılçam için pozitif bir etki de bulunduğunu göstermektedir.

Örnek alanların 0-30 cm derinlik kademelerinden alınan toprak örneklerine laboratuvar ortamında toprak analizleri uygulanmıştır. Uygulanan analizler sonucunda azot miktarı en fazla %0,287 en az ise % 0, 003 olarak bulunmuştur. Azot miktarı bakımından değerlendirildiğinde toprakların çok düşük ile çok yüksek azot değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir (FAO, 1990). Organik madde miktarına bakıldığında ise en yüksek organik madde miktarı %11,74, en düşük organik madde miktarı ise %0,17 olarak bulunmuştur. Organik madde miktarına göre toprakların fakir, orta ve zengin derece sınıflarında olduğu tespit edilmiştir (OGM, 2012). Toprakların pH derecelerine bakıldığında ise 6,70-7,90 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. pH dereceleri bakımından sınıflandırmaya tabi tutulduğunda ise toprakların hafif asit, nötr, hafif alkali ve orta alkali sınıfında oldukları anlaşılmaktadır (OGM, 2012). Kireç oranları bakımından en yüksek oran % 70,14 olarak bulunmuş ve örnek alanlardan alınan toprakların az kireçli topraklar sınıfı ile çok fazla kireçli topraklar sınıfında oldukları tespit edilmiştir (OGM, 2012).

Toprak tanecikleri itibariyle yapılan değerlendirmede kum oranları %23,1-%93,2 arasında, toz oranları %4,1-%52,4 arasında, kil oranları ise %2,7-%55 arasında değişim göstermiştir. Yapılan kum, toz ve kil miktarlarının hesaplarına göre toprak türleri uluslararası tane çapı sınıfına göre oluşturulan toprak tekstür üçgeni yardımı ile belirlenmiştir (Karaöz, 1989a). Örnek alanlardaki toprak türleri içerisinde en fazla balçıklı kil ve kumlu-killi balçık (%19,6) türünde topraklar bulunmaktadır. Çalışma alanında toplam 6 adet anakaya tipi belirlenmiştir. Bunların çakıltaşı, alüvyon, yamaç molozu, kireçtaşı, volkanit-çökel kaya ve peridotit olduğu tespit edilmiştir. En fazla bulunan anakaya türü ise volkanit-çökel kaya ile kireçtaşı olduğu belirlenmiştir. Düzlerçamı Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yapılan bir çalışmada kalker anakayasası üzerinde terra rosa ve terra fusca toprak tipinin olduğu, kireçtaşı anakayasası üzerinde ise kırmızımsı kahverengi Akdeniz orman toprağı olduğu ve alanın büyük bir kısmını kapladığı ifade edilmiştir (Başaran, vd., 2010). Ayrıca bu toprakların geçirgen ve çatlaklı bir yapıya sahip olduklarından dolayı iyi drenaja sahip olduğu belirtilmiştir. Kızılçam asli ağaç türü özellikle çatlaklı ana kayaların olduğu alanları tercih ettiği için çatlaklı olmayan alanlarda ve toprak yüzeyine paralel tabakalaşma gösteren anakayalar üzerinde çok zayıf bir gelişim gösterdiği ya da hiç gelişim gösteremediği bilinmektedir (Çepel, 1971). Dolayısıyla çatlaklı yapı içerisinde su çok daha derinlere ulaşmakta, bitkiler bu çatlaklara köklerini salabildikleri vakit mevcut su ve beraberindeki bitki besin elementlerinden daha çok faydalanma fırsatı bulmaktadır. Genel olarak kireçtaşından oluşmuş topraklar iskelet ve kil oranı zengin olan sığ veya orta derin özellikteki topraklardır. Özellikle bu topraklarda iyi bir kırıntılı yapıya bağlı olarak geçirgenlik ve havalanma koşulları optimum düzeyde seyretmektedir. Böylece kireçtaşından oluşmuş toprakların nötr veya nötre yakın olmalarından biyolojik aktivitenin oldukça yüksek düzeyde seyrettiği bilinmektedir (Altındal, 2015). Bu sonuçlara bakılarak kızılçam ile elde edilen sonuçların mevcut literatür ile birbirini destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın ilk aşamasında kızılçam verimliliği (bonitet endeksi) ile çevresel faktörler arasındaki ikili doğrusal ilişkiler incelenmiştir. Kızılçamın verimliliği

ile çevresel faktörler arasındaki ikili ilişkilerin belirlenmesi için uygulanan pearson ve spearman korelasyon analizi sonuçlarına göre yörede yükselti, kil ve aşağı orta yamaç konumu değişkenine sahip alanlar türün verimliliğinde pozitif, yıllık sıcaklık ortalaması, kum, kumlu balçık ve alt yamaç konumu değişkenine sahip alanlar ise negatif etkisi tespit edilmiştir. Uşak ili Murat Dağı Bölgesi'nde yayılış gösteren Kızılçam, Karaçam ve Sarıçam meşcerelerinde yapılan bir çalışmada bonitet endeksi ile bazı edafik ve fizyografik faktörler arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak incelenmiştir. Korelasyon analizi sonucunda ortaya çıkan bulgulardan da anlaşılacağı üzere, toprak neminin yeterli olması koşuluyla, Kızılçam verimliliğinin kum, toz, kil ve organik madde; Karaçamın verimliliğinin kum, toz, kil ve pH ve Sarıçamın verimliliğini ise organik madde etkilediği belirlenmiştir (Altun vd., 2015). Toprağın taneciklerinden olan kil, elektriksel yük bakımından negatif özellik gösterdiğinden dolayı, topraktaki suyu kolaylıkla tutabilmektedir. Bu özelliğinden dolayı, bitkilerin beslenmesinde önemli bir göreve sahiptir. Kum ise elektriksel yük bakımından nötr özellik göstermekte olup, suyu ve besini yüzey gerilimi ile tutmaktadır. Bundan dolayı bitkiler bu sudan ve besinden yararlanamamaktadır. Bu yüzden topraktaki kum oranı arttıkça kızılçamın verimliliği olumsuz yönde etkilenmektedir. Yapılan bu çalışmaya bakılarak kil miktarı suyu ve besini tutmasından dolayı bitkilerin boy gelişiminde pozitif, kum değişkeni ise suyu ve besini bünyesinde bulunduramadığından bitkilerin boy gelişiminde negatif bir etkiye sahip olduğunu söylemek mümkündür.

Bir sonraki aşamada ise kızılçam verimliliğinin çevresel faktörlerle ikili doğrusal ilişkileri incelendikten sonra modelleme aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada aralarında yüksek korelasyon bulunan sürekli değişkenler içerisindeki toprak taneciklerini temsilen kum ve toz, çevresel faktör (sıcaklık, yükselti ve yağış) değişkenlerini temsilen ise sıcaklık değişkeni seçilerek elde edilecek modellerde çoklu bağlantı probleminin engellenmesi hedeflenmiştir. Verimlilik modellemesi aşamasında sırasıyla aşamalı çoklu regresyon analizi, logistik regresyon analizi ve regresyon ağacı tekniği uygulanmıştır.

Modelleme aşamasında 51 örnek alan ile yapılan aşamalı çoklu regresyon analizi neticesinde 3 farklı model elde edilmiş olup, bu modellerin R^2

değerlerine bakıldığında 3. modelin R^2 değeri 0,325 olarak çıkmıştır. Bu model içerisinde kum, alt yamaç ve volkanit modeli şekillendiren değişkenler olmuştur. Modelde bonitet endeksi üzerine kum, alt yamaç ve volkanit değerlerindeki artış bonitet endeks değerlerinde azalış anlamına gelmektedir. 51 örnek alan ile yapılan çoklu regresyon analiz sonuçları elde edildikten sonra Cook's seçeneği ile elde edilen grafiğe bakılarak normal dağılımdan uzaklaştıran örnek alanlar var ise bu örnek alanlar elenerek çoklu regresyon analizi tekrarlanmıştır. Diğer bir değişle aykırı gözleme sebep olan örnek alanlar var ise bu örnek alanlar elenerek çoklu regresyon analizi tekrarlanmıştır. 4 Örnek alan aykırı gözleme sebep olacağından veri matrisimizden elenerek 47 örnek alan ile çoklu regresyon analizi tekrar edilmiştir. Tekrar edilen analiz sonucunda 3 farklı model elde edilmiş olup, bu modellerin R^2 değerlerine bakıldığında 3. modelin R^2 değeri 0,430 olduğu görülmüştür. Üçüncü model içerisinde kum, alt yamaç ve düz arazi modeli şekillendiren değişkenler olmuştur. Modelde bonitet endeksi üzerine kum ve alt yamaç değerlerindeki artış bonitet endeks değerlerinde azalış, düz arazi değerlerindeki artış ise bonitet endeks değerlerinde artış anlamına gelmektedir. 47 örnek alan ile yapılan çoklu regresyon analiz sonuçları elde edildikten sonra Cook's seçeneği ile elde edilen grafiğe bakılarak aykırı gözleme sebep olan örnek alanlar var ise bu örnek alanlar elenerek çoklu regresyon analizi tekrarlanmıştır. 7. örnek alan elenerek 46 örnek alan ile çoklu regresyon analizi tekrar edilmiştir. Tekrar edilen 8 analiz sonucunda 3 farklı model elde edilmiş olup, bu modellerin R^2 değerlerine bakıldığında 3. modelin R^2 değeri 0,416 olduğu görülmüştür. 47 örnek alan ile yapılan çoklu regresyon analizinde Modelin R^2 değeri 0,430 olup, R^2 değerimiz düştüğünden bu aşamadan sonraki analizlere 7. örnek alan çıkarılmadan devam edilmiştir. Dolayısıyla 47 örnek alan ile yapılan aşamalı çoklu regresyon analiz sonucunda elde edilen R^2 değeri (0,430) daha açıklayıcı olduğu görülmüştür.

Çalışma yapılan 47 örnek alandan 25 tanesi düz arazi formuna, 22 tanesi ise farklı diğer arazi yüzey form özelliğine denk gelmiş olup aralarında herhangi bir farklılık olmadığı için ortalama bonitet endeks değeri 25,4 m olarak tespit edilmiştir. Model içerisinde yer alan diğer çevresel değişken aşağı orta yamaç

konumunun 14 farklı örnek alanda bonitet endeks değeri 26,4 m olarak belirlenirken, diğer yamaç konumuna sahip örnek alanların ortalama bonitet endeks değeri 25,3 m'dir. Burada 1,1 m'lik ortalama değerler arası farklılığın modelde istatistiksel anlamda fark oluşturduğu bir durum ortaya çıkmıştır. Fakat buradan elde edilen model her ne kadar geçerli olarak kabul edilse de R^2 değeri itibari ile açıklayıcılığı çok yüksek bulunmamıştır.

Bu aşamadan sonra yapılan logistik regresyon analizi var yok verisi üzerinden yapılarak verimli alanlar ile verimsiz alanlar için 2. bir model daha elde edilmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda en iyi modelin 5. model olduğu anlaşılmıştır. Olabilirlik oran değerleri incelenecek olursa 5. aşamadaki kumlu kil değişkeni haricindeki bütün değişkenlerin önemli bir etkiye sahip oldukları görülmektedir. Bu durumdan dolayı 5. aşamadaki değişkenlerden kumlu kil değişkeni çıkarılarak 5. aşama ile devam edilmiştir. Dolayısıyla 5. modelin sağlığını test etmek için çapraz geçerlilik testi aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada modelin DTREG programı yardımıyla hem eğitim seti hem de test setinin güvenilirliklerinin belirlenmesine yönelik ROC (eğrinin altında kalan alan) testi uygulanmıştır. Burada 5. modelin eğitim veri seti ROC değeri 0,92188 ve test veri seti ROC değeri ise 0,84167 çıkmıştır. Araújo vd. (2005) yapmış oldukları çalışma da farklı modellerin doğruluklarını tahmin ederken ROC değerlerine göre bir sınıflandırma yapmışlardır. Bu sınıflandırmaya göre kızılçam için elde edilen logistik modelin geçerliliğinin mükemmel olduğunu söylemek mümkündür. Buna göre, türün potansiyel dağılımına en fazla katkıyı düz arazi değişkeni yaptığı görülmektedir. İskelet içeriği, alt yamaç ve çakıltaşı türün dağılımına negatif yönde bir etki yaparken, düz arazi değişkeninin ise pozitif yönde bir etki yaptığı sonucuna varılmıştır. Altundal (2015), yaptığı çalışmada çalışmamızı destekler nitelikte bir sonuç bularak arazi eğimindeki artışın kızılçam ağaçlandırmalarındaki tutma başarısına olumsuz yönde etki ettiği sonucuna varmıştır. Bu aşamadan sonra çalışmada elde edilen verilerin tamamını ele alarak, karmaşık ilişkileri daha anlamlı hale getirebileceğinden dolayı regresyon ağacı yöntemi ile bir model daha elde edilmiştir.

Uygulanan regresyon ağacı modeli istatistiksel bakımdan önemli çıkmış ve R^2 değeri 0,53715 olarak belirlenmiştir. Ağaç modelde yer alan kum, alt yamaç ve

düz arazi değişkenleri içerisinde en büyük katkı oranına sahip değişken kum değişkeni olmuştur. Model içerisinde en yüksek kıvılcım verimliliğinin bulunduğu sahalar kum değerinin %40'tan düşük ve arazinin düz olduğu alanlar olarak ortaya çıkmıştır. Tağıl (2006), Kazdağları Milli Park'ında yaptığı çalışmada kıvılcım için güneye bakan yamaçlarda ve yükseltisi fazla olmayan alanlarda yüksek yayılış gösterdiği sonucunu bulmuştur. Yapılan bu çalışmayla elde edilen sonuç ile çalışmamız da elde ettiğimiz sonuç birbirini destekler niteliktedir. Bu çalışma ile kıvılcım için elde edilen denklemler, kıvılcımın potansiyel yayılış alanı içerisinde ağaçlandırma yapılacak boş alanların potansiyel bonitet sınıflarını belirlemek için değerlendirilebilir.

Kıvılcım türünün verimliliği için gösterge olabilecek bitki türlerini belirlemeye yönelik bonitet endeksi değerleri ile çalışma alanında tespit edilen 62 türe spearman korelasyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre kıvılcım türünün *Asphodelus aestivus* Brot. ve *Osyris alba* L. türlerinin rastlandığı sahaların düşük bonitet özelliklerine sahip, *Arbutus andrachne* ve *Quercus cerris* L. türlerinin bulunduğu sahalar ise bonitet özellikleri bakımından verimli sahaları teşkil ettiği bulunmuştur. Karatepe vd. (2014), yaptıkları çalışmada elde ettikleri sonuçlar ile çalışmamızda elde edilen sonuçları destekler durumda olup, *Arbutus andrachne* türü iyi bonitet sahalarında görüldüğü sonucu ortaya koyulmuştur.

Sonuç olarak, Kıvılcım, ülkemizde geniş yayılışının bulunması, yaz kuraklığına dayanabilme kabiliyetinin yüksek olması, Akdeniz kurak ormanlarının tipik bir ağaç türü olması ülkemiz açısından ekonomik anlamda büyük önem teşkil etmektedir. Yapılacak olan her türlü ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışmalarında kıvılcımın yetişme ortamı özelliklerinin ve potansiyel olarak en verimli olabileceği sahaların belirlenmesi gerekmektedir. Fakat yapılan bu çalışmalar kıvılcımın ülkemizde geniş alanlarda yayılış göstermesi nedeniyle çalışma alanlarının yetişme ortamı özellikleri bölgesel ölçekte veriler belirtmektedir. Farklı yörelerde bu tür çalışmaların yapılması ile kıvılcımın yetişme ortamı özellikleri ile verimli olabileceği alanlar belirlenmektedir. Bu sayede benzer yetişme ortamlarında kıvılcımın potansiyel anlamda verimli olacağı sahalar tespit edilecek ve yapılacak olan çalışmalara öncü olacaktır.

Yapılan bu çalışma ile Düzlerçamı Yöresi'nde kızılçam sahalarının yoğun olarak bulunması ve ağaçlandırma çalışmalarına yardımcı olması ile kızılçamın en verimli olabileceği alanlar ile yörede türün potansiyel yayılış alanlarının tespit edilmesi ve bu konuda yol gösterici olması dolayısıyla ormancılık çalışmalarına büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Aertsen, W., Kint, V., Van Orshoven, J., Ozkan, K. & Muys, B., (2010). Comparison and Ranking of Different Modelling Techniques For Prediction of Site Index in Mediterranean Mountain Forests. *Ecological Modelling*, 221(8),1119-1130.
- Alemdağ, Ş., (1962). Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılat Ve Amenajman Esasları. Doktora Tezi, O.A.E, yayınları, teknik bülten no:11, 160s.
- Altındal, U., (2015). *Burdur Yöresi Ağaçlandırma Sahalarında Kızılçam (Pinus brutia Ten.)'in Gelişimi İle Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta. 82s.
- Altun, L., Yılmaz, E., Günlü, A., Ercanlı, İ., Usta, A., Yılmaz, M. & Bakkaloğlu, M., (2007). Murat Dağı (Uşak) Yöresinde Yayılış Gösteren Ağaç Türlerinin (Kızılçam, Karaçam ve Sarıçam) Verimliliğini Etkileyen Kimi Ekolojik Etmenlerin Araştırılması, Kastamonu Üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1), 71-92.
- Anşin, R., (1983). Türkiye'nin Flora bölgeleri ve bu bölgelerde yayılan asal vejetasyon tipleri. *Karadeniz Üniversitesi Dergisi*, 6(2), 318-339.
- Arbez, M., (1974). Distribution, ecology and variation of *Pinus brutia* in Turkey. *Forest Genetic Resources*, 3, 0-7, 1974.
- Asan, Ü., (1995). Global iklim değişimi ve Türkiye ormanlarında karbon birikimi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45(1-2), 23-38.
- Atalay, İ., Efe, R., (2015). *Türkiye Biyocoğrafyası*. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 536 s., İzmir.
- Atay, İ., Odabaşı, T., Aksoy, H. & Ata, C., (1989). Karışık Ormanlarda Doğal Gençleştiriminin Planlaması Esasları. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Cilt 35, No: 69, s. 5-26, Ankara
- Ateş, T., (2016). *Yetiştirme Sıklığının Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Fidanlarının Bazı Morfolojik Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. Artvin. 52s.
- Austrheim, G., Gunilla, E., Olsson, A. & Grontvedt, E., (1999). Land-Use Impact on Plant Communities in Semi-Natural Sub-Alpine Grasslands of Budalen, Central Norway. *Biological Conservation*, 87(3), 369-379.
- Avcı, M., (1993). Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Anadolu Diagonali'ne Coğrafi Bir Yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, (28), 225-248.

- Başaran, M., A., Çoşgun, U., Ay, Z., Başaran, S., Yalçın, A., Güzenge, E., Çevik, N. & Baş, N., (2010). Düzlerçamı Orman İşletme Şefliği'nde Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Planlamaya Yönelik Envanter Bilgileri ve Sınıflandırılması. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 420, Müdürlük Yayın No: 050, 93 s., Antalya.
- Bektaş, I., Alma, M. H., As, N., & Gundogan, R., (2003). Relationship between site index and several mechanical properties of Turkish calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.). *Forest products journal*, 53(2), 27-31.
- Boydak, M., Dirik, H. & Çalıköğlü, M., (2006). Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü, OGEM-VAK (Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı) yayını, 364 sayfa, Ankara.
- Bravo, F. & Montero, G., (2001). Site index estimation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in the High Ebro Basin (northern Spain) using soil attributes. *Forestry*, 74(4), 395-406.
- Breiman, L., Friedman, J. H., Olshen, R. & Stone, A. C. G., (1984). *Classification and Regression Trees*. Wadsworth International Group, Belmont, California, United States America, 319 s.
- Bueis, T., Bravo, F., Pando, V., & Turrión, M. B., (2016). Relationship between environmental parameters and *Pinus sylvestris* L. site index in forest plantations in northern Spain acidic plateau. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 9(3), 394.
- Carus, S., & Su, Y., (2014). Antalya–Korkuteli Yöresi kızılçam ağaçlandırmaları için tek ve çift girişli ağaç hacim tablosunun düzenlenmesi ve mevcut tablolar ile kıyaslanması. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, s. 574-584, 22-24 Ekim 2014 – Isparta.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G. & Aiken, L. S., (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cook, R. D., (2000). Detection of influential observation in linear regression. *Technometrics*, 42(1), 65-68.
- Cook, R. D., & Weisberg, S., (1982). *Residuals and Influence in Regression*, New York: Chapman and Hall.
- Cook, R. D., (1977). Detection of Influential Observations in Linear Regression, *Technometrics*, 19, 15-18.
- Critchfield, W. B. & E. L. Little., (1966). *Geographic distribution of the pines of the world*. U.S.D.A. Forest Service Misc. Publ.

- Çapar, C., (2013) *Yöresi Kızılçam Meşcereleri İçin Doğrusal Olmayan Karışık Etkili Modeller Yardımı İle Çap-Boy Denklemlerinin Geliştirilmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta. 78s.
- Çelik H. & Özkan K., (2015). Antalya Ovacık Dağı Yöresi'nde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Gelişimi İle Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. s. 190-197, Isparta.
- Çepel, N., DüNDAR, M., (1980). Bolu- Aladağ Orman Ekosistemlerinde Sarıçam'ın (*Pinus sylvestris* L.) Boy Artımı ile Reliyef ve Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 30(1): 129-140.
- Çepel. N.. (1983). *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul Üniversitesi Yayın No. 3140. O.F. Yay. No. 337. Oğul Matbaası, 536 s., İstanbul.
- Çepel, N. & DüNDAR M., (1985). Tipik Orman Yetiştirme Bölgelerinde Sarıçam Ve Kızılçam Meşcerelerinin Boy Artımı İle İğne Yapraklarındaki besin Maddesi Düzeyleri Arasında İlişkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 35, Sayı 1, s. 41-58. İstanbul.
- Çepel, N., (1995). *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Matbaası, No: 426, 536 s., İstanbul.
- Çepel, N. & Tekerek, Ö., (2012). Antalya Orman Bölge Baş Müdürlüğü Yöresinde Bazı Saf Kızılçam Meşcerelerinin Ölü Örtü Miktarı Üzerine Araştırmalar. *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 30(1), 111-128.
- Çınar, T., (2017). *Demirci (Manisa) Yöresinde Anadolu Karaçamı (Pinus nigra Arn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) Meşcerelerinde Verimlilik Çevre İlişkileri*. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 91s, Isparta.
- Davis, B.H., 1965-1988. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. 9 Volumes and Supplementum. At the University Press. Edinburgh.
- De'ath, G. & Fabricius K. E., (2000). Classification and Regression Trees: a Powerful Yet Simple Technique for Ecological Data Analysis, *Ecology*, 81(11), 3178-3192.
- Dirik H., (2000). Farklı Biyoiklim Kuşaklarını Temsil Eden Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Orijinlerinin Kurak Dönemdeki Su Potansiyellerinin Basınç-Hacim (P-V) Eğrisi Yöntemi İle Analizi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 50, Sayı 2, s. 94-103. İstanbul.

- Eriksson, C. P., Holmgren, P., (1996). Estimating Stone and Boulder Content in Forest Soils — Evaluating the Potential of Surface Penetration Methods. *Catena*, 28(1), 121-134.
- Erkan, N., (1996). Kızılçam Doğal Meşcerelerinde Artım ve Büyümenin Değerlendirilmesi. *Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2, 33-43.
- Erten, P., Taşkın, O., (1985). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Kabuklarında Tanen Miktarının Saptanmasına İlişkin Araştırmalar. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Ankara. Teknik Bülten Serisi No: 147.
- Erten, S., (2004). Uluslararası Düzeyde Yükselen Bir Değer Olarak Biyolojik Çeşitlilik. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi, 27, 98-105.
- Eruz, E., Ayberk, S. & Karaöz, Ö., (1993). *İzmit-İşiktepe Kızılçam Ağaçlandırmalarında Boy Gelişimi ile Toprak ve Reliyef Faktörleri Arasındaki İlişkiler*. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Marmaris, Türkiye, 137-144.
- FAO, 2017. Yearbook 2015 - Forest Products - 2011-2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Fırat, F., (1972). Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 166, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Fick, S.E. & Hijmans, R. J., (2017). Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*.
- Gülcü, S. & Bilir, N., (2009). Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] ve Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Karışık ve Saf Meşcerelerinde Tohum-Fidecik Morfogenetik Özellikleri. *Turkish Journal of Forestry* 1 / 1 (Ocak 2009): 65-74.
- Gulsoy, S., Suel, H., Celik, H., Ozdemir, Ş. & Ozkan, K., (2014). Modeling site productivity of Anatolian black pine stands in response to site factors in Buldan District, Turkey. *Pakistan Journal of Botany (Pak. J. Bot.)*, 46(1): 213-220.
- Güngör, E., (2010). *Farklı Yükseltlerdeki kızılçam (Pinus brutia Ten.) Orijinlerinin Kuraklığa Dayanıklılığı Üzerine Araştırmalar*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. 88s.
- Gürboy, B., (2007). Kuzey Kıbrıs'ta doğal olarak yetişen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın lif morfolojisi. *Turkish Journal of Forestry*, 2, 119-127.

- Hanley, M. E., & Fenner, M., (1997). Seedling growth of four fire-following Mediterranean plant species deprived of single mineral nutrients. *Functional Ecology*, 11(3), 398-405.
- Hijmans, R. J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P. G. & Jarvis A., (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology*, 25(15), 1965-1978.
- Hosmer, D. W., & S. Lemeshow., (2000). *Applied Logistic Regression*, 2nd ed. New York: John Wiley and Sons.
- Hunter, I. R. & Gibson, A. R., (1984). Predicting *Pinus radiata* site index from environmental variables. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 14(1), 53-64.
- IBM, (2019). SPSS version 22 IBM Software Group, ATTN: Licensing, 200 W. Madison St. Chicago, IL; 60606, U.S.A, Copyright IBM Corporation 1994-2019.
- Isik, K. & Kara, N., (1997). Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten. and its implication in genetic conservation and seed transfers in southern Turkey. *Silvae Genetica*, 46(2), 113-119.
- İçgen, Y., Kaya, Z., Çengel, B., Veliöğlü, E., Öztürk, H. & Önde, S., (2006). Potential impact of forest management and tree improvement on genetic diversity of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) plantations in Turkey. *Forest Ecol. Manage.* 225:328-336.
- Jenness, J., (2006). Topographic Position Index (tpi_jen. avx) Extension for ArcView 3. x version 1.2. Jenness Enterprises, Flagstaff, AZ.
- Kahveci, Ü., (2016). *Yangın görmüş kızılçam meşcerelerinde azot mineralleşme potansiyelinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. Artvin. 76s.
- Kalay, H. Z., Yavuz, H., Karagül, R., Altun, L. & Tüfekçioğlu, A., (1993). *Kızılçam'ın Orta Karadeniz Bölümü Arazisinde Dikey ve Yatay Yayılışının Bitki Kuşakları ve Türleri Bakımından Ekolojik İncelenmesi*. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Marmaris, 117-128.
- Kantarıcı, M.D., (1987). *Toprak İlimi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul Üniversitesi Yay. No. 3444. O.F., Yay. No. 387. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 370 s., İstanbul.
- Karaöz, M.Ö., (1989'a). Toprakların Su Ekonomisine İlişkin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Laboratuvarda Belirlenmesi Yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 39(2), 133-144

- Karaöz, M.Ö., (1989b). Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerinin (pH, Karbonat, Tuzluluk, Organik madde, Total Azot, Yararlanılabilir Fosfor) Analiz Yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 39(3), 64-82.
- Karatepe, Y. & Koyun, E. (2017). Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz iklimi etkisi altındaki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme sahalarında anakaya-toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisi. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 18(1), 30-36.
- Karatepe, Y., Özçelik, R., Gürlevik, N., Yavuz, H. & Kırış, R. (2014). Batı Akdeniz'de Farklı Yetiştirme Ortamı Bölgelerindeki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Vejetasyon Yapısının Ekolojik Değerlendirilmesi. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 15(1), 1-8.
- Kılıç, M. & Güner, S. T., (2000). Gölhisar Kızılçam Meşceresi. *Orman Mühendisliği*, 37 (5) 18-21.
- Kirkpatrick, L. A., & Feeney, B. C., (2014). A simple guide to IBM SPSS: For Version 22.0. Cengage Learning.
- Konukçu, M., (2001). Ormanlar ve ormancılığımız "faydaları, istatistikî gerçekler anayasa kalkınma planları, hükümet programları ve yıllık programlarda ormancılık. DPT Yayını, No. 2630, 238 s., Ankara.
- Köse, H., (2007). *Çam Kese böceği (Thaumetopoea pityocampa (Schiff.))'nin Farklı Bonitet Ve Yaşlardaki Kızılçamların (Pinus brutia Ten.) Çap ve Boy Artımına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. Kahraman Maraş. 34s.
- Kumaş, G., (2015). *Antalya Orman Bölge Müdürlüğünde Yayılış Gösteren Kızılçam Meşcereleri İçin Uyumlu Gövde Profili Denklem Sistemlerinin Geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. Artvin. 83s.
- Kuzugüdenli, E., (2006). *Sütçüler (Isparta) Yöresinde Kızılçamın (Pinus brutia Ten.) Boy Gelişimi İle Bazı Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkileri*. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta. 86s.
- Kuzugüdenli, E., (2018). Bulanık Mantık Yöntemiyle Kızılçamda Verimliliğin Modellenmesi. *Journal of Engineering Sciences*, 6(3), 426-434.
- McCune, B. & Mefford, M.J., (2011). PC-ORD, Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6.08. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- McCune, B. & Keon, D., (2002). Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of vegetation science*, 13(4), 603-606.

- McNab, W. H., (1989). Terrain shape index: quantifying effect of minor landforms on tree height. *Forest Science*, 35 (1), 91-104.
- Mert A., (2006). *Uydu Verileri Ve Görüntü Segmentasyonu Yöntemi Kullanılarak Kızılçamda (Pinus brutia Ten.) Meşcere Hacminin Kestirilmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta. 58s.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), (2019). Meteoroloji Veri Arşiv Sistemi, TÜMAŞ. <https://www.mgm.gov.tr/>, Ankara. (Son erişim tarihi: 18.04.2019)
- Mirov, N. T., (1967). *The Genus Pinus*, The Ronald Pres Company, New York.
- Mitsopoulos, I. & Xanthopoulos, G., (2016). Effect Of Stand, Topographic, And Climatic Factors On The Fuel Complex Characteristics Of Aleppo (*Pinus halepensis* Mill.) and Calabrian (*Pinus brutia* Ten.) Pine Forests Of Greece. *Forest Ecology and Management*, 360, 110-121.
- Moisen, G. G., (2008). Classification and Regression Tree. In: Jorgensen SE (ed) *In Encyclopedia of Ecology*, 582-588.
- O'brien, R. M., (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality & quantity*, 41(5), 673-690.
- OGM, (2011). Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda Yaban Keçisi (*Capra aegagrus* Erxleben 1777) Populasyonu ve Habitatının Değerlendirilmesi. *Orman Genel Müdürlüğü Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü*, Antalya. Teknik Bülten No: 42.
- OGM, (2017). *Türkiye Orman Varlığı*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, 32 s., Ankara.
- Öktem, E., (1987). Kızılçam El Kitabı. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Muhtelif Yayınlar Serisi: 52, El Kitabı Dizisi: 2, Ankara.
- Özbayram, A. K., Çiçek, E. & Yılmaz, F., (2015). Kızılçam ve Karaçam Meşcerelerinde Yaprak Alanı İndeksi (YAI) ile Bazı Meşcere Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1).
- Özdamar, K., (2002). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-1*. 4. Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 686 s.
- Özel, H. B., Kırdar E., Demirci A. & Görmez Y., (2012). Bazı Yetiştirme Ortamı Koşulları ile Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Fidanlarının Büyüme Performansı Arasındaki İlişkiler. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi* s. 146-155. Kahramanmaraş. kitapçığı, 738-749 pp., Isparta, Türkiye.

- Özkan, K. & Kuzugüdenli, E., (2010). Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresinde Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Verimliliği İle Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 11(1), 16-29.
- Özkan, K., (2012). Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı Tekniği (SRAT) ile Ekolojik Verinin Modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13: 1-4.
- Özkan, U. Y. & Özdemir, İ., (2016). Ağaçlandırma ve Doğal Gençleştirme Yoluyla Kurulmuş Kızılçam Meşcerelerinin Yapısal Özellikleri. *Turkish Journal of Forestry*, 17(2), 118-124.
- Pal Axel, O., Linda-Maria, M. & Hans Henrik, B., (2009). Acidification of sandy grasslands – consequences for plant diversity. *Applied Vegetation Science*, 12: 350-361.
- Palahí, M., Pukkala, T., Kasimiadis, D., Poirazidis, K., & Papageorgiou, A. C., (2008). Modelling site quality and individual-tree growth in pure and mixed *Pinus brutia* stands in north-east Greece. *Annals of Forest Science*, 65(5), 1.
- Reis, M., Dutal, H., Abız, B., Tat, S., & Reis, A., (2018). Impacts of climate change on annual diameter increment of natural Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) forests in Kahramanmaraş. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3), 219-225.
- Saatçioğlu, F. & Pamay, B., (1962). Adana Bölgesinin Kalkınmasında Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Önemi ve Silvikültürü. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Sayı: 2, 88-89s, İstanbul.
- Sağlamsoy, N., (2006). *Tokat-Turhal Yöresinde Yapılan Bir Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Ağaçlandırmasının Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. Kars. 51s.
- Sutinen, M. L., Palta, J. P. & Reich, P. B., (1992). Seasonal Differences in Freezing Stress Resistance of Needles of *Pinus nigra* and *Pinus resinosa*: Evaluation Of The Electrolyte Leakage Method. *Tree Physiology*, 11(3), 241-254.
- Şahin, A., (2015). *Mersin Yöresi Saf Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Meşcerelerinde Hasılat Araştırmaları*. Doktora Tezi, Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. Artvin. 331s.
- Şentürk, Ö., Gülsoy, S. & Tümer, İ., (2019). Potential Distribution Modeling and Mapping of Brutian Pine Stands in the Inner Parts of the Middle Black Sea Region in Turkey. *Pol. J. Environ. Stud.*, 28(1), 1-7.

- Şentürk, Ö., (2008). *Aşağıgökdere (Eğirdir-Isparta) Orman İşletme Şefliğindeki kızılçam Ormanlarının Konumsal Yapısındaki son Kırk Yılda Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta. 71s.
- Sherrod, P. H., (2003). DTREG Predictive Modeling Software. www.dtrege.com, Copyright 2003-2014.
- Tağıl, Ş., (2006). Kazdağı Milli Parkı'nda Arazi Örtüsü Organizasyonunu Kontrol Eden Jeomorfometrik Faktörler: Bir CBS Yaklaşımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4(2), 37-47.
- Taş, M., (2017). *Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Odun Ve Kraft Kâğıt Hamurundaki Polyozların Tespiti*. (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü), Yüksek Lisans Tezi, 79 s.
- Tavşanoğlu, Ç., & Gürkan, B., (2004). Akdeniz havzasında bitkilerin kuraklık ve yangına uyumları. *Ot Sistemik Botanik Dergisi*, 11(1), 119-132.
- Tetik, M. & Yeşilkaya, Y., (1997). Antalya Yöresi Doğal Kızılçam Ormanlarında Anakaya-Toprak Derinliği-Bonitet İlişkileri. *Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü*, Teknik Bülten No: 6, Antalya, 41 s.
- Thompson, B., (2004). Exploratory and confirmatory factor analysis: understanding concepts and applications. Washington, DC, American Psychological Association.
- Thorntwaite, C. W., (1948). An Approach Toward a Rational Classification of Climate. *Geographical review*, 55-94.
- Usta, Z., H., (1991). Kızılçam (Pinus brutia Ten.) ağaçlandırmalarında hasılat araştırmaları, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayını, Teknik Bülten No. 219.
- Yılmaz, S., (2015). *Antalya Yöresi Aynı Yaşlı Saf Kızılçam Meşcerelerinde Toprak Üstü Biyokütlenin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. Artvin. 71s.
- Yücel, M. & Babuş, D., (2005). Doğa Korumanın Tarihçesi ve Türkiye'deki Gelişmeler. *Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü Dergisi*, 11, 151-175.
- Zech, W., Çepel N., (1972). Güney Anadolu'daki bazı Kızılçam (Pinus brutia) meşcerelerinin gelişimi ile toprak ve reliyef özellikleri arasındaki ilişkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları* No. 1753/191, İstanbul.

Zianis, D., Xanthopoulos, G., Kalabokidis, K., Kazakis, G., Ghosn, D., & Roussou, O., (2011). Allometric equations for aboveground biomass estimation by size class for *Pinus brutia* Ten. trees growing in North and South Aegean Islands, Greece. *European Journal of Forest Research*, 130(2), 145-160.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İbrahim KETEN
Doğum Yeri ve Yılı : İstanbul, 1993
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ibrahimketen34@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Atatürk Anadolu Teknik Lisesi, 2007-2011
Lisans : SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği, 2016

ARAŞTIRMA PROJELERİ

- Özkan, K., (2017). Biyolojik Çeşitlilik Ölçüm Süreçleri: Envanter, Veri Transferi ve Hesaplama Teknikleri. TÜBİTAK-2229 Bilim İnsanı Destekleme Programı-1059B291700039 No'lu Proje, 11 - 17 Eylül 2017, Alanya-Katılımcı
- Gülsoy, S., (2017). Analitik Doğa - Kümeleme Ve Ordinasyon Teknikleri. TÜBİTAK-2229 Bilim İnsanı Destekleme Programı-1059B291700280 No'lu Proje, 23 - 29 Ekim 2017, Antalya-Katılımcı.
- Mert, A., (2018). Doğal Ekosistemler İçin Cbs Ve Uydu Görüntüleri Kullanılarak Çevresel Altlıkların Hazırlanması. TÜBİTAK-2229 Bilim İnsanı Destekleme Programı-1059B291700839 No'lu Proje, 19 - 25 Mart 2018, Antalya-Katılımcı