TC
ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA ORMANI'NIN ÇÖLLEŞME RİSK HARİTALANMASI

SERHAT ESEN

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2021

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Serhat ESEN tarafından hazırlanan "Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nın Çölleşme Risk Haritalanması" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL

Jüri Üyeleri:

Başkan: Doç. Dr. Mine TÜRKTAŞ ERKEN
Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü,

Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL
Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi,
Orman Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Melda DÖLARSLAN
Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Fakültesi,
Biyoloji Bölümü

Yukarıdaki sonucu onaylarım
Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ
Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum **"Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nın Çölleşme Risk Haritalanması"** konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı"yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (14/06/2021).

Serhat ESEN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ ORMAN FAKÜLTESİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA ORMANI'NIN ÇÖLLEŞME RİSK HARİTALANMASI

Serhat ESEN

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL

Günümüzün en önemli küresel çevre sorunlarından biri olan çölleşme sonuçları açısından (arazi bozlumu, bitki örtüsündeki azalmalar vb.) mutlaka ciddiye alınması gereken bir problemdir. Bu çalışma, Çankırı ili Eldivan ilçesinde bulunanÇankırı Karatekin üniversitesi Araştırma ve Uygulama Ormanının çölleşme riskinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çölleşme riskinin hesaplanmasında Akdeniz ülkeleri için geliştirilmiş olan Desertification Indicator System for Mediterranean Europe (DIS4ME) kullanılmıştır. Çalışma alanı yaklaşık 367 ha olup, alanda 98 noktada toprak örneklemesi yapılmış ve her bir örnekleme noktası için çölleşme etüt formu doldurulmuştur. DIS4ME sistemi kullanılarak her bir nokta için çölleşme riski ve çevresel duyarlı alan (ÇDA) hassaslık indeksi hesaplanmıştır. Hesaplanan çölleşme risk değerleri jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak enterpole edilmiştir. Çalışma alanında çölleşme riski en düşük 2,31 ile orta risk ve en yüksek 8,09 ile orta risk sınıfında değerler alırken, ÇDA tipi değerleri 1,39-1,58 arasında değişen değerler almıştır. Çalışma alanının 325,81 ha'lık (%88,77) kısmı yüksek risk ve 41,19 ha'lık (%11,23) kısmının orta risk sınıfındadır. Jeoistatistiksel analiz, çölleşme riski ve ÇDA skorlarının çalışma alanında kuvvetli uzaysal bağımlı olduğunu göstermiştir. Elde edilen kuvvetli uzaysal bağımlılık ile çölleşme riski örneklenmeyen noktalarda başarıyla tahmin edilmiştir.

2021, 75 sayfa
Anahtar Kelimeler: Çankırı, Çölleşme, Çölleşme Göstergeleri, Risk Haritası, Modelleme

ABSTRACT

(Master of Science Thesis)

MAPPING DESERTIFICATION RISK OF ÇANKIRI KARATEKIN UNIVERSITY FACULTY OF FORESTRY RESEARCH AND APPLICATION FOREST

Serhat ESEN

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Ast. Prof. Dr. Ebru GÜL

Desertification, which is one of the most important global environmental problems of today, is a problem that must be taken seriously in terms of its consequences (land degradation, reduction in vegetation, etc.). This study was carried out to determine the desertification risk of Çankırı Karatekin University Research and Application Forest in Eldivan district of Çankırı province. Desertification Indicator System for Mediterranean Europe (DIS4ME), developed for Mediterranean countries, was used to calculate the desertification risk. The study area is approximately 367 ha, soil sampling was done at 98 points in the area and desertification survey form was filled for each sampling point. Desertification risk and environmental sensitive area (ESA) index were calculated for each point using the DIS4ME system. Calculated desertification risk values are interpolated using geostatistical methods. In the study area, desertification risk had the lowest 2.31 in the medium risk class, and the highest 8.09 in the medium risk class. 325.81 ha (88.77%) of the study area is at high risk and 41.19 ha (11.23%) is at medium risk. Geostatistical analysis showed that desertification risk and VFS scores were strongly spatially dependent in the study area. With the strong spatial dependence obtained, the risk of desertification was successfully estimated at unsampled points.

2020, 75 pages
Key words: Çankırı, Desertification, Desertification Indicators, Risk Map, Modeling

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

"Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nın Çölleşme Risk Haritalanması" adlı bu çalışma 2018-2020 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü' nde "**Yüksek Lisans"** tezi olarak sunulmuştur.

Araştırma konusunun seçiminde ve araştırmalarımın her aşamasında yoğun programına rağmen vakit ayıran, her türlü desteği sağlayan, yol gösteren ve önerileri ile beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ebru GÜL'e sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince bilgi ve desteğini esirgemeyen değerlerli jüri üyeleri üyeleri; Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Doç. Dr. Mine TÜRKTAŞ ERKEN'e ve Çankırı Karatekin Üniveritesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik ABD Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Melda DÖLARSLAN'a teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen değerli dostlarım Tunahan ÖZTÜRK, Tuğba Tunç ve Fatma ORHAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışmalarımın devamlılığında maddi ve manevi tüm desteklerini esirgemeyen aileme sabırlarından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Serhat ESEN
Çankırı, Haziran 2021

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iii**
ABSTRACT ..... **iv**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vi**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vii**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **viii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **ix**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **x**
1. GİRİŞ **1**
2. KAYNAK ÖZETLERİ **4**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **10**
3.1 Materyal **10**
3.1.1 Araştırma alanının coğrafik konumu **10**
3.1.2 Araştırma alanının iklimi **11**
3.2 Yöntemler **16**
3.2.1 Arazi öncesi yapılan çalışmalar (Büro çalışmaları) **16**
3.2.2 Arazi çalışmaları **17**
3.2.3 Laboratuvar yöntemleri **19**
3.2.4 Modelleme **21**
4. BULGULAR VE TARTIŞMA **37**
4.1 Çalışma Alanı Topraklarının Özellikleri **37**
4.2 DIS4ME (Desertification Indicator System for Mediterranean Europe) **39**
4.2.1 Çalışma alanında çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanlar **39**
4.3 Jeoistatistiksel Analizler **42**
4.3.1 Çalışma alanında çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanlar **42**
5. SONUÇ VE ÖNERİLER **46**
KAYNAKLAR **48**
EKLER **54**
Ek 1. Çalışma alanı toprak örneklerine ilişkin bazı fiziksel analiz sonuçları **55**
Ek 2. Çalışma alanı toprak örneklerine ilişkin bazı kimyasal analiz sonuçları **58**
Ek 3. Çalışma alanı çölleşme riski ve kalite indeks değerleri **60**
ÖZGEÇMİŞ **64**

SİMGELER DİZİNİ

'	Dakika
$\sum_{i=1}^{n}$	Epsilon
"	Saniye
%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
°	Derece
°C	Santigrat Derece
cm	santimetre
cm^3	santimetreküp
dS/m	DesiSiemens metre
gr	gram
$gr.cm^3$	gram santimetreküp
ha	hektar
km	kilometre
m	metre
m^2	metrekare
mm	milimetre
n	Örnek sayısı
sa	saat
sn	saniye
x	Çarpım

KISALTMALAR DİZİNİ

subsp.	Alt Tür
var.	varyete
vd.	ve diğerleri
EC	Elektriksel İletkenlik
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
MTA	Maden Tetkik Arama
R.S	Rasat Süresi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma alanı yer bulduru haritası 10
Şekil 3.2 Araştırma alanında aylara göre ortalama sıcaklık değerleri 12
Şekil 3.3 Araştırma alanında aylara göre ortalama yağış miktarı 12
Şekil 3.4 Thorntwaite yöntemine göre araştırma alanının su bilançosu 14
Şekil 3.5 Çalışma alanı örnekleme noktaları 18
Şekil 3.6 Çam ormanları için çölleşme göstergelerinin algoritması 22
Şekil 3.7 Çevresel Duyarlı Alan (ÇDA) belirlenmesinde kullanılan İndisler..... 27
Şekil 3.8 Kriging çapraz doğrulama örneği 35
Şekil 4.1 Çalışma alanında çölleşme riski (ÇR) için isotropik variogram parametreleri (a) ve çapraz değerlendirme (b) sonuçları 42
Şekil 4.2 Nokta krigleme ile tahmin edilen çölleşme riski değerlerinin uzaysal değişim deseni 43
Şekil 4.3 Çalışma alanında çevresel duyarlı alan (ÇDA) için isotropik varyogram parametreleri (a) ve çapraz değerlendirme (b) sonuçları 44
Şekil 4.4 Çam ormanları nokta krigleme ile tahmin edilen ÇDA hassaslık skorlarının yüzey haritası 45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Thorntwaite yöntemine göre çalışma alanının su bilançosu 15
Çizelge 3.2 Çam ormanları için örnek çölleşme etüt formu 23
Çizelge 3.3 Çölleşme risk (ÇR) sınıfları 26
Çizelge 3.4 ÇDA tipinin belirlenmesinde kullanılan indeks değerlerinin parametrelerine ilişkin skorlar 28
Çizelge 3.5 İndeks aralığına göre ÇDA tipi 30
Çizelge 4.1 İncelenen toprak özelliklerine ilişkin tanımsal istatistikler (n=98) 37
Çizelge 4.2 Tarım arazilerinde çölleşme risk dağılımı 40
Çizelge 4.3 Çalışma alanında çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanlar 40
Çizelge 4.4 Çam ormanları çevresel duyarlı alan skoruna göre sınıflaması 41
Çizelge 4.5 Çalışma alanında çölleşme riski için isotropik variogram parametreleri 43
Çizelge 4.6 Çalışma alanında çevresel duyarlı alan (ÇDA) için isotropik variogram parametreleri 44

1. GİRİŞ

Çölleşme, insan kaynaklı iklim değişikliğiyle birlikte, sonuçları açısından günümüzde insanoğlunun karşı karşıya olduğu önemli küresel ve bölgesel çevre konularından biridir. Çölleşme; *"iklimsel değişimleri ve insan etkinliklerini de içeren, fiziksel, biyolojik, siyasal, sosyal, kültürel ve ekonomik etmenler arasındaki karmaşık etkileşimlerin, kurak, yarı kurak ve kuru-yarı nemli alanlarda oluşturduğu arazi bozulumu"* olarak tanımlanmıştır (UNCCD 1995, Türkeş 2012 a, b). Buna göre, kutup ve kutup altı coğrafi kuşakları dışında Dünyanın hemen her bölgesinde oluşabilen arazi yitirimi, kurak, yarı kurak ve kuru- yarı nemli arazilerde oluştuğunda çölleşme olarak kabul edilmiştir (Türkeş 2012c).

"Çölleşme" terimi ilk defa Fransız bilim adamı Aubreville tarafından 1949 yılında Afrika'nın nemli tropikal bölgelerinde yaptığı çalışmalar sonucu yazdığı "Climats, Forets et Desertification de L'Afrique Tropicale" adlı kitabında kullanılmıştır. Aubréville (1949)'a göre çölleşmenin nedenleri çeşitli amaçlarla yapılan ağaç kesimi, orman yangınları ve yanlış tarımsal uygulamalardır. 1980 yılından itibare çölleşmenin tanımı biraz değişmiş ve karasal ekosistemlerde insan faaliyetleri sonucu oluşan değişiklikler şeklinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu terim çöllerin genişlemesi ya da daha geniş alanlara yayılması olarak değil "çöl oluşturmak" anlamında kullanılmıştır (Efe 1994). Basso *et al.* (2000), çölleşmenin biyolojik potansiyelin tamamen yok olması anlamına geldiğinden dolayı kalıcı ve kolayca geri döndürülemeyecek bir sorun olduğunu belirtmiştir.

Çölleşme, toprak örtüsünün yok olması, tarımsal ürün çeşitlerinde düşüeş ve biyolojik çeşitliliğin yok olmasına neden olmaktadır (Brown 2003). Çölleşmeye maruz kalan araziler zamanla, yabani hayatı, kültür hayvanlarını ve insanları biyolojik ve ekonomik olarak yeteri kadar destekleyemeyecek duruma gelmektedir (Reynolds and Stafford Smith 2002).

Çölleşmenin küresel maliyeti Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından, yılda yaklaşık 42 milyar ABD doları olarak öngörülmüştür. Dünya İzleme Enstitüsü ise öngörülerine dayanarak anakaralarda her yıl 24 milyar ton verimli toprak kaybı olduğunu belirtmektedir. Özellikle bitki örtüsünün seyrek görüldüğü kurak arazilerdeki şiddetli bozulma nedeni ile çölleşmeden zarar gören alan, karaların yaklaşık %30'una denk gelmektedir. Çölleşmenin daha sık görüldüğü ve daha çok zarar verdiği ortamlar genellikle; uzun kurak mevsimlerin, düşük toplam yağışın ve tekrar eden kuraklıkların görüldüğü, yetersiz su kaynakları, gevşek yüzey malzemesi, ince toprak katmanına sahip, seyrek ve hassas bir vejetasyon ile kaplanmış ortamlardır. Uzun süreli ve şiddetli kuraklık olayları gibi iklimle ilişkili etmenler, arazinin çölleşmeden etkilenebilirliğinde ve çölleşme süreçlerinin hızlanmasında bir artışa yol açabilir (Türkeş 2012 a, b, c).

Ülke topraklarının çölleşmeye son derece duyarlı bir yapı göstermesi, sahip olduğu coğrafi konum, iklim, topoğrafya ve toprak yapısıyla yakından ilişkilidir (İDEP 2012). Türkiye'de çölleşmenin başlıca sebepleri; toprak erozyonu, hatalı tarım uygulamaları ve arazi kullanımı, hatalı sulama teknikleri sonucu tuzlanma, bitkilerin yetişmesini engelleyen tuzlu, jipsli ve aşırı alkali reaksiyon gösteren ana materyaller, ormansızlaşma, aşırı otlatma ve üst toprağın kirlenmesi sayılabilir. Bunların yanında her geçen gün çoğalan nüfusun doğal kaynaklara gittikçe artan talebi ve baskısı çölleşmenin en önemli sebebidir. Ekolojik olarak hassas olan bu alanlarda başta bitki örtüsünün tahribi ile doğal dengenin bozulması, toprak ve ana materyalin aşınmasına yol açmaktadır. Başta Konya, Iğdır İlleri ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi olmak üzere Türkiye'nin bütün bölgelerinde arazi bozulumu görülmektedir (Anonim 2021). Dünya genelinde arazi varlığının %28'i çölleşmeden etkilenmekte olup etkilenen alanlar yaklaşık 2 milyar hektara ulaşmıştır. Ülkemizde arazi bozulumunun etkilediği alan kara ekosistemimizde yaklaşık %90'lar düzeyindedir. Ancak ülkemizin en verimli topraklarının oluşturduğu alan ise toplam kara yüzölçümümüzün %6,5 i olup yaklaşık 5 milyon hektardır (Cangir ve Boyraz 2008).

Ancak arazilerin bozulması ve çölleşmeye hassasiyet durumlarının belirlenmesi ve çevre üzerine etkilerinin kantitatif olarak ölçülmesi ve izlenmesi konusunda standart yöntemler bulunmamaktadır. Bu nedenle de standart metotlarla elde edilen, hassas, güvenilir verilere dayalı izleme ve değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma

ile yarı kurak iklim özelliğine sahip Çankırı ili Eldivan ilçesinde bulunan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nın da çölleşme risk haritasının oluşturulması amaçlanmıştır. Çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanlar (ÇDA) tipinin hesaplanmasında Akdeniz bölgesi ülkeleri için geliştirilmiş olan DIS4ME sistemi kullanılmış, çölleşme riski ile modelde girdi olarak kullanılan çölleşme göstergeleri arasındaki ilişki incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çölleşme olarak da adlandırılan kurak alanlarda görülen arazi bozulması Afrika, Asya ve Akdeniz Avrupasını binlerce yıldır, Amerika kıtalarını birkaç yüzyıldır, Avustralya kıtasını ise neredeyse yüz yıl olmak üzere, yıllardır tüm Dünyayı etkilemektedir. Çölleşmeye neden olan başlıca bozulma süreçleri arasında meralardaki bitki örtüsünde görülen bozulmalar, su ve rüzgâr erozyonu, bazı yarı kurak alanlarda sulama kaynaklı tuzlanma ve toprak sıkışması bulunmaktadır. Genel olarak çiftçiler ve araştırmacılar kendi kişisel tecrübelerinden, arazi bozulmasının yol açtığı çevresel değişikliklerin farkındadır. Ancak ne yazık ki zararın boyutu ile ilgili araştırma verisi çok azdır. Verilerin birçoğu; yarıklar, kumul tepecikleri, gömülü yerleşim yerleri gibi çıplak gözle görülebilir sonuçlardan geldiği gibi kadim gezginlerin anlatımlarından da elde edilmişlerdir. Verilerin kesin olmadığı göz önüne alınırsa, kurak alanlarda arazi bozulumunun şiddeti ve oluşturduğu zarar hakkında farklı fikirlerin olması şaşırtıcı değildir (Dregne 2002).

Küresel nüfus arttıkça ve iklim değişikliğinin sonuçları daha şiddetli hale geldikçe, verimli arazilerin daha az verimli ya da üretken olmayan arazilere dönüşü onlarca yıldır devam etmektedir. Bununla birlikte insan faaliyetleri çölleşmeyi o kadar şiddetlendirmiştir ki, buna dikkat çekmek adına 1994 yılından bu yana 17 Haziran "Dünya Çölleşme ve Kuraklıkla Mücadele Günü" olarak anılmaktadır (Golsteijn 2017). Akdeniz bölgesinde çölleşmeye artan ilginin bir parçası olarak, Avrupa Topluluğu güney Avrupa'da çölleşmenin etkilerini tanımlamak, anlamak ve azaltmak için tasarlanmış bir araştırma programı oluşturmuştur. MEDALUS (Akdeniz Çölleşmesi ve Arazi Kullanımı) bu programda önemli bir projedir (Palutikof 1994).

Avrupa Çevre ve İklim Araştırması, 1999 yılında Akdeniz Çölleşme ve Arazi Kullanımı (MEDALUS) projesini geliştirmiştir. Proje, çölleşmenin hassasiyetini değerlendirmek ve tespit etmek için tasarlanmıştır. MEDALUS yöntemi temel olarak Akdeniz bölgelerinde arazi örtüsünün çölleşmeye duyarlılığını değerlendirmekte ve belirli bir bölgeyi ulusal ölçekte haritalamak için kullanılan temel göstergeler hakkında bir kılavuz sunmaktadır. MEDALUS I (1991-1993), MEDALUS II (1993-1995), MEDALUS III (1996-1998) projeleri o dönemki adıyla Avrupa Topluluğu (AT) tarafından finanse edilmiştir.

MEDALUS I projesinin sonunda yamaç ölçeğinde görülen çevresel süreçleri tanımlamak için geliştirilmiş fiziksel tabanlı bir model oluşturuldu. Portekiz ve Yunanistan arasındaki yedi farklı sahadan alınan veriler, modele kaynak oluşturdu. MEDALUS II de, MEDALUS I deki çalışmalar devam etmekle birlikte çalışma yapılan sahaların sayısı ve büyüklüğü arttırıldı. MEDALUS II deki en büyük gelişme, araştırmayı bölgesel ölçekte genişletmek amaçlı olarak, MEDALUS I deki yedi bölgenin kapsadığı alanda, büyük nehir havzalarından oluşan 3 bölgenin kurulmasıydı (Brandt and Thornes 1996).

MEDALUS III'ün ise temelde dört önemli amacı vardı. Birincisi; MEDALUS II de üzerinde çalışmalar yapılan 3 bölgede takip çalışmalarına devam etmekti. İkinci amaç; yerel ölçekte çevresel duyarlı alanların belirlenmesi için bir metodoloji oluşturmak ve bunu uygulamaktı. Akdeniz ölçeğinde problemlerin araştırılması, üçüncü amaç olarak belirlendi. Dördüncü amaç ise nehir yataklarında ve sel deresi gibi geçici suyollarında görülen önemli fiziksel süreçleri araştırmaktı. MEDALUS II projesi MEDEAST projesi olarak Macaristan'a genişletildi. Ana amaçlar arasında, iklimsel araştırmalar, arazi kullanımı değişikliği ve fiziksel kuraklaşma süreçleri hakkında araştırmalar vardır (Kertesz *et al.* 1997).

Arazinin çölleşmeye karşı duyarlılığını tanımlamak için uygulanan MEDALUS yöntemi, dört ana kalite endeksi oluşturmak için veri toplanmasını gerektirir: toprak, iklim, bitki örtüsü ve yönetim (European Commision 1999). Dört ana kalite endeksi içerisinde arazi bozulumunu etkileyen farklı göstergeler göz önünde bulundurulmaktadır. Arazinin hassasiyetini Akdeniz bölgeleri için çölleşme ile eşleştirmede MEDALUS yaklaşımı, arazi hassasiyetini olumlu ya da olumsuz etkileyen 16 bölgesel gösterge olduğunu göstermektedir. Tüm bölgesel göstergeler coğrafi bilgi sistemi (CBS) tabanlı verilerde toplanır ve böylece mekânsal dağılımın algılanmasını sağlar (Palutikof 1994).

Daha önceki çeşitli çalışmalar, çölleşme hassasiyetinin, özellikle Avrupa ve Asya ülkelerinde, mekânsal dağılımını tespit etmek için MEDALUS yaklaşımını uygulamıştır. İran, Cezayir, Mısır vb. ülkeler çölleşme duyarlılık haritalarının oluşturulmasında

MEDALUS yaklaşımını kullanılarak tamamlanmıştır (Farajzadeh and Egbal 2007, Ali and El Baroudy 2008, Benabderrahmane ve Chenchouni 2010).

Farajzadeh and Egbal (2007) daha hassas ve yerel bir duyarlılık haritası için orijinal ve değiştirilmiş endekslerden daha fazla gösterge kullanılarak oluşan modifiye MEDALUS yöntemini kullanarak İran'ın hassasiyetini haritalamıştır. MEDALUS yönteminin, CBS haritalama yöntemlerini kullanarak çölleşmenin varlığını incelemek ve ulusal ölçekte dikkate alınması gereken çölleşmeye eğilimli alanları belirlemek için en iyi yöntemlerden biri olduğunu öne sürmüştür (Farajzadeh and Egbal 2007). Benabderrahmane ve Chenchouni (2010), CBS' nin çölleşmeye eğilimli alanların haritalanmasında kullanılmasının son derece hassas ve güvenilir olduğunu aynı zamanda çok zaman kazandırdığını belirtmiştir.

Prăvălie *et al*. (2007) Güney Romanya topraklarının çölleşmeye duyarlılığı MEDALUS yöntemi ile araştırılmıştır. Daha önceden yapılan çalışmalarla; bölgenin az gelişmiş bir hidrografik ağa sahip olduğu ve özellikle kumlu bölgelerde derin yeraltı suyuna sahip olduğu (Pişota and Achim 2005) bilindiğinden bu çalışmada arazi bozulumu hassaslık indeksi hesaplanırken arazi bozulumunun itici güçleri olarakta tanımlanan iklim, toprak, bitki örtüsü ve yönetim politikalarına ait göstergelere ek olarak su göstergeleride dâhil edilmiştir. Orijinal MEDALUS yönteminde yer alan 15 göstergeye ek olarak dâhil edilen 6 ek gösterge kullanılarak tamamlanan çalışma sonucunda bölgenin yaklaşık %70 inin çölleşme açısından yüksek riskli, %12,37 sinin orta riskli ve %2,82 sinin ise çölleşme açısından düşük riskli olduğu sonucuna varılmıştır.

Saleh *et al*. (2018), Mısır 'ın Kuzeybatı kıyısında yer alan Sidi-Abdel Rahman bölgesinde yapmış oldukları çalışmada bölgenin çölleşmeye duyarlılığının hesaplanması amaçlanarak; uzaktan algılama verileri, coğrafi bilgi sistemleri, saha araştırmalarından elde edilen veriler MEDALUS yöntemi ile işlenmiş ve bölgenin çölleşmeye duyarlılık indeksi elde edilmiştir. Çalışma sonucunda bölgenin çölleşmeye duyarlılık dereceleri ise; yaklaşık, %20 orta derecede kırılgan, %43 yüksek derecede kırılgan, %35 düşük kritik duyarlılık ve %0,66 orta derecede kritik olarak ortaya konmuştur.

Ülkemizde yapılan çalışmalardan biri olan "MEDALUS Yöntemi Kullanılarak Karacabey Tarım İşletmesi Toprak Kalite İndeksinin Değerlendirilmesi Projesi", Bursa ilinin Karacabey ilçesinde bulunan Karacabey Tarım İşletmesi toprak kalite indeksinin (TKİ) belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada arazi karakteristiklerinin ortaya konması için (tekstür, drenaj, derinlik, ana materyal) Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM) tarafından üretilmiş detaylı toprak etüt ve haritalama raporu ile NASA (National Aeronautical Space Administration- Ulusal Havacılık Dairesi) web sayfasından indirilen 30 m mekânsal çözünürlüğe sahip DEM (Digital Elevation Model-Sayısal Yükseklik Modeli) verisi kullanılmıştır. Her bir haritalama biriminde bulunan parametreler yöntemde öngörülen skor cetvelleri kullanılarak skorlanmıştır. Yapılan analizler ve hesaplamalar sonucunda işletme arazisinin MEDALUS yöntemine göre toprakların çölleşme riski yönünden kalite özellikleri %8,28'i iyi, %49,17'si orta ve %42,55'i zayıf olarak sınıflandırılmıştır (Everest vd. 2020).

Bir başka çölleşmenin araştırılması ve modelleme sistemi olan DIS4ME, Akdeniz Avrupası için UNCCD nin özellikle Akdeniz'e kıyısı olan Avrupa ülkeleri için yaptığı çalışmalara ek olarak Avrupa Birliğinin finanse ettiği DESERTLINK projesinden geliştirilen bir gösterge sistemidir. Projenin en önemli kısmı ulusal ve yerel ölçekteki paydaşlarla bağlantılı olarak geliştirilmiş olmasıdır. DIS4ME de yaklaşık olarak 150 gösterge yer almaktadır. Bu göstergeler Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan' ın ulusal eylem planlarından, Avrupa da yapılmış on yılın üzerindeki araştırmalardan ve çölleşmeden etkilenen alanlarda yaşayan insanlardan alınan veriler ile elde edilmiştir. Her göstergenin tanımlanmasında ortak bir format kullanılmıştır. Avrupa daki çölleşmenin ve yerel ölçekte görülen büyük değişikliklerin pek çok nedeni vardır. Her bir durumu daha iyi anlayabilmek için farklı göstergeler gruplar halinde kullanılır. Ulusal eylem planlarından gelen belgeler, raporlar ve yerel paydaşların dahil olduğu bir çalıştay ile Avrupa da görülen çölleşmenin ana nedenleri; arazi terki, tarımda aşırı sulama, aşırı otlatma, ormansızlaştırma, yanlış tarımsal uygulamalar, ekonomi faaliyetlerindeki değişmeler, fiziksel çevrenin bozulması, su kaynaklarının durumu, sosyal yapıdaki değişimler ve kurumsal organizasyonların çölleşme ile mücadele etkinliği ve gücü, olarak gösterilmiştir. DIS4ME de bu sorunlar ayrı ayrı araştırılarak elde edilen veriler ve bu sorunların Akdeniz Avrupasının farklı bölgeleri üzerindeki etkileri ile çölleşme sürecinin

anlaşılması amaçlanmıştır. DIS4ME aynı zamanda bir dizi farklı göstergenin birleştirilmesi ile hesaplanan bazı şablonları da içerir. Bu şablonun bilinmesi, arazi kullanıcısına, arazi özelliklerinin iyileştirilebilmesi için hangi faktörleri değiştirmesi gerektiği bilgisini sağlar. Bir bölgenin çevresel duyarlılık indeksinin belirlenmesinde 13 farklı göstergenin hesaplandığı bir şablon sistemi kullanılır. Bu sistem ve çevresel duyarlılığın çölleşme ile ilişkilendirilerek değerlendirilmesi; ulusal ve bölgesel eylem planlarının bir parçası olarak ulusal ve Akdeniz ölçeğinde uygulanagelen birleşik metodolojinin bir örneğidir. DIS4ME de bilimsel olduğu kadar aynı zamanda katılımcı bir yaklaşım da benimsenmiştir. Ulusal, bölgesel ve yerel organizasyonlardan paydaşların katılımı ile düzenlenen dört çalıştayda elde edilen sonuçlar DIS4ME nin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Geri bildirimler göstermiştir ki DIS4ME; çölleşme olgusuna duyarlılığı artırmak ve çeşitli STK lar ve daha farklı diğer bazı gruplar tarafından çölleşme göstergelerinin kullanılmasını sağlamak konusunda yüksek oranda başarı göstermiştir. DIS4ME özellikle Akdeniz Avrupa'sındaki çölleşme göstergelerini ve ilişkileri anlayabilmek amaçlı olarak geliştirilmiş olmasına rağmen, bazı göstergelerin ve buna bağlı yaklaşımların Dünyanın farklı bölgelerinde de kullanılabilmesi beklenmektedir (Brandt *et al*. 2005).

Şiddetli arazi bozulumunun birçok sosyoekonomik soruna yol açtığı İran Batı Azerbaycan bölümünde yer alan Urmiye Gölü Havzası'nda Nazarnejad *et al.* (2019) tarafından yapılan ve DIS4ME kullanılan çalışmada, 4 gösterge ve 15 parametre kullanılmış, çalışma yapılan Miyanduab Ovası'nın % 96,7 'sinin yüksek çölleşme riski altında olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada çölleşme riskinin ana nedeninin vejetasyondaki bozulma ve uygunsuz arazi yönetiminden kaynaklandığı ortaya konmuştur.

Komaki and Ownegh (2015) İran'ın Gülistan Eyaleti' nde yer alan Atrak Havzasında, DIS4ME sistemini kullanarak yaptıkları çalışmada 6 gösterge ve 30 parametre kullsanmışlar ve çalışma yapılan bölgenin çölleşme hassasiyetinin %5,5' inin düşük kritik, %25'inin orta kritik ve %69 unun yüksek kritik olduğunu hesaplamışlardır.

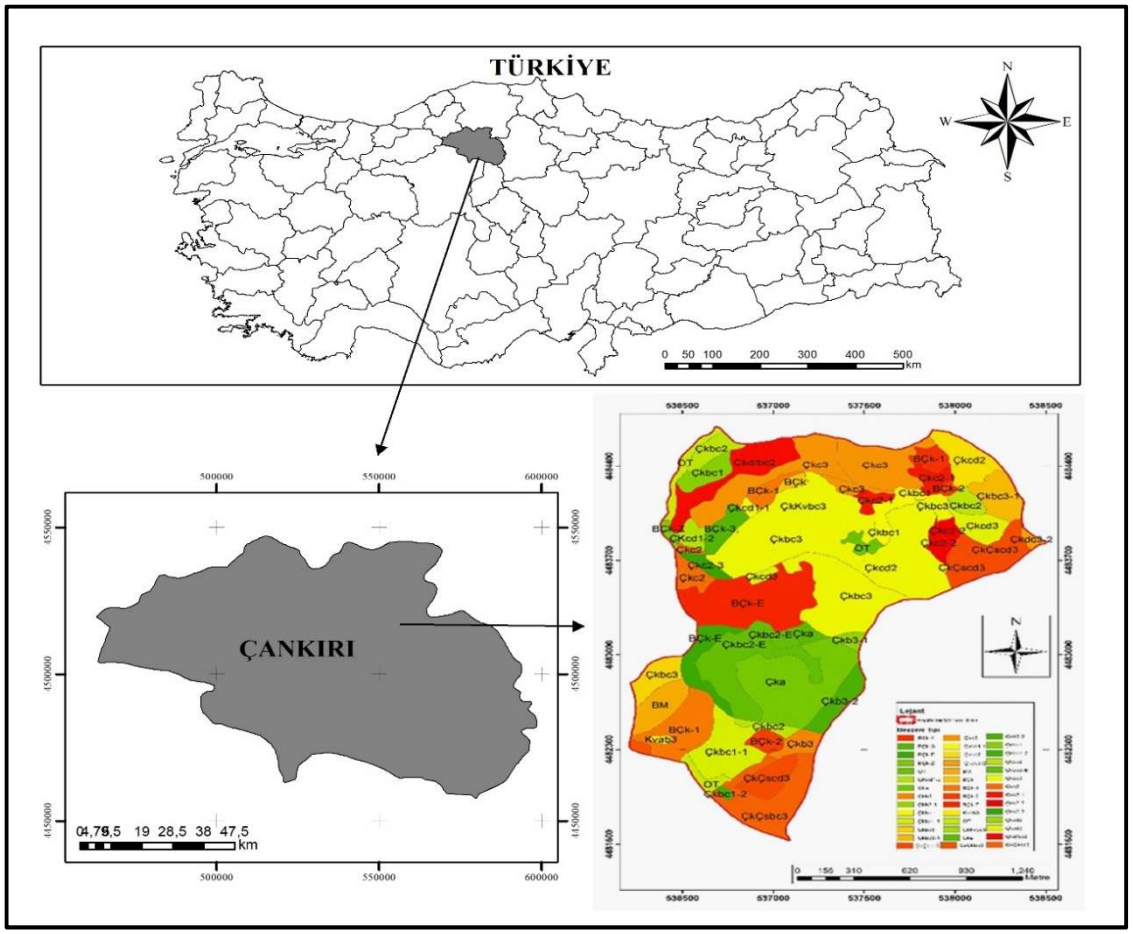
Ülkemizde DIS4ME kullanılarak yapılmış bir çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi (ÇAKÜ) Orman Fakültesi Prof. Dr. Abdülreşit BROHİ Araştırma ve Uygulama Ormanı'nda yapılan ağaçlandırma çalışmaları ve alanın çölleşme eğiliminin belirlenmesi amacıyla Gül ve arkadaşları tarafından yürütülmüştür. Çölleşme riski (ÇR) ve çevresel duyarlı alan (ÇDA) hassaslık indeksinin hesaplanmasında Akdeniz ülkeleri için geliştirilmiş olan Desertification Indicator System for Mediterranean Europe (DIS4ME) kullanılmıştır. Çalışma alanı yaklaşık 9,4 ha olup, alanda yapılan ağaçlandırma çalışmalarının yılı (1998-2004; 2009-2015 yılları arasında yapılan ağaçlandırma) dikkate alınarak belirlenmiş olan 30 noktada toprak örneklemesi yapılmış ve her bir örnekleme noktasında çölleşme etüt formu doldurulmuştur. DIS4ME sistemi kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda; ÇR en düşük 1,69 ile düşük risk ve en yüksek 5,25 ile orta risk sınıfında değerler alırken, ÇDA tipi değerleri 1,35-1,52 arasında değişen değerler almıştır. Çalışma alanı genelinde ÇR düşük ve orta özellik göstermiş olsa da ÇDA tipi ile birlikte değerlendirildiğinde çalışma alanı kritik ve kırılgan hassaslık sınıfındadır. Bu nedenle özellikle orta risk sınıfı ve kritik hassaslık seviyesinde olan sürdürülebilir arazi kullanımının sağlanması ve çölleşme ile mücadelede büyük önem taşıyan ağaçlandırma çalışmalarının başarısının arttırılması için gerekli koruma önlemlerinin alınması gerekmektedir (Gül vd. 2019).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma alanının coğrafik konumu

Bu çalışma İç Anadolu Bölgesi'nin orta Kızılırmak bölümünde yer alan Çankırı İli'ne bağlı Eldivan ilçesinde yer alan Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nda yürütülmüştür. Konum itibariyle, 40°34'41"40°20'38" Kuzey enlemleri ile 33°36'00" 33°25'10" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan çalışma alanı 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritada Çankırı G30c3 ve H30b2 paftalarında yer almakta (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Çalışma alanı yer bulduru haritası (Öztürk, 2021)

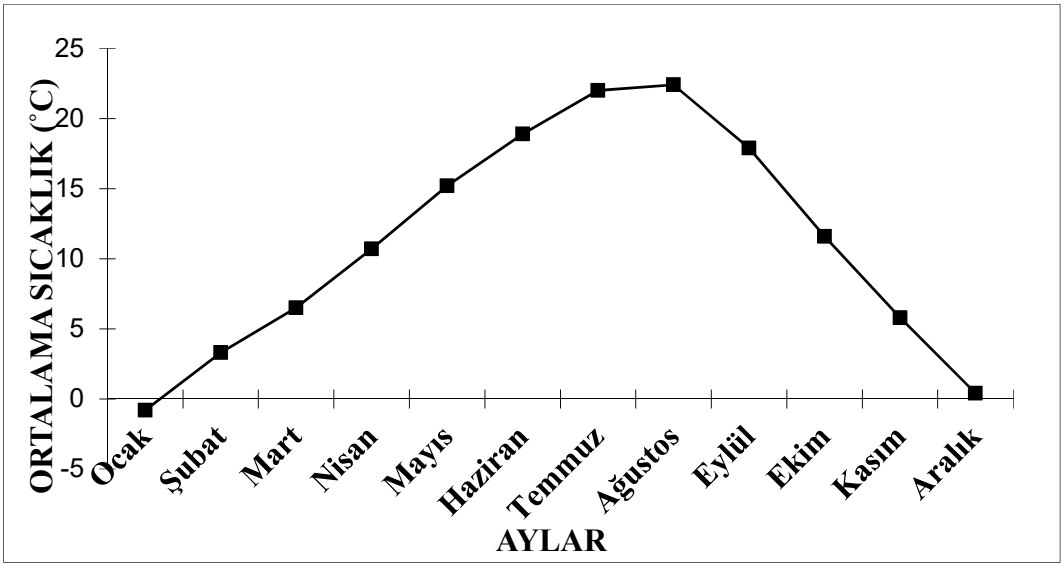
Toplam alanı 367 ha olan çalışma alanı 14.05.1998 tarihinde Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesine tahsis edilmiştir. Amenajman planına göre Çka, Çkc2, Çkc3, Çkcd1, Çkab3, Çkb3, ÇkÇsbc3, ÇkÇsab3, ÇkÇsa, BÇk meşcerelerinden oluşmaktadır. Araştırma alanının da hâkim ağaç türünü Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) oluşturmaktadır (Anonim, 2014). Güneyde Çakmaklı Tepe (1640 m), kuzeyde Kelmahmut Deresi oluşturmaktadır. Alan içerisinde en yüksek rakıma sahip yer Murafa Tepe (1641 m) olup, en düşük yükseltiye sahip yer de Kamış Deresi ile Kelmahmut Dere'sinin birleşim noktası olan 1240 m rakımlı mevkidir (Abay ve Ursavaş 2009). Kuzey sınırını Yumrukaya mevki, güney sınırını Arkoşan Dere ve Çökecük Tepe, doğu sınırını Korubaşı Tepe ve Ağaçlandırma Sahası, batı sınırını Orta Arap mevkiden gelen Kuru Dere ve Büyük Koru Sırtı oluşturmaktadır. Alanın en yüksek yükseltiye sahip yeri 1500 m ile Çökecük Tepe, en önemli akarsuyu Karataşbağı deresidir (Tunç 2019, Öztürk, 2021).

3.1.2 Araştırma alanının iklimi

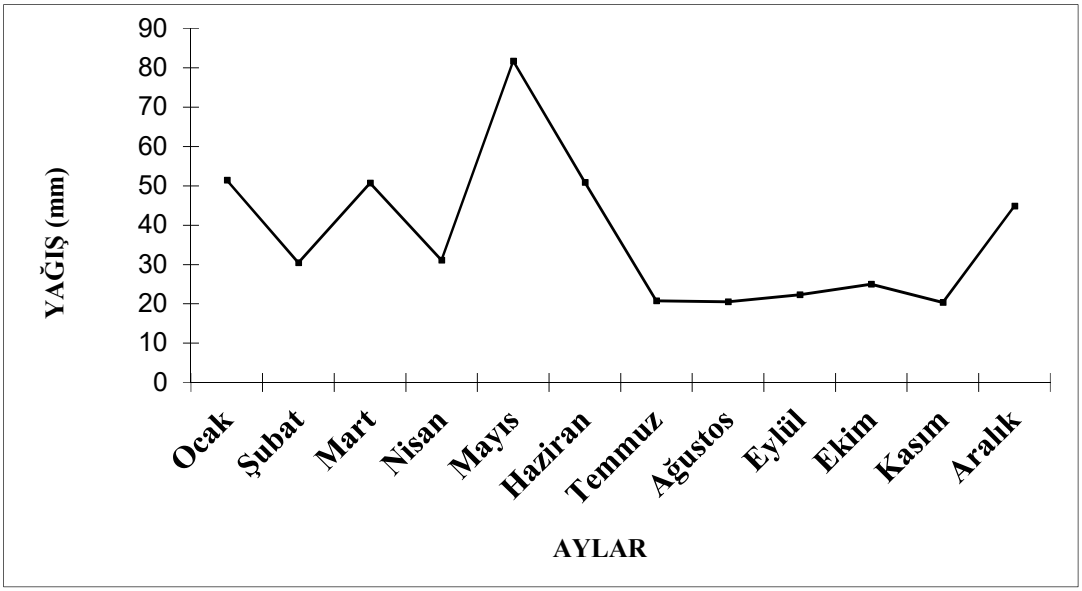
Çalışma alanı iklimi Thorntwaite yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. İkim sınıflamasının temelini oluşturan Thorntwaite yöntemi bir yörenin iklim özelliklerinin ortaya çıkarılmasına olanak sağlamaktadır. Thorntwaite yöntemini diğer iklim sınıflama yöntemlerinden ayıran en önemli özellik; yağış etkenliği üzerinde rol oynayan yağış miktarı ve sıcaklık yanında, toprağın su biriktirme kapasitesi, bölgenin enlem derecesi gibi diğer önemli faktörleri de hesaba katması, yağış etkenliğinin grafik yolla gösterilebilmesidir (Çepel 1995, Kantarcı 2000, Kılınç vd. 2006). Thornthwaite yöntemi (Thorntwaite 1948) ile bir yerin iklim tipinin belirlenmesi için aylık ortalama sıcaklık ve aylık yağış miktarı bilinmelidir.

Çankırı ili Eldivan ilçesinde bulunan meteoroloji istasyonu 1999 yılında kurulmuş ve daha sonra 2005 yılında kapatılmıştır. Ancak 2013 yılında tekrar meteoroloji istasyonu aktif hale getirilmiştir. Bu kapsamda çalışma alanı için en güncel veri olan Eldivan ilçesine ait 7 yıllık (2013-2019) veriler Thorntwaite yönteminde kullanılmıştır. Çalışma alanı için ortalama sıcaklık 11,2 ºC'dir. Aylık ortalama sıcaklıklar en düşük -0,8 ºC ile (Ocak) ile en yüksek 22,4ºC (Ağustos) arasında değişmektedir (Şekil 3.2). Yıllık ortalama

yağış miktarı 450,26 mm olup, en fazla yağış 81,76 mm ile Mayıs ayında, en az yağış ise 20,56 mm ile Ağustos ayındadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.2 Araştırma alanında aylara göre ortalama sıcaklık değerleri



Şekil 3.3 Araştırma alanında aylara göre ortalama yağış miktarı

Vejetasyon süresi olarak Rubner (1949)'in orman vejetasyon periyodu için +10 ºC sınır olarak kabul edilirse araştırma alanının vejetasyon süresi Nisan ve Ekim ayları arasında 7 ay olarak ortaya çıkmaktadır (Rubner 1949). Wiersma (1963)'nın vejetasyon süresi

formülüne göre, araştırma alanı vejetasyon süresi Denklem (3.1) kullanılarak 224 gün (yaklaşık 7 ay) olarak hesaplanmıştır.

$$N = 510 - 5{,}75\left(L + \frac{H}{100}\right) \quad (3.1)$$

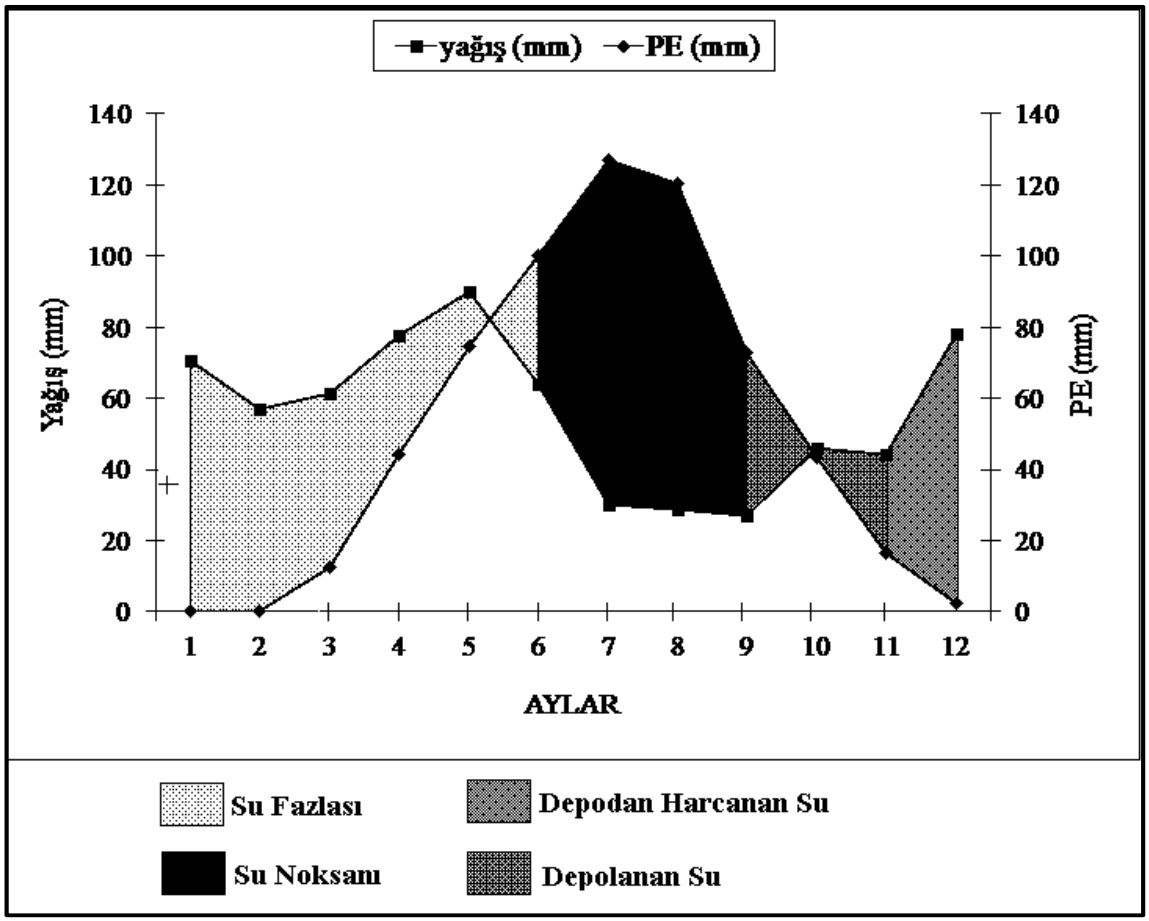
Burada;

N= Vejetasyon süresi (ortalama sıcaklık +6 ºC 'nin üzerinde olan gün sayısı)

L=Enlem derecesi (Desimal)

H= Yükseklik (m)

Tüm bu parametreler birlikte değerlendirildiğinde çalışma alanı Thornthwaite yöntemine göre; $CB'_1sb'_2$ simgeleri ile gösterilen "yarı-kurak, mezotermal, kışın orta derecede su fazlası olan veya okyanussal iklim etkisine yakın" bir iklim tipine olduğu ortaya çıkmaktadır. Thorntwaite yöntemine göre araştırma alanının su bilançosu çizelgesi düzenlenerek grafiği çizilmiştir. Su bilançosu Çizelge 3.1'de, grafiği ise Şekil 3.4'de verilmiştir.



Şekil 3.4 Thorntwaite yöntemine göre araştırma alanının su bilançosu

Çizelge 3.1 Thorntwaite yöntemine göre çalışma alanının su bilançosu

Bilanço Elemanları	A Y L A R												
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**Yıllık**
Sıcaklık (^{0}C)	-0,8	3,3	6,5	10,7	15,2	18,9	22	22,4	17,9	11,6	5,8	0,4	11,2
Sıcaklık indisi	0,00	0,53	1,5	3,16	5,38	7,49	9,42	9,68	6,90	3,58	1,25	0,02	48,91
Düzetilmemiş PE(mm)	0,0	8,9	21,2	40,1	62,8	83,0	100,7	103,1	77,4	44,5	18,3	0,6	560,7
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	7,5	21,9	44,3	77,1	102,6	126,3	121,0	80,2	42,9	15,5	0,5	639,7
Yağış (mm)	51,49	30,49	50,71	31,1	81,76	50,89	20,73	20,56	22,31	24,97	20,36	44,9	450,26
Depo Değişikliği (mm)	50,7	0,0	0,0	13,2	4,6	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	44,4	122,4
Depolama (mm)	100,0	100,0	100,0	86,8	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	49,3	445,6
Gerçek Ev-Tr (mm)	0,0	7,5	21,9	44,3	77,1	55,5	20,7	20,6	22,3	25,0	15,5	0,5	310,8
Su Noksanı (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	47,1	105,6	100,4	57,9	17,9	0,0	0,0	328,9
Su Fazlası (mm)	0,8	23,0	28,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,6
Yüzeysel Akış (mm)	0,4	11,9	25,9	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,6
Nemlilik Oranı	0,0	3,1	1,3	-0,3	0,1	-0,5	-0,8	-0,8	-0,7	-0,4	0,3	89,3	90,4

3.2 Yöntemler

Araştırma; 4 ana başlıktan oluşmakta olup bunlar sırasyıla, arazi öncesi yapılan çalışmalar, arazi çalışmaları, laboratuar çalışmaları ve verilerin değerlendirilmesi (analiz ve modelleme çalışmaları) ile çalışma alanının çölleşme risk haritasının oluşturulması aşamalarını içermektedir.

3.2.1 Arazi öncesi yapılan çalışmalar (Büro çalışmaları)

Büro çalışmaları kapsamında tezin amacına uygun olarak planlama yapılmış ve arazi çalışmalarına balamadan önce çalışma alanı hakkında bilgi edinmek için alana ait haritalar ait haritalar elde edilmiş ve incelenmiştir. Araştırma alanına ilişkin iklim verileri T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. Bölgeye ait bazı özellikleri belirlemek amacıyla Çankırı İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Ağaçlandırma-Erozyon Kontrolü ve Orköy Şube Müdürlüğü'nden topoğrafik haritalar (1/25.000 ölçekli), meşçere tipi haritası (1/25.000 ölçekli) ve Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü'den amenajman planı (2011 yılında yenilenmiş) alınmıştır.

Çalışma alanında çölleşme risk durumu ve çevresel duyarlı alanların belirlenmesine yönelik kullanılacak yöntemlere ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Çölleşme ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde bölgesel ölçekte çölleşme durumu ve çevresel duyarlı alanların belirlenmesinde en fazla MEDALUS ve DIS4ME projeslerinin çalışma alanlarına adapte edilerek kullanıldığı görülmektedir. Çölleşmeye karşı çevresel duyarlı alanların belirlenmesi amacıyla hazırlanana MEDALUS yöntemi birçok araştırmacı tarafıından çölleşme riskini tespit edilmesinde kullanılmıştır (Dregne 2002; Bayramin 2003, Brandt *et al.* 2003; Huang and Siegert 2006, Kosmas *et al*. 2006, Bouabid *et al.* 2010, Rasmy *et al.* 2010). DIS4ME de ise; farklı arazi kullanım türlerinde (çam ormanı, zeytinlik, tarım alanları, mera, meşe ormanı ve üzüm bahçeleri) çölleşme göstergeleri incelenmiştir. DIS4ME ve MEDALUS'da çevresel duyarlı alanların belirlenmesinde aynı kriter ve göstergeler kullanılmaktadır. Ancak DIS4ME sistemi, çevresel duyarlı alanların belirlenmesinin yanı sıra alanın risk değeri ve risk sınıfının belirlenmesine de olanak sağlamaktadır. DIS4ME sisteminde (Brandth e*t al.* 2005), bütün göstergeler ortak bir

format kullanılarak anlatılmaktadır. Çölleşme göstergeleri belirlenirken sistem tarafından kullanılan veri tabanı, gösterge seçimlerinin mantıksal çerçeveler içerisinde zamansal ve mekânsal ölçekte yapılmasını sağlar. Kullanılan çölleşme göstergeleri, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) ile uyumlu olarak spesifik, ölçülebilir, ulaşılabilir ve zamana bağlıdır. Bu nedenle DIS4ME sistemi, çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanların birlikte değerlendirilip yorumlanmasına olanak sağladığı için çalışma kapsamında kullanılmıştır.

3.2.2 Arazi çalışmaları

3.2.2.1 Araştırma alanında örnekleme alanlarının seçimi ve örnekleme noktalarının belirlenmesi

Araştırmanın amacını yarı kurak iklim özelliğine sahip Çankırı ili Eldivan ilçesinde bulunan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nın da çölleşme risk haritasının elde edilmesi oluşturmaktadır. Bu bağlamda çölleşme göstergeleri olarak; iklim özellikleri (sıcaklık, yağış vb.), toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri (tekstür, pH, organik madde vb.) ile bitki örtüsü karakteristikleri (bitki ile kaplı alan, topografya özellikleri (eğim, bakı, yükseklik) ve toprak özellikleri (toprak derinliği, taşlılık vb), sosyo-ekonomik durum ve arazi kullanımı göstergeleri kullanılarak çalışma alanının çölleşme risk haritası oluşturulmuştur.

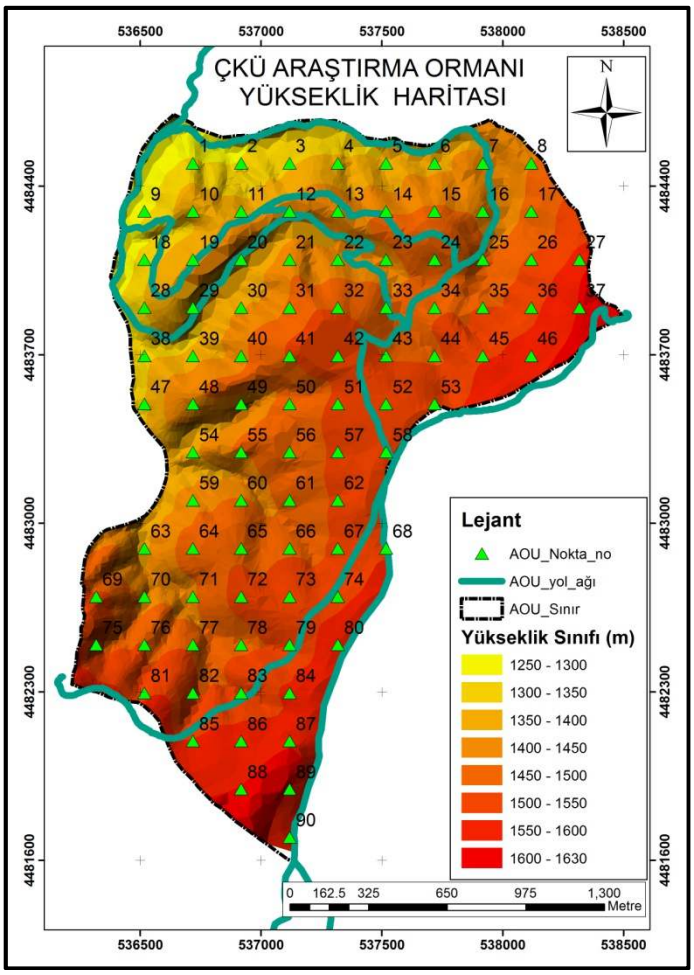
Çalışma kapsamında incelenecek olan 367 ha'lık alanda, alınması gereken örnek alan sayısını hesaplamak için alanda daha önceden yapılmış olan çalışmalardan faydalanılmıştır. Gerçek örnek sayısının belirlenmesinde çölleşme de önemli bir gösterge olan toprak organik madde (TOM) içeriği kullanılmıştır. TOM içeriğine ilişkin veriler Denklem (3.2)'de yerine koyularak ve çalışma alanı için alınması gerekengerçek örnek sayısı (n) hesaplanmıştır. Denklem (3.2) kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda toplamda 367 ha olan araştırma alanın bakı, eğim, yükseklik ve meşçere durumuna göre 100 noktadan toprak yüzey örneklemesiyle (0-30 cm) yapılması ve bu alanlarda çölleşme etüt formlarının doldurulmasının alanı temsil edeceği sonucuna varılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda toplamda 367 ha olan araştırma alanın bakı, eğim, yükseklik ve

meşçere durumuna göre 98 noktadan toprak yüzey örneklemesiyle (0-30 cm) yapılması alanı temsil edeceği sonucuna varılmıştır.

$$n = \left(\frac{z^2\sigma^2}{d^2}\right) \tag{3.2}$$

Denklemde bulunan;

z: ilgili önem seviyesi için z –tablo değeri, *σ:* ilgili değişkene ilişkin standart sapma değeri, *d:*ön örnek üzerinden hesaplanan güven aralığına göre istenen güven aralığının yarısıdır (Ott 1993, Ercan 1997, Wehner 2000).



Şekil 3.5 Çalışma alanı örnekleme noktaları (Öztürk, 2021)

3.2.2.2 Toprak örnekleme

Araştırma alanın toprak örnekleme çalışmaları 2020 yılında yapılmış olup, üst toprak örnekleri 0-30 cm derinlikten alınmıştır. Örnekleme noktalarına ait koordinatlar, bakı ve yükseklik değerleri GPS kullanılarak kaydedilmiştir. Üst toprak örnekleri daha önceden büro çalışmasında belirlenen ve eşitlik 2 kullanılarak hesaplanan örnek sayısı dikkate alınarak toplam da 98 noktadan sistematik olarak alınmıştır. Herbir örnekleme noktasından bozulmuş (1,5-2 kg'lık) ve bozulmamış (hacim ağırlığının belirlenmesi amacıyla birer adet bozulmamış (100 cm^3) toprak örneği alınmıştır. Bozulmuş toprak örnekleri iki katlı polietilen torbalara konularak, torbaların üzerine lokasyon numarası yazılarak ağzı kapatılmıştır.

3.2.3 Laboratuvar yöntemleri

Çalışma alanındam alınan toprak örnekleri Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji ABD laboratuvarına getirilmiş ve analiz edilmiştir. Laboratuvara getirilentoprak örnekleri hava kuru halde kuruması için naylonlarından çıkarılarak serilmiştir. Kuruyan topraklarda fiziksel ve kimyasal analizlerin yapılabilmesi için 2mm'lik elek yardımı ile elenmiştir. Analize hazırlanan toprak örneklerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizlere ilişkin yöntemler;

- **Toprak Tekstürü:** Toprakların % kil, toz (silt) ve kum içeriklerini belirlemek için Hidrometre yöntemi (Gee ve Bauder 1986) ile tekstür üçgeni (Soil Survey Staff 1993) kullanılarak belirlenmiştir.

- **Tarla Kapasitesi (TK):** Seramik levha üzerine yerleştirilmiş, suyla doygun bozulmamış toprak örneği üzerine 1/3 bar basınç uygulamak suretiyle belirlenmiştir (Cassel and Nielsen 1986).

- **Daimi Solma Noktası (DSN):** Seramik levha üzerine yerleştirilmiş, suyla doygun bozulmuş toprak örneği üzerine 15 bar basınç uygulamak suretiyle belirlenmiştir (Cassel and Nielsen 1986).

- **Yarayışlı su içeriği (YSİ):** Tarla kapasitesi ve solma noktası arasındaki farktan hesaplanmıştır (Cassel and Nielsen 1986).

- **Hacim Ağırlığı (HA):** Doğal yapısı bozulmamış örnekler üzerinden belirlenmiştir (Blake and Hartage 1986). Hacmi 100 cm^3 olan paslanmaz materyalden yapılmış silindirleri istenilen derinlikteki toprak katmanına çakarak toprağın doğal yapısını bozmadan alınan örneğin fırında kurutulduktan sonra toprak ağırlığının 100'e bölünmesi yöntemin prensibini oluşturmaktadır.

- **Agregat Stabilitesi (AS):** Islak eleme yöntemiyle hesaplanmıştır (Kemper and Rosenau 1986).

- **Toprak Reaksiyonu (pH):** Toprak reaksiyonu 1:5 oranında hazırlanmış toprak su karışımında cam elektrotlu (Hartlange Multimetre PHC 101 probu) prob ile ölçülmüştür (Mc Lean 1982, Pansu and Gautheyrou 2006).

- **Elektriksel İletkenlik (EC):** Elektriksel iletkenlik 1:5 oranında hazırlanmış toprak su karışımında (Hartlange Multimetre CDC 101 probu kullanılarak) ölçülmüştür (Mc Lean 1982).

- **Organik Madde:** Wakley-Black yönteminin Jackson tarafından modifiye şekli ile belirlenmiştir (Bashour and Sayegh 2007).

- **Kireç ($CaCO_3$):** Pansu and Gautheyrou (2006) tarafından belirtildiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile tayin edilmiş ve yüzde olarak ifade edilmiştir.

3.2.4 Modelleme

3.2.4.1 DIS4ME (Desertification Indicator System for Mediterranean Europe)

DIS4ME sistemi 2004 yılında Jane Brandt editörlüğünde, bilim insanlarına, politikacılara ve çiftçilerinde dahil olduğu kullanıcılara Akdeniz'in Avrupa Ülkeleri için Çölleşme Göstergeleri hakkında geniş bir yelpaze de bilgi vermek amacıyla DESERTLINK araştırma projesi kapsamında dizayn edilmiştir. Proje ile çölleşmenin nerelerde problem olduğunun tanımlanması, sorunun ne derece kritik olduğu ve çölleşme süreçlerinin daha iyi anlaşılması hedeflenmiştir. DIS4ME sisteminin temelini istatistiksel olarak çoklu regresyon analizi oluşturmaktadır. Sistem çölleşme risk değerini bağımlı değişken, belirlenen bütün göstergeleri ise bağımsız değişken olarak kabul etmektedir (DESERTLINKS 2004).

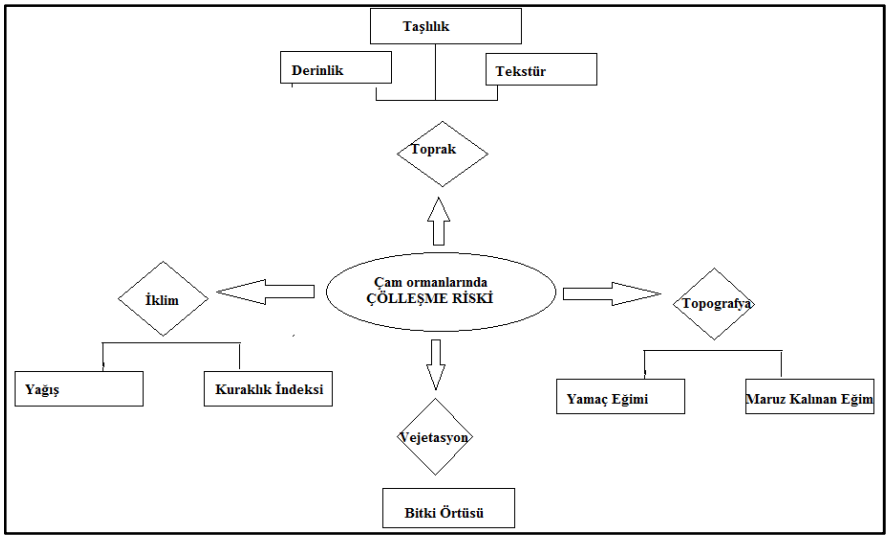
Akdeniz ülkelerinde çölleşme durumunun belirlenmesi için tasarlanan DIS4ME sistemi yaklaşık olarak 150 çölleşme göstergesi kullanarak oluşturulmuştur. Göstergeler çölleşmenin ekolojik, ekonomik, sosyal ve kurumsal yönlerine göre kategorize edilmektedir. Fiziksel ve ekolojik göstergeler: iklim, su, yüzeysel akış, topraklar, vejetasyon ve yangın; ekonomik ve sosyal göstergeler; ise tarım, arazi yönetimi, arazi kullanımı, işleme, çiftçilik, su kullanımı, turizm ve makro ekonomilerden oluşmaktadır. DIS4ME çalışma grubu Akdeniz ülkelerinde farklı arazi kullanımlarının mevcudiyeti ve arazilerde meydana gelen bozulmaları dikkate alarak Akdeniz ülkelerinde farklı arazi kullanımlarında çölleşme göstergelerini tanımlamışlardır (DESERTLINKS 2004).

Çölleşme göstergeleri tanımlandıktan sonra çölleşme risk değerinin belirleneceği noktalarda sistematik örnekleme yapmışlardır. Örneklemenin yapılacağı alanlara ilişkin topografik haritalarda 400x400 m grid sistemini kullanmışlardır. Örnekleme noktalarında çölleşme göstergelerine ilişkin veriler elde edildikten sonra STATISTICA paket programını kullanarak; çölleşme riski ile bütün göstergeler arasındaki ilişkiyi analiz ederek modellemişlerdir ve model sonucunda her bir arazi kullanımında en etkili olan göstergelere ilişkin bir algoritma elde etmişlerdir (DESERTLINKS, 2004).

DIS4ME sistemi kapsamında; çam ormanı, zeytinlik, tarım alanları, mera, meşe ormanı ve üzüm bahçeleri olmak üzere altı farklı arazi kullanım türünde çölleşme göstergeleri incelenmiştir. Herbir arazi kullanım türü için çölleşme risk değeri ve sınıfının belirlenmesinde toprak, iklim, vejetasyon, sosyo-ekonomik yapı ve yönetim karakteristikleri ile ilişkili, ölçülmesi ve ulaşılması basit olan göstergeler kullanmışlardır. Herbir arazi kullanımı için gösterge listesini oluştururken MEDALUS I,II,III gibi benzer çölleşme projelerinden yararlanmışlar, çiftçi ve arazi planlamacıları ile görüşmüşler ve göstergeleri tanımlamışlardır. Çalışma alanı çölleşme riskinin tespit edilmesi için çam ormanları için oluşturulan algoritma ve çizelgeler kullanılacaktır.

Çam Ormanları için kullanılacak çölleşme göstergeleri

Çam ormanları için çölleşme risk değerinin belirlenmesinde Şekil 3.6 de yer alan algoritmadan yararlanmışlardır. Sistematik örnekleme ile 101 örnekleme alanında 29 adet çölleşme göstergesi üzerinde çalışmışlardır. Kademeli çoklu regresyon analizi (Stepwise multiple regresion analysis) kullanarak çam ormanları için Şekil 3.6 da yer alan algoritmayı elde etmişledir (DESERTLINKS 2004). Bu tez çalışması kapsamında çam ormanları için belirlenen algoritmada yer alan göstergelerden ve Çizelge 3.2 de yer alan çam ormanları için çölleşme etüt formundan yararlanılmıştır.



Şekil 3.6 Çam ormanları için çölleşme göstergelerinin algoritması (DESERTLINKS 2004)

Çizelge 3.2 Çam ormanları için örnek çölleşme etüt formu (DESERTLINKS 2004)

Alan Numarası:	Tarih:	
Araştırmacı	Yer:	
Yükseklik (m):	Enlem:	Boylam:
Erozyon Derecesi:	ÇDA (ESA)' ya göre tipi:	Çölleşme riski:
Mülkiyet ve Arazi durumu	Mülkiyet Tipi	Özel/ Kiralık/ Diğer
	Alan büyüklüğü (ha)	<1/ 1-5/ 5-10/ 10-30/ 30-50/ 50-100/ >100
Şimdiki arazi kullanımı	Arazi kullanım tipi	Tarım/ Mera/ Çam Ormanı/ Meşe Ormanı/ Diğer
	Bitki Örtüsü (%)	<10 /10-40 />40
	Mevcut Arazi kullanım Tipinin Oluşum Süreci	<1/ 1-5/ 5-10/ 10-20/ 30-50/ >50
Önceki arazi kullanım tipi	Arazi kullanım tipi	Tarım/ Mera/ Çayır/ Orman/ Maden/ Diğer
Toprak özellikleri	Toprak Derinliği (cm)	<150/ 15-30/30-60/ >60
	Eğim(%)	<6/ 6-18/ 18-35/ >35
	Drenaj	İyi/ Zayıf/ Çok Zayıf
	Tekstür	Çok Kaba/ Kaba/ Orta/ İyi/ Çok İyi
	Ana Materyal	Kireç Taşı/ Kum Taşı/ Marl/ Kil/ Konglomera/ Alüvyal/ Kolüvyal/ Diğer
	Taşlılık (%)	<15/ 15-40/ >40
İklim özellikleri	Yağış (mm)	<280/ 280-650/ >650
	Kuraklık İndeksi	<50/ 50-75/ 75-100/ 10-125/ 125-150/ >150
	Bakı	KD, KB/ GD, GB/ Düzlük (Ova)

Bu kapsamda algoritma da kullanılan ana bileşenler (iklim, toprak, topografya ve yönetim karakteristikleri) ile çölleşme etüt formunda kullanılan alt bileşenler (Örn: İklim karakteristikleri ana bileşeni için Yağış, Kuraklık indeksi ve Bakı alt bileşenleri) ile ilgili seçilen göstergeler arazide aşağıdaki yöntemler kullanılarak belirlenecektir. Bu kapsamda arazide belirlenecek olan alt bileşenler aşağıda açıklanmıştır.

- Arazi sahipliği; Sahiplik tipi (Özel/Kiralık/Diğer), Çam ormanı büyüklüğü <1/ 1-5/ 5-10/ 10-30/ 30-50/ 50-100/ >100
- Şimdiki Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Tipi, Tarım/Zeytinlik/Mera/Çam Ormanı/Meşe Ormanı/Diğer olarak sınıflandırılacaktır. Bitki örtüsü, birim alanda bitkilerin toprak yüzeyini kaplama oranına göre belirlenecektir. Örtü derecesi % cinsinden <10/ 10-40/ >40 olarak 3 sınıfta değerlendirilecektir. Mevcut Arazi Kullanım Türü Süresi, çiftçi ile görüşülerek veya çalışma alanı ile ilgili amenajman planlarından yararlanarak belirlenecektir. Kullanım süresi yıl cinsinden <1/ 1-5/ 5-10/ 10-20/ 30-50/ >50 olarak 6 sınıfta değerlendirilecektir. Önceki arazi kullanım tipi ise, Tarım/ Mera/ Çayır/ Çam Ormanı/ Meşe Ormanı/ Maden/ Diğer olarak sınıflandırılacaktır.
- Toprak ve Arazi Karakteristikleri;
    1. Toprak derinliği; arazide toprak örnekleme aletlerinden burgu ile yapılmıştır. <15/ 15-30/ 30-60/ >60 cm olmak üzere 4 sınıfta değerlendirilmiştir.
    2. Eğim; arazide eğim ölçer kullanılarak belirlenecektir. Eğim sınıfları % olarak <6/ 6-18/ 18-35/ >35 olarak 4 sınıfta değerlendirilmiştir.
    3. Drenaj; toprak rengi ve yeraltı suyunun derinliği dikkate alınarak iyi/orta/zayıf/çok zayıf olmak üzere 4 sınıfta değerlendirilmiştir.
    4. Tekstür; örnekleme noktalarından alınan toprak örneklerinin laboratuvarda analiz edilmesi sonucunda belirlenmiştir.
    5. Ana materyal; arazi çalışması esnasında alanda bulunan ana materyal alanında uzman kişi tarafından belirlenmiştir.
    6. Taşlılık; Taşlılık (>6 mm) arazi yüzeyindeki kaya parçalarının birim alanda kapladığı alan dikkate alınarak yapılacak ve Taşlılık sınıfları % olarak <15/ 15-40/ >40 3 sınıfta değerlendirilmiştir.

- İklim Karakteristikleri;
    1. Yağış; Yıllık ortalama yağış miktarı kullanılarak 3 sınıfta <280/ 280-650/ >650 mm olarak sınıflandırılmıştır.
    2. Kuraklık indeksi; Denklem (3.3)'de yer alan Bagnouls - Gaussen kuraklık indeksi (BGKİ) kullanılarak hesaplanmıştır. <50/ 50-75/ 75-100/ 10-125/ 125-150/ >150 olarak 6 sınıfta değerlendirilmiştir.

$$\text{BGKİ}= \sum^{12} (2t_i - P_i)k_i \qquad (3.3)$$

Denklemde;

t_i= (i) ayı için ortalama sıcaklık değeri ºC

P_i= (i) ayı için toplam yağış miktarı (mm)

k_i= ($2t_i$-P_i>0) olduğu ayların oranıdır.

DIS4ME çam ormanları için çölleşme riskinin hesaplanmasında bir çoklu regresyon modeli olan Denklem (3.4)'ü kullanır. Etüt formu doldurulduktan ve gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra DIS4ME tarafından çölleşme riski hesaplanacak ve sınıflandırılmıştır. Hesaplanan çölleşme riski değerleri arazideki gözlemler ile karşılaştırılarak hesaplamaların doğruluğu test edilmiştir. Değerlerin doğrulanmasında uzman görüşü ve risk sınıflaması için kullanılan kriterler esas alınmıştır.

ÇR= (7.94)-(0.56*bitki örtüsü)-(0.62*derinlik)+(0.38*eğim derecesi)-
(0.32*Tekstür)-(0.53*Taşlılık)-(2.26* yağış)+(1.13*Kuraklık indeksi)+
(0.65*maruz kalınan eğim) (3.4)

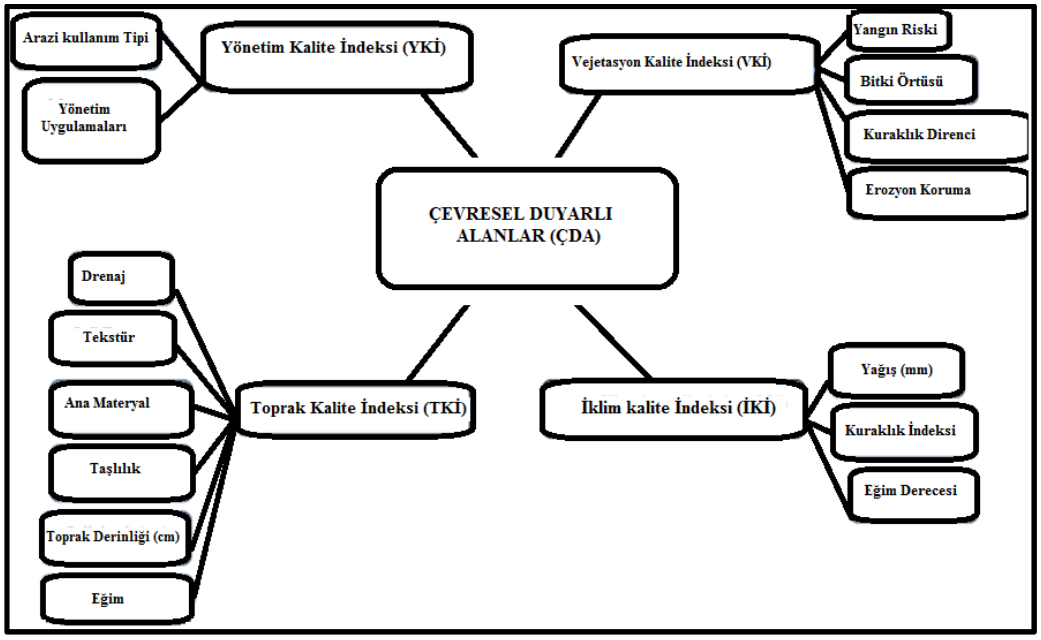
Çalışma alanının tamamında çölleşme risk değerleri hesaplandıktan sonra, hesaplanan çölleşme risk değerlerinin Çizelge 3.3'e göre çölleşme risk sınıfları belirlenmiştir.

Çizelge 3.3 Çölleşme risk (ÇR) sınıfları

Risk Sınıfı	**Sınıf Değer Aralığı**
Risk Yok	ÇR<1,49
Düşük Risk	1,50<ÇR<2,49
Orta Risk	2,50<ÇR<5,49
Yüksek Risk	ÇR>5,50

Çevresel duyarlı alanların belirlenmesi

İklim ve arazi kullanımına göre çölleşmeye hassas alanların belirlenmesi amacıyla DIS4ME sistemi tarafından Çevresel duyarlı alanların (ÇDA, (Environmental Sensitive Areas)) belirlenmesi önemlilik arz etmektedir. Çevresel duyarlı alan indeksi bir arazi biriminde çölleşme riskine neden olan faktörlerin anlaşılmasına yardımcı olan bileşik bir indekstir. Bu indeks; İklim Kalite İndeksi (İKT), Toprak Kalite İndeksi (TKİ), Vejetasyon Kalite İndeksi (VKİ) ve Yönetim Kalite İndeksi (YKİ) olmak üzere 4 kalite indeksi kullanılarak hesaplanmaktadır (Şekil 3.4). İklim Kalite İndeksi (Yağış, Kuraklık indeksi, Eğim derecesi), Toprak Kalite İndeksi (Drenaj, Tekstür, Ana materyal, Taşlılık, Toprak derinliği, Eğim), Vejetasyon Kalite İndeksi (Yangın riski, Bitki örtüsü, Kuraklık direnci, Erozyon) ve Yönetim Kalite İndeksi (Arazi Kullanım Tipi, Yönetim Uygulamaları) indisleri mutlak bir değere sahip değildir. Bu nedenle teorik olarak sistem içerisinde indis değerlerine 1-2 arasında değişen skor değerleri verilerek hesaplamalar yapılmaktadır (Çizelge 3.4). Düşük skorlar, düşük arazi bozulması duyarlılığını ifade ederken, yüksek skorlar daha yüksek bir arazi bozulum riskine işaret etmektedir. DIS4ME sisteminde indeks değerlerinin hesaplanmasında Denklem (3.5, 3.6, 3.7, 3.8) kullanılmaktadır. İndeks değerleri hesaplandıktan sonra Denklem 3.9 kullanılarak ÇDA hassaslık değeri belirlenmektedir. ÇDA indis değeri 0-100 arasında değişim göstermekte ve ÇDA indis değerleri doğrultusunda sınıflandırılmaktadır (DESERTLINKS 2004).



Şekil 3.7 Çevresel Duyarlı Alan (ÇDA) belirlenmesinde kullanılan İndisler

$$TKİ = (\text{Ana Materyal x Tekstür x Toprak Derinliği x Eğim})^{1/4} \quad (3.5)$$

$$İKİ = (\text{YağışxKuraklıkxBakı})^{1/3} \quad (3.6)$$

$$VKİ = (\text{Yangın Riski x Erozyon Koruma x Kuraklık Direnci x Bitki Örtüsü})^{1/4} \quad (3.7)$$

$$YKİ = (\text{Arazi Kullanım tip x Yönetim Uygulamaları})^{1/2} \quad (3.8)$$

$$ÇDA = (TKİ \text{ x } İKİ \text{ x } VKİ \text{ x } YKİ)^{1/4} \quad (3.9)$$

Çizelge 3.4 ÇDA tipinin belirlenmesinde kullanılan indeks değerlerinin parametrelerine ilişkin skorlar (DESERTLINKS 2004)

İndeks	Değişken	Değişken tipi/tanımı	Skor	İndeks Sınıfı	Aralık
Toprak Kalite İndeksi	**Ana Materyal**	Şeyl, şist, bazik, ultrabazik, konglomeralar, killer Kireçtaşı, granit, riyolit, gnays, kumtaşı, dolamit Marl, Proklastik	1,0 1,7 2,0	Yüksek kalite Orta kalite Düşük kalite	<1,13 >=1,13<=1,46 >1,46
	Tekstür	Tın, Kumlu Killi Tın, Kumlu Tın, Tınlı Kum, KilliTın Kumlu Kil, Siltli Tın, Siltli Killi Tın Silt, Kil, Siltli Kil Kum	1,0 1,2 1,6 2,0		
	Taşlılık (%)	>60 20-60 <20	1,0 1,3 2,0		
	Toprak derinliği (cm)	Derin (>75) Orta (75-30) Sığ (15-30) Çok Sığ (<15)	1,0 2,0 3,0 4,0		
	Drenaj	İyi Orta Zayıf	1,0 1,2 2,0		
	Eğim (%)	<6 6-18 18-35 >35	1,0 1,2 1,5 2,0		
İklim Kalite İndeksi	**Yağış (mm/yıl)**	>650 280-650 <280	1,0 2,0 4,0	Yüksek kalite Orta kalite Düşük kalite	<1,15 >=1,15<=1,81 >1,81
	Kuraklık İndeksi (Bagnouls& Gaussen)	<50 50-75 75-100 100-125 125-150 >150	1,0 1,1 1,2 1,4 1. 1,8 2,0		
	Bakı	Kuzey, Kuzeybatı, Kuzeydoğu, Düzlük Güney, Güneybatı, Güneydoğu	1,0 2,0		
Vejetasyon Kalite İndeksi	**Bitki Örtüsü (%)**	>40 40-10 <10	1,0 1,8 2,0	Yüksek kalite Orta kalite Düşük kalite	<1,13 >=1,13<=1,38 >1,38
	Yangın Riski	Bahçecilik Çok Yıllık meralar, tek yıllık meralar, Yapraklı Orman, çalılık Akdeniz Makisi Çam ve diğer iğne yapraklı ormanlar	1,0 1,3 1,6 2,0		

Çizelge 3.4 ÇDA tipinin belirlenmesinde kullanılan indeks değerlerinin parametrelerine ilişkin skorlar (devam) (DESERTLINKS 2004)

İndeks	Değişken	Değişken tipi/tanımı	Skor	İndeks Sınıfı	Aralık
	Erozyon koruma	Herdem yeşil orman(Yapraklı Akdeniz Makisi, İğne yapraklılar, Çok yıllık mera, çalılıklar Yapraklı ormanlar Badem bahçeleri Bahçecilik, tek yıllık ürünler (pirinç, Yulaf vb.) Çok düşük vejetasyon, çıplak toprak.	1,0 1,3 1,6 1,8 2,0	Yüksek kalite Orta kalite Düşük kalite	<1,13 >=1,13<=1,38 >1,38
	Kuraklık Direnci	Herdem yeşil orman, Akdeniz makisi, çıplak Toprak. Yapraklı orman, iğne yapraklı orman, zeytinlik Badem bahçeleri Çok yıllık mera, çayır, çalılık Yıllık ürünler (ayçiçeği, pirinç, tütün), bahçecilik, çok düşük vejetasyon	1,0 1,2 1,4 1,7 2,0		
Yönetim Kalite İndeksi	**Arazi kullanımı**	Düşük Orta Yüksek	1,0 1,5 2,0	Yüksek kalite Orta kalite Düşük kalite	<1,25 >=1,25<=1,51 >1,51
	Yönetim Uygulamaları	Düşük (>%75 koruma altında) Orta (%25-75 koruma altında) Yüksek (<%25 koruma altında)	1,0 1,5 2,0		

Çölleşmede arazi bozulmasının durumu ve ÇDA aralık değeri dikkate alınarak genellikle 4 ÇDA tipi kullanılmaktadır (Kosmas *et al.* 2000) (Çizelge 3.24).

- **Kritik ÇDA:** Bu tip alanlar daha önceki yanlış arazi kullanımı ve bozulmalar sonucunda tamamen erozyona uğramış alanlardır. Bu alanlar, sediment kaybı ve yüzey akışın fazla olmasından dolayı bozulmuştur. Bu sınıf arazi çölleşmesinin azalış durumuna göre C3, C2 ve C1 olarak 3 alt sınıfa ayrılır.

- **Kırılgan ÇDA:** Doğal ve insan etkisi arasındaki hassas dengede meydana gelen bozulmalar bu tip alanlarda erozyon şiddetinin artmasına neden olabilir. Örneğin; sera etkisi nedeniyle tahmin edilen iklim değişikliğinin etkileri sonucu bitki örtüsü kuraklık gibi etmenlerden kısa sürede etkilenmekte ve bunun sonucunda kritik ÇDA sınıfına dönmesine neden olmaktadır. Hassas alanlarda dengenin bozulması yüzey akışa hatta pestisit ve gübrelerin yıkanmasına neden olmaktadır. Bu tip alanlarda planlama yapmak gerekmektedir. Bu ÇDA tipi, arazi çölleşmesinin azalış durumuna göre F3,F2, F1 olarak 3 alt sınıfa ayrılır.

- **Potansiyel ÇDA:** Bu tip alanlarda çölleşme riski biraz daha düşüktür. Ancak bu alanlar, küresel iklim değişikliği ve değişen iklim koşulları sonucunda önlem alınmadığı taktirde şiddetli erozyona maruz kalabilecek alanlardır. Bu durum ise toprak yapısının bozulmasına neden olur. Kırılgan ÇDA' larda olduğu gibi bu tip alanlarda da planlama ve koruma gereklidir.

Çizelge 3.5 İndeks aralığına göre ÇDA tipi

TİP	ALT TİP	ÇDA ARALIĞI
Kritik	C3	>1,53
	C2	1,42-1,53
	C1	1,38-1,41
Kırılgan	F3	1,33-1,37
	F2	1,27-1,32
	F1	1,23-1,26
Potansiyel	N	1,17-1,22
Tehdit Olmayan	P	<1,17

ÇDA: Çevresel Duyarlı Alan, N:Araziler bozulmadan etkilenmemiş, P: Potansiyel olarak etkilenmiş, F: Kırılgan çevrsel hassaslık, C: Kritik çevresel hassaslık

DIS4ME sistemi, erozyon derecesini alanda nitel olarak değerlendirmektedir. Buna Kosmas *et al.* (2000)'e göre:

- A horizonunun varlığı ya da yokluğu,
- A horizonunun varlığına bağlı olarak aşınmış alanlar yüzdesi,
- Toprak yüzeyinde üst malzemenin bulunma derecesi,
- Aşınım oyuntuların varlığı,

Erozyon derecesinin belirlenmesinde kullanılacak nitel kriterlerdir. Erozyon derecesi, çok şiddetli, şiddetli, orta şiddetli, hafif ve erozyon yok olmak üzere beş sınıfa ayrılmaktadır (Kosmas *et al.* 2000).

Bu bilgiler doğrultusunda, çalışma alanına ait göstergeler tanımlanıp her bir arazi kullanım türündeki örnekleme noktaları için çölleşme risk durumu ortaya konulmuştur. Daha sonra yine DIS4ME sisteminden yararlanılarak ÇDA tipi belirlenmiştir. DIS4ME sistemi ile ÇDA tipi belirlenip hassaslık skorları hesaplandıktan sonra bu değerler ile örnekleme noktalarında gözlem sonucu elde edilen hassaslık skorları arasındaki ilişki test edilmiştir. Arazi gözlemleri ile ÇDA tipine ilişkin hassaslık skorları hesaplanırken Ek 1'de yer alan arazi gözlem noktası mevcut durum formu kullanılmıştır. Bu formda her bir örnekleme noktasının özellikleri işaretlenmiş, daha sonra bütün özelliklere ilişkin puanlar toplanarak ortalaması alınmıştır. Böylece örnekleme noktalarının arazi gözlemlerine dayalı ÇDA tipi hassaslık skoru belirlenmiştir.

3.2.4.2 Jeoistatistiksel analiz

Jeoistatistik, ilk olarak yerbilimlerinde karşılaşılan kestirim problemlerinin çözümüne yönelik olarak ortaya çıkmıştır. Jeoistatistiksel teorinin temelleri ilk olarak Fransız maden mühendisi G. Matheron tarafından ortaya atılmış ve yöntem daha sonra çok benimsenerek, geniş bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde jeoistatistik uygulamaları sadece yerbilimleri ile sınırlı olmayıp, pek çok alanda yaygın olarak görülmektedir (Tercan ve Saraç 1998). Jeoistatistiksel metotlar, toprak özelliklerinin yersel değişkenliğinin sayısallaştırılmasında, toprak özelliklerinin yersel değişkenliğinin zamana ve uzaya bağlı olarak tanımlanmasında (Warrick *et al*.1986, Kutilek and Nielsen 1994, Reese and Moorhead 1996, Bourgault *et al*. 1997, Goovaerts 1999) ve örneklemenin sınırlı olduğu alanlarda toprak özelliklerinin tahmin edilmesinde karşılaşılan problemlerin çözümünde incelenen toprak özelliğinin fonksiyonunu tanımlamak için yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Bocchi *et al*. 2000, Webster and Oliver 2001).

Jeoistatistik genel anlamda yersel değişkenliğin uygulanabilen tekniği olarak bilinir (Clark 1979). Jeoistatistik, uzaysal modelleme (variogram) ve uzaysal enterpolasyon (krigleme) olmak üzere iki basamaktan oluşmaktadır (Mulla ve McBratney 2000; Isaaks and Srivastava 1989).

Jeoistatistik, klasik istatistik yöntemlerinden farklı olarak örnekler arası ilişkiyi, örneklerin alındıkları koordinatları da hesaba katarak ele alan ve temelleri fonksiyonlar teorisindeki durağan rastlantı teorisine dayanan istatistiksel bir hesaplama metodudur. Bu hesaplama yönteminin, yapılan hata miktarının belirli güven düzeylerinde belirlenebilmesi gibi çok önemli avantajları bulunmaktadır (Clark 1979). Jeoistatistikte, bölgesel değişkenlerin (spatial variable) uzaklığa bağlı değişimleri variogram (veya semivariogram) fonksiyonu ile belirlenir ve bu fonksiyon birbirinden h kadar uzaktaki iki değişken arasındaki farkın varyansı olarak ifade edilir. Varyansın artması, aralarındaki ilişkinin azalması şeklinde yorumlanabilir. Bir başka deyişle iki nokta arasındaki farkın varyansının büyüklüğü noktalar arasındaki mesafenin büyüklüğüne bağlıdır (Diggle and Riberio 2007).

Jeoistatistik yer bilimlerinde karşılaşılan interpolasyon metotları ile ilgili ortaya çıkmıştır. Jeoistatistiksel teori ilk olarak Güney Afrikalı D.G. Krige tarafından ortaya atılmış daha sonra Fransız G. Matheron tarafından geliştirilerek geniş kitleler tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Jeoistatistik yer bilimlerinin yanı sıra birçok alanda da günümüzde sıkça kullanılmaktadır (Turgut ve Oztas 2012).

Semivariogram (Yarıvaryogram)

Semivariogramlar sınıflandırma, hata belirleme, toprak çalışmaları ve enterpolasyon gibi birçok çalışmada kullanılmıştır (Sertel *et al.* 2007). Sürekli değişen olguların konumsal bağımlılığının ölçülmesini sağlayan bölgesel değişkenler teorisi, jeoistatistikte kullanılan çok önemli bir araç olup, uzaktan algılanmış veriler içinde uygundur. Bölgesel değişkenler teorisinin anahtar bileşeni semivariogramlar olup, görüntülerdeki konumsal değişimleri ölçmede kullanılan birincil araçlardır ve pek çok uzaktan algılama

çalışmasında farklı disiplinler tarafından kullanılmaktadırlar (Cressie 1993, Atkinson 1997, Goovaerts 1999). Semivariogram mekânsal değişimin ölçeği ve yapısı hakkında bilgi verirler ve durağan hipotezin (stationary hypothesis) geçerli olması durumunda çalışma bölgesinin mekânsal değişiminin ve otokorelasyonun büyüklüğünü araştırmak için kullanılırlar (Curran 1988, Şen 1998). Semivariogramlar bölgesel değişkenlerin (zaman ya da uzaydaki konumu bilinen rastgele değişken) konumsal değişimini ifade eder. Uzaktan algılanmış görüntülerde her bir piksele ait parlaklık değeri ilgili yer koordinatı ile ilişkilendirilebildiği için bölgesel değişkenden söz etmek mümkündür. Bu nedenle uydu görüntülerindeki konumsal değişimi analiz etmek için semivariogramlar kullanılabilir (Curran 1988, Isaak ve Srivastava 1989, Curran and Atkinson 1998, Saroğlu ve Kaya 2005). Bir veri setinde bir kesit boyunca x=1,2,…,n gibi aralıklarla alınan z değerleri, konuma bağlı şekilde z (x) olarak ifade edilsin. Birbirinden h (lag) mesafedeki bütün veri çiftleri arasındaki ilişki, bu nokta çiftlerinin ortalaması arasındaki farkın karesi olarak ifade edilebilir ve bu büyüklüğe semivaryans denir. Belirli bir mesafedeki semivaryans değeri ile o mesafe arasındaki ilişkiyi kuran fonksiyona ise semivariogram denir. Kısaltılmış olarak variyogram şeklinde de kullanılmaktadır (Curran 1988, Curran and Atkinson 1998). Noktalar arasındaki semivaryans büyüklüğü noktalar arasındaki mesafeye bağımlıdır. Uzaktan algılanmış görüntüler üzerinde alınan kesit boyunca düzenli aralıklarla alınan dijital sayılar Z değerleri, konuma bağlı şekilde Z(x) olarak ifade edilsin. Bir birinden h (lag) mesafedeki pikseller arasındaki ilişki bu nokta çiftlerinin ortalaması arasındaki farkın karesi olarak ifade edilir (Sertel *et al.* 2007).

Yarıvariogramın doğru bir şekilde hesaplanabilmesi için; modeli oluşturan konumu ve geoit yükseklikleri (N) bilinen dayanak nokta sayısının en az 30 olması istenir ki, bu sayı bazı araştırıcılara göre 100 ve hatta 200 dür. Bu yüzden herhangi bir uzaklığa ilişkin yarıvariogram hesaplamasında konumu ve geoit yükseklikleri (N) bilinen nokta çifti sayısı en az 30 olmalıdır (Mulla ve Schepers 1997, Dikici 2001).

Yarıvariogram hesap edilirken dikkat edilmesi gerekli kurallar şunlardır (Burrough 1991, Dikici 2001):

1. Hesaplamalarda kullanılacak örnek arası mesafe için yeterince örnek çiftinin olması gerekir.

2. Elde yeterince örnek çifti olamayacağından, varyans diyagramını arazinin en uzun kenarının yarısından fazlası için hesaplamamak gerekir.
3. Düzensiz örnekleme yapılan durumlarda, en küçük örnek aralığını hesaplamalarda başlangıç olarak almak gerekir.

Gözlem verilerinin deneysel variogram yapısının belirlenmesi ve bu variogram yapısına teorik bir modelin uydurulması geoistatistiksel çalışmaların temelini oluşturmaktadır (Delhomme 1978, Webster and Oliver 1991).

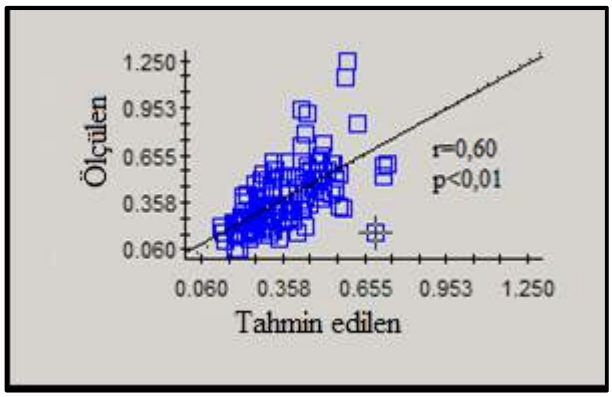
Yarıvariogram; örnek çiftleri arasındaki h uzaklığının bir fonksiyonu olarak incelenen değişkenin uzaysal bağımlılık derecesini ifade eder (Olea 1977, Kırda ve Kanber 1983, Tabios III *et al.* 1985, Çetin 1996, Çobaner vd. 2011). xi ve xj sırasıyla i ve j gözlem noktalarının koordinatlarını; z(xi) ve z(xj) ise i ve j gözlem noktalarında gözlenen değerleri göstermek üzere; N sayıdaki gözlemden oluşan yöresel (yersel) değişken Z' nin deneysel yarıvariogramı, gözlemler arasındaki Öklid uzaklığı h' ye bağımlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanır (Olea 1975, Vauclin *et al.* 1983, Tabios III *et al.* 1985, Kitanidis 1993)

Uzaysal enterpolasyon(Krigleme)

Birçok alanda yaygınlığı kanıtlanmış stokastik yöntemlerden biri Kriging tekniğidir. Kriging yöntemi jeoistatistik alanında temel bir araç haline gelmiştir (Caruso ve Quarta 1998, Kalkhan 2011). Jeoistatistik analizler, mekânsal ilişkinin gözlenmesi veya varsayımı temeline dayanmaktadır. Birbirine yakın lokasyonlardan elde edilen ölçümler, birbirine uzak olanlara göre daha benzer sonuçlar verir. Kriging yöntemi gözlem verilerinin deneysel yarıvariogram yapısının belirlenmesi ve bu yapıya teorik yarıvariogram modelinin oturtularak (fit edilerek) başlar ve bu jeoistatistik çalışmalarının temelini oluşturur.

Çapraz değerlendirme (Cross-validation)

Çapraz değerlendirme yöntemi, kriglemede yapılan varsayımları test etmek amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu yöntemde, ölçümleri yapılmış değerler ile bu ölçülen değerlerin krigleme sonucunda elde edilen değerlerle arasındaki ilişki hesaplanmaktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Kriging çapraz doğrulama örneği (GAMMADESIGN 2020)

Çapraz değerlendirme uygulamalarında tahmin metodu gerçek örneklem alanlarında test edilmektedir. Bu yöntem uygulanırken, bilinen bir alandaki örnek değeri incelenen örnek veri setinden yok sayılarak aynı alanda bulunan değer, kullanılmayan diğer örnek değerleri ile tahmin edilmektedir. Böylece örnek setinden ilk uzaklaştırılan değer ile ölçülen değer karşılaştırılmakta ve bu uygulama diğer bütün örnek değerleri için yapılabilmektedir. Ölçülen değer ile tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiler klasik istatistik yöntemler kullanılarak karşılaştırılabilmektedir. Çapraz değerlendirme hataları enterpolasyonda önemli uzaysal bilgiler içermektedir. Çapraz değerlendirmede hatalar normal dağılım göstermeli ve hataların ortalamasının sıfır ve varyansının 1'e eşit olması gerekmektedir. Hata kareler ortalaması ne kadar düşük ise tahmin o derece başarılıdır (Isaaks and Srivastava 1989). Çapraz değerlendirme sonucunda ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki korelasyon katsayısı yapılan tahminin başarısının bir ölçüsüdür. Korelasyon katsayısı ne kadar yüksek olursa yapılan tahmin o kadar geçerlidir (Trangmar *et al.* 1985).

3.2.4.3 İstatistiksel analizler

Çalışma sonucunda elde edilen toprak özellikleri ve çölleşme riskine ait verilere ilişkin tanımsal istatistikler SPSS (SPSS Institute Inc. 2011) paket programı kullanılarak belirlenmiştir. Tüm istatistiksel analizler %95 önem seviyesinde gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Çalışma Alanı Topraklarının Özellikleri

Çalışma alanının genel toprak özelliklerini belirlemek amacıyla toplamda 98 nokta da 0-30 cm derinlikten sistematik olarak toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ilişkin sonuçlar Ek 1 ve Ek 2 de yer almaktadır. Çalışma alanı genelinde toprağın kum, kil ve toz içeriği ile toprak reaksiyonu (pH), tarla kapasitesi (TK), solma noktası (SN), hacim ağırlığı (HA) ve suya dayanıklı agregat (SDA) çok fazla değişkenlik göstermemiştir. Buna karşın fiziksel özelliklerinden kireç ($CaCO_3$) içeriği ile kimyasal özelliklerden elektriksel iletkenlik (EC), tuz, toprak organik maddesi (TOM) içeriği ve toplam azot (TA) değişkenlik göstermiştir.

Çalışma alanı toprakları kumlu killi balçık ve kil sınıfına ait ve kil içeriği yüksek olan g topraklardır. Çalışma alanı toprakları varyasyon katsayısı (VK) dikkate alınarak incelendiğinde; toprakların organik madde (TOM) içeriği yüksek (VK=%63.965) değişkenlik göstermekte olup, en düşük %0,44 ve en yüksek %20,42 arasında değişen değerler almıştır. Bu durum ormanın alt tabakasını oluşturan ölü örtünün ayrışmasıyla ilgili olup, örnekleme noktalarındaki ölüörtü tabakasının kalınlığı, ayrışma derecesi, örnekleme noktalarındaki meşçerenin kapalılığı ve arazinin topoğrafik yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Orman alanlarında yıllık ölüörtü katılımı yüksek olup TOM içeriğini de yükseltmektedir.

Çizelge 4.1 İncelenen toprak özelliklerine ilişkin tanımsal istatistikler (n=98)

Parametreler	Min.	Mak.	AO	SS	Çar.	Bas.	V.K (%)
Kum (%)	19,00	66,00	44,694	9,729	-0,347	-0,235	21,767
Kil (%)	26,00	57,00	37,112	7,275	0,673	0,054	19,603
Toz (%)	7,00	40,00	18,265	5,741	0,964	2,016	31,432
HA (g/cm^3)	0,69	1,71	1,229	0,211	-0,217	-0,044	17,139
pH	5,31	7,44	6,368	0,383	0,234	0,804	6,016
EC (dS/m)	0,01	0,95	0,127	0,144	4,252	19,577	113,397
Tuz (%)	0,02	0,23	0,056	0,035	3,265	12,992	62,625
$CaCO_3$ (%)	0,16	22,12	2,191	2,912	5,408	31,161	132,949
TOM (%)	0,44	20,42	4,940	3,160	2,377	8,544	63,965

HA: Hacim Ağırlığı, EC: Elektriksel İletkenlik, TOM: Toprak Organik Maddesi, $CaCO_3$: Kireç İçeriği, Min: Minimum; Mak: Maksimum; AO: Aritmetik Ortalama, SS: Standart Sapma, Çar: Çarpıklık, Bas: Basıklık, VK: Varyasyon Katsayısı

Hacim ağırlığı TOM içeriği ile ilişkili olup, TOM miktarının artması ile birlikte toprak hacim ağırlığı azalmaktadır (Sever ve Makineci 2008). Çalışma alanında hacim ağırlığı değerleri düşük değişkenlik (VK=%17,139) göstermiştir. En düşük 0,69 g/cm^3 ve en yüksek 1,71 g/cm^3 arasında değişen değerler almış olup ortalama 1,229 g/cm^3 ile bitki gelişimi için uygun değerler arasında yer almaktadır. Singh *et al*. (1992), bir toprakta bitki gelişimi için uygun hacim ağırlığının 1,3 g/cm^{3}olduğunu, bitki hacim ağırlığının artarak 2,0 g/cm^3 ulaştığında kök gelişiminin durmasına neden olduğunu belirtmiştir. Bitki gelişimini etkileyen bir diğer toprak özelliği ise elektriksel iletkenlik (EC) dir (Dölarslan ve Gül 2012). En düşük 0,01 dS/m ve en yüksek 0,95 dS/m arasında değişen değerler almış olup ortalama 0,125 dS/m dir ve çalışma alanı toprakları tuzluluk bakımından değerlendirildiğinde (Eruz 1979, Miyamoto *et al.* 2004, Karaman vd. 2007' e göre) tamamı tuzsuz özellik göstermiştir.

Çalışma alanı toprakları, toprak reaksiyonu (pH) açısından değerlendirildiğinde (Tüzüner 1990) ise, en düşük 5,31 ile hafif asit en yüksek 7,44 ile hafif alkalin özelliktedir. Toprakların pH değerlerindeki bu değişim üst toprak yüzeyinde bulunan ölü örtünün ayrışması ile ilişkilidir. Bazı araştırmacılar (Barnes *et al*. 1998, Brady and Weil 1999, Kantarcı 2000, Sarıyıldız ve Küçük 2004)özellikle sarıçam, ladin ve karaçam gibi iğne yapraklı türlerde ölü örtünün ayrışması sonucunda asit ürünlerinin meydana geldiğini ve toprağı asitleştirdiğini belirtmiştir.

Topraklar toplam $CaCO_3$ içeriği bakımından değerlendirildiğinde (Ülgen ve Yurtsever 1974' e göre); en düşük %0,16 (az kireçli), en yüksek %22,12 (fazla kireçli) olup ortalama %2,191 (orta kireçli)'dir. İncelenen toprak özellikleri arasında en yüksek değişkenlik (%132,949) değişkenlik katsayısı kireç içeriğindedir. Bu durumun ana materyalden kaynaklandığı düşülmektedir. Alan içinde tespit edilen anakaya genellikle serpantindir. Ancak yer yer kireçtaşı ve kalkerler ana materyallerinin yüzeye çıktığı kısımlar tespit edilmiştir. Kireçtaşı ve kalkerler karbonatlı ana materyallerden olup, kimyasal bileşiminde yüksek oranda kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) içermektedir (Yücetürk 2010).

4.2 DIS4ME (Desertification Indicator System for Mediterranean Europe)

Tez çalışması kapsamında yarı kurak iklim özelliğine sahip Çankırı ili Eldivan ilçesinde bulunan Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanı'nın da sistematik örnekleme yapılmış ve alanın çölleşme risk durumu belirlenmiştir. Bu kapsamda çalışma alanında toplam 98 noktada çam ormanlarında çölleşme riskinin belirlenmesi için öngörülen çölleşme etüt formları doldurulmuştur. Çalışma alanında farklı arazi kullanım türüne göre DIS4ME sistemi kullanılarak hesaplanan çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanlar (ÇDA) hassaslık skorlarına ilişkin veriler çizelgeler halinde ekler bölümünde (Ek3) yer almaktadır. Çalışma alanında ÇDA tipi dört kalite indeksinin (toprak kalite indeksi, vejetasyon kalite indeksi, iklim kalite indeksi ve yönetim kalite indeksi) birlikte değerlendirilmesi sonucunda elde edilmiştir. Çalışma alanında yönetim kalite indeksine yönelik bir uygulama olmadığından ve iklim kalite indeksinde kullanılan yıllık yağış miktarı hemen hemen bütün örnekleme noktalarında aynı olduğundan alan genelinde aynı değerleri almıştır. Dolayısıyla iklim kalite indeksi ve yönetim kalite indeksine ilişkin göstergeler ÇDA tipinin belirlenmesinde etkili olmamışlardır (Ek 3).

4.2.1 Çalışma alanında çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanlar

367 ha lık çalışma alanının büyük çoğunluğunu *Pinus nigra* Arnold. türünden oluşan çam ormanları oluşturmaktadır. DIS4ME sistemi kullanılarak hesaplanan çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanlar ile arazi gözlemleri sonucunda elde edilen çevresel duyarlı alanlar hassaslık skorlarına ilişkin veriler çizelgeler halinde ekler bölümünde (Ek 3) yer almaktadır. DIS4ME sistemi tarafından öngörülen çölleşme kriter ve göstergeleri kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda çalışma alanında çam ormanları için çölleşme riski en düşük 2,31 ile düşük risk ve en yüksek 8,09 ile yüksek risk olarak sınıflandırılmış ve alan genelinde orta risk sınıfında değerler almıştır (Çizelge 4.2). Çalışmala alanının 325,81 ha'lık (%88,77) kısmı orta risk ve 41,19 ha'lık (%32,56) kısmı düşük risk ve 13,45 ha'lık (%11,23) kısmı ise yüksek risk sınıfındadır (Çizelge 4.3). İncelenen örnekleme alanlarının büyük bir kısmı orta risk sınıfında yer almakta olup bu durum çalışma alanının çölleşmeye karşı hassas olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.2 Tarım arazilerinde çölleşme risk dağılımı

Parametreler	En küçük	En büyük	AO	SS	Çar.	Bas.	VK (%)
ÇR	2,31	8,09	4,85	0,900	0,092	1,795	18.54
ÇDA	1,39	1,58	1,46	0,049	0,477	-0,791	3.31

ÇR: Çölleşme Riski, ÇDA-D: Çevresel duyarlı alanlar DIS4ME, ÇDA-A: Çevresel duyarlı alanlar-Arazi Gözlemleri, AO: Aritmetik Ortalama, SS: Standart Sapma, Var: Varyans, Çar: Çarpıklık, Bas: Basıklık, VK: Varyasyon Katsayısı

Çizelge 4.3 Çalışma alanında çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanlar

Risk Sınıfı	Sınıf Aralığı	Çalışma alanı	
		Kapladığı Alan (ha)	Yüzdesi (%)
Risk Yok	ÇR<1,49	--	--
Düşük Risk	1.50<ÇR<2.49	--	--
Orta Risk	2.50<ÇR<5.49	41.19	11.23
Yüksek Risk	ÇR>5.50	325.81	88.77
	Toplam	**367,00**	**100,00**

ÇR: Çölleşme Riski

Çölleşme riski hesaplandıktan sonra herbir örnekleme noktasının çevresel duyarlı alan (ÇDA) tipi de belirlenmiştir. DIS4ME sistemi kullanılarak hesaplanan ÇDA tipi değerleri 1,39-1,58 arasında değişmektedir (Çizelge 4.3). Çam ormanlarında DIS4ME sistemi kullanılarak belirlenen ÇDA tipi ve alt tiplerinin arazi, iklim, vejetasyon ve yönetim özelliklerine göre dağılımı Çizelge 4.4'te yer almaktadır. Çizelge 4.4 incelendiğinde, çalışma alanının kritik hassaslık sınıfında (hassaslık durumuna göre C1, C2, C3 altsınıflarının bulunduğu) ve sırasıyla %20,40 (74,89 ha) ile az kritik (C1), %67,34 (247,16 ha) ile orta kritik (C2) ve %12,26 (44,94 ha) ile yüksek kritik hassaslık (C3) alt sınıflarında yer aldığı görülmektedir.

Çam ormanlarında baskın olan orta kırılgan hassaslık sınıfı (F2) çalışma alanı meşe ormanları için çölleşme sürecinde önemli rol oynamaktadır. İncelenen örnekleme alanlarının büyük bir kısmı kırılgan hassaslık risk sınıfında yer almaktadır, ancak kritik risk sınıfını içeren örnekleme alanlarıda %21,3 (105,65ha) ile ihmal edilemeyecek kadar fazladır.

Çizelge 4.4 Çam ormanları çevresel duyarlı alan skoruna göre sınıflaması

ÇDA TİPİ	ALT TİP	Çam ormanları	
		Kapladığı Alan (ha)	**Yüzdesi (%)**
Kritik	C3	44,94	12,26
	C2	247,16	67,34
	C1	74,89	20,40
Kırılgan	F3	--	--
	F2	--	--
	F1	--	--
Potansiyel	N	--	--
Tehdit Olmayan	P	--	--
	Toplam	**367,00**	**100,00**

ÇDA: Çevresel Duyarlı Alan, N:Araziler bozulmadan etkilenmemiş, P: Potansiyel olarak etkilenmiş, F: Kırılgan çevrsel hassaslık, C: Kritik çevresel hassaslık

Çalışma alanında ÇDA tipini etkileyen ana risk faktörlerine ilişkin bilgiler Ek 3'de yer almaktadır. Örnekleme noktalarında ana risk faktörlerinin tek tek ya da birlikte çevresel duyarlı alanların tip ve alt tiplerinin değişimine neden olduğu belirlenmiştir. Ek 3 dikkate alınarak çam ormanlarında belirlenen ana risk faktörleri aşağıdaki gibi özetlenmiştir;

- Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim
- Yangın riskinin çok yüksek olan bitki örtüsüne sahip vejetasyon yapısı,
- Çok dik yamaçlarda taşlılığın düşük olduğu topraklar,
- Taşlılığın düşük, toprak kil içeriğinin yüksek olması,
- Aşırı eğim
- Sığ toprak oluşumu

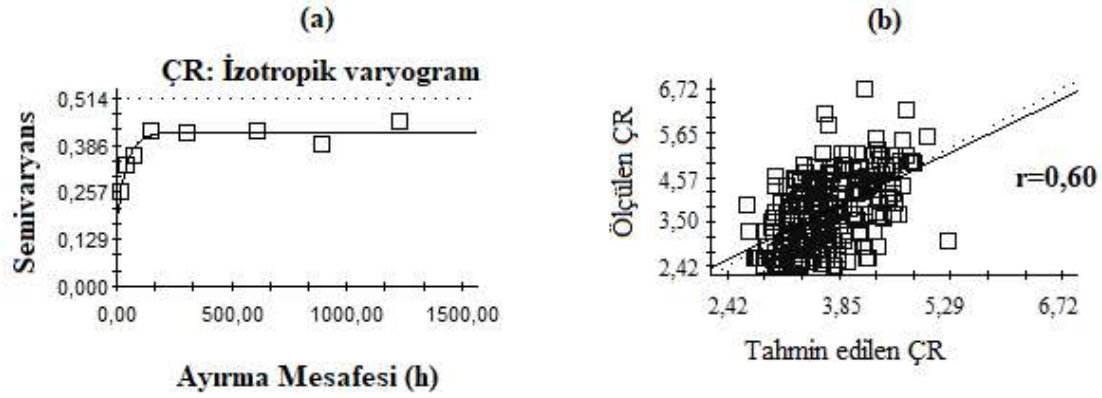
Çalışma alanında ÇDA tipi, dört kalite indeksinin (toprak kalite indeksi, vejetasyon kalite indeksi, iklim kalite indeksi ve yönetim kalite indeksi) birlikte değerlendirilmesi sonucunda elde edilmiş olmasına karşın ana risk faktörlerini vejetasyon kalite indeksi ve toprak kalite indeksine ait bileşenler etkilemiştir. Çalışma alanında yönetim kalite indeksine yönelik bir uygulama olmadığından ve iklim kalite indeksinde kullanılan yıllık yağış miktarı hemen hemen bütün örnekleme noktalarında aynı olduğundan alan genelinde aynı değerleri almıştır. Bu nedenle bu göstergeler ÇDA tipinin belirlenmesinde etkili olmamışlardır (Ek 3).

4.3 Jeoistatistiksel Analizler

Çalışma alanında DIS4ME sistemi kullanılarak çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanlar (ÇDA) hassaslık skorlarının uzaysal değişikliği analiz edilmiştir. Hesaplanan çölleşme risk değerleri ve ÇDA hassaslık skorlarının uzaysal değişkenliğinin değerlendirilmesinde GS^+ (7. Versiyon) paket programı kullanılmıştır (Gamma Design Software 2004). Uzaysal değişkenliğin analizinde ilk olarak semivaryogramlar oluşturulmuş, daha sonra çapraz değerlendirme yapılarak semivaryogramların geçerliliği test edilmiştir ve en son krigleme yapılarak örnekleme yapılmayan noktalarda çölleşme riskinin tahmin edilmesi sağlanmıştır.

4.3.1 Çalışma alanında çölleşme riski ve çevresel duyarlı alanlar

DIS4ME sistemi kullanılarak hesaplanan çölleşme riski değerlerinin uzaysal değişkenliğinin belirlenmesinde ilk olarak semivaryogram analizi yapılmış, semivaryogram için aktif lag mesafesi 1500 m ve lag aralıkları 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 15000, 3000 ve 3500 m olarak belirlenmiştir. Deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun model üssel (Şekil 4.1a)olup semivaryogramın uygunluğu çapraz değerlendirme ile kontrol edilmiştir (Şekil 4.1b). Teorik semivaryograma ilişkin hesaplanan parametreler Çizelge 4.5 de verilmiştir.



Şekil 4.1 Çalışma alanında çölleşme riski (ÇR) için isotropik variogram parametreleri (a) ve çapraz değerlendirme (b) sonuçları

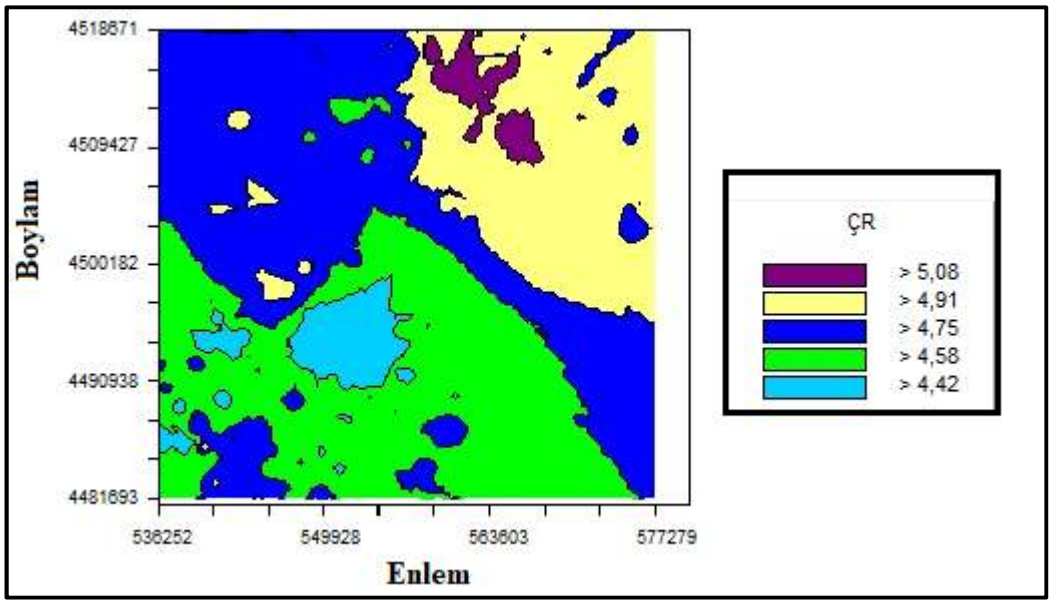
Çizelge 4.5 Çalışma alanında çölleşme riski için isotropik variogram parametreleri

Model	Co (Nugget)	Co+C (Sill)	A (m) (Range)	R^2	RSS
Üssel	0,17620	0,4122	145,00	0,910	2,574E-03

A: Range (m), C: Yapısal semivaryans, Co: Külçe (nugget) varyans, R^2=regresyon Katsayısı, RSS: Hata Kareler Toplamı

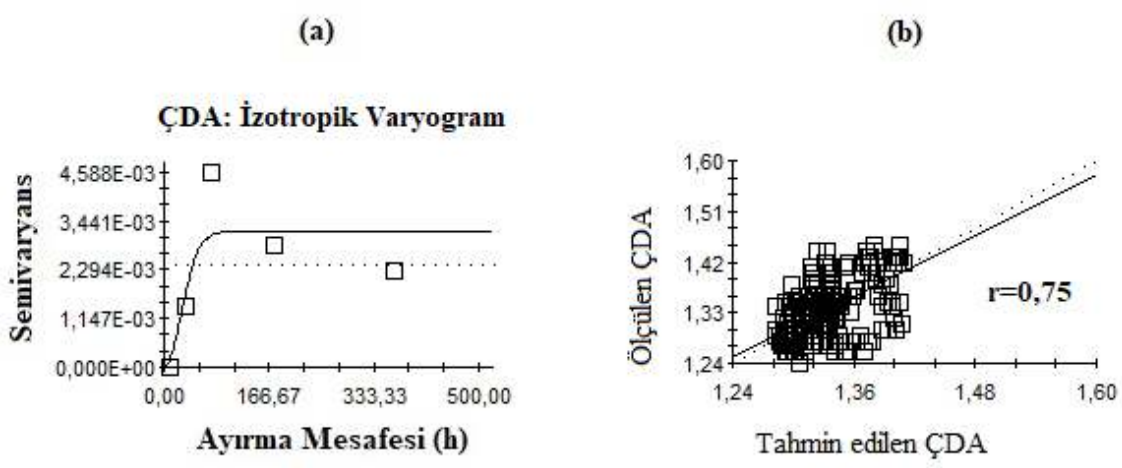
Çapraz değerlendirmede tahmin edilen ve ölçülen değerler arasında %60 benzerlik olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1b). Mevcut örnekleme yoğunluğunda elde edilen range değeri 145 m olup, bu mesafe aralağına düşen çölleşme göstergesi değerleri uzaysal olarak bağımlıdır. Çölleşme göstergesinin kriglenmesinde kullanılan komşu veri sayısı16 ile sınırlandırılmıştır. Çölleşme riskinin çam ormanlarında uzaysal bağımlılığı orta düzeydedir (nugget etkisi=%41,22) (Camberdella *et al.* 1994, Erşahin 1999).

Semivaryogram parametreleri dikkate alınarak yapılan nokta krigleme analizi sonucunda hesaplanan çölleşme risk değerlerinin dağılım desenleri (Şekil 4.2) incelendiğinde, çalışma alanının güney ve güneybatı bölgelerinde çam ormanlarının daha yoğun bulunduğu kısımlarda daha düşük değerlere ulaştığı görülmektedir.



Şekil 4.2 Nokta krigleme ile tahmin edilen çölleşme riski değerlerinin uzaysal değişim deseni

Çalışma alanı için ÇDA tipi hassaslık skorlar değerlerinin uzaysal değişkenliğinin belirlenmesinde en uygun semivaryogram için aktif lag mesafesi 1500 m ve lag aralıkları 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 15000, 3000 ve 3500 m olarak belirlenmiştir. Deneysel semivaryogramın modellenmesinde en uygun modelin üssel model olduğu görülmüştür (Şekil 4.3a). Semivaryogramın uygunluğu çapraz değerlendirme ile kontrol edilmiştir (Şekil 4.3b). Teorik semivaryograma ilişkin hesaplanan parametreler Çizelge 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.3 Çalışma alanında çevresel duyarlı alan (ÇDA) için isotropik varyogram parametreleri (a) ve çapraz değerlendirme (b) sonuçları

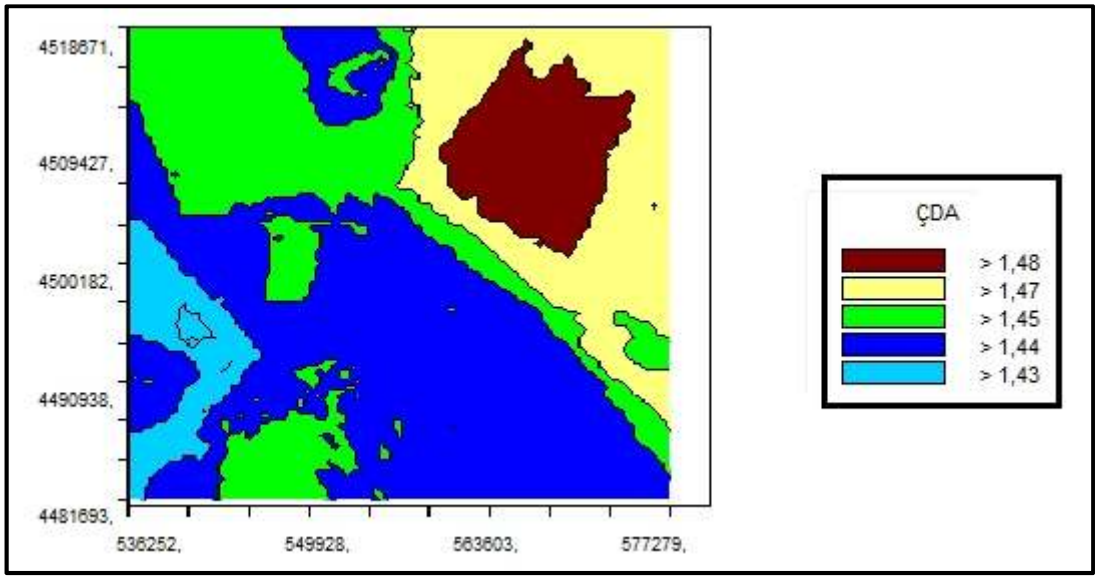
Çizelge 4.6 Çalışma alanında çevresel duyarlı alan (ÇDA) için isotropik variogram parametreleri

Model	Co (Nugget)	Co+C (Sill)	A (m) (Range)	R^2	RSS
Üssel	0,00001	0,00319	39,00	0,725	3,289E-06

A: Range (m), C: Yapısal semivaryans, Co: Külçe (nugget) varyans, R^2=regresyon Katsayısı, RSS: Hata Kareler Toplamı

Şekil 4.3 incelendiğinde ölçülen ve tahmin edilen değerler arasında %75'lik bir benzerliğin olduğu, dolayısıyla kriglemenin başarılı sayılabileceği anlaşılmaktadır. Mevcut örnekleme yoğunluğunda elde edilen range değeri 39 m olup, bu mesafe aralığına düşen değerler uzaysal bağımlıdır. Deneysel semivaryogram parametreleri dikkate alınarak yapılan nokta krigleme analizi sonucunda hesaplanan ÇDA tipi hassaslık skor

değerlerinin dağılım desenleri (Şekil 4.4) incelendiğinde, çalışma alanının kuzeydoğu, güney ve güneydoğu kesimlerinde ÇDA skorlarının yüksek değerlere ulaştığı görülmekte olup hesaplanan çölleşme riski değerleri ile uyyumludur.



Şekil 4.4 Çam ormanları nokta krigleme ile tahmin edilen ÇDA hassaslık skorlarının yüzey haritası

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde hızla artan dünya nüfusu, insan etkisi sonucu meydana gelen arazi bozulmaları ve özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda meydana gelen bitki türlerindeki azalmalar küresel bir çevre sorunu haline gelen iklim değişikliği ve çölleşme gibi çalışmalara da dikkat çekmektedir. Bu kapsamda yarı kurak iklime sahip Çankırı ili Eldivan ilçesinde yer alan Çankırı Karatekin Üniversitesi Araştırma ve Uygulama ormanında çölleşme riskinin belirlenmesi amacıyla 367 ha'lık bir alan da çölleşme riski araştırılmıştır. Çalışma alanında Akdeniz ülkeleri çölleşme kriter ve göstergelerinin belirlenmesi için geliştirilmiş olan DIS4ME (Desertification Indicator System for Mediterranean Europe) sistemi tarafından öngörülen çölleşme kriter ve göstergeleri kullanılarak çölleşme riski hesaplanmış, çevresel duyarlı alan (ÇDA) tipi hassaslık skorları belirlenmiştir.

DIS4ME sistemi kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda çalışma alanında çölleşme riski en düşük 2,31 (orta risk) ve en yüksek 8,09 (yüksek risk) arasında değişen değerler almıştır. Çalışma alanı kapsamında en yüksek risk değerleri, eğimin arttığı ve toprak derinliğinin azaldığı alanlarda hesaplanmıştır. Alan genelinde vejetasyon kalite indeksi özelliklerinden bitki kapalılığı, bitki örtüsü tipi ve erozyona karşı koruma ile toprak kalite indeksi özelliklerinden toprak organik madde içeriği, su tutma kapasitesi, pH ve tekstür gibi özellikleri daha iyi olduğu alanlarda çölleşme riski daha düşük değerler almış ve risk değeri orta risk sınıfına gerişlemiştir. Bu kapsamda çalışma alanı çölleşme bakımından hassas bir dengede yer almaktadır. Orta risk sınıfında bulunan bu alanlarda önlemler alınmadığı takdir de doğal dengede meydana gelebilecek bir değişim çölleşme riskinin artmasına neden olacaktır.

Çalışma alanında çölleşmeye karşı hassasiyet değerlendirildiğinde alanın tamamı kritik hassaslık (hassaslık durumuna göre C1, C2, C3 altsınıflarının bulunduğu) sınıflarındadır. Bu kapsamda çalışma alanının 44,94 ha lık kısmı C3 ile simgelenen artık tamamen bozulmanın yaşandığı kritik hassaslık sınıfında, 247,16 ha ile büyük bir kısmı orta derece de kritk hassaslık sınıfında (C2) ve 74,89 ha lık kısmı ise C1 ile simgelenen az kritik hassaslık sınıfındadır.

DIS4ME sistemi kullanılarak hesaplanan çölleşme risk değeri ve ÇDA hassaslık skor değerlerinin uzaysal değişkenliğine ilişkin yüzey haritaları jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak oluşturulmuştur. Çalışma alanı için semivaryogram hesaplanmış, daha sonra çapraz değerlendirme ile kontrol edildikten sonra krigleme yapılarak yüzey haritaları oluşturulmuş. Jeoistatistiksel analizler sonucunda elde edilen kuvvetli uzaysal bağımlılık örnekleme yapılmayan noktalarda çölleşme risk değerleri ve ÇDA hassaslık skor değerlerinin başarılı olarak tahmin edilmesine olanak sağlamıştır. Bu kapsamda jeoistatistiksel yöntemler çölleşme riski ve ÇDA hassaslık skorlarının analizinde oldukça kullanışlı ve başarılı sonuçlar vermiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar çölleşme riski 367 ha'lık bir alanda dahi oldukça farklılıklar göstermiştir. Bu kapsamda DIS4ME sistemi kullanılarak, çölleşme kriter ve göstergelerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılacak çalışmalarda; çalışma kapsamında kullanılacak olan çölleşme kriter ve göstergeleri amaca bağlı olarak alana özgü yöresel verilerden seçilmelidir. Özellikle jeoistatistiksel analiz yapılacak olan çalışmalarda kuvvetli tahmin yapabilmek için örnekleme şekli, deseni ve örnek sayısına dikkat edilmelidir. Bütün bu bilgiler ışığında; farklı coğrafik bölge, iklim ve arazi koşullarında yapılacak pilot çalışmalar ile elde edilecek sonuçlar kullanılarak genellemeler yapılabilir ve sonuçlar daha geniş alanlara uyarlanabilir.

KAYNAKLAR

Abay, G. ve Ursavaş, S. 2009. Çankırı İli araştırma ormanı karayosunu (Musci) flora ve ekolojisi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 16, 61-70.

Ali, R.R. and El Baroudy, A.A. 2008. Use of GIS in mapping the environmental sensitivity to desertification in Wadi El Natrun Depression, Egypt. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2(1), 157-164.

Anonim, 2014. Web sitesi. European forest genetic resources programme, http://www.euforgen.org/distribution_maps.html. Erişim Tarihi: 20/04/2020.

Anonim, 2021. Web Sitesi. Medalus modelinin çölleşmeye hassas alanların belirlenmesi ve izlenmesinde dicle havzasına adaptasyonu, http://medalus-collesme.com/medalus-modeli/ Erişim: 09.04.2021

Aubréville, A. 1949. Climats, forêts et désertification del'Afrique tropicale, 351 pp., Paris.

Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R. and Spurr, S.H. 1998. Forest ecology, Fourth Edition, John Wiley and Sons, New York.

Basso, F., Bove, E., Dumontet, S., Ferrara, A., Pisante, M., Quaranta, G. and Taberner, M. 2000. Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use ofgeographic information systems and remotely sensed data: an examplecovering the Agri basineSouthern Italy. Catena, 40,19-35.

Bashour, I. I. and Sayegh, A. H. 2007. Methods of analysis for soils of arid and semi-arid regions, 119 pg, FAO.

Bayramin, İ. 2003. Beypazari topraklarinin MEDALUS metoduna göre toprak kalite indekslerinin belirlenmesi. Harran. Üniversitesi. Z.F.Dergisi, 7 (3-4):29-35.

Benabderrahmane, M.C. and Chenchouni, H. 2010. Assessing environmental sensitivity areas to desertification in eastern algeria using mediterranean desertification and land use “MEDALUS” Model. International Journal of Sustainable Water and Environmental Systems, 1, 5-10.

Blake, G.R. and Hartge, K.H., 1986. Bulk density. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1. Am. Soc. Agron., Monograph 9, pp. 363–375.

Bocchi, S., Castrignano, A., Fornaro, F. and Maggiore, T. 2000. Application of Factorial Kriging for Mapping Soil Variation at Field Scale. European Journal of Agronomy 13: 295-308.

Bouabid R., Rouchdi M., Badraoui M., Diab A. and Louafi S. 2010. Assessment of land desertification based on the MEDALUS approach and elaboration of an action plan: the case study of the souss river basin, morocco. In: Zdruli P., Pagliai M., Kapur S., Faz Cano A. (eds) Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation. Springer.

Bourgault, G., Journel, A.G., Rhoaders, L.D., Corwin, D.L.and Lesch, S.M. 1997. Geostatistical Analysis of a Salinity Data Set. Adv. Agron. 58, 254-291.

Brady, N.C. and Weil, R.R. 1999. The nature and properties of soils, Twelfth Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Brandt, C. J. and Thornes, J. B. 1996. Mediterranean desertification and land use. Wiley & Sons, 554 pp., Chichester.

Brandt, J., Geeson, N. and Imeson, A. 2003. Web sitesi. http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/downloads.htm. A Desertification indicator system for Mediterranean Europe (DIS4ME), Erişim Tarihi 03.05.2021.

Brandt, J., Geeson, N. and Zucca C. 2005. Desertification Indicator System for Mediterranean Europe (DIS4ME). Local & Regional Desertification Indicators in a Global Perspective Seminar Proceeding (Ed. Enne G., Yeroyanni M.): 43-58.

Brown, G. 2003. Factors maintaining plant diversity in degraded areas of northern Kuwait. Journal of Arid Environments, 54, 183–194.

Burrough, P.A. 1991. Sampling designs for quantifying map unit composition. In: Spatial Variabilities of Soils and Landforms. SSSA Spec. Publ. 28, 89-125.

Cambardella, C.A., Moorman, T.B., Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L., Turco, R.F. and Konopka, A.E., 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. Soil Science Society of America Journal (58), 1501-1511.

Cangir, C. ve Boyraz, D. 2008.İklim değişikliği ve çölleşme veya toprak/ arazi bozulumunun türkiye'deki boyutları ve çölleşme ile mücadele. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2), 169-186.

Caruso, C. and Quarta, F. 1998. Interpolation Methods Comparison, Comput. Math. Applic., 35, 109–126.

Cassel, D.K. and Nielsen, D.R.1986. Field capacity and available water capacity, pp. 901–926, A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1, (2nd edn). ASA and SSSA, Madison, WI.

Clark, I. 1979. Practical Geostatistics; Applied Science Publishers London: London, UK.

Cressie, N.A.L. 1993. Statistics for spatial Data, 898 sh., John Wiley&Sons Inc., New York.

Curran, P.J. 1988. The semivariogram in remote sensing: An introduction, Remote Sensing of Environment, 24, 493-507.

Curran, P.J. and Atkinson, P.M. 1998. Geostatistics and remote sensing, Progress in Physical Geography, 22, 61-78.

Çepel, N. 1995. Orman ekolojisi. Üniversite Yayın No: 3886. ISBN 975-404-398-1,520 s., İstanbul.

Çetin, M. 1996. Jeoistatistiksel Yöntem ile Nokta ve Alansal Yağışların Saptanması ve Stokastik Olarak Modellenmesi Örnek Havza Uygulamaları, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 1996.

Çobaner, M., Çakar, A., Çetin, M. ve Yurtal, R. 2011. Göksu Deltasında Bazı Yeraltı Suyu Kalite Öğelerinin Probabilistik ve Jeoistatistik Yöntemlerle İrdelenmesi, İMO Teknik Dergi, yazı 341, 5259-5283.

Delhomme, J. P. 1978. Kriging in the hydrosciences, Advances in Water Resources, 1(5), 251-266.

DESERTLINKS, 2004. Desertification Indicator System for Mediterranean Europe. http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/indicator_system/index.htm.

Diggle, P.J. and Ribeiro, P.J. 2007 Model-based Geostatistics. Springer Series in Statistics. New York: Springer.

Dikici, H. 2001. Toprak biliminde kullanılan bazı jeoistatistik yöntemleri, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarımsal Bilişim Teknolojileri 4. Sempozyumu, 20-22 Eylül 2001, Kahramanmaraş, Türkiye.

Dregne, H.E. 2002. Land Degradation in the Drylands. Arid Land Research and Management, 16, 99-132.

Dölarslan, M. ve Gül, E. 2012. Toprak Bitki İlişkileri Açısından Tuzluluk. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 5 (2): 56-59.

Efe, R. 1994. Çölleşme ve nedenleri. Türk Coğrafya Dergisi, 29, 269-282.

Eruz, E. 1979. Toprak Tuzluluğu ve Bitkiler Üzerindeki Genel Etkileri. İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 29, 2, 112-120.

Ercan, M. 1997. Bilimsel araştırmalarda istatistik, Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Çeşitli Yayınlar Serisi No:6, ISSN: 1300-3933, İzmit.

Erşahin, S. 1999. Aluviyal bir tarlada bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin uzaysal (spatial) degişkenliğinin belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. 13 (19), 34-41.

European Commision 1999. Web Sitesi. Assessing Environmentally Sensitive Land to Desertification Using MEDALUS Method in Mongolia. By Lee, E.J, Piao, D., Song, C.,Kim, J.,Lim, C., Kim, E., Moon, J., Kafatos, M., Lamchin, M., Jeon, S.W. and Lee, W. 2019. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21580103.2019.1667880 Erişim: 14.05.2020.

Everest, T., Sungur, A. ve Özcan, H. 2020. MEDALUS Yöntemi Kullanılarak Karacabey Tarım İşletmesi Toprak Kalite İndeksinin Değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 7(1): 120–131.

Farajzadeh, M. and Egbal, M.N. 2007. Evaluation of MEDALUS model for desertification hazard zonation using GIS; study area: Iyzad Khast plain, Iran. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(16), 2622-2630.

Gamma Design Software. 2004. GS+; Geostatistics for the Environmental Sciences, Version 7.0. Plainwell, Michigan, United States, Gamma Design Software.

GAMMADESIGN, 2020. Web Sitesi. GS^+ Geostatistics for the environmental sciences, http://www.gammadesign.com/screenshots.aspx, Erişim Tarihi: 26.10.2020.

Gee, G. W. and Bauder, J. W. 1986. Particle-size Analysis. P. 383 - 411. In A.L. Page (ed.). Methods of soil analysis, Part1, Physical and mineralogical methods. Second Edition, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy, Madison, WI.

Golsteijn, L. 2017.Web Sitesi. Combating desertification and drought:PRé's work and LCA. https://www.pre-sustainability.com/news/combating-desertification-and-drought-with-pre, Erişim: 12.05.2020.

Goovaerts, P. 1999. Geostatistics in Soil Science: State of the Art and Perspectives. Geoderma, 89 (12), 1-45

Gül, E., Dölarslan, M. ve Uluğ, K. 2019. Yarı kurak ağaçlandırma alanlarında çölleşme eğiliminin değerlendirilmesi: ÇAKÜ Orman Fakültesi, Prof. Dr. Abdülreşit BROHİ Araştırma ve Uygulama Ormanı örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(2), 506-516.

Huang, S. and Siegert, F. 2006. Landcover classification optimized to detect areas at risk of desertification in North China based on spot vegetation imagery, Journal of Arid Environment, 67, 308-327.

Isaaks, H.E. and Srivastava, R.M. 1989. An ıntroduction to applied geostatistics. Oxford University Press, N.Y, 10016.

İDEP, 2012, İklim değişikliği ulusal eylem planı 2011- 2023, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 77 s., Ankara.

Kalkhan, M. A. 2011. Spatial Statistics: GeoSpatial Information Modelling and Thematic Mapping, Taylor & Francis Group, 2011. 8811.

Kantarcı, M.D. 2000. Toprak İlmi. Orman Fakültesi Fakülte Yayın No:462, İstanbul Üniversitesi Yayın No:4261, ISBN: 975-404-588-7, İstanbul.

Karaman, R., Brohi, A., Müftüoğlu, M., Öztaş, T. ve Zengin, M. 2007. Sürdürülebilir toprak verimliliği, Detay yayıncılık, ISBN:978-975-8629-49-7, Ankara.

Kemper, W. D. Rosenau, R. C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute A. (ed), Methods of soil analysis, part 1. Agron. Monog. 9. ASA, Madison, WI.

Kertesz, A., Huszar, T., Loczy, D., Mattyasovszky, I., Mika, J., Molnar, K., Szalay, J. and Szalai, L. 1997. MEDEAST: The MEDALUS Programme in Eastern-Centeral Europe. In: Thornes, J. and Mairota, P. (eds.): MEDALUS II. Atlas of European Mediterranean Desertification: A Research Synthesis. John Wiley, Chichester.

Kılınç, M. Kutbay, G. Yalçın, E. ve Bilgin, A. 2006. Bitki ekolojisi ve bitki sosyolojisi uygulamaları. Palme Yayınevi, ISBN: 975-8982-98-2. Ankara.

Kırda, C. ve Kanber, R. 1983. Toprakların Kimi Fiziksel Özelliklerinde Gözlenen Uzaklık Boyutuna Bağımlı Değişkenlik Tavırları. Yayınlanmamış, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi, Kültürteknik Bölümü, Adana.

Kitanidis, P.K. 1993. Geostatistics. In the Handbook of Hydrology by Maidment,D.R., (Editor in Chief), McGraw-Hill, Inc.,New York, Chapter 20.

Komaki, C. B. and Ownegh, M. 2015. The assessment hazard desertification using desertification indicator system for Mediterranean Europe (DIS4ME). (case study : Atrak watershed in Golestan province). Journal of Water and Soil Conservation, 22(4), 243-251.

Kosmas C., Ferrara A., Briasouli H. and Imeson A. 2000. Methodology for mapping environmentally sensitive areas (ESAs) to desertification. In The Medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Edited by: C. Kosmas, M.Kirkby, N.Geeson. European Union 18882. pp:31-47 ISBN 92-828-6349-2.

Kosmas, C.,Tsara, M., Moustakas, N., Kosma, D. and Yassoglou, N. 2006. Environmentally sensitive areas and ındicators of desertification. NATO Security Science series, Volume 3/2006; 525-547.

Kutilek, M., and Nielsen, D. R. 1994. Soil Hydrology. GeoEcology Textbook, Catena Verlag, Germany.

McLean, E.O. 1986. Soil pH and Lime Requirement. 'Ed. A. L. Page, Methods of Soil Analysis. Part 2 2'd ed."s. 199-224.

Miyamoto, S., Martinez, I., Padilla, M. and Portillo, A. 2004. Landscape Plant Lists for Salt Tolerance Assessment, Texas A&M University Agricultural Research and Extension Center at El Paso Texas Agricultural Experiment Station.

Mulla, D.J and Schepers, J. S. 1997. Key processes and properties for site-specific soil and crop management F.J. Pierce, E.J. Sadler (Eds.), The state of site specific management for agriculture, ASA/CSSA/SSSA, Madison, WI, USA, pp. 1-18.

Mulla, D. J. and McBratney, A. B. 2000. Soil spatial variability. Handbook of soil science. CRC Press, Boca Raton, A321-A352.

Nazarnejad, H., Mohtadi, M. And Komaki, C. B. 2019. Assessing and mapping desertification hazard using desertification indicator system for Mediterranean Europe (Case study: Miandoab Plain of West Azerbaijan Province, Iran). Desert Ecosystem Engineering Journal, 8(4), 1-12.

Olea, R. A. 1977. Measuring Spatial Dependence With Semivariograms. Kansas Geological Survey, Series on Spatial Analysis, No. 3,Lawrence, Kansas, 1977.

Olea, R. A. 1975. Optimum Mapping Techniques Using Regionalized Variable Theory, Kansas Geological Survey, Series on Spatial Analysis, No. 2, Lawrence, Kansas.

Ott, R.L. 1993. An introduction to statistical methods and data analysis, 4th ed. Duxbury Press, Belmont, CA.

Öztürk, T. 2021. Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ve Uygulama Ormanı'nın Toprak Kalitesi Bakımından Değerlendirilmesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı.

Palutikof, J.P. 1994. Mediterranean land use and desertification - The MEDALUS Project. In: Troen, I. (ed.), Proceedings Symposium Climatic Change and its Impcat, Copenhagen, European Comission, pp. 165-172.

Pansu, M. and Gautheyrou, J., 2006.Handbook of Soil Analysis Mineralogical, Organic and Inorganic Methods, ISBN-10 3-540-31210-2, Springer, Berlin Heidelberg, New York.

Reynolds, J.F. and Stafford Smith, D.M. 2002. Do humans cause deserts? In: Reynolds JF, Stafford Smith DM (eds) Global Desertification: Do Humans Cause Deserts? Dahlem Workshop Report 88, Dahlem University Press, pp.1-21, Berlin.

Pişota, I. and Achim, F. 2005. Unele observaţii hidrologice asupra Iezerului Mostiştei şi a sistemului său fluviatil Argova, Comunicări de Geografie, vol. IX, pag. 281-286.

Prăvălie, R., Patriche, C. and Bandoc, G. 2017. Quantification of land degradation sensitivity areas in Southern and Central Southeastern Europe. New results based on improving DISMED methodology with new climate data. Catena, 158, 309-320.

Rasmy, M., Gad, A., Abdelsalam, H. and Siwailam, M. 2010. A dynamic simulation model of desertification in Egypt. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 13(2), 101-111.

Reese, R.E. and Moorhead, K.K. 1996. Spatial Characteristics of Soil Properties Along an Elevational Gradient in a Carolina Bay Wetland. Soil Sci. Soc. Am. J. 60:1273-1277.

Rubner, K. 1949. Die Waldgesellschaften in bayern forstwirtschaftliche, Praxis Heft 4, München.

Saleh, A.M., Belal, A.A. and Jalhoum, M. 2018. Quantitative Assessment of Environmental Sensitivity to Desertification in Sidi Abdel-Rahman area, Northern West Coast Egypt. Egypt. Journal of Soil Science, 58(1), 13 -26.

Sarıyıldız, T. ve Küçük, M. 2004. Toprak asitliliği üzerinde ağaç türleri, tepe yapıları ve mevsimlerin etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 5(2), 220-231.

Saroğlu, E. ve Kaya, Ş. 2005. Depremin neden olduğu ağır hasarların uydu görüntü verileri ve semivariogram ile analizi, Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu, 16-18 Kasım, Kocaeli, Türkiye, sayfa 721- 729.

Sertel E., Kaya S. and Curran P. J.,2007. "Use of Semivariograms to Identify Earthquake Damage in an Urban Area," in IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 45, no. 6, pp. 1590-1594, June 2007, doi: 10.1109/TGRS.2007.894019.

Sever, H. ve Makineci, E. 2008. Ağaçlı-İstanbul Maden Sahalarında Sahil Çamı *(Pinus Pinaster Aiton.)* Ağaçlandırmalarında Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. A(2); 136-146.

Singh, K.K. Colvin, T.S. Erbach, D.C. Mughal, A.Q. 1992. Tilth index: An approach to quantifying soil tilth, Transactions of the ASAE, 35(6): 1777- 1785.

Soil Survey Staff, 1993. Soil survey manual. USDA. Handbook No:18. Washington D.C.

SPSS Institute Inc., 2012. SPSS Base 20.0 User's Guide, IBM Software group, USA.

Şen, Z. 1998. Point cumulative semivariogram for identification of heterogeneities in regional seismicity of Turkey, Mathematical Geology, 30, 767-787.
Tercan, A. E., ve Saraç, C. 1998. Maden yataklarının değerlendirilmesinde jeostatistiksel yöntemler. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No:48, Ankara.
Tabios III, G.Q. and Salas, J.D. 1985. A Comparative Analysis of Techniques for Spatial Interpolation of Precipitation, Water Resources Bulletin, Vol 21, No.3 Pages 365-380,1985.
Thornthwaite, C. W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. Geographical review, 38(1), 55-94.
Trangmar, B. B., Yost, R. S. and Uehara, G., 1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. Advances in agronomy, 38(1), 45-94.
Tunç, T. 2019. Çankırı Eldivan Yöresinde Farklı Gelişme Çağlarındaki Anadolu Karaçamı Meşcerelerinde Ölüörtü Ayrışması, Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı.
Turgut, B. ve Öztaş, T. 2012. Bazı Toprak Özelliklerine Ait Yersel Değişimin Jeoistatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(2), 10-22.
Türkeş, M. 2012a. Küresel iklim değişikliği ve çölleşme. içinde: günümüz dünya sorunları–disiplinler arası bir yaklaşım (Ed. N. Özgen): 1-42, Ankara
Türkeş, M. 2012b. Kuraklık, çölleşme ve birleşmiş milletler çölleşme ile savaşım sözleşmesi'nin ayrıntılı bir çözümlemesi. Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi, 20(1), 7-55.
Türkeş, M. 2012c. Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4(2), 1-32.
Tüzüner, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
UNCCD. 1995. The United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in africa, text with annexes. Geneva: United Nations Environment Programme (UNEP).
Ülgen, N. ve Yurtsever, N. 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Teknik Yayınlar Serisi No.28. Ankara.
Vauclin, M., Vieira, S. R., Vachaud, G., and Nielsen, D. R. 1983. The Use of Cokriging with Limited Field Soil Observations. Soil Sci. Soc. Am. J., 47, 175−184.
Warrick, A.W., Myers, D.E. and Nielsen, D.E. 1986. Geostatistical Methods Applied to Soil Science. P. 53-57. In A. Klute (ed) Methods of Soil Analyses Part I: Physical and Mineralogical Methods. ASA and SSSA, Madison, WI.
Webster, R. and Oliver, M. 2001. Geostatistics for Environmental Scientist. John Wiley & Sons, Chichster.
Wehner, M. F. 2000. A method to aid in the determination of the sampling size of AGCM ensemble simulations. Climate dynamics, 16(5), 321-331.
Wiersma, J.H. 1963. A new method of dealing with results of provanencetest, Silvaegenetica 12.
Yücetürk, G. 2010. Yapay mermerde kullanılan kuvars ve kalsit minerallerinin fiziko-meknik özellikleri. Süleyman Demirel University, International Journal of Technological Science, 2(3),72-80.

EKLER

Ek 1. Çalışma alanı toprak örneklerine ilişkin bazı fiziksel analiz sonuçları
Ek 2. Çalışma alanı toprak örneklerine ilişkin bazı kimyasal analiz sonuçları
Ek 3. Çalışma alanı TKİ değerleri ve toprak özelliklerine ilişkin skor değerleri

Ek 1. Çalışma alanı toprak örneklerine ilişkin bazı fiziksel analiz sonuçları

Örnek No	Bünye (%)				TK (%)	SN (%)	YS (%)	HA ($g.cm^{-3}$)	SDA (%)
	Kum	Kil	Silt	Sınıf					
1	54	32	14	KuKB	33,62	22,30	11,32	1,30	73,97
2	61	29	10	KuKB	36,58	29,23	7,35	1,37	86,75
3	66	27	7	KuKB	42,60	30,45	12,15	1,54	83,44
4	49	37	14	KuK	32,57	18,53	14,04	1,32	62,89
5	51	32	17	KuKB	29,13	18,64	10,50	1,54	72,69
6	54	32	14	KuKB	29,80	21,23	8,57	1,41	83,82
7	46	34	20	KuKB	31,81	29,28	2,53	0,75	72,10
8	39	47	14	K	33,72	33,35	0,37	1,10	93,38
9	56	29	15	KuKB	35,50	26,88	8,62	0,97	75,45
10	39	32	29	K	34,03	31,11	2,92	1,09	88,97
11	51	34	15	KuKB	33,82	30,80	3,02	1,24	88,15
12	54	39	7	KuK	42,23	35,49	6,74	1,29	89,38
13	51	29	20	KuKB	27,70	26,07	1,63	1,11	83,11
14	44	42	14	K	30,70	29,58	1,12	1,27	97,36
15	51	32	17	KuKB	28,87	22,45	6,42	0,89	92,05
16	39	28	33	K	29,38	27,24	2,14	0,69	89,84
17	39	46	15	K	34,27	30,30	3,97	1,25	83,97
18	57	26	17	KuKB	34,88	23,07	11,81	1,06	70,59
19	44	33	23	K	35,29	33,45	1,83	1,28	67,59
20	47	38	15	KuK	30,04	22,20	7,84	1,35	83,40
21	57	31	13	KuKB	38,34	26,32	12,02	1,23	80,00
22	54	28	18	KuKB	32,38	20,42	11,97	1,28	86,46
23	49	33	18	KuKB	32,74	22,91	9,83	1,09	86,58
24	57	26	17	KuKB	39,00	25,41	13,59	1,15	91,40
25	56	26	18	KuKB	42,72	31,16	11,56	0,94	82,57
26	39	46	15	K	39,15	26,68	12,47	1,13	61,50
27	39	43	18	K	34,57	23,47	11,10	0,78	51,44
28	49	28	23	KuKB	35,08	32,79	2,29	0,90	93,70
29	54	31	15	KuKB	34,98	30,75	4,23	1,29	97,36
30	59	28	13	KuKB	33,24	24,80	8,44	1,70	67,27
31	57	28	15	KuKB	44,79	17,41	27,38	1,38	59,19
32	47	38	15	KuK	38,11	12,53	25,58	1,23	62,35
33	52	30	18	KuKB	34,38	16,65	17,73	1,34	73,46
34	39	41	20	K	46,41	27,57	18,84	1,25	83,98
35	29	31	40	K	37,04	25,97	11,07	1,16	79,69
36	49	33	18	KuKB	41,07	28,19	12,88	1,33	75,88
37	44	41	15	K	33,36	25,42	7,94	1,00	86,50
38	47	33	20	KuKB	36,51	26,97	9,54	1,50	83,64
39	42	38	20	K	34,38	28,44	5,94	1,38	88,51
40	57	31	12	KuKB	30,85	18,60	12,25	1,29	83,04
41	49	33	18	KuKB	36,87	19,54	17,33	1,41	91,77
42	29	41	30	K	35,05	24,09	10,96	0,90	85,78
43	42	41	17	K	37,92	23,39	14,53	1,45	79,82
44	42	38	20	K	41,64	26,20	15,44	1,13	85,84
45	39	38	23	K	36,01	27,42	8,58	1,34	93,91
46	32	43	25	K	35,05	28,23	6,82	1,03	87,14

K: Kil, KT: Killi Tın, SK: Siltli Kil, TK: Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, YS: Yarayışlı Su İçeriği, HA: Hacim Ağırlığı, AS: Agregat Stabilitesi

Ek 1. Çalışma alanı toprak örneklerine ilişkin bazı fiziksel analiz sonuçları (Devam)

Örnek No	Bünye (%)				TK (%)	SN (%)	YS (%)	HA ($g.cm^{-3}$)	SDA (%)
	Kum	Kil	Silt	Sınıf					
47	42	41	17	K	33,91	28,01	5,90	1,38	84,47
48	47	38	15	KuK	41,45	27,90	13,55	1,26	58,12
49	53	32	15	KuKB	36,77	25,29	11,48	1,55	89,29
50	41	42	18	K	38,59	22,09	16,50	1,08	82,19
51	22	51	27	K	38,00	24,30	13,71	0,91	85,20
52	32	51	17	K	23,38	15,02	8,36	0,75	80,79
53	44	36	20	K	35,55	24,16	11,39	1,16	64,53
54	47	43	10	KuK	34,76	31,79	2,98	1,21	77,42
55	26	57	18	K	32,57	30,68	1,90	1,37	82,20
56	41	37	23	KB	35,11	30,68	4,44	1,00	68,49
57	19	56	25	K	32,66	20,29	12,37	1,13	86,29
58	24	48	28	K	32,66	31,66	1,00	0,89	95,09
59	52	31	17	KuKB	43,52	26,65	16,87	1,71	72,84
60	41	42	18	K	32,22	23,38	8,84	1,00	88,89
61	58	32	10	KuKB	44,05	25,23	18,81	1,16	77,16
62	37	38	25	K	48,25	11,98	36,27	1,40	54,55
63	57	31	12	KuKB	40,11	23,04	17,07	1,25	82,79
64	54	31	15	KuKB	33,12	22,10	11,01	1,49	62,39
65	34	46	20	K	35,11	19,05	16,06	1,28	71,65
66	49	36	15	KuK	36,08	11,84	24,24	1,32	53,40
67	42	41	17	K	37,38	21,75	15,63	1,02	61,86
68	37	41	22	K	42,52	28,15	14,37	1,23	76,69
69	49	38	13	KuK	40,25	23,41	16,84	1,43	52,36
70	52	36	12	KuK	40,85	28,03	12,82	1,18	89,71
71	47	31	22	KuKB	33,63	22,53	11,10	1,10	70,25
72	27	51	22	K	33,21	18,76	14,45	1,28	73,52
73	42	38	20	K	27,51	22,73	4,78	1,63	85,85
74	37	43	20	K	33,07	20,45	12,62	1,09	63,18
75	42	41	17	K	32,75	32,73	0,02	1,53	79,72
76	49	41	10	KuK	37,42	19,79	17,63	1,50	60,29
77	29	46	25	K	35,25	31,46	3,79	1,22	79,15
78	54	26	20	KuKB	31,50	17,08	14,41	1,47	48,87
79	44	38	18	K	37,80	21,45	16,34	1,20	76,82
80	34	43	23	K	42,23	30,15	12,08	1,17	73,11
81	39	33	28	K	37,92	21,37	16,55	1,33	58,56
82	32	33	35	K	35,50	24,88	10,63	1,27	60,52
83	37	44	19	K	34,56	23,73	10,83	1,26	66,42
84	57	29	14	K	42,44	21,08	21,36	1,44	69,69
85	34	49	17	K	42,54	30,35	12,19	1,16	72,47
86	37	44	19	K	40,02	29,10	10,92	0,96	87,30
87	42	39	19	K	38,66	21,57	17,08	1,18	80,68
88	34	49	17	K	32,46	29,00	3,46	1,10	84,56
89	47	32	21	KuKB	38,24	29,00	9,23	1,22	81,89
90	64	29	7	KuKB	42,54	20,89	21,66	1,56	70,33
91	51	34	15	KuKB	37,71	36,18	1,53	1,18	87,54
92	51	37	12	KuKB	38,87	27,04	11,83	1,32	68,18

K: Kil, KT: Killi Tın, SK: Siltli Kil, TK: Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, YS: Yarayışlı Su İçeriği, HA: Hacim Ağırlığı, AS: Agregat Stabilitesi

Ek 1. Çalışma alanı toprak örneklerine ilişkin bazı fiziksel analiz sonuçları (devam)

Örnek No	Bünye (%)				TK (%)	SN (%)	YS (%)	HA ($g.cm^{-3}$)	SDA (%)
	Kum	Kil	Silt	Sınıf					
93	54	34	12	KuKB	42,86	19,03	23,82	1,46	99,96
94	47	34	19	KuKB	35,82	14,64	21,18	1,03	79,71
95	26	57	18	K	44,75	13,39	31,36	1,37	95,09
96	41	37	23	KB	39,60	11,71	27,89	1,00	72,84
97	42	41	17	K	48,32	13,29	35,03	1,53	48,87
98	39	33	28	K	46,32	11,97	34,36	1,33	69,69

K: Kil, KT: Killi Tın, SK: Siltli Kil, TK: Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, YS: Yarayışlı Su İçeriği, HA: Hacim Ağırlığı, AS: Agregat Stabilitesi

Ek 2. Çalışma alanı toprak örneklerine ilişkin bazı kimyasal analiz sonuçları

Örnek No	pH	Sınıfı	EC (dS/m)	Tuz (%)	Sınıfı	$CaCO_3$ (%)	Sınıfı	TOM (%)	Azot (%)
1	6,90	Hafif Asit	0,2004	0,11	Tuzsuz	4,92	Orta Kireçli	2,37	0,12
2	6,77	Hafif Asit	0,1141	0,06	Tuzsuz	1,43	Kireçsiz	5,82	0,29
3	6,77	Hafif Asit	0,1146	0,06	Tuzsuz	1,11	Kireçsiz	2,70	0,14
4	6,06	Hafif Asit	0,0685	0,04	Tuzsuz	1,43	Kireçsiz	4,58	0,23
5	6,06	Hafif Asit	0,0652	0,03	Tuzsuz	0,95	Kireçsiz	2,31	0,12
6	5,90	Orta derecede asit	0,0654	0,03	Tuzsuz	0,95	Kireçsiz	2,67	0,13
7	6,35	Hafif asit	0,1263	0,07	Tuzsuz	1,11	Kireçsiz	5,75	0,29
8	6,30	Hafif asit	0,0996	0,05	Tuzsuz	1,26	Kireçsiz	6,50	0,33
9	6,83	Hafif asit	0,1731	0,09	Tuzsuz	2,21	Az Kireçli	5,23	0,26
10	6,13	Hafif asit	0,0851	0,04	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	7,27	0,36
11	6,09	Hafif asit	0,0980	0,05	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	6,41	0,32
12	6,13	Hafif asit	0,0937	0,05	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	6,77	0,34
13	5,90	Orta derecede asit	0,0796	0,04	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	4,04	0,20
14	6,44	Hafif asit	0,0841	0,04	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	2,00	0,10
15	5,77	Orta derecede asit	0,1800	0,11	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	6,75	0,34
16	5,31	Orta derecede asit	0,4260	0,23	Hafif tuzlu	1,58	Kireçsiz	20,42	1,02
17	5,74	Orta derecede asit	0,1618	0,09	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	8,88	0,44
18	6,23	Hafif asit	0,9520	0,05	Tuzsuz	1,11	Kireçsiz	2,94	0,15
19	6,60	Hafif asit	0,1569	0,08	Tuzsuz	22,12	Çok Kireçli	4,98	0,25
20	6,12	Hafif asit	0,0668	0,03	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	6,30	0,32
21	6,19	Hafif asit	0,1128	0,06	Tuzsuz	1,26	Kireçsiz	5,41	0,27
22	6,82	Hafif asit	0,1665	0,09	Tuzsuz	0,16	Kireçsiz	2,40	0,12
23	6,04	Hafif asit	0,1100	0,06	Tuzsuz	1,26	Kireçsiz	7,04	0,35
24	6,17	Hafif asit	0,0869	0,05	Tuzsuz	1,26	Kireçsiz	3,46	0,17
25	6,13	Hafif asit	0,0964	0,05	Tuzsuz	1,58	Kireçsiz	3,88	0,19
26	6,26	Hafif asit	0,1019	0,05	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	4,02	0,20
27	5,56	Orta derecede asit	0,0814	0,04	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	8,92	0,45
28	7,23	Hafif Alkalin	0,1677	0,09	Tuzsuz	5,21	Orta Kireçli	4,79	0,24
29	6,12	Hafif asit	0,1022	0,05	Tuzsuz	0,95	Kireçsiz	4,48	0,22
30	6,46	Hafif asit	0,0600	0,03	Tuzsuz	1,26	Kireçsiz	1,99	0,10
31	6,27	Hafif asit	0,0777	0,04	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	5,33	0,27
32	6,10	Hafif asit	0,1217	0,06	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	9,25	0,46
33	6,26	Hafif asit	0,0832	0,04	Tuzsuz	1,26	Kireçsiz	6,43	0,32
34	6,42	Hafif asit	0,1213	0,06	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	9,24	0,46
35	6,41	Hafif asit	0,0929	0,05	Tuzsuz	1,26	Kireçsiz	4,18	0,21
36	6,53	Hafif asit	0,0884	0,05	Tuzsuz	1,11	Kireçsiz	4,21	0,21
37	6,63	Hafif asit	0,0905	0,05	Tuzsuz	1,26	Kireçsiz	5,83	0,29
38	7,13	Hafif Alkalin	0,1390	0,07	Tuzsuz	4,42	Orta Kireçli	4,41	0,22
39	7,23	Hafif Alkalin	0,1581	0,08	Tuzsuz	17,38	Çok Kireçli	2,93	0,15
40	6,45	Hafif asit	0,0756	0,04	Tuzsuz	0,95	Kireçsiz	5,90	0,29
41	6,75	Hafif asit	0,0137	0,07	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	2,74	0,14
42	6,06	Hafif asit	0,0935	0,05	Tuzsuz	1,58	Kireçsiz	7,82	0,39
43	6,33	Hafif asit	0,0687	0,03	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	3,40	0,17
44	6,33	Hafif asit	0,1007	0,05	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	6,78	0,34
45	7,01	Nötr	0,0831	0,04	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	4,41	0,22
46	5,54	Orta derecede asit	0,1307	0,07	Tuzsuz	1,11	Kireçsiz	10,28	0,51
47	7,02	Nötr	0,1488	0,08	Tuzsuz	4,90	Orta Kireçli	3,86	0,19
48	6,24	Orta derecede asit	0,0654	0,03	Tuzsuz	1,11	Kireçsiz	4,76	0,24
49	6,48	Hafif asit	0,0753	0,04	Tuzsuz	1,11	Kireçsiz	1,17	0,06

$CaCO_3$: Kireç içeriği, EC: Elektriksel İletkenlik, TOM: Toprağın Organik Madde İçeriği, YP: Yarayışlı Fosfor

Ek 2. Çalışma alanı toprak örneklerine ilişkin bazı kimyasal analiz sonuçları (devam)

Örnek No	pH	Sınıfı	EC (dS/m)	Tuz (%)	Sınıfı	$CaCO_3$ (%)	Sınıfı	TOM (%)	Azot (%)
50	6,41	Hafif asit	0,1123	0,05	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	4,15	0,21
51	6,00	Hafif asit	0,0827	0,04	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	7,69	0,38
52	6,17	Hafif asit	0,1093	0,06	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	3,92	0,20
53	6,19	Hafif asit	0,8690	0,04	Tuzsuz	2,21	Az Kireçli	3,31	0,17
54	7,22	Hafif Alkalin	0,0153	0,09	Tuzsuz	12,96	Kireçli	2,40	0,12
55	6,54	Hafif asit	0,0793	0,04	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	2,02	0,10
56	6,41	Hafif asit	0,0993	0,05	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	7,51	0,38
57	6,09	Hafif asit	0,0675	0,03	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	3,45	0,17
58	5,73	Orta derecede asit	0,1041	0,05	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	6,95	0,35
59	6,04	Hafif asit	0,0504	0,03	Tuzsuz	2,05	Az Kireçli	1,17	0,06
60	6,38	Hafif asit	0,0883	0,04	Tuzsuz	2,05	Az Kireçli	0,44	0,02
61	6,45	Hafif asit	0,0782	0,04	Tuzsuz	2,05	Az Kireçli	1,32	0,07
62	6,06	Hafif Asit	0,0617	0,03	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	4,54	0,23
63	6,03	Hafif Asit	0,0520	0,03	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	1,53	0,08
64	6,62	Hafif Asit	0,0740	0,04	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	2,32	0,12
65	6,48	Hafif Asit	0,0828	0,04	Tuzsuz	2,21	Az Kireçli	4,99	0,25
66	6,68	Hafif Asit	0,0589	0,03	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	2,14	0,11
67	6,27	Hafif Asit	0,1053	0,06	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	5,84	0,29
68	6,44	Hafif Asit	0,1215	0,06	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	2,95	0,15
69	6,20	Hafif Asit	0,0930	0,05	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	5,93	0,30
70	6,53	Hafif Asit	0,1145	0,06	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	4,84	0,24
71	6,52	Hafif Asit	0,0743	0,04	Tuzsuz	1,58	Kireçsiz	1,64	0,08
72	6,10	Hafif Asit	0,0928	0,05	Tuzsuz	2,37	Az Kireçli	4,66	0,23
73	6,48	Hafif Asit	0,0563	0,03	Tuzsuz	2,37	Az Kireçli	1,87	0,09
74	6,48	Hafif Asit	0,1158	0,06	Tuzsuz	1,42	Kireçsiz	7,78	0,39
75	6,12	Hafif Asit	0,0498	0,02	Tuzsuz	1,58	Kireçsiz	3,51	0,18
76	6,59	Hafif Asit	0,4340	0,22	Hafif tuzlu	1,58	Kireçsiz	4,31	0,22
77	6,73	Hafif Asit	0,0709	0,03	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	4,50	0,22
78	6,55	Hafif Asit	0,0650	0,03	Tuzsuz	1,58	Kireçsiz	1,55	0,08
79	6,39	Hafif Asit	0,1097	0,06	Tuzsuz	0,95	Kireçsiz	6,26	0,31
80	7,18	Hafif Alkalin	0,6880	0,03	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	2,15	0,11
81	6,34	Hafif asit	0,0586	0,03	Tuzsuz	2,21	Az Kireçli	4,12	0,21
82	6,39	Hafif asit	0,1155	0,06	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	5,13	0,26
83	6,41	Hafif asit	0,1251	0,06	Tuzsuz	2,37	Az Kireçli	4,62	0,23
84	6,25	Hafif asit	0,0926	0,05	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	3,99	0,20
85	6,50	Hafif asit	0,0795	0,04	Tuzsuz	1,58	Kireçsiz	4,49	0,22
86	5,57	Hafif asit	0,3670	0,2	Hafif tuzlu	1,90	Kireçsiz	16,39	0,82
87	6,40	Hafif asit	0,0840	0,04	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	6,09	0,30
88	6,47	Hafif asit	0,0863	0,04	Tuzsuz	1,74	Kireçsiz	6,18	0,31
89	6,69	Hafif asit	0,0725	0,04	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	4,44	0,22
90	6,33	Hafif asit	0,0625	0,03	Tuzsuz	2,05	Az Kireçli	1,35	0,07
91	6,21	Hafif asit	0,0610	0,03	Tuzsuz	1,58	Kireçsiz	3,95	0,20
92	6,19	Hafif asit	0,0113	0,06	Tuzsuz	1,26	Kireçsiz	3,46	0,17
93	7,44	Hafif Alkalin	0,1128	0,06	Tuzsuz	0,32	Kireçsiz	3,41	0,17
94	6,80	Hafif asit	0,2154	0,11	Tuzsuz	1,46	Kireçsiz	17,68	0,88
95	6,54	Hafif asit	0,0793	0,04	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	2,02	0,10
96	6,41	Hafif asit	0,0993	0,05	Tuzsuz	1,90	Kireçsiz	7,51	0,38
97	6,12	Hafif Asit	0,0498	0,02	Tuzsuz	1,58	Kireçsiz	3,51	0,18
98	6,34	Hafif asit	0,0586	0,03	Tuzsuz	2,21	Az Kireçli	4,12	0,21

$CaCO_3$: Kireç içeriği, EC: Elektriksel İletkenlik, TOM: Toprağın Organik Madde İçeriği, YP: Yarayışlı Fosfor

Ek 3. Çalışma alanı çölleşme riski ve kalite indeks değerleri

ÖRNEK NO	KOORDİNATLAR		Çölleşme Riski	Risk Sınıfı	ÇEVRESEL DUYARLI ALAN TİPİ				Vejetasyon Kalite İndeksi			Toprak Kalite İndeksi			İklim Kalite İndeksi			Yönetim Kalite İndeksi		
	X	Y			Hassaslık İndeksi	Hassaslık Skoru	Hassalık sınıfı	Ana risk Faktörleri	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı
1	536694	4484483	5,36	Orta	38	1,43	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	35	1,44	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
2	537219	4484585	4,83	Orta	37	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,38	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
3	537219	4484585	5,48	Orta	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	30	1,38	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
4	537333	4484564	5,40	Orta	43	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yıllık düşük yağışlı kurak iklimle ilişkili güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek bitki örtüsü türü	41	1,33	Orta	28	1,35	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
5	537518	4484493	4,45	Orta	36	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
6	537693	4484481	5,25	Orta	43	1,48	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	26	1,32	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
7	537913	4484476	4,98	Orta	36	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
8	537963	4484680	5,31	Orta	47	1,52	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
9	536511	4484287	4,89	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok düşük kaya parçalarının bulunduğu toprak. Yıllık az yağış alan yarı kurak iklim	41	1,33	Orta	38	1,47	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
10	536761	4484287	5,16	Orta	47	1,52	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	39	1,49	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
11	536950	4484280	4,21	Orta	38	1,43	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	35	1,44	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
12	537142	4484300	5,16	Orta	47	1,52	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
13	537357	4484311	5,39	Orta	42	1,47	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	23	1,28	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
14	537501	4484323	5,07	Orta	48	1,54	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	45	1,56	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
15	537705	4483219	5,63	Yüksek	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
16	537930	4484301	4,93	Orta	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	29	1,37	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
17	538131	4484329	5,31	Orta	47	1,52	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
18	536459	4484119	6,54	Yüksek	48	1,54	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda çok düşük kaya parçalarının bulunduğu toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	44	1,54	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
19	536457	4483909	5,69	Yüksek	48	1,54	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	45	1,56	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
20	536905	4484063	4,66	Orta	37	1,42	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	33	1,41	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
21	537089	4484119	5,10	Orta	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
22	537322	4484080	5,39	Orta	46	1,51	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	35	1,44	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
23	537505	4484080	4,60	Orta	35	1,4	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	26	1,32	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
24	537505	4484080	5,34	Orta	45	1,5	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Sığ toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	33	1,41	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
25	577279	4518029	4,72	Orta	41	1,46	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	21	1,26	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
26	537465	4483485	4,13	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
27	538318	4484096	3,89	Orta	40	1,45	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	45	1,56	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
28	536457	4483909	6,01	Yüksek	46	1,51	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	35	1,44	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
29	536723	4483898	5,01	Orta	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
30	536926	4483877	4,21	Orta	38	1,43	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	35	1,44	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
31	537127	4483935	5,48	Orta	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	30	1,38	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta

Ek 3. Çalışma alanı çölleşme riski ve kalite indeks değerleri (devam)

ÖRNEK NO	KOORDİNATLAR		Çölleşme Riski	Risk Sınıfı	ÇEVRESEL DUYARLI ALAN TİPİ				Vejetasyon Kalite İndeksi			Toprak Kalite İndeksi			İklim Kalite İndeksi			Yönetim Kalite İndeksi		
	X	Y			Hassaslık İndeksi	Hassaslık Skoru	Hassalık sınıfı	Ana risk Faktörleri	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı
32	537321	4483866	5,19	Orta	40	1,45	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Kaya parçacıkları çok az olan toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	42	1,52	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
33	537544	4483922	6,01	Yüksek	46	1,51	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	35	1,44	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
34	537736	4483898	4,72	Orta	50	1,56	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok yüksek yangın riski ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Hakim killi dokuya sahip toprak. Güneye bakan bir yamaçta yıllık düşük yağışlı yarı kurak iklim.	68	1,54	Düşük	34	1,42	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
35	537898	4483881	4,28	Orta	38	1,42	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	34	1,43	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
36	537898	4483881	4,60	Orta	35	1,4	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	26	1,32	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
37	538290	4483560	5,31	Orta	47	1,52	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
38	577276	4517942	5,45	Orta	37	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,38	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
39	536720	4483667	4,51	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,49	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
40	536912	4483684	5,36	Orta	38	1,43	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	35	1,44	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
41	537123	4483695	6,54	Yüksek	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	30	1,38	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
42	537320	4483648	4,13	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
43	537523	4483694	3,51	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
44	577266	4517880	4,40	Orta	45	1,51	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	34	1,43	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
45	537721	4483240	3,37	Orta	35	1,4	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	26	1,33	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
46	538118	4483696	4,51	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,49	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
47	536723	4483677	4,51	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,49	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
48	536912	4483684	5,66	Yüksek	40	1,45	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda sığ toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	42	1,52	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
49	536914	4483490	6,04	Yüksek	51	1,57	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok yüksek yangın riski ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Güneye bakan bir yamaçta yıllık düşük yağışlı yarı kurak iklim.	68	1,54	Düşük	35	1,44	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
50	537117	4483499	4,40	Orta	45	1,51	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	34	1,43	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
51	537337	4483505	4,40	Orta	45	1,51	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	34	1,43	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
52	537465	4483485	4,13	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
53	537721	4483240	2,75	Orta	37	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	31	1,39	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
54	536720	4483667	5,13	Orta	41	1,46	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda sığ toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	47	1,59	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
55	536911	4483299	5,73	Yüksek	52	1,58	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok yüksek yangın riski ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Baskın killi dokuya sahip toprak, sığ. Güneye bakan bir yamaçta yıllık düşük yağışlı yarı kurak iklim.	68	1,54	Düşük	39	1,48	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
56	537116	4483295	4,64	Orta	42	1,48	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Sığ toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	25	1,31	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
57	537354	4483301	6,17	Yüksek	47	1,52	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok sığ toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
58	537466	4483298	4,43	Orta	37	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok düşük kaya parçalarının bulunduğu toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,38	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
59	536520	4483893	4,63	Orta	39	1,43	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok yüksek yangın riski ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	68	1,54	Düşük	21	1,26	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
60	536926	4483076	4,69	Orta	41	1,46	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok yüksek yangın riski ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	68	1,54	Düşük	30	1,37	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
61	537114	4483092	5,63	Yüksek	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta

Ek 3. Çalışma alanı çölleşme riski ve kalite indeks değerleri (devam)

ÖRNEK NO	KOORDİNATLAR		Çölleşme Riski	Risk Sınıfı	ÇEVRESEL DUYARLI ALAN TİPİ				Vejetasyon Kalite İndeksi			Toprak Kalite İndeksi			İklim Kalite İndeksi			Yönetim Kalite İndeksi		
	X	Y			Hassaslık İndeksi	Hassaslık Skoru	Hassalık sınıfı	Ana risk Faktörleri	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı
62	537318	4483096	4,93	Orta	45	1,51	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	34	1,43	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
63	536520	4482893	4,63	Orta	39	1,43	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok yüksek yangın riski ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	68	1,54	Düşük	21	1,26	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
64	536710	4482890	5,10	Orta	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
65	536910	4482897	4,51	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,49	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
66	537106	4482888	4,13	Orta	36	1,4	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	28	1,35	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
67	537318	4482896	5,04	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,49	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
68	537495	4482876	3,75	Orta	38	1,42	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	34	1,43	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
69	536480	4482701	5,04	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
70	536527	4482688	4,51	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	39	1,48	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
71	536742	4482683	6,72	Yüksek	49	1,56	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda çok sığ toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	49	1,61	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
72	536925	4482683	4,51	Orta	40	1,45	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	45	1,56	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
73	537122	4482711	5,78	Yüksek	49	1,55	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Hakim killi dokuya sahip toprak, sığ, çok dik yamaçlarda. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	48	1,59	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
74	537348	4482690	4,37	Orta	36	1,4	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Sığ toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	28	1,35	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
75	536252	4482501	4,51	Orta	37	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,38	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
76	536527	4482688	5,13	Orta	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda sığ toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	38	1,47	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
77	536925	4482683	4,51	Orta	38	1,43	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda sığ toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	35	1,44	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
78	537053	4482328	6,25	Yüksek	46	1,52	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Sığ toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	37	1,47	Düşük	61	1,93	Orta	41	1,41	Orta
79	537118	4482481	4,13	Orta	36	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
80	537313	4482496	4,31	Orta	40	1,45	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok yüksek yangın riski ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	68	1,54	Düşük	26	1,32	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
81	536445	4482265	4,66	Orta	36	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
82	566997	4518671	4,13	Orta	36	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık az yağış alan yarı kurak iklim	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
83	536969	4482230	4,51	Orta	37	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,38	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
84	537125	4482282	4,13	Orta	36	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
85	536718	4482096	5,66	Yüksek	40	1,45	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda sığ toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	43	1,54	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
86	536906	4482102	6,31	Yüksek	48	1,54	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda sığ toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	43	1,54	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
87	537183	4482082	4,66	Orta	36	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
88	536918	4481896	5,31	Orta	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
89	537150	4481925	5,10	Orta	44	1,49	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
90	537111	4481693	3,83	Orta	35	1,39	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	25	1,31	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
91	536920	4484039	2,42	Düşük	39	1,44	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Kıt bir erozyon koruması, kuraklığa karşı belirli bir hassasiyet ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Dik yamaçlarda toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	57	1,46	Düşük	28	1,35	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
92	537089	4484119	3,01	Orta	41	1,46	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Orta düzeyde bir erozyon koruması ve kuraklığa karşı belirli bir duyarlılık ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Dik yamaçlarda toprak. Güneye bakan bir yamaçta yıllık düşük yağışlı yarı kurak iklim.	32	1,26	Orta	25	1,31	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta

Ek 3. Çalışma alanı çölleşme riski ve kalite indeks değerleri (devam)

	KOORDİNATLAR				ÇEVRESEL DUYARLI ALAN TİPİ				Vejetasyon Kalite İndeksi			Toprak Kalite İndeksi			İklim Kalite İndeksi			Yönetim Kalite İndeksi		
ÖRNEK NO	X	Y	Çölleşme Riski	Risk Sınıfı	Hassaslık İndeksi	Hassaslık Skoru	Hassalık sınıfı	Ana risk Faktörleri	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı	Kalite Skoru	Kritik faktörler (%)	Kalite Sınıfı
93	536723	4483677	2,31	Düşük	37	1,42	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Orta düzeyde bir erozyon koruması ve kuraklığa karşı belirli bir duyarlılıkla karakterize edilen bitki örtüsü türü. Çok dik yamaçlarda hakim killi dokuya sahip toprak. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	32	1,26	Orta	39	1,49	Düşük	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta
94	536804	4481978	3,56	Orta	50	1,56	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Kıt bir erozyon koruması, kuraklığa karşı belirli bir hassasiyet ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Baskın killi dokuya sahip toprak, sığ. Güneye bakan bir yamaçta yıllık düşük yağışlı yarı kurak iklim.	57	1,46	Düşük	39	1,48	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
95	536911	4483299	3,56	Orta	50	1,56	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Kıt bir erozyon koruması, kuraklığa karşı belirli bir hassasiyet ve düşük bitki örtüsü ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Baskın killi dokuya sahip toprak, sığ. Güneye bakan bir yamaçta yıllık düşük yağışlı yarı kurak iklim.	57	1,46	Düşük	39	1,48	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
96	537116	4483295	8,09	Yüksek	42	1,47	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Kuraklığa karşı düşük direnç ile karakterize edilen bitki örtüsü türü. Sığ toprak. Güneye bakan bir yamaçta yıllık düşük yağışlı yarı kurak iklim.	38		Orta	25	1,31	Orta	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
97	536906	4482102	6,31	Yüksek	48	1,54	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Çok dik yamaçlarda sığ toprak. Yıllık düşük yağışlı kurak iklime bağlı olarak güneye bakan bir yamaçta yangın riski yüksek olan bitki örtüsü türü.	41	1,33	Orta	43	1,54	Düşük	61	1,93	Düşük	41	1,41	Orta
98	537183	4482082	4,66	Orta	36	1,41	Yüksek çevresel hassaslık (Kritik)	Yangın riski çok yüksek olan bitki örtüsü türü. Yıllık yağış miktarı düşük olan yarı kurak iklim.	41	1,33	Orta	30	1,37	Orta	35	1,53	Orta	41	1,41	Orta

ÖZGEÇMİŞ

Adı - Soyadı : Serhat ESEN

Yabancı Dil : İngilizce

Öğrenim Durumu :

Öğrenim Dönemi	Derece	Üniversite	Öğrenim Alanı
2012-2018	Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi	Orman Mühendisliği Bölümü