



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YEŞİL KUŞAK ORMAN EKOSİSTEMLERİNDE
ÇÖLLEŞME HASSASİYETİNİN BELİRLENMESİ VE
HARİTALANMASI
(KAHRAMANMARAŞ AHIR DAĞI ÖRNEĞİ)

AYŞE SENA KÜÇÜK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2024

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YEŞİL KUŞAK ORMAN EKOSİSTEMLERİNDE
ÇÖLLEŞME HASSASİYETİNİN BELİRLENMESİ VE
HARİTALANMASI
(KAHRAMANMARAŞ AHIR DAĞI ÖRNEĞİ)

AYŞE SENA KÜÇÜK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

KAHRAMANMARAŞ 2024

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ayşe Sena KÜÇÜK



Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 2021/5-5 YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirimlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**YEŞİL KUŞAK ORMAN EKOSİSTEMLERİNDE ÇÖLLEŞME HASSASİYETİNİN
BELİRLENMESİ VE HARİTALANMASI
(KAHRAMANMARAŞ AHIR DAĞI ÖRNEĞİ)
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

AYŞE SENA KÜÇÜK

ÖZET

Bu çalışma, Yeşil Kuşak Orman Ekosistemlerinin Çölleşme Hassasiyetinin Belirlenmesi ve Haritalanması (Kahramanmaraş Ahır Dağı Örneği) amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda Kahramanmaraş ili, Onikişubat ilçesinde bulunan Ahır dağının güneye bakan yamaçlarından ArcGIS ve Google Earth programı yardımıyla sistematik örnekleme yöntemi kullanılarak 36 adet örnek noktası belirlenmiştir. Bu örnek noktalarından 0-20 cm toprak derinliğinden alınan 36 adet bozulmuş ve 36 adet bozulmamış olmak üzere toplam 72 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri üzerinde tekstür, hacim ağırlığı, gözenek hacmi, organik madde, agregat stabilitesi, pH, elektriksel iletkenlik, tarla kapasitesi, solma noktası, faydalanılabilir su kapasitesi, dispersiyon oranı, dane yoğunluğu, toprak nemi, karbon, azot ve kireç analizleri yapılmıştır. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile çölleşme hassasiyet eğilimleri arazi kullanım şekillerine (orman, tarım alanı, açıklık alan) ve yükselti kademelerine (500-900m, 900-1300m, 1300m<) göre değişimi değerlendirilmiştir. Ayrıca örnek noktalarına ait vejetasyon, arazi kullanımı, iklim ve toprak özellikleri tespit edilmiş ve DIS4ME programında işlenerek vejetasyon kalite indeksi (VQI), iklim kalite indeksi (CQI), toprak kalite indeksi (SQI), yönetim kalite indeksi (MQI) ve çölleşme hassasiyet indeksi (ESI) değerleri elde edilmiştir. Bu değerler SPSS paket programına aktararak korelasyon analizi, varyans analizi, Duncan testi ve tanımlayıcı istatistik değerleri bulunmuştur. ArcGIS programı kullanılarak MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) metodu ile çölleşme hassasiyet haritası oluşturulmuştur. Harita kapsamında bulunan sonuçlar Ahır Dağının güney kısımlarında bulunan yeşil kuşak alanının %76'sı 2. derece kırılgan, %38,68'i 3. derece kırılgan, %46,55'i 1. derece kritik, %12,80'i 2. derece kritik ve %1,21'i 3. derece kritik olarak sınıflandırılmıştır. Çölleşmeye kritik alanlar kırılgan alanlara oranla daha fazla alanı kapsadığı görülmektedir. Dolayısıyla yeşil kuşak ağaçlandırmalarının sürdürülebilir olması önem arz ederken bu alanların imara açılması gibi beşeri faaliyetlerin daha dikkatle yapılması gerekmektedir. Bu araştırma çölleşmeye hassas alanların haritasını çıkarmak ve ilerleyen zamanlarda çölleşmenin boyutunun izlenmesinde kolaylık sağlanmak amacıyla yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çölleşme hassasiyeti, Yeşil Kuşak, Toprak erozyonu, Arazi Kullanımı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ocak/2024

Danışman: Doç. Dr. Emre BABÜR

İkinci Danışman: Prof. Dr. Turgay DİNDAROĞLU

Sayfa Sayısı: 61

**DETERMINATION AND MAPPING OF DESERTIFICATION SENSITIVITY IN
GREEN BELT FOREST ECOSYSTEMS
(KAHRAMANMARAS AHIR MOUNTAIN)
(M.Sc. THESIS)**

AYŞE SENA KÜÇÜK

ABSTRACT

This study was carried out for the purpose of Determining and Mapping the Desertification Sensitivity of Green Belt Forest Ecosystems (A case study of Kahramanmaraş Ahır Mountain). For this purpose, 36 sample points were determined from the south-facing slopes of Ahır Mountain, located in Onikişubat district of Kahramanmaraş province, using the sampling method with the help of ArcGIS and Google Earth program. A total of 72 soil samples, 36 disturbed and 36 undisturbed, were taken from these sample points from a depth of 0-20cm (top soil). Texture, bulk density, porosity, organic matter, aggregate stability, pH, electrical conductivity, field capacity, permanent wilting point, available water capacity, dispersion ratio, particle density, soil moisture, total carbon, nitrogen and lime analyzes were performed on soil samples. The physical and chemical properties of the taken soils and their desertification susceptibility tendencies were evaluated according to land use types (forest, agricultural field, bare land) and altitude levels (500-900m, 900-1300m, 1300m and above). In addition, the land characteristics of the sample points were processed in the DIS4ME program and vegetation quality index (VQI), climate quality index (CQI), soil quality index (SQI), management quality index (MQI) and ESI values were obtained. These values were transferred to the SPSS package program and correlation analysis, variance analysis, Duncan test and descriptive statistics values were found. Desertification sensitivity map was created with the MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) method using the ArcGIS program. Results within the scope of the map: 76% of the green belt area in the southern parts of Ahır Mountain is 2nd degree fragile, 38.68% is 3rd degree fragile, 46.55% is 1st degree critical, 12.80% is 2nd degree critical. .degree critical and 1.21% were classified as 3rd degree critical. It seems that areas critical to desertification cover more areas than fragile areas. Therefore, while it is important for green belt afforestation to be sustainable, human activities such as opening these areas to development need to be carried out more carefully. This research was carried out to map the areas sensitive to desertification and to make it easier to monitor the extent of desertification in the future.

Keywords: Desertification sensivity, Green Belt, soil erosion, Land Use

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineer, January/2024

Supervisor: Doç. Dr. Emre BABÜR

Co-supervisor: Prof. Dr. Turgay DİNDAROĞLU

Page number: 61

TEŞEKKÜR

“Yeşil Kuşak Orman Ekosistemlerinde Çölleşme Hassasiyetinin Belirlenmesi ve Haritalanması (Kahramanmaraş Ahır Dağı Örneği)” adlı bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde ve planlanmasında yardımlarını eksik etmeyen değerli hocam tezimin ikinci danışmanı Sayın Prof. Dr. Turgay DİNDAROĞLU’na, bu çalışmanın her aşamasında sağladığı bilgi, destek ve öngörüler ile araştırmalara katkılarından dolayı değerli Danışman hocam Sayın Doç. Dr. Emre BABÜR’e teşekkürlerimi sunmaktan onur duyuyorum.

Yüksek lisans öğrencisi Ferhat KEPEK’e yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Güler yüzü ve kişiliğiyle her daim yanımda olup yardımını esirgemeyen 6 Şubat Kahramanmaraş depremlerinde hayatını kaybeden doktora öğrencisi Ayşe ÖZDEMİR’e şükranlarımı sunarım. Bu vesile ile bütün deprem şehitlerimize Allah’tan rahmet dilerim.

Bu günlere gelmemde büyük emeği geçen her daim desteklerini esirgemeyen maddi manevi yanımda olan başta Annem Gülşen SAYILDI olmak üzere Babam M. Şaban SAYILDI’ya ve değerli eşim İsa KÜÇÜK’e teşekkürlerimi sunmaktan kıvanç duyarım. Aynı zamanda kardeşlerim Ramazan, Haluk, Halenur SAYILDI’ya teşekkür ederim. Her zaman yanımda olduklarını bildiğim duaları ile cesaretimi perçinleyen Halalarım Kerime, Akife ve Hatice SAYILDI’ya saygı ve sevgilerimi sunarım.

Ayşe Sena KÜÇÜK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar	3
2.2. Dünyada Yapılan Çalışmalar	6
3. MATERYAL METOD.....	9
3.1. Materyal	9
3.1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	10
3.1.2. İklim.....	11
3.1.1. Bitki Örtüsü.....	11
3.1.2. Jeolojik Yapı	12
3.2. Metot	13
3.2.1. Arazi Çalışması ve Toprakların Örneklerinin Alınması	13
3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları	13
3.2.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması	13
3.2.2.2. Higroskopik Nem Tayini.....	14
3.2.2.3. Mekanik Analiz ve Toprak Türü	14
3.2.2.4. pH Tayini.....	15
3.2.2.5. Elektriksel İletkenlik (EC)	15
3.2.2.6. Agregat Stabilitesi	16
3.2.2.7. Dispersiyon Oranı	17
3.2.2.8. Hacim Ağırlığı.....	17
3.2.2.9. Kireç Tayini.....	18
3.2.2.10. Organik Madde Tayini.....	18
3.2.2.11. Azot Tayini	19
3.2.3. Çölleşme Hassasiyet İndekslerinin Belirlenmesi.....	19
3.2.4. Harita Üretimi	20
3.2.5. İstatistik Yöntemler.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	22
4.1. Toprak Örnekleri Ve Çölleşme Hassasiyeti İndekslerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler	22
4.2. Araştırma Alanı Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Çölleşme Hassasiyet Eğilimlerinin Arazi Kullanım Şekline Göre Değişimi.....	23
4.2.1. Tekstür Analizleri (% Kum, Kil ve Silt).....	23
4.2.2. Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	24
4.2.3. Gözenek Hacmi (%).....	25

4.2.4.	Organik Madde (%)	25
4.2.5.	Agregat Stabilitesi (%).....	26
4.2.6.	pH.....	26
4.2.7.	EC (Elektriksel İletkenlik)	27
4.2.8.	Tarla Kapasitesi (%)	27
4.2.9.	Solma Noktası (%).....	28
4.2.10.	Faydalanılabilir Su Kapasitesi (%)	28
4.2.11.	Dispersiyon Oranı (%).....	29
4.2.12.	Dane Yoğunluğu (gr/cm ³).....	29
4.2.13.	% Nem	30
4.2.14.	% Karbon (C)	30
4.2.14.	% Azot (N).....	31
4.2.15.	Karbon/Azot (C/N)	31
4.2.16.	VQI(Vegetation Quality Index)	32
4.2.17.	SQI(Soil Quality Index).....	32
4.2.18.	CQI (Climate Quality Index)	33
4.2.19.	MQI (Menagement Quality Index)	34
4.2.20.	ESI (Environmental Sensitivity Index).....	34
4.3.	Araştırma Alanı Toprakların Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri ile Çölleşme Hassasiyet Eğilimlerinin Yükseklik Kademelerine Göre Değişimi.....	35
4.3.1.	Tekstür Analizleri (Kum, Kil ve Silt).....	36
4.3.2.	Hacim Ağırlıkları (gr/cm ³).....	37
4.3.3.	Gözenek Hacmi (%).....	37
4.3.4.	Organik Madde (%)	38
4.3.5.	Agregat Stabilitesi (%).....	38
4.3.6.	pH.....	38
4.3.7.	EC (Elektriksel İletkenlik)	39
4.3.8.	Tarla Kapasitesi- Solma Noktası %	39
4.3.9.	Faydalanılabilir Su Kapasitesi %	40
4.3.10.	Dispersiyon Oranı (%)	40
4.3.11.	Dane Yoğunlukları (gr/cm ³).....	41
4.3.12.	% Nem	41
4.3.13.	% Karbon (C).....	42
4.3.14.	% Azot (N).....	42
4.3.15.	Karbon/Azot (C/N)	43
4.3.16.	VQI (Vegetation Quality Index)	43
4.3.17.	SQI (Soil Quality Index).....	44
4.3.18.	CQI (Climate Quality Index)	44
4.3.19.	MQI (Menagement Quality Index)	45
4.3.20.	ESI (Environmental Sensitivity Index).....	45
4.4.	Ahır Dağı Yeşil Kuşak Orman Ekosistemlerinde Çölleşme Hassasiyet Haritası	46
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	50
	KAYNAKLAR.....	52
	EKLER	57
	ÖZGEÇMİŞ.....	61

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1 Araştırma alanının Google Earth görüntüsü (Copyright© Google Earth, 2021) ..	10
Şekil 3. 2 Bozulmamış toprak örnekleri alırken kullanılan çelik silindir	13
Şekil 3. 3 Araziden laboratuvara getirilen toprak örnekleri (a) ve örneklerin kurutulması (b)	14
Şekil 3. 4 Topraklarda higroskopik nem tayini için toprak tartımı	14
Şekil 3. 5 Bouyoucos hidrometre yöntemi ile toprakların tekstür tayini	15
Şekil 3. 6 Toprakların pH tayini (cam elektrot metodu).....	15
Şekil 3. 7 Elektriksel iletkenlik ölçüm aleti.....	16
Şekil 3. 8 Topraklarda ıslak eleme yöntemi ile agregat stabilitesi tayini	17
Şekil 3. 9 Dispersiyon oranı tayini için yapılan hidrometre okumaları	17
Şekil 3. 10 Organik madde tayini için yapılan Walkley-Black ıslak yakma yöntemi aşamaları	18
Şekil 3. 11 Modifiye Kjeldahl yöntemine göre azot tayini (a) Yakma ünitesi (b) destilasyon ünitesi (c) titrasyon	19
Şekil 3. 12 Çölleşme Hassasiyet İndeksleri şeması (DİS4ME).....	20
Şekil 4. 1 Arazi Kullanım Şekline Tekstür Analizi Sonuçları.....	24
Şekil 4. 2 Arazi Kullanımına Göre Hacim Ağırlıkları (gr/cm^3)	25
Şekil 4. 3 Arazi Kullanımına Göre Gözenek Hacmi (%)	25
Şekil 4. 4 Arazi Kullanımına Göre Organik Madde Miktarı (%).....	26
Şekil 4. 5 Arazi Kullanımına Göre Agregat Stabilitesi	26
Şekil 4. 6 Arazi Kullanımına Göre PH değerleri	27
Şekil 4. 7 Arazi Kullanımına Göre EC (dS/m) değerleri.....	27
Şekil 4. 8 Arazi Kullanımına Göre Tarla Kapasitesi (%)	28
Şekil 4. 9 Arazi Kullanımına Göre Solma Noktası Değerleri (%)	28
Şekil 4. 10 Arazi Kullanımına Göre Faydalanılabilir Su Kapasitesi (%).....	29
Şekil 4. 11 Arazi Kullanımına Göre Dispersiyon Oranı (%).....	29
Şekil 4. 12 Arazi Kullanımına Göre Dane Yoğunlukları(gr/cm^3)	30
Şekil 4. 13 Arazi Kullanımına Göre %Nem	30
Şekil 4. 14 Arazi Kullanımına Göre % Karbon (C)	31
Şekil 4. 15 Arazi Kullanımına Göre %Azot (N)	31
Şekil 4. 16 Arazi Kullanımına Göre Karbon/Azot miktarı.....	32
Şekil 4. 17 Arazi Kullanımına Göre VQI Dağılımı.....	32
Şekil 4. 18 Arazi Kullanımına Göre SQI değerleri	33
Şekil 4. 19 Arazi Kullanımına Göre CQI değerleri	34
Şekil 4. 20 Arazi Kullanımına Göre MQI değerleri	34
Şekil 4. 21 Arazi Kullanımına Göre ESI değerleri	35
Şekil 4. 22 Yükseklik Kademelerine Göre Tekstür Analizi Sonuçları.....	36
Şekil 4. 23 Yükseklik Kademelerine Göre Hacim Ağırlıkları (gr/cm^3)	37
Şekil 4. 24 Yükseklik Kademelerine Göre Gözenek Hacmi (%)	37
Şekil 4. 25 Yükseklik Kademelerine Organik Madde (%).....	38
Şekil 4. 26 Yükseklik Kademelerine Agregat Stabilitesi (%)	38
Şekil 4. 27 Yükseklik kademelerine Göre pH değerleri	39
Şekil 4. 28 Yükseklik Kademelerine Göre EC (dS/m) değerleri.....	39

Şekil 4. 29 Yükseklik Kademelerine Göre Tarla Kapasitesi-Solma Noktası %.....	40
Şekil 4. 30 Yükseklik Kademelerine Göre Faydalanılabilir Su Kapasitesi (%).....	40
Şekil 4. 31 Yükseklik Kademelerine Göre Dispersiyon Oranı (%).....	41
Şekil 4. 32 Yükseklik Kademelerine Göre Dane Yoğunlukları(gr/cm ³)	41
Şekil 4. 33 Yükseklik Kademelerine Göre %Nem	42
Şekil 4. 34 Yükseklik Kademelerine Göre % Karbon (C)	42
Şekil 4. 35 Yükseklik Kademelerine Göre % Azot (N)	43
Şekil 4. 36 Yükseklik Kademelerine Göre Karbon/Azot (C/N).....	43
Şekil 4. 37 Yükseklik Kademelerine Göre VQI Dağılımı.....	44
Şekil 4. 38 Yükseklik Kademelerine Göre SQI Dağılımı	44
Şekil 4. 39 Yükseklik Kademelerine Göre CQI Dağılımı	45
Şekil 4. 40 Yükseklik Kademelerine Göre MQI Dağılımı	45
Şekil 4. 41 Yükseklik Kademelerine Göre ESI Dağılımı.....	46
Şekil 4. 42 Çalışma Alanı Çölleşme Hassasiyet Haritası	48
Şekil 4. 43 Çölleşme Hassasiyet Grafiği	49



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Kahramanmaraş Meteoroloji İstasyonuna ait bazı ölçümler	11
Çizelge 3.2 ESAI türleri ve indeks aralıkları.....	20
Çizelge 4.1 Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin tanımlayıcı istatistikleri	22
Çizelge 4.2 Araştırma alanı toprak özelliklerinin arazi kullanım şekline göre değişimi (Duncan Testi).....	23
Çizelge 4.3 Araştırma alanı toprak özelliklerinin yükseklik kademelerine göre değişimi (Duncan Testi).....	36
Çizelge 4.4 Çölleşme Hassasiyet Sınıfları.....	48



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	:	Santigrat
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
C	:	Karbon
Cm	:	Santimetre
Cm ²	:	Santimetrekare
Cm ³	:	Santimetreküp
C/N	:	Karbon/Azot
CQI	:	Climate Quality Index
DEM	:	Sayısal Yükseklik Modeli
DO	:	Dispersiyon Oranı
EC	:	Elektriksel İletkenlik
ESI	:	Environmental Sensitivity Index
FSK	:	Faydalanılabilir Su Kapasitesi
GPS	:	Global Positioning System
Gr	:	Gram
Gr/cm ³	:	Gram/Santimetreküp
HA	:	Hacim Ağırlığı
Ha	:	Hektar
IDW	:	Ters Mesafe Ağırlık Enterpolasyon Yöntemi
Km	:	Kilometre
M	:	Metre

M²	:	Metrekare
MİG	:	Yönetim-Yoğun Otlatma
ml	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
MQI	:	Management Quality Index
N	:	Azot
Na	:	Sodyum
OM	:	Organik Madde
pH	:	Toprak Reaksiyonu
POM	:	Parçacık Organik Madde
SN	:	Solma Noktası
sn	:	Saniye
SPSS	:	Statistical Package for the Social Sciences
SQI	:	Soil Quality Index
TK	:	Tarla Kapasitesi
TİGEM	:	Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
VQI	:	Vegetation Quality Index

1. GİRİŞ

Erozyon ve çölleşme dünyanın en önemli problemlerinden bir tanesi olduğu gibi Türkiye'nin de başta gelen problemlerindendir. Türkiye, dünyada erozyon ve çölleşme sorunu ile en fazla mücadele eden ilk 5 ülke arasındadır. Türkiye geneli iklim açısından kurak/yarı kurak bölgeler arasında bulunduğundan yaklaşık %65'inde çölleşme sorunu oluşacağı öngörülmüştür (tr.wikipedia.org/wiki/çölleşme).

Çölleşme ve erozyon problemine karşı uygulanabilecek en etkin çözüm ağaçlandırma çalışmalarıdır. 19. yüzyıl sonlarından başlayarak başta erozyon kontrolü, kurak/yarı kurak iklim ağaçlandırmaları gibi birçok silvikültürel çalışmalar giderek yaygın hale gelmiştir (Ürgeç, 1998; Turna vd., 2007; Tunçtaner, 2007; Yılmaz ve Tonguç, 2010).

Ekolojik dengenin beşeri ve doğal etkiler sonucu bozulması; canlı yaşamını önemli düzeyde etkileyen erozyon, sel, taşkın ve kuraklık ile bölgesel sorunlara neden olmuş olup yaşanan bu olumsuzluklara karşın orman ekolojisinin canlı yaşamını iyileştirmede ve korumada önemli etkilerinin olduğu görülmüştür (Koçer vd., 2009; Oğuz vd., 2009).

Türkiye' de 1950'li yıllarda başlayan erozyon ve çölleşme problemine karşı çalışmalar Orman Bakanlığı'na bağlı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü'nün kurulmasıyla birlikte daha kapsamlı ve planlı hale gelmiştir. AGM (Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü) verilerine göre; ülkemizde bulunan 20,7 milyon ha (hektar) olan ormanların 2,2 milyon ha alanının sosyal, ekolojik ve teknik açıdan ağaçlandırma çalışmalarına konu olan yerler olduğu görülmüştür. 2,2 milyon ha orman alanının yaklaşık 1 milyon ha hazine arazileri, %10-40 kapalılıkta olup ancak amenajman planları içerisinde verimli olarak geçen fakat doğal koşullarla gençleştirme özelliğini kaybettiğinden teknik açıdan ağaçlandırılması gerek olan alanlarla birlikte Türkiye'deki ağaçlandırılması öngörülen alanlar 4,8 milyon ha'a kadar çıkmıştır (Ürgeç vd., 1993; Anon., 2001).

Elde edilen veriler neticesinde Türkiye'nin yaklaşık olarak %40'lık bölümü kuraklık tehlikesi altında olup bu bölümler özelinde yeterli ölçüde tedbirler alınmaz ise çölleşmenin giderek artması söz konusu dâhilindedir (Ürgeç, 1998).

Dünya'nın sorunlarından biri olan küresel ısınmanın etkileri arasında bulunan iklim değişikliği sebebiyle oluşan en büyük sorunlar arasında çölleşme, kuraklık ve erozyon bulunmaktadır (Koçer vd. 2009).

Birleşmiş Milletler 17.06.1994 tarihinde Çevre ve Kalkınma Konferansında Hükümetler arası Müzakere Komitesince onaylanan ve 16.05.1998 tarihi itibarıyla Türkiye’de de yürütmeye konulan “Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi” doğrultusunda 110 ülkede bulunan 1,2 milyar insanın hayatını doğrudan tehdit ettiği ve 4 milyar ha’dan fazla alanın da kuraklık ve çölleşme etkisi altında olduğu bildirilmektedir (Turna vd. 2007).

Gerekli önlemler alınmadığında çölleşme erozyon ve kuraklığı beraberinde getirecek ve bunun sonucunda orman, tarım alanı, mera gibi alanlarda verim kaybıyla birlikte ekolojik dengenin bozulması, kıtlık gibi sosyal problemleri de beraberinde getirecektir. Bu problemlerin giderilmesi için gerekli silvikültürel çalışmaların yapılması önem arz etmektedir (Saatçioğlu, 1976).

Yeşil Kuşak ağaçlandırma sahaları da hem erozyonu önleme hem de diğer ekolojik ve sosyal fonksiyonlarını taşıdığı için yerleşim alanlarını çevreleyen ve açık alan sürekliliği olarak da ifade edilen yerler yeşil kuşak ağaçlandırmaları ile fonksiyonel hale getirilmiştir. Yerleşimleri çevreleyen bu alanlar kentsel alanlardan başlayarak kırsal alanlara doğru genişler (Çulcuoğlu, 1997). Başka bir ifadeye göre ise; genişlemesi istenmeyen bir kentin etrafında yer alan ekolojik alanlara “Yeşil Kuşak” denilmektedir (Çulcuoğlu, 1997). Yeşil kuşaklar şehirlerin yerleşim alanlarını çevreleyen geniş ve kalıcı alanlardır. Özellikle şehirlerin gelişime başlamadan önce bir bölgenin ‘sınırlama faktörü’ olarak yeşil kuşakla çevrelenmesi önem arz etmektedir. Yeşil kuşak alanının korunması ve sürdürülebilirliği için kanun, maddi destek ve planlama yapılmasını zorunlu hale getirir (Çelik, 1991).

Çalışma Alanı Kahramanmaraş İlinin, Onikişubat İlçesinin, Ahır Dağı yeşil kuşak alanının güneye bakan yamaçlarını kapsamaktadır. Bu alanda 36 adet örnek noktadan toplanan 72 adet toprak örneğinin analiz edilmesi sonucu alanın çölleşmeye hassas bölgelerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda toprağın nihai kalitesini belirleyerek ileri aşamalarda yapılacak çalışmalara altlık oluşturması hedeflenmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Yılmaz ve Alagöz (2008) toprakların biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin bozulmasını incelemişlerdir. Bu çalışma genel kapsamlı olup toprak bozulmasını 2 ana faktör olan insan kaynaklı ve doğal kaynaklı faktörler üzerinden incelemişlerdir. UNEP projesi kapsamında dünyadaki toprak bozulmasının değerlendirilmesinde 8 tür bozulmaya değinmişlerdir. Toprak bozulmasını önemli ölçüde etkileyen bu faktörlerin etkilerinin azaltılmasında su erozyonu etkisinin yoğun olarak görüldüğü eğimli arazilerin sürekli bitkisel örtü altında tutulmasına, tarımsal etkinliklerde teraslama ve seki oluşturma önlemleri kapsamında yapılması gerektiğini, çölleşme ve toprak kirliliğinin neden olduğu sanayileşmenin ise gerekli önlemler çerçevesinde sürdürülmesi gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

Dindaroğlu ve Canbolat (2012) Erzurum ili Aziziye ilçesinde bulunan Kuzgun Baraj Gölü su üretim havzasının toprak kalitesini incelemişlerdir. Yaptıkları araştırmada farklı arazi kullanımına göre (çayır, orman, mera) 60 adet toprak örnekleri CORİNE metodolojisine göre 4 farklı eğim grubundan almışlardır. Alınan toprak numunelerinin kimyasal ve fiziksel toprak analizleri yapmışlardır. Yapılan analizler doğrultusunda bulunan sonuçlar kimyasal, fiziksel, morfolojik özellikler ile eğim, taşlılık, derinlik, kayalık, alkalilik, tuzluluk gibi özellikleri değerlendirip parametrik yöntemle göre arazi indeks değerlerini hesaplamışlardır. Tüm bulgular karşılaştırıldığında orman alanları bazında %3’lük kısmın çok iyi, %75’i iyi ve %22 ‘si orta kalite sınıfına sahip olduğunu, mera alanları için bu değerlerin %0,4’ü çok iyi, %66’sı iyi, %26’sı orta ve %7’si ise çok kötü kalite sınıfında olduğunu bulmuşlardır. Çayır alanlarında bu durum ise %22’si çok iyi, %50’si iyi ve %28’i ise orta kalite sınıfına girdiği bulgusuna ulaşmışlardır.

Dindaroğlu (2015) yeni bir orman ekosisteminin oluşturulması yoluyla ekolojik hassas alanların ıslaha karşı direncini araştırmıştır. Bu veriler ile MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) projesinde bulunan toprak kalite indeksi (SQI), iklim kalite indeksi (CQI), vejetasyon kalite indeksi (VQI) ve yönetim kalite indekslerini (MQI) hesaplamıştır. Öncelikle bozuk alanlarda klasik toprak hazırlama ve dikim yöntemleri ile yeni bir orman ekosistemi kurmayı planlamıştır. Orman ekosistemi kurmak için kullanılan fide türlerinin hayatta kalma başarı oranlarını çevreye duyarlı alanlar ve yıllara göre incelemiştir. Çevreye duyarlı alanlar birçok bitki türünün başarı oranını etkilemiş ve özellikle çölleşme açısından hassas bölgelerde (C1 ve C2)

konvansiyonel yöntemlerle yapılan rehabilitasyona karşı direnç oluşmuş ve bu alanlarda fidelerin yaşama oranlarının düştüğünü gözlemlemiştir. Bu nedenle bitki türleri, alanların ekolojik duyarlılığına göre seçilirse, dikilen fidanların başarı şansının daha yüksek olabileceği sonucuna ulaşmıştır.

Babür ve ark. (2016) açıklık alan topraklarının bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri ile erozyon erodibilite indeksleri Sinop şehri Boyabat ilçesi sınırlarında kalan açık alanlarda araştırma yapmışlardır. Araştırmada 30 adet noktadan 0-20 cm ve 20-40 cm derinliklerden toplam 60 adet toprak örneği almışlardır. Yaptıkları analizler sonucunda toprak örneklerinin balçıklı kil tekstründe, kireç oranı oldukça fazla ve hafif alkali karakterde olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Örnek alanların üst ve alt toprak kademelerine ait toprakların kolloid nem ekivalanı 1,70-1,65, dispersiyon oranı %24,78-%23,16 ve erozyon oranı 14,93-14,51 olarak bulmuşlardır. Sayısal değerler doğrultusunda çalışma sahası topraklarının erozyon oranı ve dispersiyon oranı açısından hassas, kolloid nem ekivalanı bakımından ise erozyona karşı dayanıklı olduğunu tespit etmişlerdir.

Dindaroğlu ve Çelik (2018) Kahramanmaraş ili Ahır Dağı'ndaki yeşil kuşak orman ekosisteminde orman parçalılığının toprak bozulumu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu araştırma kapsamında 60 adet bozulmuş toprak örneklerinde bazı kimyasal ve fiziksel analizler yapmışlardır. Yapılan tüm analizlerin sonucunda, araştırma alanının parça büyüklüğünün 0,54-6,99 ha arasında ve parçalar arası mesafenin 479-980 m arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Böylelikle hem parçalanmış orman büyüklüğünün hem de parçalanmış ormanlara olan uzaklığın da yetiştirme ortamı özelliklerini büyük ölçüde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır.

Korkanç ve ark. (2018) arazi kullanımı değişimlerinin toprakların organik karbon depolama ve bazı özellikleri üzerindeki etkilerini Niğde ilinde araştırmışlardır. Araştırmalar ve analiz değerlendirmeleri sonucunda arazi kullanımı değişiminden, hacim ağırlığı, gözenek hacmi, pH, organik karbon, agregat stabilitesi, kil, kum, silt, dispersiyon oranı özelliklerini etkilediğini fark etmişlerdir. Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin dispersiyon oranının %15'den fazla çıkmasının erozyona karşı olan duyarlılığın fazla olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmadaki en önemli sonucun bozuk bir mera alanının kavak ile ıslah edilmesinin toprağı rüzgâr erozyonuna karşı koruduğunu, gözenek hacmi, hacim ağırlığı, organik karbon, agregat stabilitesi, gibi toprak özelliklerinin pozitif olarak etkilendiği sonucuna ulaşmışlardır.

Celilov ve Dengiz (2019) Ilgaz Milli Parkı'nda 0-20 cm derinlikten 151 adet toprak örneklerinde bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri tespit etmişlerdir. Elde ettikleri toprak

analiz verilerini CBS ortamında işleyerek IDW yöntemine göre haritalama yapmışlardır. Çalışma sonucuna göre kil, silt, kireç ve organik madde değerleri arasında $p < 0,01$ önem seviyesinde negatif bir ilişki gözlemlemişlerken, kum ve hacim ağırlığı arasında $p < 0,01$ önem seviyesinde pozitif bir ilişki bulmuşlardır. Çalışma alanının erozyona karşı hassasiyetinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Gül ve ark. (2019) yarı kurak ağaçlandırma sahalarında çölleşme eğilimini değerlendirmişlerdir. Çalışma alanı Çankırı ili içerisindeki Prof. Dr. Abdülreşit Brohi Araştırma ve Uygulama ormanından 30 adet noktada 0-30 cm derinlikteki topraklarda değerlendirme yapmışlardır. Alınan toprak örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılarak çölleşme risk değerinin hesaplanmasında ise DIS4ME yöntemini kullanmışlardır. Sonuç olarak 1998-2008 yıllarında ağaçlandırma çalışmasının yapıldığı alanların 2009-2015 yılları arasında yapılan ağaçlandırma çalışmasına göre çölleşme riskinin daha düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Everest ve ark. (2019) MEDALUS yöntemi ile toprak kalite indekslerini Bursa ilinin Karacabey ilçesinde bulunan Karacabey tarım işletmesinden alınan toprak örnekleri doğrultusunda araştırmışlardır. Çalışmada MEDALUS yönteminde belirtilen; ana materyal, tekstür, derinlik, eğim ve drenaj ile ilgili arazi karakteristiklerini kullanarak sınıflandırmış ve yöntemde bulunan sınır değerleri ile kıyaslayarak değerlendirmişlerdir. MEDALUS yöntemine göre yaptıkları değerlendirmeler sonucunda çalışma alanı topraklarının %23,78 'i tekstür açısından iyi, %31,93'ü orta, %39,04'ü zayıf ve %5,25'i oldukça zayıf olarak sınıflandırmışlardır. Yaptıkları sınıflandırmada orta bünyeli topraklar en iyi sınıf içinde yer alırken, kaba bünyeli topraklar ise en zayıf sınıf olduğu ayrıca drenaj durumu sınıflandırmasında çalışma alanı topraklarının 3 grup altında %8,28'i iyi drenajlı, %49,17'si orta drenajlı ve %42,55'i zayıf drenajlı olarak sonuçlandırmışlardır.

Gül ve Erşahin (2019) yarı kurak alanların farklı arazi kullanımları altındaki çölleşme hassasiyetinin çevresel duyarlılık indeksi ile değerlendirilmesi adlı çalışmalarında ortalama ESI değeri ekili alanlarda (1,47; aralık = 1,25–1,61), çam (1,32; 1,03–1,45) ve meşe (1,28; 1,18–1,57) ormanlarına ($P < 0,01$) göre önemli ölçüde yüksek bulmuşlardır. Ekili alanların çoğunun çölleşmeye karşı kritik düzeyde hassas olduğunu, ormanlık alanların çoğunluğunun ise orta derecede hassas olduğu tespit edilmiştir. Toprakların özellikle organik madde içeriğinin ESI ($n = 632$, $r = -0,51$, $P < 0,01$) ile anlamlı derecede orta düzeyde ilişkili olduğu belirtilmiştir.

2.2. Dünyada Yapılan Çalışmalar

Sepehr ve ark. (2007) çalışmalarında, Fidoye-Garmosht Ovası'nın (Güney İran) örnek çalışma alanındaki çölleşme sürecinin niceliksel olarak değerlendirilmesidir. MEDALUS yaklaşımı ve çalışma alanının özellikleri dikkate alınarak CBS kullanılarak bölgesel bir model geliştirilmiştir. Değerlendirme için toprak, iklim, erozyon, bitki örtüsü, yeraltı suyu ve yönetim dahil çölleşmenin altı ana faktörü veya göstergesi dikkate alındı. MEDALUS yaklaşımına dayanarak, her bir alt gösterge kalitesine göre ölçülmüş ve 1,0 ile 2,0 arasında değer verilmiştir. Bireysel alt gösterge haritalarını entegre etmek için geometrik ortalama kullanılarak kalite haritalarının katmanlarını analiz etmek ve hazırlamak için ArcGIS 9 kullanıldı. Buna karşılık, altı kalite haritasının tamamının geometrik ortalaması, tek bir çölleşme durum haritası oluşturmak için kullanıldı. Sonuçlar, bölgenin %12'sinin çok şiddetli, %81'inin şiddetli ve %7'sinin çölleşmeden orta derecede etkilendiğini gösterdi. Ayrıca bitki örtüsü ve yeraltı suyu göstergeleri de çalışma alanındaki çölleşme sürecini etkileyen en önemli faktörler olmuştur.

Benabderrahmane ve Chenchouni (2010) yaptıkları çalışmada, Akdeniz Çölleşme ve Arazi Kullanımı “MEDALUS” Modeli Kullanılarak Doğu Cezayir'de çevresel hassasiyet alanlarının çölleşme durumları araştırılmıştır. Doğu Cezayir'in (Aures bölgesi) çölleşmesine yönelik hassasiyet haritası, çölleşmenin evrimsel süreci üzerinde ana etkiye sahip olan dört tematik katmanın (bitki örtüsü, iklim, toprak ve sosyoekonomik durum) kesişmesiyle detaylandırılmıştır. Kartografik verilerden elde edilen bitki örtüsü, iklim değişimi, toprak ve sosyoekonomik durumlara ilişkin kartografik bilgiler, sayısal verilere dönüştürüldü ve ardından coğrafi bilgi sistemine özel bir algoritma tarafından ele geçirildi, yapılandırıldı ve yönetildi. Ayrıca çölleşmeye yönelik Çevresel Hassas Alanlar (ESAI) endeksinin hesaplanmasında ALSAT-1 uydu görüntüleri ile jeolojik ve toprak haritaları ana kaynak olarak kullanıldı. Ayrıca, bu çalışmanın temel amacı, Avrupa Komisyonu tarafından finanse edilen MEDALUS projesinde geliştirilen ve bu tür alanları bir endekse (ESA) dayalı olarak tanımlayan bir modelleme yaklaşımını kullanarak Aures bölgesindeki (Doğu Cezayir) arazi bozulmasına karşı farklı hassasiyete sahip yerleri belirlemektir.

Mashayekhan ve Honardoust (2011) CBS kullanarak çölleşme tehlikesini çok kriterli değerlendirme modeli ile bölgesel olarak haritalanması ve yorumlanmasını Trouti havzasında çalışmışlardır. Arazi çalışmasına göre 7 farklı çölleşme faktörü belirlemişlerdir. Çölleşme faktörlerine göre verilerin sayısallaştırılmasını CBS ile gerçekleştirmişlerdir. Çalışma alanının İran ve Golestan eyaleti haritası üzerinde artan doğrusal üyelik fonksiyonları IDRISI yazılımı ile standartlaştırmışlardır. 7 ana faktör için 7 bulanık katman hazırlamışlardır. Her pikselin üyelik değerindeki artışın çölleşme yoğunluğunu arttırdığı

bilgisine göre yorumlamışlardır. Toprak türünün, erozyon ve çölleşme açısından orta seviyede yer alan siltli tınlı yapıda olduğunu, havzanın %46'sından fazlasının güneye bakan yamaçlarda yer almış olup genellikle daha az nemli olduğu ve yıllık ortalama yağış miktarının 238,5 mm olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada tutarsızlık oranı 0,1 'den küçük olduğunu dolayısıyla bilgi katmanlarının ikili karşılaştırılmasının iyi bir stabiliteye sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Bölgedeki çölleşmenin şiddeti, arazi kullanım endeksleri ve jeolojik oluşum hassasiyeti ile ilişkili olduğunu böylece lös oluşumu olan bölgelerde orta ila çok yüksek düzeyde çölleşme tehlikesinin görüleceği sonucuna ulaşmışlardır.

Gonzalo ve ark. (2013) Arjantin'in Pampa bölgesinde arazi kullanımının toprak karbonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Pampa bölgesinin yüzey ve derin toprak katmanlarında depolanan toprak organik ve inorganik karbonunun çevre koşullarından ve arazi kullanımından etkilenen varyasyon modelini oluşturmayı hedeflemişlerdir. Her çiftlik için ortak arazi kullanımlarını temsil eden eşleştirilmiş işlemleri; ağaçlar, ekilmemiş kontroller, ekilmiş otlaklar, ekilmiş tarlalar ve periyodik olarak su basmış alanları örneklemişlerdir. Bu alanlardan her sahada 100 m²/lik alanlar sınırlandırılmış, coğrafi referans verilmiş ve 0-25, 25-50, 50-75 ve 75-100 cm 'lik toprak katmanlarından toplam 1493 adet toprak örneği almışlardır. Bu örnekler üzerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapmışlardır. Örneklenen alanların ortalama yağış ve sıcaklığı Ters Mesafe Yöntemiyle (IDW) ile belirlemişlerdir. Toprakları, istatistiksel karşılaştırmalar için dört kategoride incelemişlerdir. Arazi kullanımının toprak organik karbonu stokunu etkilediğini fakat tabakalaşma modelini derinlemesine etkilemediği sonucuna ulaşmışlardır. Toplam toprak inorganik karbon stokunun arazi kullanımında hem miktarı hem de dağılımı üzerinde hiçbir etkisi olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Kadovic ve ark. (2016) Medalus modeli kullanarak Sırbistan merkezli deliblato kumlarının arazi hassasiyeti üzerine çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada örnek noktalarının koordinatlarını 1-3 metre hassasiyete sahip GPS kullanarak almışlardır. Toplam 31 pedolojik profilden numuneler alarak bunlar üzerinde toprak dokusu, humus içeriği, kireç içeriği, tekstür tayini yapmışlardır. Buldukları veriler doğrultusunda kalite indekslerinin deliblato kumları bazında değerlerine ulaşmışlardır. Bu noktalardan alınan veriler Medalus modeli ile işleyerek dört farklı endeks kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu parametrelere atanan puanları 1'den (en iyi değer) 2'ye (en kötü değer) kadar değiştiği sonucuna göre kalite indekslerini değerlendirmişlerdir. VQI, SQI, CQI, MQI olmak üzere 4 farklı kalite katmanlarını birleştirerek çölleşmeye yönelik ESA değerini tanımlamışlardır. Bu verileri CBS ortamına aktararak çölleşme haritalarını IDW ile elde etmişlerdir.

Prăvălie ve ark. (2020) araştırmalarında arazi bozulmasının itici güçleri olarak kabul edilen ana göstergeler ve alt göstergeler (çevresel parametreler) olarak kullanılan çeşitli mekansal verilere dayanarak, köklü MEDALUS metodolojisini ilk kez Romanya'nın ülke çapında bir analizinde uygulamayı amaçlamışlardır. Çalışma, dördü orijinal MEDALUS yönteminde yer alan yedi ana çevresel kalite göstergesini (İklim Kalitesi İndeksi - CQI, Toprak Kalitesi İndeksi - SQI, Bitki Örtüsü Kalitesi İndeksi) dikkate alarak, bozulmaya karşı farklı hassasiyet derecelerine sahip arazileri haritalandırmayı ve istatistiksel olarak değerlendirmişlerdir. Arazi Tahribatı Hassasiyet Endeksi (LDSI) kullanılarak analiz edilen nihai sonuçlar, tüm biyofiziksel/doğal (CQI, SQI, GQI, VQI ve WQI) ve antropojenik (MQI ve AQI) gösterge verilerine dayalı olarak değerlendirilen en karmaşık LDSI modeli dikkate alındığında, ülkenin toplam alanının %29'unun (~68.600 km²) bozulmaya karşı kritik derecede hassas olduğunu gösterdi.

Elnashar ve ark. (2022) MEDALUS-GEE çerçevesi kapsamında Mavi Nil Havzası'nda çölleşmeye karşı çevresel açıdan hassas alanları değerlendirmişlerdir. ESA endeksi toprak, iklim, bitki örtüsü ve yönetimi temsil eden 19 temel göstergenin duyarlılık puanlarının geometrik ortalaması yoluyla detaylandırılmasıyla elde edilmiştir. Sonuçlar, tüm havza, Üst havza ve Aşağı havzanın %43,4, %28,8 ve %70,4'ünün çölleşmeye karşı oldukça hassas olduğunu gösterdi; bu da uygun arazi ve su yönetimi önlemlerinin acilen uygulanması gerektiğini göstermiştir. Araştırma aynı zamanda havzada orta ila yoğun ekim, yüksek eğim gradyanı, yukarı havzada su erozyonu ve aşağı havzada düşük toprak organik maddesi ve bitki örtüsünün ana arazi bozulumu etkenleri olduğunu göstermiştir. Çalışma, araziyle ilgili sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olmak amacıyla çölleşme süreçlerini anlamaya yönelik entegre bir izleme ve değerlendirme çerçevesi sunmuştur.

Abuzaid ve Abdelatif (2022) çalışmalarında çölleşme hassasiyetlerini tanımlamak için erozyon kalite indeksini (EQI) değiştirilmiş MEDALUS yöntemi ve faktör analizi ile entegre etmeye çalışmışlardır. Model Mısır'ın kuzey Nil Deltası'ndaki 860713 ha lık alanda uygulanmıştır. İklim verileri, uydu görüntüleri, saha gözlemleri ve 105 toprak profilinden toplanan örnekler; toprak, iklim, bitki örtüsü, yönetim ve erozyondan oluşan beş tematik kalite endeksini karakterize etmek için analiz edildi. Önerilen model, toplam alanın %72'sinin çölleşmeye karşı kritik duyarlı, %70'inin yüksek derecede kritik ve %2'sinin orta derecede kritik olarak sınıflandırıldığını göstermiştir.

3. MATERYAL METOD

3.1. Materyal

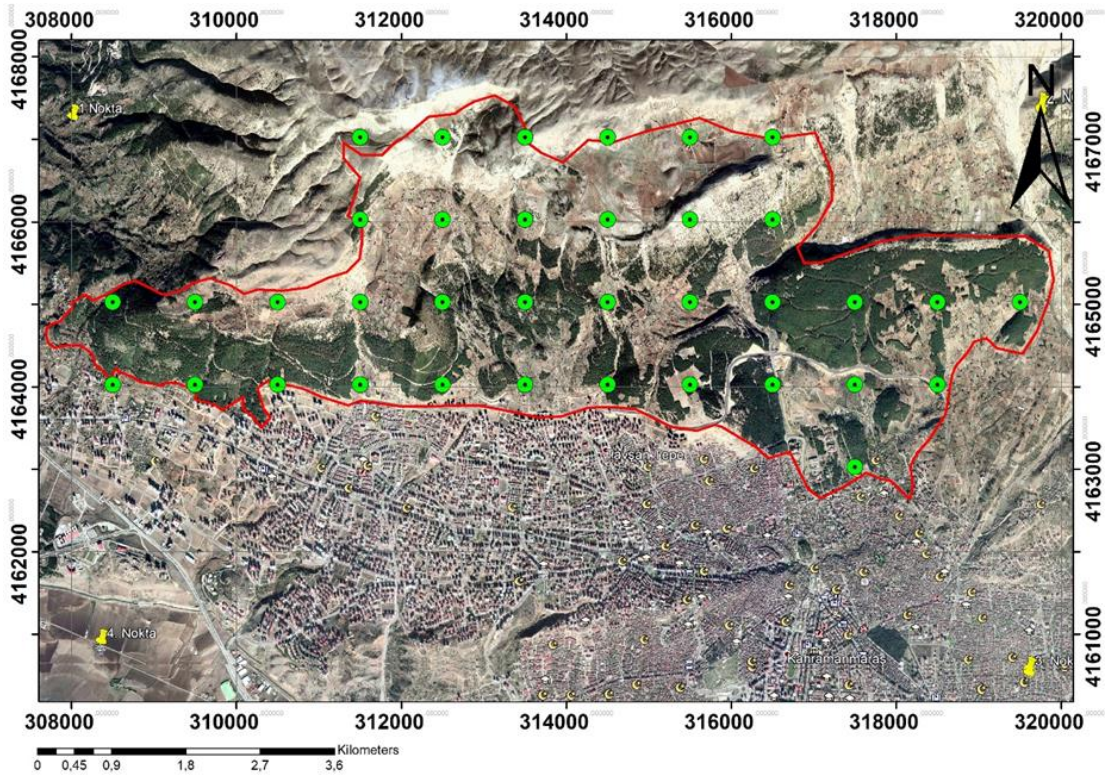
Yeşil kuşak ağaçlandırma alanları Ahır Dağı Kahramanmaraş'ın Onikişubat ve Dulkadiroğlu ilçesinde bulunup kış aylarında İç Anadolu bölgesinden gelen soğuk havalarının şehrin güneyine geçmesini, yaz aylarında ise tam tersi şekilde güneyden gelen aşırı sıcakların kuzeye geçmesini engelleyen doğal bir set görevini görmektedir. Ahır Dağının uzunluğu ortalama 35-40 km, genişliği 9-10 km ve en yüksek noktası 2300m rakıma sahip Milcan tepesidir. Kahramanmaraş kent merkezinin güneyinde yer alan Ahır Dağı'nın kuzeyinde Menzelet Barajı, doğusunda Ayvalı Barajı, Bulanık köyü, batısında ise Ceyhan nehri ve Kılavuzlu barajı bulunmaktadır.

Dağın yamaçları kumtaşı, kalker, silttaşı gibi kolayca aşınabilen kayalardan oluşması ve bitki örtüsünün de tahrip edilmesi neticesinde yer yer çukur halinde parçalanmış ve toprak erozyonu için savunmasız hale gelen bir altyapı meydana getirmiştir. Toprak erozyonunu engellemek amacıyla 1960'lı yıllar da dağın güney batısından doğusuna uzanan 342 ha'lık sahada karaçam, fıstıkçamı, kızılçam, sedir, ardıç, göknar, badem, iğde, atkestenesi, ceviz, kuşburnu, meyve fidanları dikilmiş ve bu ağaçlar günümüzde belirli kapalılık derecesine ulaşmış olup verimli ormanlar oluşturmuştur.

Ahır Dağı yüksek dağlık ve dik bir topografyaya sahiptir. Havza'nın jeolojik temel ana yapısı 3 çeşittir. Bunlar sırasıyla Antropozoik devire ait kuartar formasyonlu, Neozoik devire ait tersiyer formasyonlu ve Mezozoik devire ait kretase formasyonlu sahaları kapsar. Dağın çoğunluğunda ana kaya; kalker, serpantin ve yer yer bazalttan oluşmaktadır. Toprak türü kumlu balçık olup toprak tipi kısmen esmer orman toprağıdır. Bazaltın hâkim olduğu yerler de ise kireçsiz kahverengi orman toprağı bulunmaktadır. Ahır dağının yeşil kuşak kısmında 1987 yılında başlanan ağaçlandırma çalışması kapsamında endüstriyel orman kurmak amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra orman toprağını erozyona maruz bırakmadan, yabanlaştırmadan değerlendirmek ve işletmeye açmayı hedeflemiştir. Bu hedef ve amaç doğrultusunda aynı yaşlı tek tabakalı kızılçam, karaçam ve sedir koru işletme şekli uygulanmıştır. Yetiştirme ortamı ise genellikle düşük bonitetli sahalardır. İdare süresi kızılçamda 60 yıl, karaçamda 80 yıl, sedirde 100 yıl olarak alınmıştır. Çalışma sahası Akdeniz iklimi ve Karasal iklim geçiş alanı üzerinde olup 800-2000 m rakım arasında üç şeride ayrılarak ağaçlandırma yapılmıştır.

3.1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma Alanı Kahramanmaraş İlının, Onikişubat İlçesinin, Ahır Dağı yeşil kuşak alanının güneye bakan yamaçlarında yürütülmüştür. Kahramanmaraş il sınırları içerisinde bulunan 37.65° K paralelleri ile 37.03° D meridyenleri arasında yer alan Ahır Dağı'nın güneye bakan yamaçlarının yeşil kuşak alanı içerisinde yürütülmüştür. Ahır dağının uzunluğu ortalama 35-40 km, genişliği 9-10 km ve en yüksek noktası 2300 m rakıma sahip Milcan tepesidir. Kahramanmaraş kent merkezinin güneyinde yer alan Ahır Dağı'nın kuzeyinde Menzelet Barajı, doğusunda Ayvalı Barajı, Bulanık köyü, batısında ise Ceyhan nehri ve Kılavuzlu barajı bulunmaktadır. Araştırma alanının Google Earth görüntüsü Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 1 Araştırma alanının Google Earth görüntüsü (Copyright© Google Earth, 2021)

Kahramanmaraş Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde yer alan bir şehridir. Topraklarının %16,3'ü ovalarla, %24'ü plato ve yaylalarla %59,7'si ise dağlardan oluşmaktadır. Deniz seviyesinden 568 m yükseklikte olan şehrin, kuzey kesimlerine doğru gidildikçe yükseklik artmakta olup dağlık alanlar çoğalmaktadır. Yeryüzü şekillerine bakıldığında genel olarak Güneydoğu Torosların bir bölümü olan dağlardan ve bunlar içerisinde kalan çöküntü ovalarından oluşmuştur. Kahramanmaraş dağlarının yüksek kesimleri bitki örtüsünden yoksun kayalıklardan oluşmaktadır. Alçak kesimleri ise orman dokusundan meydana gelmektedir.

3.1.2. İklim

Kahramanmaraş ili üç farklı coğrafi bölgenin (Akdeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi) kesiştiği alanda yer alır bu duruma bağlı olarak ilde görülen iklim çeşitliliği oldukça fazladır. Coğrafi konumu sebebiyle üç ayrı iklim çeşidi arasında, Akdeniz İklimine daha benzer bir iklim özelliği gösterir. Kahramanmaraş merkez ilçelerinde görülen iklim tipinin aksine kuzey kesimlere doğru gidildikçe yükselti ve diğer faktörlere bağlı olarak karasal iklim özelliklerinde bariz bir şekilde artış görülmektedir. Şehirde yaz ayları sıcak, kış ayları ise soğuktur. Bununla beraber il topraklarının 3 farklı coğrafi bölgede yer alması, ildeki iklim koşullarının farklılaşmasına sebep olmuştur. Yıllık ortalama sıcaklık değeri 16,7 C° olan şehirde güneyden kuzeye gidildikçe yükselti faktörü de göz önüne alınarak ortalama sıcaklık değerlerinde önemli ölçüde düşüşler meydana geldiği görülmüştür.

Çizelge 3.1. Kahramanmaraş Meteoroloji İstasyonuna ait bazı ölçümler

Kahramanmaraş	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1930-2022)													
Ortalama Sıcaklık °C	4.8	6.2	10.4	15.2	20.1	24.9	28.3	28.4	25	18.9	11.8	6.7	16.7
Ortalama En Yüksek Sıcaklık °C	9.3	11.1	15.9	21.3	26.8	32	35.7	36.1	32.6	26.1	17.9	11.2	23
Ortalama En Düşük Sıcaklık °C	1.4	2.5	5.7	9.9	14.1	18.7	22.2	22.3	18.5	13	7.1	3.3	11.6
Ortalama Güneşlenme Süresi(saat)	3.3	4	5.5	6.6	8.1	10	10.5	9.8	8.7	6.6	4.5	3.2	6.7
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	10.44	10.6	10.4	9.36	6.96	2.14	0.41	0.37	1.81	5.59	7.17	10.17	75.4
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması	124	112.2	95.1	73	38.8	8.6	2.7	2.2	11	45.4	78	130.6	721.6
Ölçüm Periyodu (1930-2022)													
En Yüksek Sıcaklık °C	18.7	25.3	29.8	36	39.3	42	45.2	44.4	42.5	38.6	29.6	24	45.2
En Düşük Sıcaklık °C	-0.9	-9.6	-7.6	-1.8	4.7	6.6	12.4	12.5	4	0	-4.4	-7.6	-9.6

3.1.1. Bitki Örtüsü

Kahramanmaraş ili bulunduğu konum itibariyle Akdeniz ve İran-Turan İklimleri etkisi altında kalmakta olup bitki çeşitliliği bakımından Türkiye'nin en fazla türüne sahip şehirlerinden biridir ve buna ek olarak bazı yerlerinde Avrupa-Sibirya bölgesine ait relikt (kalıntı) şeklinde bitki türlerine de rastlanmaktadır. Yükseltiye bağlı olarak bitki türlerinde farklılık oluşturmaktadır. Çalı formu, Orman formu ve Alpin formu olmak üzere 3 farklı bitki formasyonuna rastlanılmaktadır.

Çalı formları genellikle 500 ile 1200m arasında dağılış göstermekte olup bu bitki topluluklarına maki denir. Maki türleri arasında Mazı meşesi (*Q. infectoria*), Kermes meşesi, (*Quercus coccifera*), Sandal (*Arbutus andrachne*), Laden (*Ciftus salvifolius*), Diş

budak (*Fraxinus ornus*), Zeytin (*Olea europa*), Akça Kesme (*Phillyrea latifolia*), Sumak (*Rhus coriaria*), Erguvan (*Cercis siliquatum*), Karaçalı (*Paliurus spinachristi*) gibi birçok bitki çeşidine rastlanmaktadır. Kızılçam ağaçlarının tahrip edilmesi neticesinde kendine yer bulan Kermes meşeleri maki bitki çeşitliliğinin önemli bir parçasıdır.

Yer yer farklılık gösterse de genellikle 900-2000m yükselti kademeleri arasında bulunan bölümlerde kuru ve yarı nemli olarak nitelendirebileceğimiz orman formları mevcuttur. Bu yükselti kademelerinde genellikle Kızılçam ağaçları görülmekte olup beraberinde az da olsa geniş yapraklı ağaç türleri de görülmektedir.

1400-2000m yükseltiler arasında Kızılçam ağaçlarının yanı sıra Gökmar (Abies cilicica), Karaçam (*Pinus nigra*), Sedir (*Cedrus libani*), Meşe ve Ardıç türleri bir arada çeşitlilik oluşturmaktadır.

2000 metre ve üzeri yükselti de Geven (*Astragalus*), Menekşe (*Viola.sp*), Burçak (*Coronilla.sp*), Gelincik (*Papaver.sp*), Çoban Yastığı (*Acanthalimon.sp*), Yumak (*Festuca.sp*) gibi ot çeşitliliklerinin olduğu Alpin zonu bulunmaktadır.

3.1.2. Jeolojik Yapı

Dünya üzerinde bulunan kara parçalarının %10'luk kısmını karstik araziler oluşturmaktadır. Kuzey yarım kürede karstik araziler Güney yarım küreye oranla daha fazla alanı kapsamaktadır. Türkiye'nin yaklaşık %25'ini kalker içeriği yüksek karstik araziler kaplamaktadır. Kahramanmaraş ilinde, derin yer altı su kaynaklarının bolca bulunması karstik alanların yayılışı ile paralellik göstermesinden dolayı olduğu düşünülmektedir.

Çakıl ve kumların yüksek basınç altında kalarak iç içe geçmesi ve yıllar geçtikçe sert bir tabaka haline gelmiş konglomera kütlelerini de arazisinde barındıran Kahramanmaraş ili Anadolu ve Arap levhalarının birleştiği yerde bulunmaktadır. Geçmişten bu yana meydana gelen jeolojik olayların en çok görüldüğü alan içerisinde kalması toprak çeşitliliğini de meydana getirmiştir.

Ahır Dağı'nda genel olarak boz renkli, beyazımsı, pelajik foraminiferli, yumrulu ve çöl bantlı ince-orta düzeyde killi kireçtaşıyla beraber bol fosilli açık kahve renkli orta-kalın düzeyde kireç taşından meydana gelmektedir (ÖZBEK, A., 2016).

3.2. Metot

3.2.1. Arazi Çalışması ve Toprakların Örneklerinin Alınması

Bu çalışmada sistematik örnekleme metodu kullanılmış olup Google Earth görüntüsü üzerinde 1000'er metre ara ile sistematik olarak atılan grid noktalarından toplamda 36 adet örnek noktası belirlenmiştir. Belirlenen noktalarda 0-20 cm derinlikten 36 adet bozulmuş ve 36 adet bozulmamış olmak üzere 72 adet toprak örneği alınmıştır (Şekil 3.1). Alınan örnekler tarım alanı, orman ve açıklık alan olarak 3 farklı arazi kullanım sınıfına ait oldukları belirlenmiştir. Koordinatları haritalar üzerinde belirlenen her bir örnek noktasına Örnekleme Modeli ile Google Earth programı üzerinde işaretlenmiş olan noktalar temel alınarak GPS yardımıyla gidilmiştir. Ahır dağıının güneye bakan yamaçlarında Yeşil Kuşak Ağaçlandırma sahaları kısmında yapılmış olan çalışmada bozulmamış toprak örnekleri için 10 cm çapında 15 cm uzunluğunda metal silindir kullanılmıştır. Her örnekleme noktasında bu silindir kullanılmış olup toprak yüzeyine dik bir şekilde oturtularak toprağa doğru çakılmış ve kürek yardımıyla çıkarılmıştır. Silindirin içerisinde bulunan toprak örnek torbasına konulup üzerine alındığı noktanın numarası yazılmıştır. Bozulmuş toprak örneği her nokta için örnek torbasına kürek yardımıyla açılmış profilden alınmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2 Bozulmamış toprak örnekleri alırken kullanılan çelik silindir

3.2.2. Laboratuvar Çalışmaları

3.2.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Ahır Dağı örnekleme noktalarından toplanan bozulmuş ve bozulmamış 72 adet toprak örnekleri laboratuvara getirilmiştir (Şekil 3.3a). Bozulmuş 36 adet toprak örneği poşetlerinden çıkarılarak numara sırasına göre gazete kâğıtlarına serilerek kurutulmaya bırakılmıştır (Şekil 3.3b). Hava kurusu aşamasına gelen topraklarda bulunan iri taşlar ayıklanmış, havan yardımıyla öğütülmüş ve 2 mm'lik elekten geçirilmiştir.



Şekil 3. 3 Araziden laboratuvara getirilen toprak örnekleri (a) ve örneklerin kurutulması (b)

3.2.2.2. Higroskopik Nem Tayini

10'ar gram şeklinde hazırlanan toprak örnekleri 105°C etüv'de 24 saat boyunca bekletildikten sonra fırın kurusu şeklinde tartılmıştır. Bu işlem esnasında meydana gelen miktar kaybını hassas terazide ölçerek Higroskopik nem tayini yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3. 4 Topraklarda higroskopik nem tayini için toprak tartımı

3.2.2.3. Mekanik Analiz ve Toprak Türü

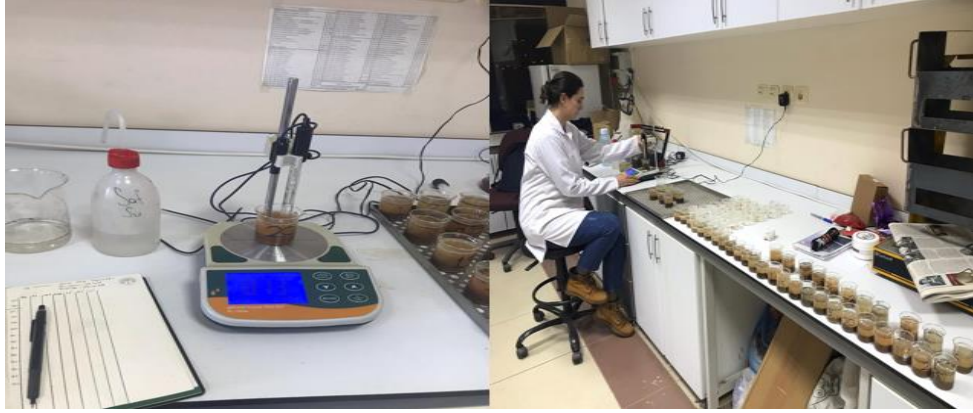
Bozulmuş toprakların kum, silt ve kil oranları Bouyoucos hidrometre yöntemine göre analiz edilmiştir (Bouyoucos, 1951). Uluslararası toprak tekstür üçgeni üzerinde kum, silt ve kil oranları işaretlenerek her bir noktanın toprak türü bulunmuştur (Çepel, 1995) (Şekil 3.5).



Şekil 3. 5 Bouyoucos hidrometre yöntemi ile toprakların tekstür tayini

3.2.2.4. pH Tayini

20'şer gram olacak şekilde hazırlanan toprak örneklerine 1/2.5 oranında saf su ilave edilerek cam baget yardımıyla belirli bir süre karıştırıldıktan sonra 24 saat bekletilen toprak örnekleri cam elektrotlu pH metre yardımı ile analiz edilmiştir (Irmak, 1954) (Şekil 3.6).



Şekil 3. 6 Toprakların pH tayini (cam elektrot metodu)

3.2.2.5. Elektriksel İletkenlik (EC)

Hazırlanan toprak örneklerinin elektriksel iletkenlik (EC) değerlerini belirlemek için 1/5 oranında saf su kullanılarak cam baget yardımıyla belirli bir süre karıştırıldıktan sonra 24 saat bekletilen karışımlar EC ölçüm cihazıyla analiz edilmiştir (Ebru, G. ve ark. 2019) (Şekil 3.7).



Şekil 3. 7 Elektriksel iletkenlik ölçüm aleti

3.2.2.6. Agregat Stabilitesi

1<x<2 mm'lik elekten geçirilip hazırlanan bozulmuş toprak örneklerinden hassas terazi kullanılarak 4 gr tartılmıştır. Cihaz hazneleri örnek noktalarına göre numaralandırılıp darası alınmış olup deftere not edilmiştir. Cihazın haznelerine su konulmuştur. Elekli hazneye 4 er gr tartılan topraklar numara sırasına göre yerleştirilmiştir. Cihaz ayarlandıktan sonra kronometre yardımıyla 3 dakika tutularak cihaz çalıştırılmıştır. Dalma-çıkma olayı tamamlandıktan sonra su konulan hazneler 105 °C etüvde yakılarak fırın kurusu haline getirilip ölçülmüş ve deftere kaydedilmiştir.

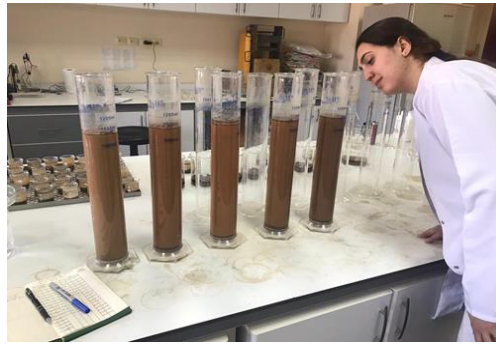
1<x<2 mm'lik elekten geçirilip hazırlanan bozulmuş toprak örneklerinden hassas terazi kullanılarak 4 gr tartılmıştır. Cihaz hazneleri örnek noktalarına göre numaralandırılıp darası alınmış olup deftere not edilmiştir. Cihazın haznelerine %10'luk kalgon çözeltisi konulmuştur. Elekli hazneye 4 er gr tartılan topraklar numara sırasına göre yerleştirilmiştir. Cihaz çalıştırılıp elek kalgonlu suya daldırılmış ve durdurulup belirli bir süre çubuk yardımıyla karıştırılmıştır. Tekrarında makine düzenli olarak kronometre tutulmuş ve 3 dakika çalıştırılmıştır. Dalma-çıkma olayı tamamlandıktan sonra kalgon çözeltisi konulan hazneler 105 °C etüvde yakılarak fırın kurusu haline getirilip ölçülmüş ve deftere kaydedilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3. 8 Topraklarda ıslak eleme yöntemi ile agregat stabilitesi tayini

3.2.2.7. Dispersiyon Oranı

50 gr tartılarak hazırlanan bozulmuş toprak örnekleri 400 ml beher içerisine bırakılmıştır. İlave olarak 200 ml saf su eklenmiş ve 2 saat süreyle bekletilmiştir. Karıştırılan toprak + saf su karışımı hidrometre içerisine bırakılıp 1000 ml çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Hidrometre içerisinde bulunan karışım metal çubuk yardımı ile 1 dakika karıştırılmış ve içerisine dansimetre atılmıştır. 4.48 sn’de dansimetre ve termometre okuması kaydedilerek toprakta bulunan silt + kil miktarını kimyasal ve mekanik dispersleşme olmadan elde edilmesini sağlamıştır (Şekil 3.9.). Bulunan oran toprakta mevcut toplam silt + kil oranına bölünmesi ile dispersiyon oranı ortaya çıkarılmıştır. Bu oranın bulunmasında Middleton’un dispersiyon oranı baz alınmıştır (Öztaş, 1980; Özyuvacı, 1971). Bu analiz sonucunda toprak örneklerinin erozyona duyarlılığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. 9 Dispersiyon oranı tayini için yapılan hidrometre okumaları

3.2.2.8. Hacim Ağırlığı

Çalışma alanından silindir yardımıyla alınan 36 adet bozulmamış toprak örneği etüv içerisinde 24 saat 105 °C sıcaklıkta yakılarak fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Bulunan fırın kurusu ağırlık değerleri 10 cm çapında 15 cm boyunda olan silindirin hacmi ile oranlanarak hacim ağırlığı değerleri gr/cm^3 cinsinden tespit edilmiştir (Özyuvacı, 1975).

3.2.2.9.Kireç Tayini

Scheibler kalsimetre yöntemine göre volumetrik olarak belirlenmiştir (Loeppert ve Suarez, 1996).

3.2.2.10. Organik Madde Tayini

Organik madde miktarı, Walkley-Black ıslak yakma metoduna göre saptanmıştır. 0,5 mm'lik elekten geçirilerek hazırlanmış olan topraklardan 0,5 gr tartılmış, ağız geniş erlenlere dökülmüş ve örnekler eker ocağı alınarak üzerine 10 ml potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) ilave edilmiştir. Toprak potasyum dikromat zltisinde tamamen çözündükten sonra üzerine 20 ml sülfürik asit (H_2SO_4) ilave edilmiş ve tepkime sonucu ısınan örneklerin soğuması beklenmiştir. Soğuma işlemi tamamlanan örneklere 10 ml ortofosforik asit (H_3PO_4) ve hemen akabinde de 200 ml saf su eklenmiştir (şekil 3.10). Saf su sonrası tekrar ısınan örnekler tekrar soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örneklere 8-10 damla difenilamin indikatörü damlatıldıktan sonra renk çivit mavisinden bromkresol yeşiline dönünceye dek 0,5 N demir sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) ile titre edilip harcanan miktar kaydedilmiştir. Elde edilen miktar ve gerçek normaliteleri belirlenen zltilerin normalite değerleri yardımıyla aşağıdaki Formül 2.1. kullanılmak suretiyle l örtü ve toprak örneklerinin organik C içerikleri belirlenmiştir (Walkley ve Black 1934; Gülçur 1974). Bulunan organik karbonun değerleri 100/58 ile çarpılarak organik madde miktarı bulunmuştur (Irmak, 1954; zyuvacı, 1971).



şekil 3. 10 Organik madde tayini için yapılan Walkley-Black ıslak yakma yöntemi aşamaları

$$\% \text{ Organik C} = ((N_1 \times A) - (N_2 \times B)) \times 0,003 \times 200 \times f \quad (\text{Formül 2.1})$$

Burada;

N_1 = Potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) çözeltisinin gerçek normalitesi

A = Analizde kullanılan potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) çözeltisinin miktarı (ml)

N_2 = Demir sülfat ($FeSO_4.7H_2O$) çözeltisinin gerçek normalitesi

B = Titrasyonda harcanan demir sülfat ($FeSO_4.7H_2O$) çözeltisinin miktarı (ml)

0,003 = 3 karbonun (C) ekivalen ağırlığı

200 = 100 g ölü örtü veya toprağa yükseltme çarpanı

$f_1 = 100/77 = 1,30$ (bu yöntem ile toprak örneğinde bulunan organik C'un % 77'sinin yükseltgenebildiği varsayılır)

3.2.2.11. Azot Tayini

Analiz modifiye Kjeldahl yöntemine göre yapılmıştır. Kjeldahl tüplerine sırasıyla hassas terazide tartılan 0,50 gr bozulmuş toprak örneği +1 adet kjeldahl tablet ve 15 gr sülfürik asit eklenmiştir. Karışımları hazır olan tüpler yakma ünitesinde $375^{\circ}C$ 'de 3 saat yakılarak toprakta bulunan Azot (N) serbest hale getirilmiştir. Yakma ünitesinden çıkarılarak soğutulan örnekler sırasıyla erlen içerisine alınmıştır. Beher içerisinde bulunup soğutulan karışım üzerine 20 ml saf su+25 cc borik asit ilave edilmiştir ve distilasyon ünitesinde %10'luk Sodyum hidroksit (NaOH) ile distile edilmiştir. Makinadan çıkarılmış her bir örnek titrette makinasında bulunmuş olan HCl asit ile erlen içerisinde bulunmuş olan yeşil renkli karışım pembe renge dönünceye kadar titre edilmiş ve değer not edilmiştir (Şekil 3.11). Tüm bozulmuş toprak örnekleri için işlem tekrar edilmiştir.

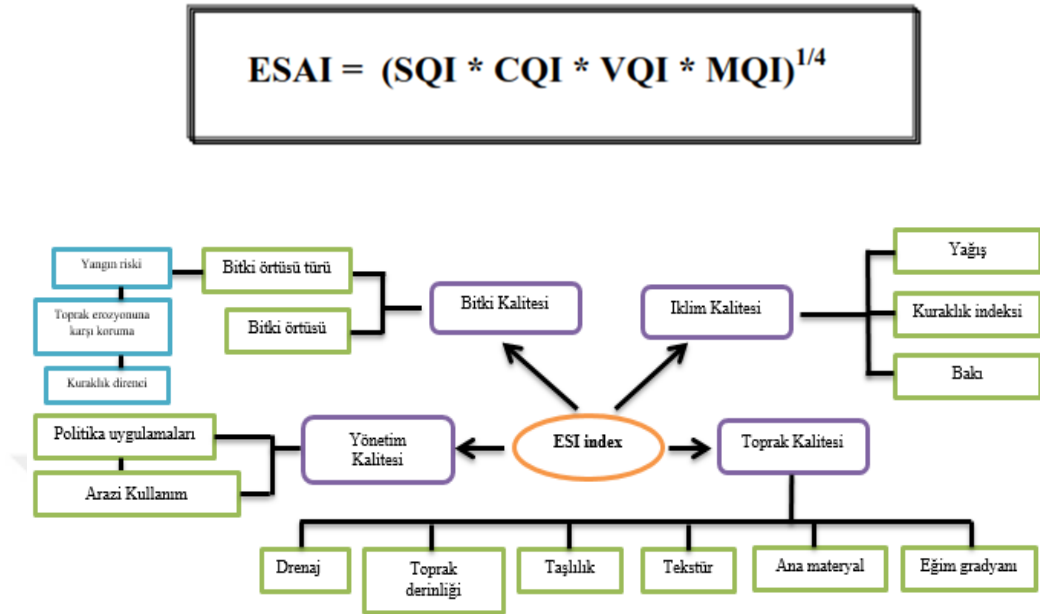


Şekil 3. 11 Modifiye Kjeldahl yöntemine göre azot tayini (a) Yakma ünitesi (b) destilasyon ünitesi (c) titrasyon

3.2.3. Çölleşme Hassasiyet İndekslerinin Belirlenmesi

Arazi ölçümleri tablosu verilerine dayanarak çölleşme programı (DIS4ME) yardımıyla çölleşme hassasiyet indeksleri bulunmuştur. Medalus yöntemi kullanılarak bitki örtüsü kalite indeksi (VQI), toprak kalite indeksi (SQI) , iklim kalite indeksi (CQI) ve yönetim kalite indeksi (MQI) olmak üzere 4 farklı kalite indeksleri birleştirilerek ESI

değeri elde edilmiştir. Bu değerler doğrultusunda Ahır dağı'nın çölleşme bakımından hassas bölgeleri çıkarılmıştır. Değerler arazi kullanımına ve yükseklik kademelerine göre incelenmiştir. Bu parametrelere atanan puanlar 1'den (en iyi değer) 2'ye (en kötü değer) arasında değişmektedir (Kosmas, C. ve Ark.1999.).



Şekil 3. 12 Çölleşme Hassasiyet İndeksleri şeması (DİS4ME)

Çizelge 3.2 ESAI türleri ve indeks aralıkları

Tür	Alt tür	ESAI Aralığı
Kritik (Critical)	C3	>1.53
<<	C2	1.42-1.53
<<	C1	1.38-1.41
Kırılgan (Fragile)	F3	1.33-1.37
<<	F2	1.27-1.32
<<	F1	1.23-1.26
Potansiyel (Potantial)	P	1.17-1.22
Etkisiz (Non affected)	N	<1.17

3.2.4. Harita Üretimi

Kahramanmaraş ili, Onikişubat ilçesi, Ahır Dağı'nda yer alan örnekleme noktalarından 0-20 cm'den alınan topraklar üzerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler sonucunda elde edilen veriler coğrafi bilgi sistemlerine işlendikten sonra IDW (Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon) yöntemi ile alansal raster haritasına dönüştürülerek çölleşme hassasiyet haritası oluşturulmuştur.

3.2.5. İstatistik Yöntemler

Arazi ve laboratuvarında yapılan çalışmalar neticesinde; arazi kullanım şekilleri (açıklık alan, tarım alanı ve orman) ve yükselti basamaklarına (500-900m, 900-1300m ve 1300m üzeri) ait değerler bilgisayar ortamında istatistik yöntemlerle ortaya konulmuştur. Elde edilen ortalama verilerinin kıyaslanmasında Duncan testi (Duncan Multiple Range Test) ($p < 0,05$ yanılma payı ile) kullanılmıştır.

Her faktör kademesi kendi arasında değerlendirilmek üzere elde edilen verilere korelasyon (Pearson Correlation) analizi, bağımsız gruplardan elde edilen ortalamaların arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için ise varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Verilerin bilgisayarda değerlendirilmesinde SPSS paket istatistik programından yararlanılmıştır (Versiyon 13.0).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprak Örnekleri Ve Çölleşme Hassasiyeti İndekslerine Ait Tanımlayıcı İstatistikler

Ahır dağı yeşil kuşak orman ekosisteminde 36 adet örnek noktasından bozulmuş ve bozulmamış olmak üzere toplamda 72 adet toprak örneği alınmıştır. Bu toprak örneklerine fiziksel ve kimyasal olmak üzere 15 ayrı analiz yapılmıştır yapılan analizler doğrultusunda 21 adet tanımlayıcı istatistik verileri elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Elde edilen verilere göre örnek noktalarından alınan topraklarda ortalama kum miktarı %60.70, ortalama kil miktarı %29.75 ve ortalama silt miktarı %9.54 olarak bulunmuştur. Toprakta bulunan kum ve kil miktarı azaldıkça erozyona karşı duyarlılık (erodibilite) artmaktadır (Irmak, 1968; Gülçur,1974; Sönmez, 1994).

Çalışma alanı topraklarında ortalama EC oranı 0.27 $\mu\text{mhos/cm}$ olarak bulunmuş olup tarla kapasitesi %31.24'tür. Tekstür ve organik madde miktarı tarla kapasitesini etkilemektedir. Tekstür oranında kil miktarı arttıkça toprakta tutulan su miktarı fazlalaşmaktadır (Özhan, 2004).

Çizelge 4.1 Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Belirlenen Parametreler	N	Minimum	Maximum	Ortalama	Standart Hata
VQI	36	1.19	1.80	1.44	0.02
SQI	36	1.35	1.72	1.49	0.02
CQI	36	1.34	1.34	1.34	0.00
MQI	36	1.00	1.41	1.10	0.02
ESI	36	1.25	1.43	1.33	0.01
Eğim	36	10.00	63.00	32.08	2.77
Kum %	36	52.82	77.49	60.70	0.53
Kil %	36	11.08	41.26	29.75	1.00
Silt %	36	0.65	15.67	9.54	0.61
C %	36	0.77	4.92	2.28	0.16
N %	36	0.02	0.41	0.20	0.02
C/N %	36	7.67	49.86	13.62	1.44
Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	36	1.07	1.89	1.60	0.03
C stoku	36	26.81	124.91	70.88	4.47
N stoku	36	0.55	12.23	6.41	0.52
Agregat Stabilitesi	36	0.53	0.90	0.69	0.02
pH	36	6.90	8.25	7.95	0.06
EC	36	0.13	0.50	0.27	0.01
Tarla Kapasitesi %	36	22.80	36.80	31.24	0.54
Solma Noktası %	36	9.20	25.90	19.93	0.57
Faydalanabilir Su Kapasitesi	36	8.80	18.70	11.30	0.31

4.2. Araştırma Alanı Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Çölleşme Hassasiyet Eğilimlerinin Arazi Kullanım Şekline Göre Değişimi

Araştırma alanına ait toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin arazi kullanım şekline (orman, tarım alanı, açıklık alan) bağlı farklılık olup olmadığı varyans analizi ile tespit edilmiştir.

Yeşil kuşak alanında arazi kullanım şekillerinin birbiri ile olan ilişkisi ve homojenlik durumunu belirlemek amacıyla Duncan yöntemine göre çoğul değişim analizi SPSS paket programı üzerinden hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2 Araştırma alanı toprak özelliklerinin arazi kullanım şekline göre değişimi (Duncan Testi)

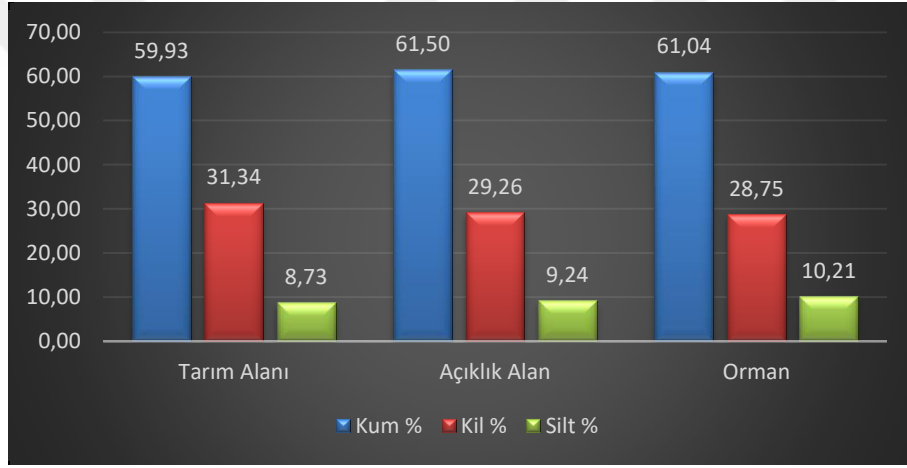
Toprak Özellikleri	Arazi Kullanım Şekli		
	Orman	Tarım alanı	Açıklık
Kum (%)	61.03a	59.92a	61.50a
Silt (%)	10.21a	8.73a	9.24a
Kil (%)	28.74a	31.33a	29.25a
Hacim Ağırlığı	1.55a	1.58ab	1.76b
Agregat Stabilitesi	0.72b	0.66ab	0.60a
pH	8.05a	7.83a	7.87a
EC	0.26a	0.29a	0.22a
TK (%)	31.36ab	32.02b	28.74a
SN	19.66a	20.75a	18.74a
FSK	11.69a	11.26a	10.0a
Karbon (C)	2.47b	2.36b	1.34a
Azot (N)	0.19ab	0.24b	0.12a
Karbon/Azot (C/N)	16.82a	0.92a	11.73a
Azot (N) Stok	6.05ab	7.66b	4.40a
Karbon (C) Stok	75.49b	73.56b	47.31a
VQI	1.46a	1.42a	1.39a
SQI	1.46a	1.51a	1.54a
CQI	1.34a	1.34a	1.34a
MQI	1.10ab	1.07a	1.18b
ESI	1.32a	1.32a	1.35a
Eğim	38.16b	21.15a	38.60b

(Aynı satırdaki aynı harflere sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmazken, farklı harflere sahip ortalamalar arasında istatistikî olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli fark vardır.)

4.2.1. Tekstür Analizleri (% Kum, Kil ve Silt)

Yapılan tekstür analizi sonucunda arazi kullanımına göre ortalama kum, silt ve kil miktarının dağılımı grafik üzerinde incelenmiştir. Çalışma alanı topraklarında arazi kullanım şekillerine göre; kum oranının en yüksek %61,50 ile açıklık alanda, en düşük

%59,93 ile tarım alanında olduğu görülmüştür. Kil oranı karşılaştırıldığında en yüksek %31,34 değeri ile tarım alanında en düşük %28,75 ile orman alanında olduğu ve silt oranının en yüksek %10,21 ile orman alanında en düşük %8,73 ile tarım alanında olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.2). Bulunan kum ve kil oranları orman ve açıklık alan topraklarında tarım topraklarına nazaran birbirine daha yakın değerde olduğu görülmüştür, fakat silt oranında tarım alanı ve açıklık alan topraklarında daha yakın değerde olduğu tespit edilmiştir. SPSS programında yapılan Duncan testi sonuçlarına göre 0-20 cm üst toprak özelliklerinden kum, silt ve kil ölçümlerinde arazi kullanım şekillerine göre önemli düzeyde bir farklılığa rastlanmamıştır (Çizelge 4.2). Korelasyon analizi sonucunda arazi kullanımı ile toprağın bünye bakımından kum, kil ve silt miktarları arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmamıştır.



Şekil 4. 1 Arazi Kullanım Şekline Tekstür Analizi Sonuçları

4.2.2. Hacim Ağırlığı (gr/cm³)

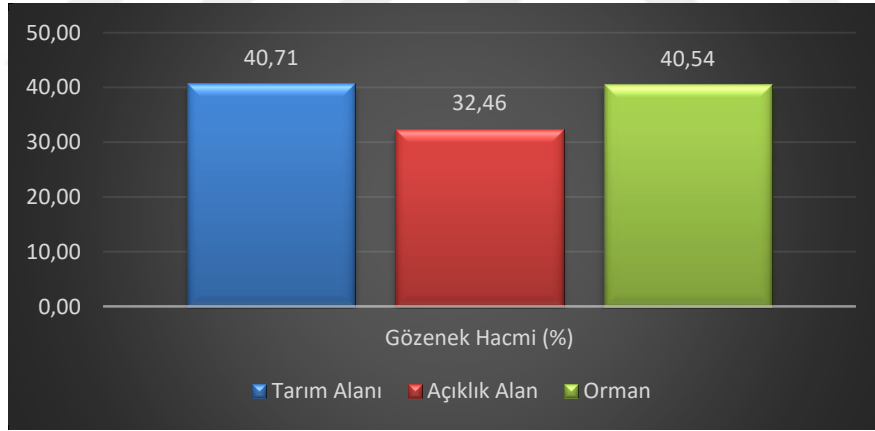
Arazi kullanım şekillerine göre çalışma alanının hacim ağırlıkları sırasıyla orman (1,56 gr/cm³), tarım alanı (1,59 gr/cm³) ve açıklık (1,76 gr/cm³) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2). Elde edilen bu değerler sonucunda istatistiki olarak orman ve açıklık farklı gruplarda yer alırken, tarım alanı her iki grupta da yer almıştır (Çizelge 4.2). Açıklık alanda hacim ağırlığının yüksek çıkması gözenek hacminin düşük olmasından kaynaklanmıştır (Şekil 4.3) (Babur, 2012.).



Şekil 4. 2 Arazi Kullanımına Göre Hacim Ağırlıkları (gr/cm³)

4.2.3. Gözenek Hacmi (%)

Gözenek hacmi değerleri yüzdelik dilim üzerinden hesaplandığında tarım alanı ve orman arazisinde birbirine yakın değerler çıkmıştır. Bu değerler tarım alanı (40,71), orman (40,54) ve açıklık (32,46) değerine sahiptir. Gözenek hacmi değerleri, toprakta bulunan organik madde miktarı ile doğru orantılıdır. Çıkan bu sonuçlara bakıldığında hacim ağırlığının, gözenek hacmi ile ters orantılı olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4.3).

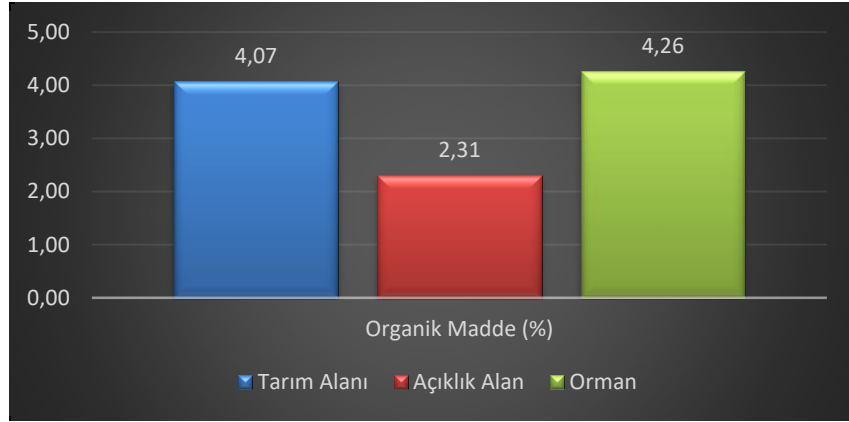


Şekil 4. 3 Arazi Kullanımına Göre Gözenek Hacmi (%)

4.2.4. Organik Madde (%)

Toprak organik madde miktarları incelendiğinde en yüksek değer orman alanı altında bulunan topraklarda, en düşük değerin ise açıklık alan da olduğu tespit edilmiştir. Grafik üzerinden görüldüğü üzere orman (%4,26), tarım alanı (%4,07) ve açıklık (%2,31) değerlerindedir (Şekil 4.4). Yapılan Duncan testine göre incelendiğinde organik madde miktarlarında tarım ve orman arazisinde istatistiki düzeyde bir fark

bulunmazken, açıklık alanda $p < 0,05$ önemlilik düzeyinde bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4.2).



Şekil 4. 4 Arazi Kullanımına Göre Organik Madde Miktarı (%)

4.2.5. Agregat Stabilitesi (%)

Arazi kullanımına göre grafik incelendiğinde en yüksek değerin (0,728) orman alanında, en düşük değerin ise (0,600) açıklık alanda olduğu görülmektedir (Şekil 4.5). Agregat Stabilitesi değerleri orman ve açıklık alanda bulunan topraklarda Duncan testine göre $p < 0,05$ önemlilik düzeyinde bir fark olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2).

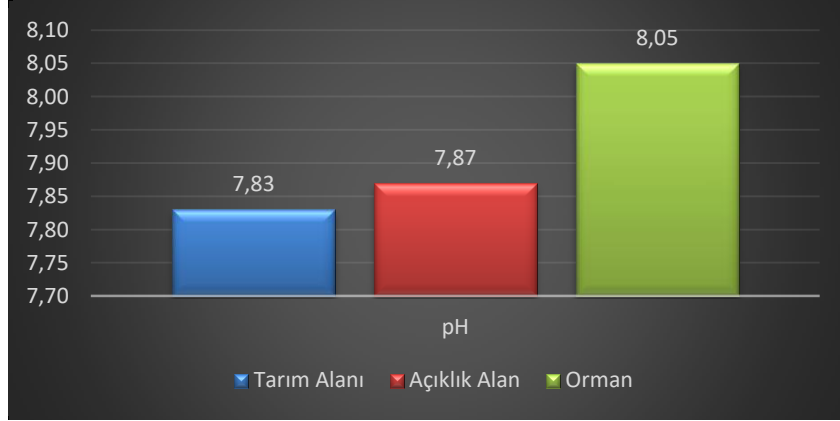


Şekil 4. 5 Arazi Kullanımına Göre Agregat Stabilitesi

4.2.6. pH

Grafik incelendiğinde arazi kullanımına göre en düşük PH değeri (7,83) tarım alanında en yüksek pH değeri ise (8,05) orman alanında görülmüştür (Şekil 4.6). Duncan testi sonuçlarına göre arazi kullanım şekilleri arasında istatistiki olarak bir fark olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.2). pH değerinin en yüksek orman alanında görülmesi,

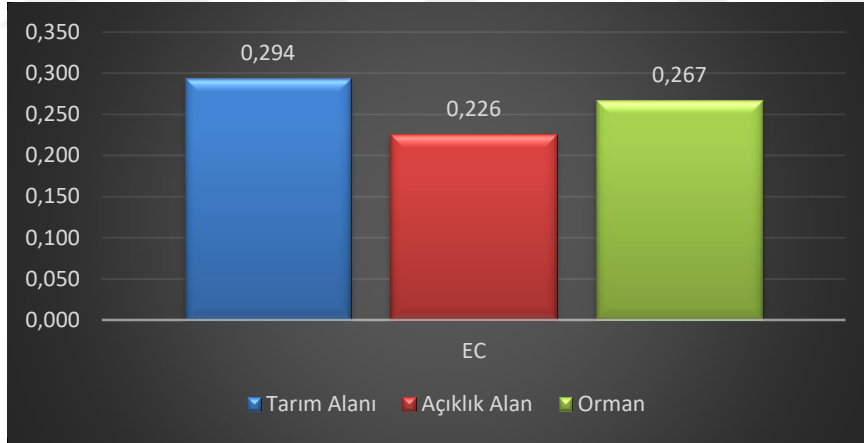
toprağın açıklık ve tarım alanına kıyasla organik madde bakımından daha zengin olmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4. 6 Arazi Kullanımına Göre PH değerleri

4.2.7. EC (Elektriksel İletkenlik)

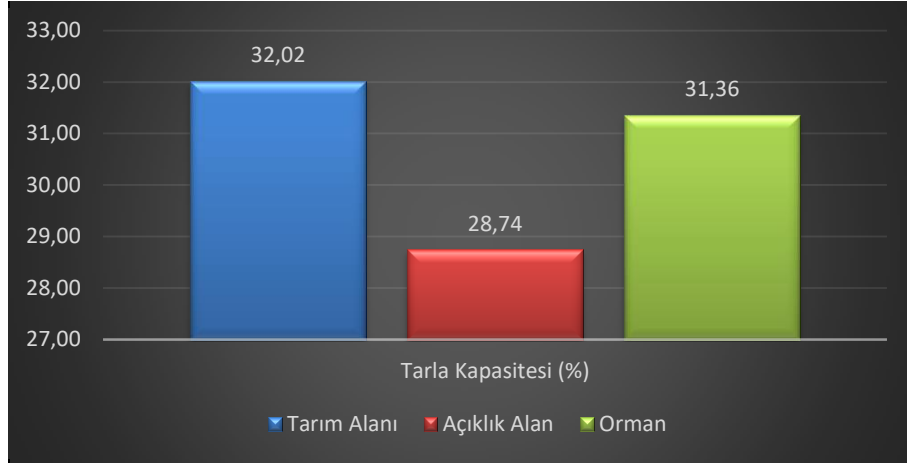
Arazi kullanımına göre sırasıyla tarım alanında (0,294), orman alanında (0,267) ve açıklık alanında (0,226) şeklindedir (Şekil 4.7). Duncan testi sonuçlarına göre arazi kullanım şekilleri arasında EC değerlerinde önemli düzeyde bir farklılığa rastlanmamıştır (Çizelge 4.2).



Şekil 4. 7 Arazi Kullanımına Göre EC (dS/m) değerleri

4.2.8. Tarla Kapasitesi (%)

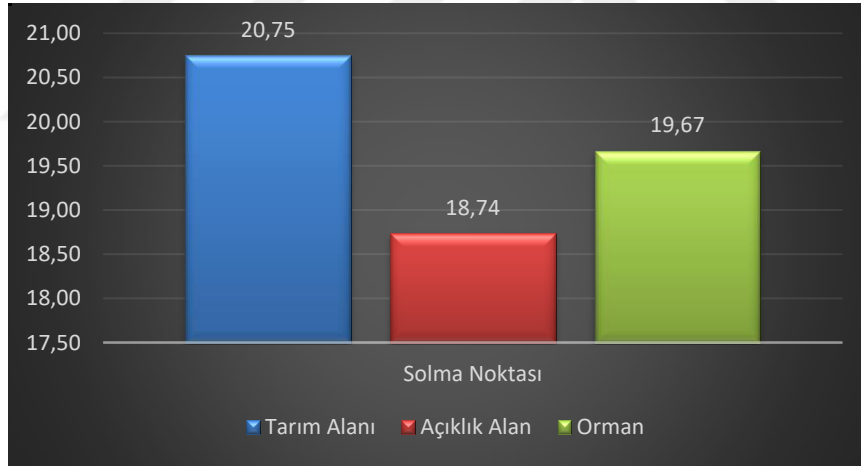
Arazi kullanımına göre tarla kapasitesi en yüksekten sırasıyla tarım alanında (%32,02), orman alanında (%31,36) ve açıklık alanda (%28,74) görülmektedir (Şekil 4.8). Duncan testi sonuçlarına göre tarla kapasitesi bakımından tarım alanı ve açıklık alanı arasında $p < 0,05$ önemli düzeyde fark olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2).



Şekil 4. 8 Arazi Kullanımına Göre Tarla Kapasitesi (%)

4.2.9. Solma Noktası (%)

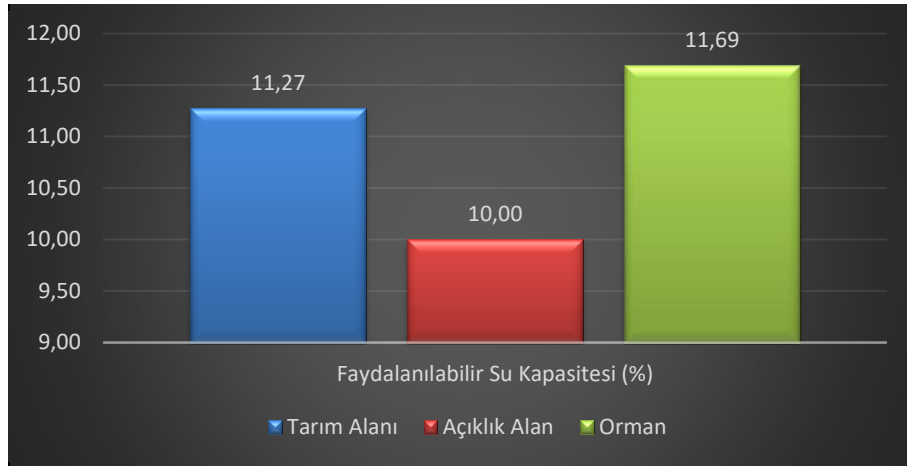
Grafîği incelediğimizde solma noktası değeri büyükten küçüğe sırasıyla tarım alanını(%20,75), orman alanını(%19,67) ve açıklık alan(%18,74) şeklindedir (Şekil 4.9). Duncan testi sonuçlarına göre arazi kullanımları arasında önemli düzeyde farklılık söz konusu değildir (Çizelge 4.2).



Şekil 4. 9 Arazi Kullanımına Göre Solma Noktası Değerleri (%)

4.2.10. Faydalanılabilir Su Kapasitesi (%)

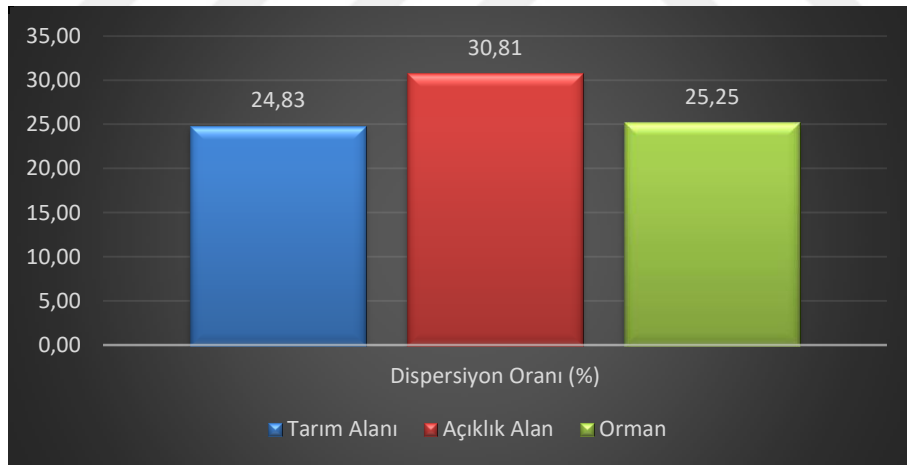
Arazi kullanımına göre faydalanılabilir su kapasitesi büyükten küçüğe sırasıyla orman alanı (%11,69), tarım alanı (%11,27) ve açıklık alan şeklindedir (Şekil 4.10). Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre arazi kullanım şekilleri arasında faydalanılabilir su kapasitesi açısından önemli düzeyde farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.2).



Şekil 4. 10 Arazi Kullanımına Göre Faydalanılabilir Su Kapasitesi (%)

4.2.11. Dispersiyon Oranı (%)

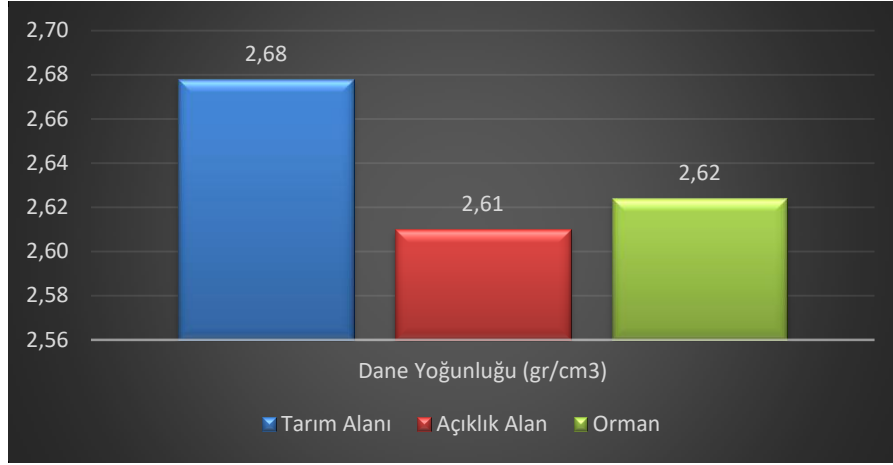
Grafikte çıkan sonuçlara göre en yüksekten en düşüğe doğru dispersiyon oranı açıklık alan (%30,81), orman alan (%23,25) ve tarım alanı (%24,83) şeklindedir (Şekil 4.11). Arazi kullanım şekillerine göre tarım alanı, açıklık alan ve orman alanında çıkan dispersiyon oranları %15' den büyük olduğu için erozyona hassas olduğu belirlenmiştir (Babur, vd. 2016).



Şekil 4. 11 Arazi Kullanımına Göre Dispersiyon Oranı (%)

4.2.12. Dane Yoğunluğu (gr/cm³)

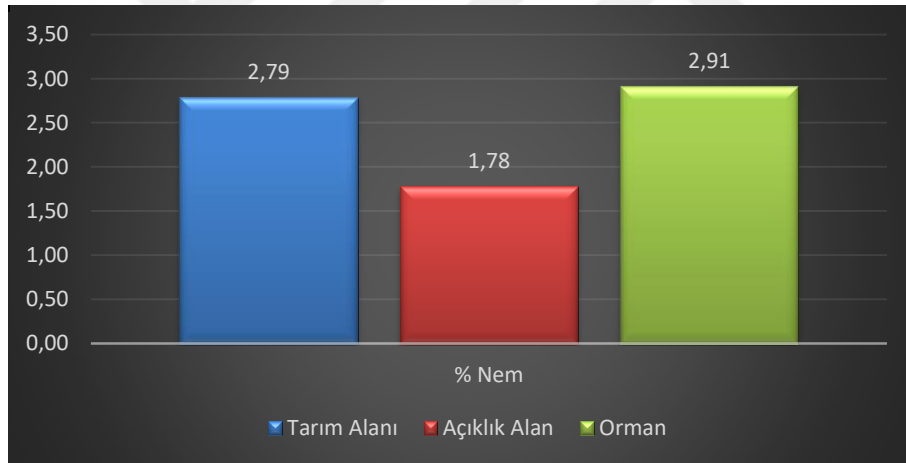
Verilen grafikte dane yoğunlukları (gr/cm³) büyükten küçüğe sırasıyla tarım alanı (2,68 gr/cm³), orman alan (2,62 gr/cm³) ve açıklık alan (2,61 gr/cm³) şeklindedir (Şekil 4.12).



Şekil 4. 12 Arazi Kullanımına Göre Dane Yoğunlukları(gr/cm³)

4.2.13. % Nem

Arazi kullanım şekillerine göre %nem grafiği incelendiğinde en yüksek değerin (%2,91) orman alanında en düşük değerin ise (%1,78) açıklık alanda olduğu görülmüştür (Şekil 4.13)



Şekil 4. 13 Arazi Kullanımına Göre %Nem

4.2.14 % Karbon (C)

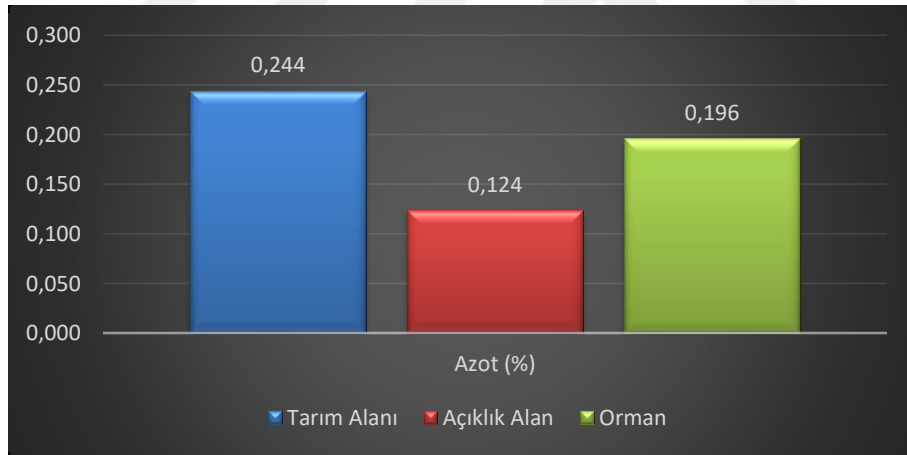
Grafik incelendiğinde çıkan sonuçların büyükten küçüğe sırasıyla (%2,47) orman alanı, (%2,36) tarım alanı ve (%1,34) açıklık alanı şeklindedir (Şekil 4.14). Duncan testi sonuçlarına göre orman alanı ile açıklık alan arasında $p < 0,05$ düzeyinde önemli bir fark olduğu tespit edilmiş olup orman ile tarım alanı arasında önemli düzeyde bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.2).



Şekil 4. 14 Arazi Kullanımına Göre % Karbon (C)

4.2.14. % Azot (N)

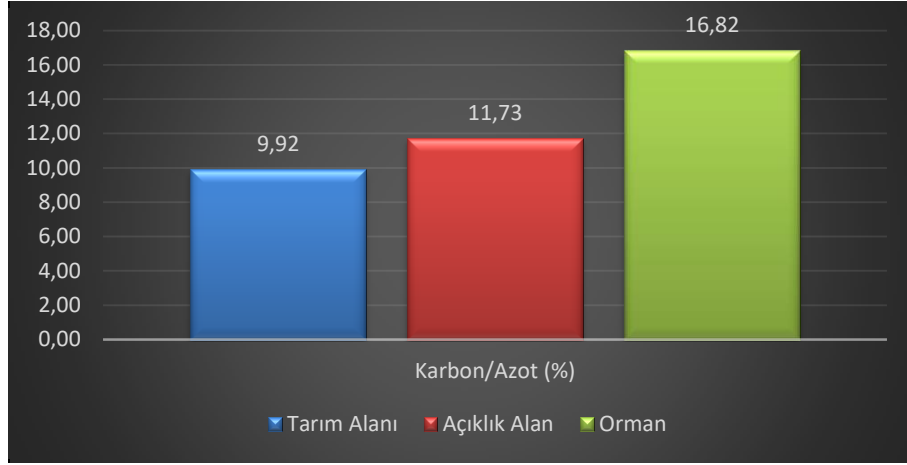
Elde edilen grafik sonuçlarına göre azot değerleri büyükten küçüğe sırasıyla (%0,244) tarım alanı, (%0,196) orman alanı ve (%0,124) açıklık alanı şeklindedir (Şekil 4.15). Duncan testi sonuçlarına göre tarım alanı ile açıklık alan arasında $p < 0,05$ düzeyinde önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2)



Şekil 4. 15 Arazi Kullanımına Göre %Azot (N)

4.2.15. Karbon/Azot (C/N)

Elde edilen grafiğe bakıldığında arazi kullanımına göre çıkan sonuçlar büyükten küçüğe sırasıyla (%16,82) orman, (%11,73) açıklık ve (%9,92) tarım alanı şeklindedir (Şekil 4.16). Duncan testi sonuçlarına göre orman, tarım alanı ve açıklık alan arasında önemli düzeyde bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 4.2). Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre $p < 0,05$ düzeyinde önemli bir farklılık bulunduğu gözlenmiştir.

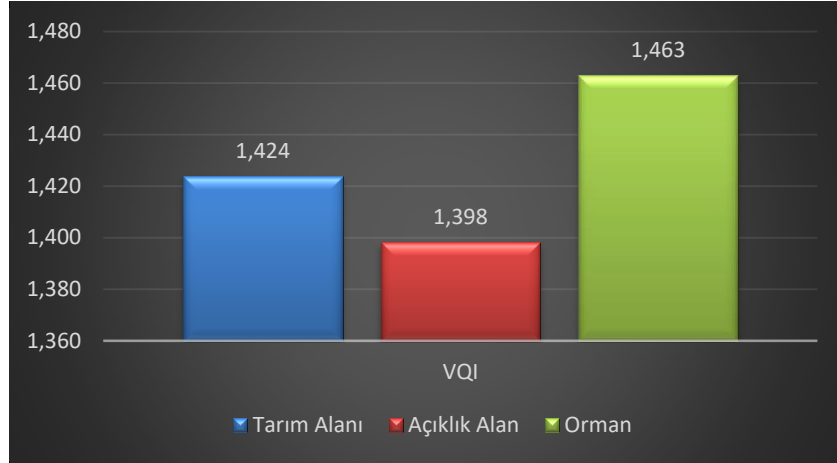


Şekil 4. 16 Arazi Kullanımına Göre Karbon/Azot miktarı

4.2.16. VQI(Vegetation Quality Index)

Verilen grafiğe bakıldığında çıkan sonuçlar büyükten küçüğe sırasıyla (1,463) orman, (1,424) tarım alanı ve (1,398) açıklık alan şeklindedir (Şekil 3.2.17). Duncan testi sonuçlarına göre arazi kullanım şekilleri arasında önemli bir düzeyde fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.2).

VQI orman, tarım alanı ve açıklık alana göre incelendiğinde 2 değerine en yakın sonucun (1,46) orman alanında bulunduğu 1 değerine en yakın sonucun (1,39) açıklık alanın da olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.17).



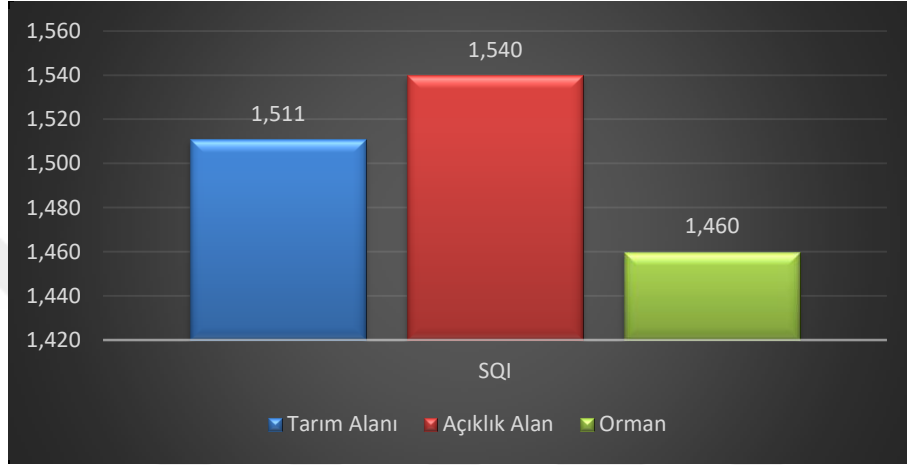
Şekil 4. 17 Arazi Kullanımına Göre VQI Dağılımı

4.2.17. SQI(Soil Quality Index)

Elde edilen grafik sonuçlarına göre SQI değerleri büyükten küçüğe sırasıyla (1,540) açıklık, (1,511) tarım alanı ve (1,460) orman şeklindedir (Şekil 4.18). Duncan

testi sonuçlarına göre arazi kullanım şekilleri arasında önemli düzeyde bir farklılık söz konusu değildir (Çizelge 4.2).

Arazi kullanımına göre SQI sonuçlarına bakıldığında en düşük sonucun orman alanında olduğu görülmüştür. Tarım alanı ve açıklık alana göre 1 değerine daha yakın olan orman alanının toprak kalite indeksi tarım alanı ve açıklık alana göre daha iyi sonuç vermiştir(Şekil 4.18).

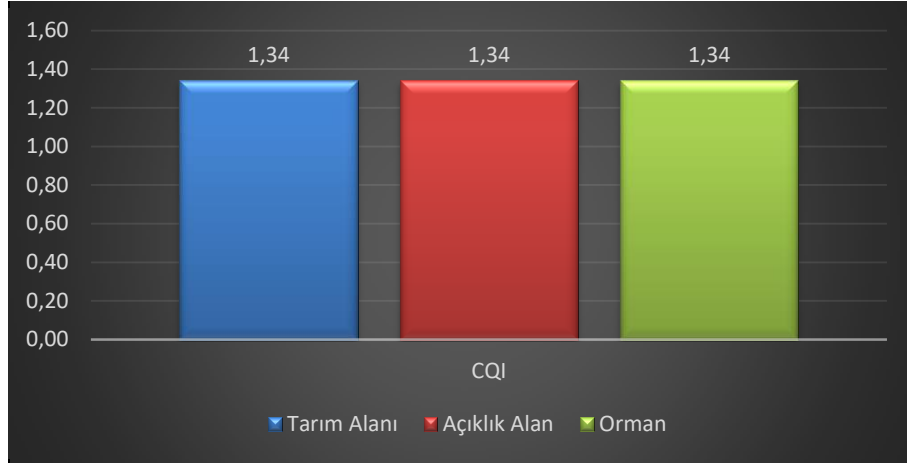


Şekil 4. 18 Arazi Kullanımına Göre SQI değerleri

4.2.18. CQI (Climate Quality Index)

Yukarıda verilen grafiğe bakıldığında CQI değerleri arazi kullanım şekillerine göre incelendiğinde aynı (1,34) olduğu görülmüştür (Şekil 4.19). Duncan testi sonuçlarına göre arazi kullanım şekilleri arasında önemli düzeyde bir farklılık söz konusu değildir (Çizelge 4.2).

Çalışma alanının bakı yönünün, yıllık ortalama yağış miktarı ve kuraklık indeksinin aynı olmasından dolayı arazi kullanımına göre CQI değerlerinde farklılık görülmemiştir.

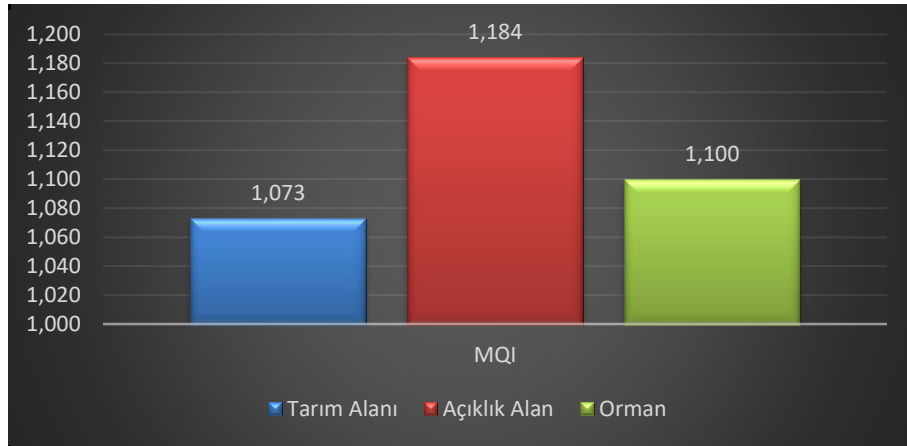


Şekil 4. 19 Arazi Kullanımına Göre CQI değerleri

4.2.19. MQI (Menagement Quality Index)

Grafik sonuçlarına göre MQI değerleri büyükten küçüğe sırasıyla (1,184) açıklık, (1,100) orman ve (1,073) tarım alanı şeklindedir (Şekil 4.20). Duncan testi sonuçlarına göre tarım alanı ile açıklık alan arasında $p < 0,05$ düzeyinde önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

MQI orman, tarım alanı ve açıklık alana göre incelendiğinde 2 değerine en yakın sonucun (1,184) açıklık alanında bulunduğu 1 değerine en yakın sonucun (1,073) tarım alanının da olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.20). Bu sonuçlara göre tarım alanında yönetim kalite indeksinin daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 4. 20 Arazi Kullanımına Göre MQI değerleri

4.2.20. ESI (Environmental Sensitivity Index)

Grafik sonuçlarına bakıldığında en büyük ESI değerinin (1,352) açıklık alanı olduğu, en küçük ESI değerinin (1,323) tarım alanı olduğu görülmektedir (Şekil 4.21).

Duncan testi sonuçlarına göre arazi kullanım şekilleri arasında önemli düzeyde bir farklılık söz konusu değildir (Çizelge 4.2).

ESI orman, tarım alanı ve açıklık alana göre incelendiğinde 2 değerine en yakın sonucun (1,352) açıklık alanında bulunduğu 1 değerine en yakın sonucun (1,323) tarım alanının da olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.21). Bu sonuçlara göre tarım alanı ve orman alanının erozyona karşı duyarlılığı açıklık alana kıyasla daha az olduğu görülmüştür.



Şekil 4. 21 Arazi Kullanımına Göre ESI değerleri

4.3. Araştırma Alanı Toprakların Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri ile Çölleşme Hassasiyet Eğilimlerinin Yükseklik Kademelerine Göre Değişimi

Araştırma alanına ait toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yükseklik kademelerine (500-900m, 900-1300m, 1300m ve üzeri) göre farklılık olup olmadığı varyans analizi ile tespit edilmiştir.

Yeşil kuşak alanında yükseklik kademelerinin birbiri ile olan ilişkisi ve homojenlik durumunu belirlemek amacıyla Duncan yöntemine göre çoğul değişim analizi SPSS paket programı üzerinden hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3 Araştırma alanı toprak özelliklerinin yükseklik kademelerine göre değişimi (Duncan Testi)

Toprak Özellikleri	Yükseklik Kademelerine Göre		
	500-900m	900-1300m	1300m ve Üzeri
Kum (%)	60.28a	61.34a	60.49a
Silt (%)	10.38a	10.75a	7.23b
Kil (%)	29.32a	27.90a	32.27a
Hacim Ağırlığı	1.68a	1.55a	1.54a
Agregat Stabilitesi	0.693a	0.690a	0.676a
pH	7.89a	8.08a	7.87a
EC	0.30a	0.26a	0.24a
TK (%)	31.01a	30.95a	31.80a
SN	19.73a	19.14a	21.02a
FSK	11.28a	11.80a	10.78a
Karbon (C)	2.36a	2.39a	2.03a
Azot (N)	0.23a	0.21a	0.15a
Karbon/Azot (C/N)	10.45a	13.54a	17.45a
Azot (N) Stok	7.72a	6.74ab	4.47b
Karbon (C) Stok	79.28a	72.59a	59.07a
VQI	1.37b	1.44ab	1.51a
SQI	1.52a	1.50ab	1.43b
CQI	1.34a	1.34a	1.34a
MQI	1.133a	1.085a	1.082a
ESI	1.332a	1.328a	1.330a
Eğim	26.61a	32.91a	32.18a

4.3.1. Tekstür Analizleri (Kum, Kil ve Silt)

Çalışma alanı 3 farklı yükseklik kademesine göre ayrılmıştır. Bu kademeler 500-900m, 900-1300m ve 1300m> olarak incelenmiştir. Yukarıda ki grafikte görüldüğü üzere kum, kil ve silt oranları dağılımı verilmiş olup kum ve silt oranının en yüksek 900-1300m de olduğu, kil oranının ise en yüksek 1300m de olduğu görülmüştür. En düşük değerde ise yükseklik kademesine göre kum oranı için 500-900m, kil oranı için 900-1300m, silt oranı için 1300m> olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.22).



Şekil 4. 22 Yükseklik Kademelerine Göre Tekstür Analizi Sonuçları

4.3.2. Hacim Ağırlıkları (gr/cm³)

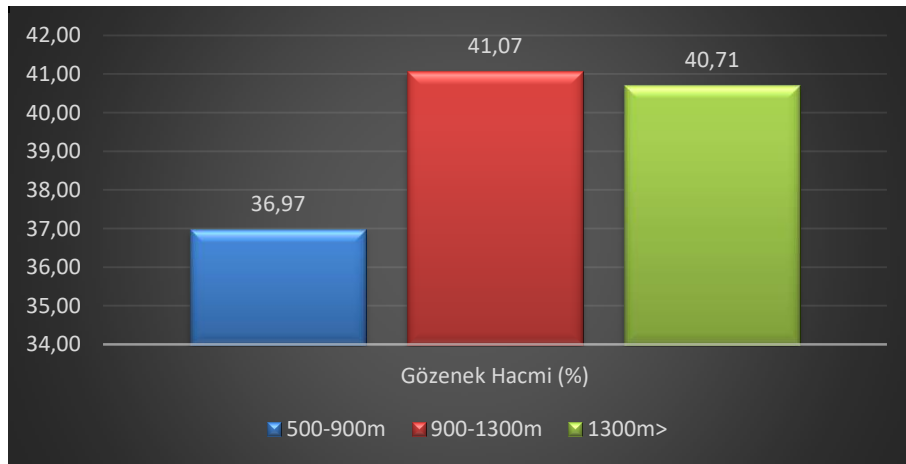
Yükseklik kademelerine göre çalışma alanının hacim ağırlıkları sırasıyla 1300m ve üzeri grupta (1,54 gr/cm³), 900-1300m arası grupta (1,56 gr/cm³) ve 500-900m arasında (1,68 gr/cm³) olduğu belirlenmiştir. Yükseklik arttıkça Hacim ağırlığında düşüş olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.23). 500-900m arasındaki yükselti grubunda hacim ağırlığının yüksek çıkması gözenek hacminin düşük olmasından kaynaklanmıştır (Şekil 4.24) (Babur. 2012.).



Şekil 4. 23 Yükseklik Kademelerine Göre Hacim Ağırlıkları (gr/cm³)

4.3.3. Gözenek Hacmi (%)

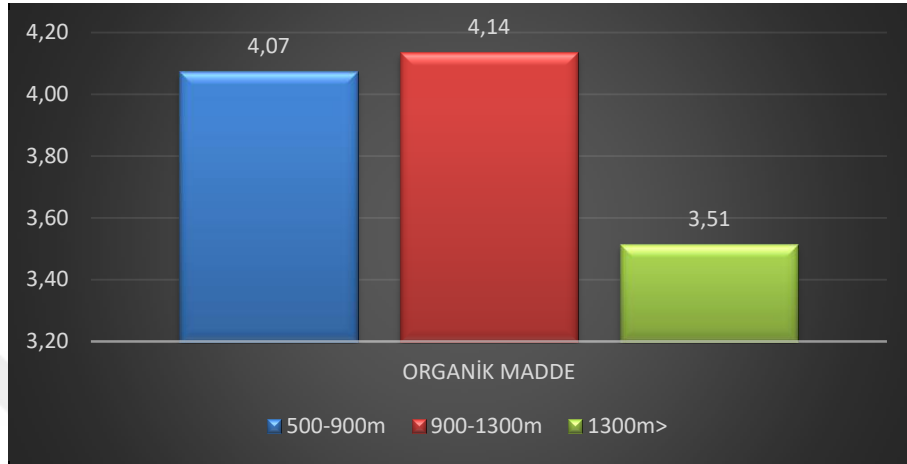
Yükseklik kademelerine göre çalışma alanının gözenek hacimleri sırasıyla 1300m ve üzeri grupta (40,71), 900-1300m arası grupta (41,07) ve 500-900m arasında (36,97) olduğu belirlenmiş olup, 900-1300m ve 1300m üzeri gruplarında gözenek hacimleri bakımından bir farklılık söz konusu değildir (Şekil 4.24).



Şekil 4. 24 Yükseklik Kademelerine Göre Gözenek Hacmi (%)

4.3.4. Organik Madde (%)

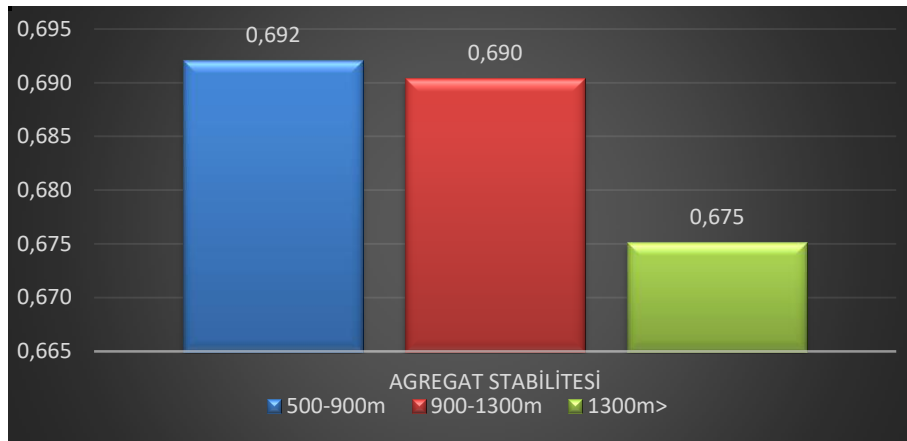
Verilen grafik incelendiğinde organik madde değerleri 500-900m yükseklikte %4,07 ve 900-1300m yükseklikte %4,14 düzeyinde olup 1300m üzeri yükseklikte %3,51 seviyelerine düştüğü görülmüştür (Şekil 4.25).



Şekil 4. 25 Yükseklik Kademelerine Organik Madde (%)

4.3.5. Agregat Stabilitesi (%)

Grafikteki verilere bakıldığında 500-900m yükseklik gurubu % 0,692 ve 900-1300m yükseklik gurubu %0,690 ile birbirlerine oldukça yakın agregat stabilitesi sonuçlarına sahiplerken bu oran 1300m üzerindeki yükseklik grubunda %0,675 seviyesindedir (Şekil 4.26).

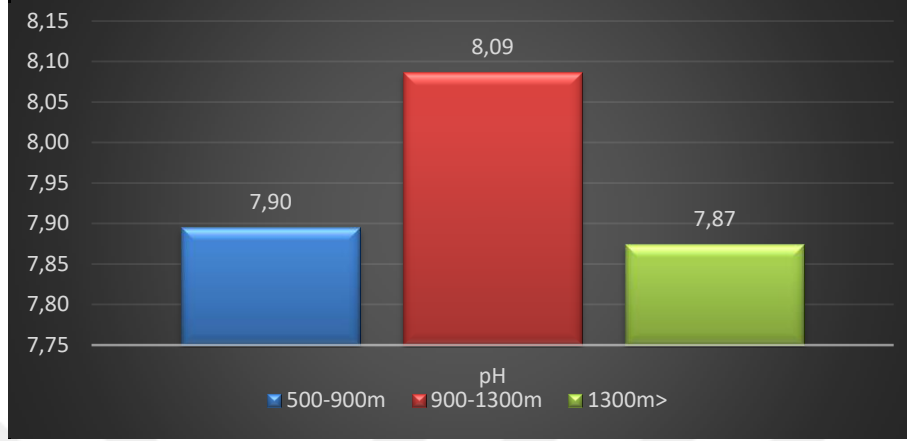


Şekil 4. 26 Yükseklik Kademelerine Agregat Stabilitesi (%)

4.3.6. pH

Verilen grafikte değerlere bakıldığında en yüksek pH değerinin 8.09 ile 900-1300m yükseklik kademesi gurubunda olduğu görülmektedir (Şekil 4.27). Bu durumun

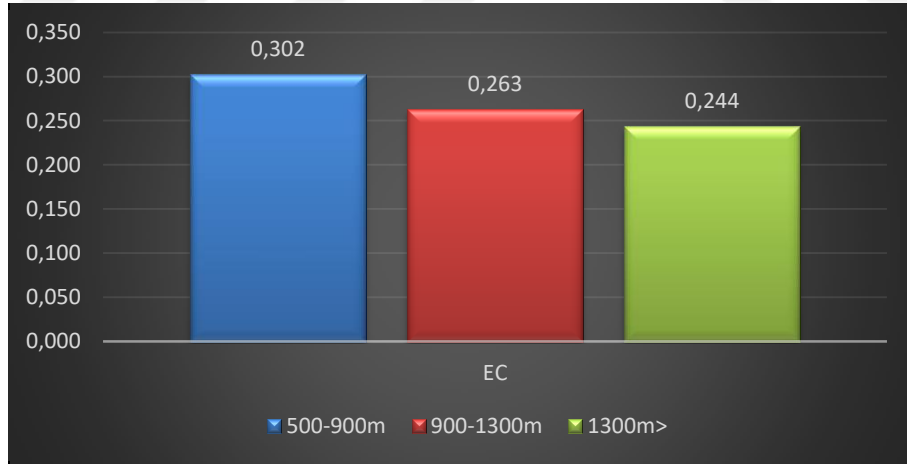
900-1300m yükseklik kademesinde orman yoğunluğunun fazlalığından kaynaklandığı düşünülmekte olup arazi kullanımına göre pH değerinin en fazla orman alanında olmasıyla açıklanabilir (Şekil 4.6).



Şekil 4. 27 Yükseklik kademelerine Göre pH değerleri

4.3.7. EC (Elektriksel İletkenlik)

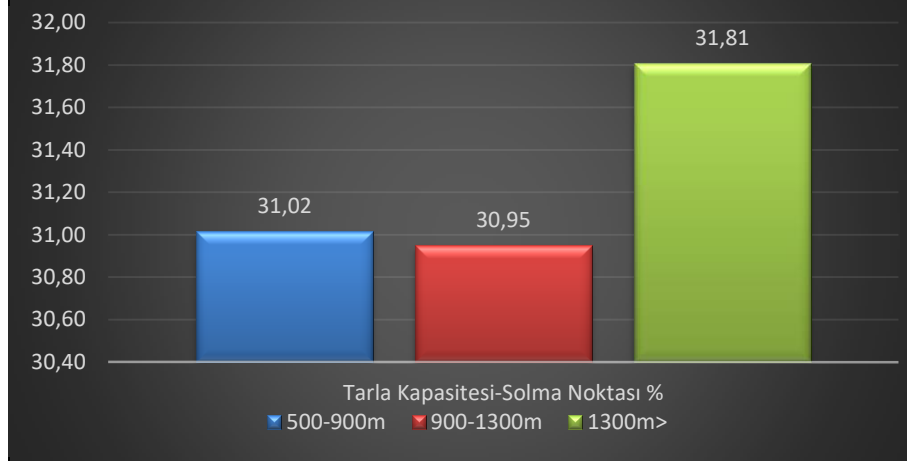
Grafik sonuçlarına göre elektriksel iletkenlik değerleri sırasıyla 500-900m yükselti gurubunda 0.302, 900-1300m yükselti gurubunda 0,263 ve 1300m üzeri yükselti gurubunda 0,244 şeklindedir (Şekil 4.28).



Şekil 4. 28 Yükseklik Kademelerine Göre EC (dS/m) değerleri

4.3.8. Tarla Kapasitesi- Solma Noktası %

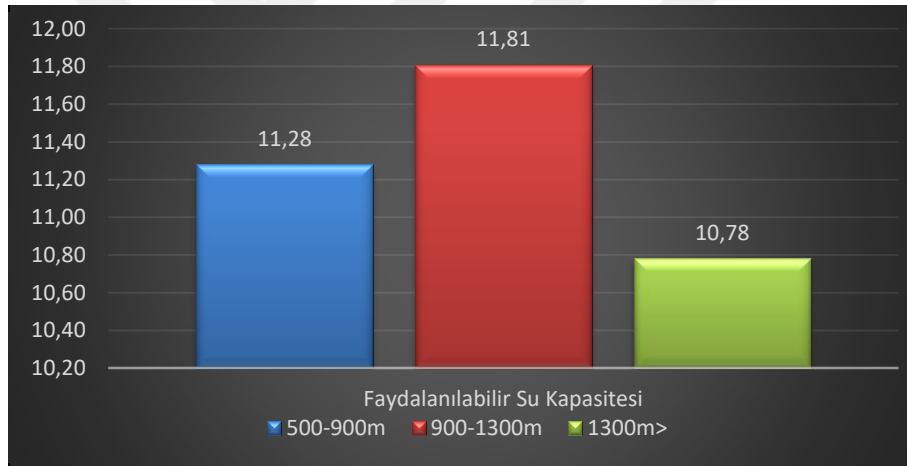
500-900m (%31,02) ve 900-1300m (%30,95) yükseklik kademeleri tarla kapasitesi-solma noktası değerleri birbirine yakın olup 1300m üzeri yükseklik kademesinde %31,81 oranındadır (Şekil.4.29).



Şekil 4. 29 Yükseklik Kademelerine Göre Tarla Kapasitesi-Solma Noktası %

4.3.9. Faydalanılabilir Su Kapasitesi %

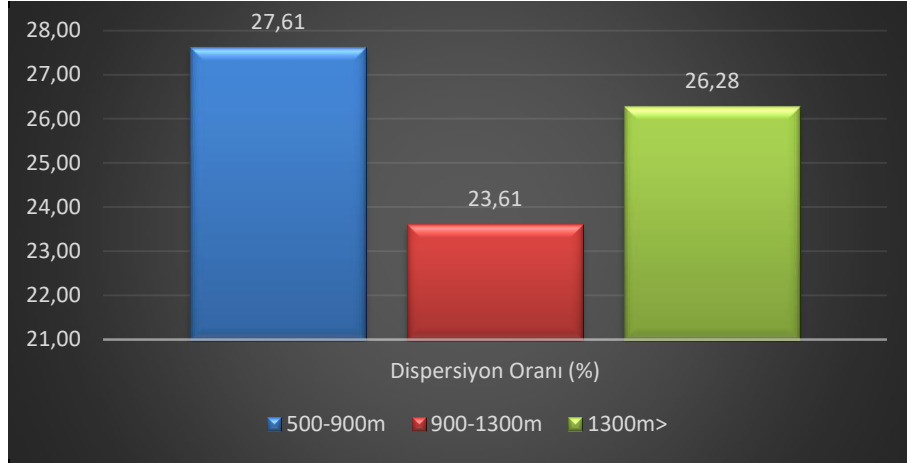
Faydalanılabilir su kapasitesi 500-900m’de %11,28, 900-1300m’de %11,81 ve 1300m üzeri yükseklik kademesinde %10,78’dir (Şekil 4.30).



Şekil 4. 30 Yükseklik Kademelerine Göre Faydalanılabilir Su Kapasitesi (%)

4.3.10. Dispersiyon Oranı (%)

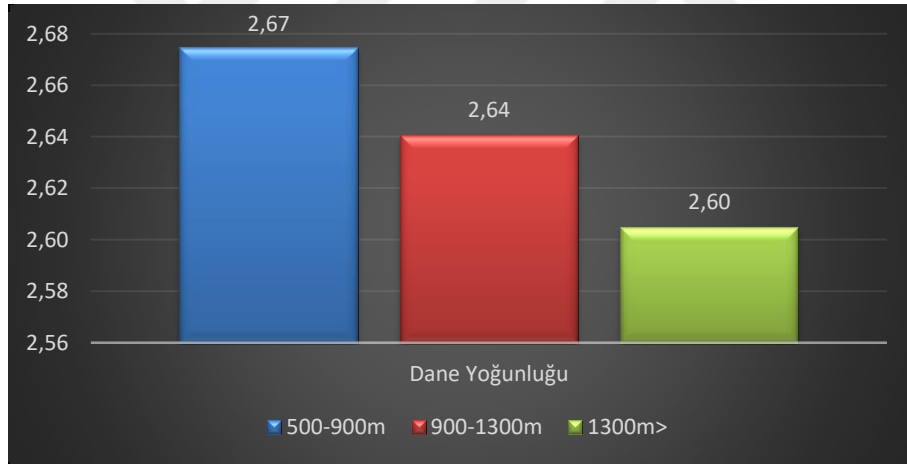
Grafikte çıkan sonuçlara göre en yüksekten en düşüğe doğru dispersiyon oranı 500-900m (%27,61), 1300m üzeri (%26,28) ve 900-1300m (%23,61) şeklindedir (Şekil 4.31). Oluşturulan 3 farklı yükseklik kademesinde çıkan dispersiyon oranları %15’ den büyük olduğu için erozyona duyarlı olduğu belirlenmiştir (Babur, vd. 2016.).



Şekil 4. 31 Yükseklik Kademelerine Göre Dispersiyon Oranı (%)

4.3.11. Dane Yoğunlukları (gr/cm³)

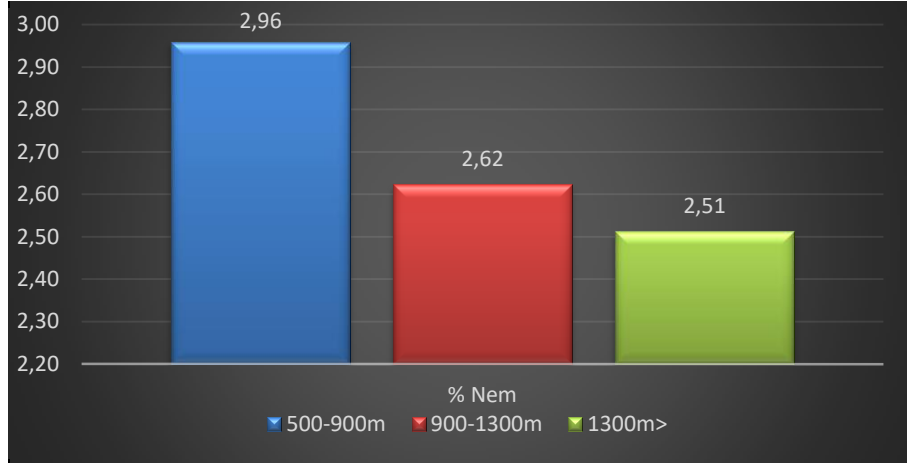
Verilen grafikte dane yoğunlukları (gr/cm³) büyükten küçüğe sırasıyla 500-900m(2,67), 900-1300m(2,64) ve 1300m üzeri(2,60) şeklinde olup yükseğe çıkıldıkça dane yoğunluğunun düştüğü görülmüştür (Şekil 4.32).



Şekil 4. 32 Yükseklik Kademelerine Göre Dane Yoğunlukları(gr/cm³)

4.3.12. % Nem

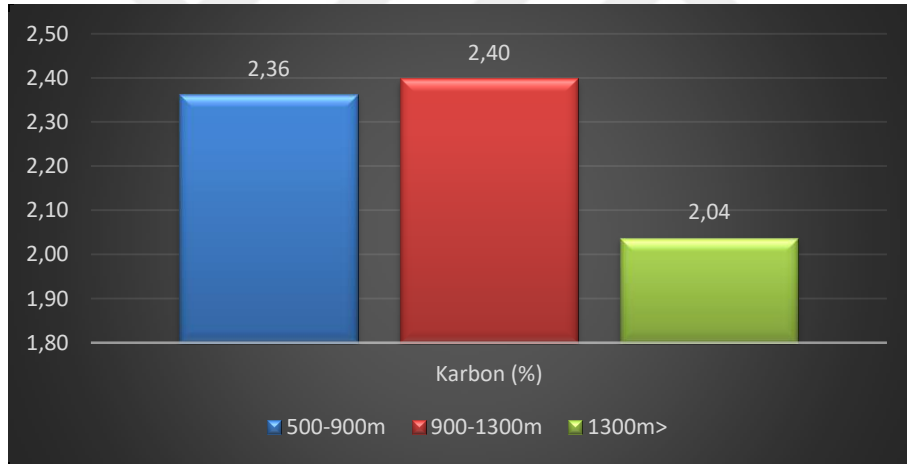
Grafikte bulunan sonuçlara göre yükselti arttıkça nem oranında düşüş olduğu gözlemlenmiştir. 500-900m’de (2,96), 900-1300m’de (2,62) ve 1300m üzerinde (2,51) değerlerindedir (Şekil 4.33).



Şekil 4. 33 Yükseklik Kademelerine Göre %Nem

4.3.13. % Karbon (C)

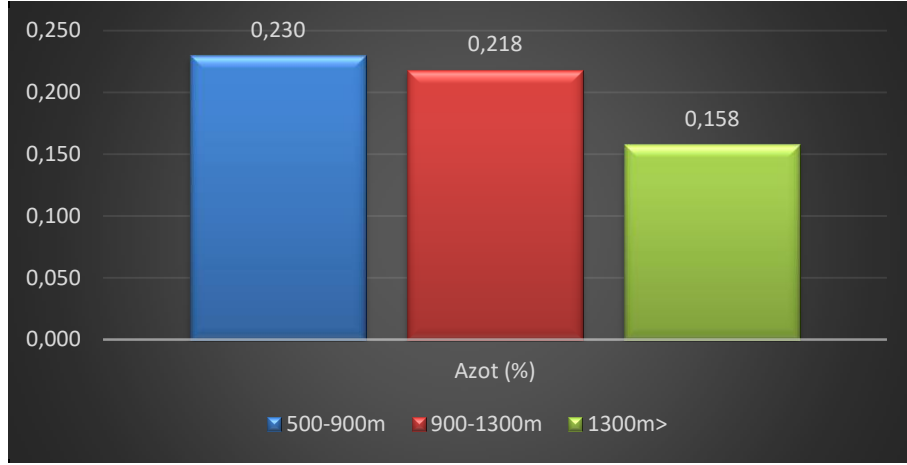
Grafikte bulunan sonuçlara göre karbon değerleri en büyükten en küçüğe sırasıyla 900-1300m (2,40), 500-900m(2,36) ve 1300m üzeri(2,04) şeklindedir (Şekil 4.34).



Şekil 4. 34 Yükseklik Kademelerine Göre % Karbon (C)

4.3.14. % Azot (N)

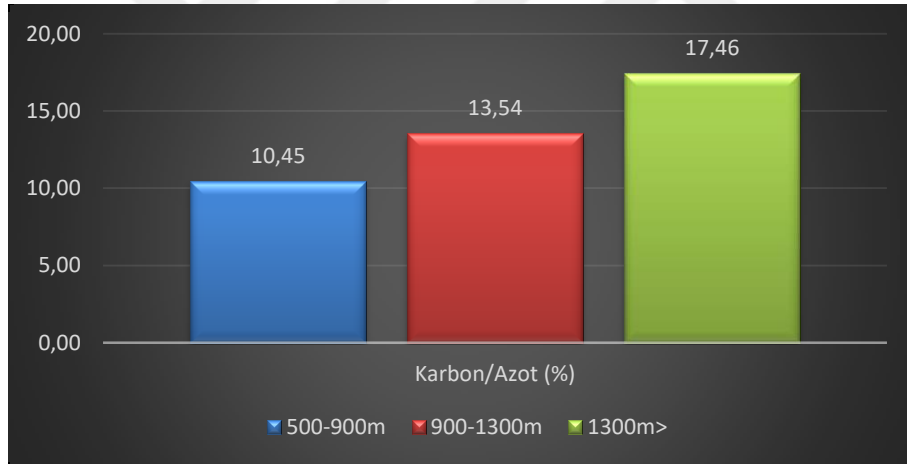
Grafikte verilen Azot değerlerine bakıldığında yükseklik kademeleri artıkça azot değerlerinde de düşüş meydana gelmiştir. 500-900m arasında 0,230 iken 1300m üzeri yükseklik kademesinde 0,158 değerindedir (Şekil 4.35).



Şekil 4. 35 Yükseklik Kademelerine Göre % Azot (N)

4.3.15. Karbon/Azot (C/N)

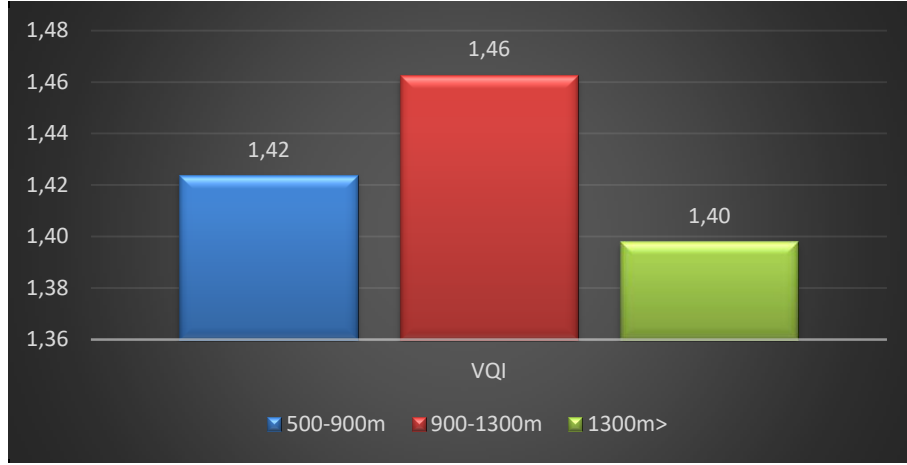
Yükseklik kademesi ile C/N değeri arasında pozitif yönlü artış ilişkisi olduğu görülmüştür. Bu oranlar büyükten küçüğe sırasıyla 500-900m (10,45), 900-1300m (13,54) ve 1300m üzeri (17,46)'dır (Şekil 4.36).



Şekil 4. 36 Yükseklik Kademelerine Göre Karbon/Azot (C/N)

4.3.16. VQI (Vegetation Quality Index)

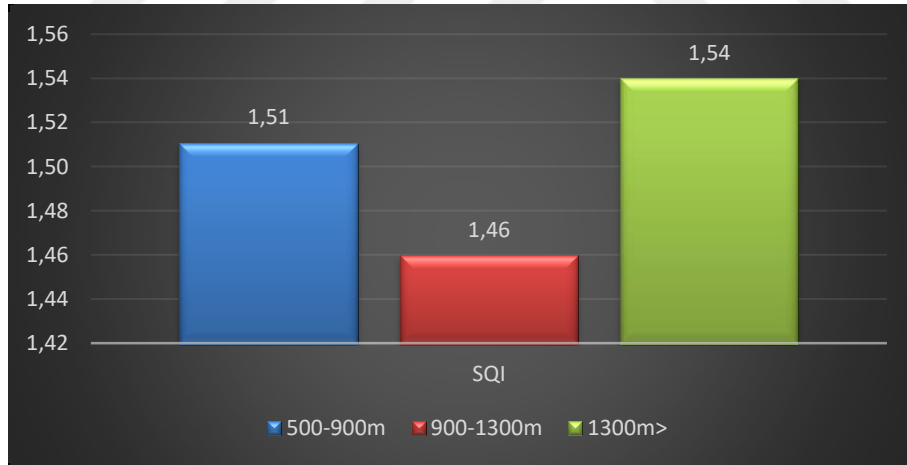
VQI değeri yükseklik kademelerine göre incelendiğinde 1'e en yakın değerin(1,40) 1300m> den yukarı alanlarda olduğu 2'ye en yakın değerin(1,46) 900-1300m arasındaki alanlarda olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.37). 1300m ve üzeri yüksekliklerde bitki kalite indeksinin daha iyi olduğu görülmüştür.



Şekil 4. 37 Yükseklik Kademelerine Göre VQI Dağılımı

4.3.17. SQI (Soil Quality Index)

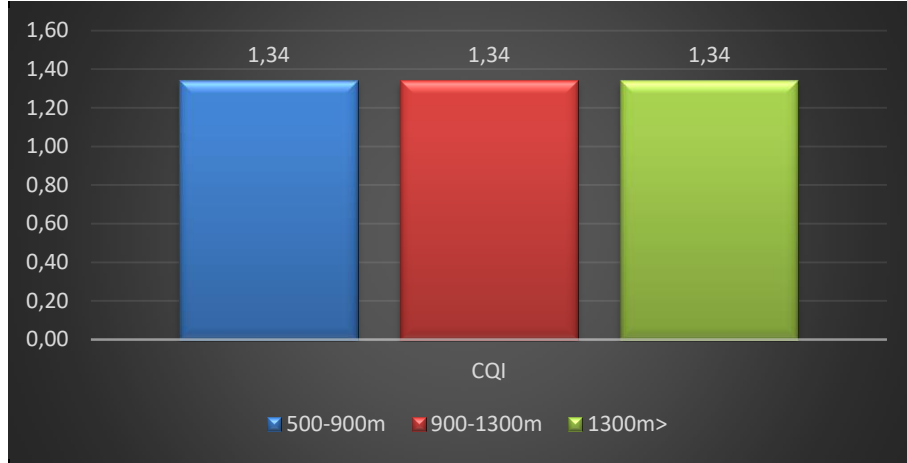
SQI değeri yükseklik kademelerine göre incelendiğinde 1'e en yakın değerin (1,46) 900m-1300m arasında olduğu 2'ye en yakın değerin (1,54) 1300m ve daha yüksek alanlarda olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.38). Bu sonuçlara göre 900m-1300m arası yükseklik kademesinde toprak kalitesinin daha iyi olduğu görülmüştür (Kosmas, C. Ve Ark.1999).



Şekil 4. 38 Yükseklik Kademelerine Göre SQI Dağılımı

4.3.18. CQI (Climate Quality Index)

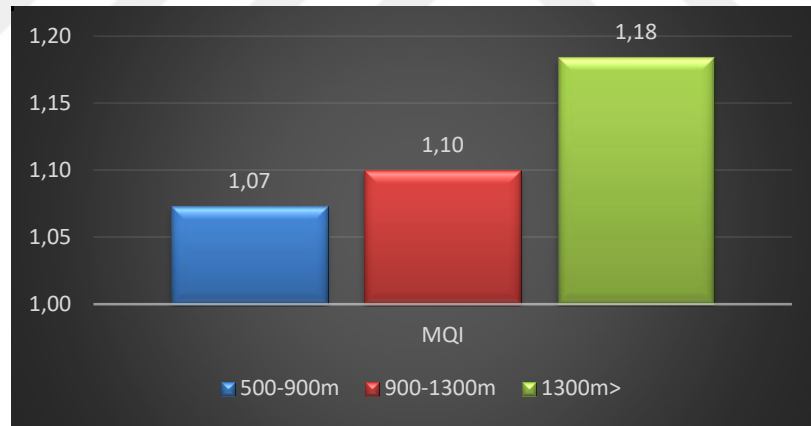
Çalışma alanının bakı yönünün, yıllık ortalama yağış miktarı ve kuraklık indeksinin aynı olmasından dolayı Yükseklik kademelerine göre CQI değerlerinde farklılık görülmemiştir (Şekil 4.39).



Şekil 4. 39 Yükseklik Kademelerine Göre CQI Dağılımı

4.3.19. MQI (Management Quality Index)

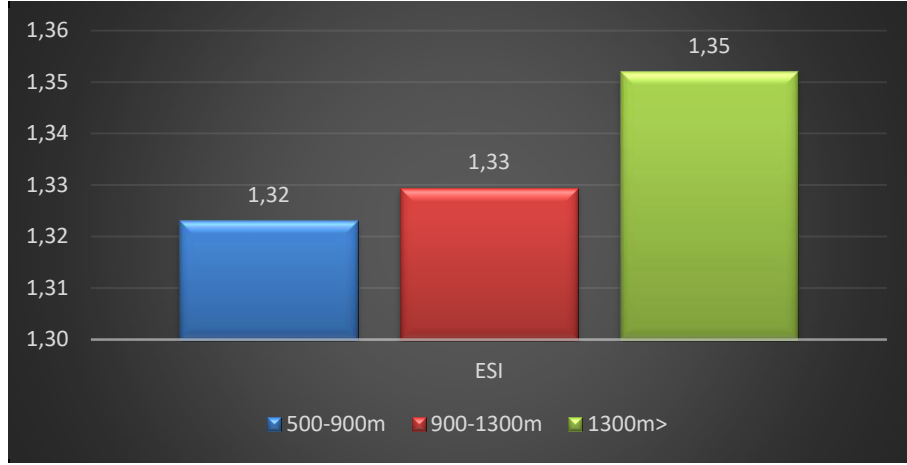
MQI değeri yükseklik kademelerine göre incelendiğinde 1'e en yakın değerin (1,07) 500m-900m arasında olduğu 2'ye en yakın değerin (1,18) 1300m ve daha yüksek alanlarda olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.40). Bu sonuçlara göre 500m-900m arası yükseklik kademesinde yönetim kalitesinin daha iyi olduğu görülmüştür (Kosmas, C. Ve Ark.1999).



Şekil 4. 40 Yükseklik Kademelerine Göre MQI Dağılımı

4.3.20. ESI (Environmental Sensitivity Index)

ESI değeri yükseklik kademelerine göre incelendiğinde 1'e en yakın değerin (1,32) 500m-900m arasında olduğu 2'ye en yakın değerin (1,35) 1300m ve daha yüksek alanlarda olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 4.41). Bu sonuçlara göre 500m-900m arası yükseklik kademesinde erozyon hassasiyet indeksinin daha iyi olduğu görülmüştür (Kosmas, C. Ve Ark.1999).



Şekil 4. 41 Yükseklik Kademelerine Göre ESI Dağılımı

4.4. Ahır Dağı Yeşil Kuşak Orman Ekosistemlerinde Çölleşme Hassasiyet

Haritası

Çalışma sahasındaki yeşil kuşak orman ekosistemlerinde çölleşme hassasiyet haritasına göre kritik ve kırılganlık dereceleri alansal dağılışıta %'lik olarak gösterilmiştir. Alanın %0,76'sı 2. derece kırılgan, %38,68'i 3. derece kırılgan, %46,55'i 1. derece kritik, %12,80'i 2. derece kritik ve %1,21'i 3. derece kritik olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.6).

Kritik alanlar çok sığ (0-15cm) ile sığ (15-30cm) topraklar arasında çok şiddetli derecede kötü bozulmalara sahiptir. Yüzey toprağı aşınmış ve bitki örtüsü görece zayıftır. İklim ve topografya açısından farklı olan bu alanların yakılması ve aşırı otlatmaya maruz bırakılması çölleşmeyi teşvik eden bir arazi kullanımı oluşturmakta ve mevcut bulunan arazi kaynaklarını gitgide kötüleştirmektedir. Bu alanlar ani iklim değişikliklerine ve ekstrem olaylara karşı oldukça hassastır.

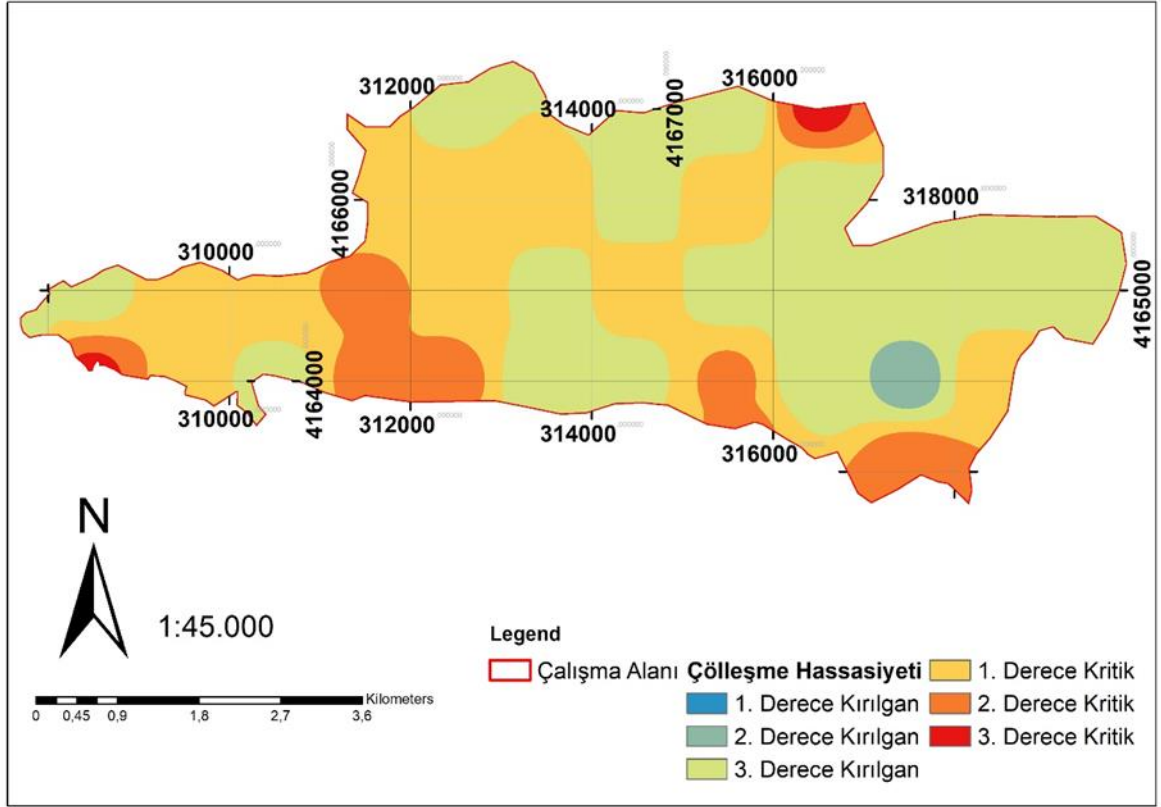
Kırılgan alanlar ise yine iklim ve arazi kullanımı arasındaki dengede meydana gelecek herhangi bir değişiklik karşısında bozulmaya karşı çok hassastır. Herhangi bir değişikliğin biyolojik potansiyeldeki azalmayı arttırması muhtemeldir ve bunun sonucunda bu alanlarda kalan mevcut bitki örtüsünü de kaybederek daha büyük erozyona ve çölleşmeye maruz kalacaktır. İklim değişikliği, arazi kullanımının değiştirilmesi ve alanda mevcut bulunan ağaç türlerinin yakılması ve yok olması durumunda daha yüksek oranda bozulma tehlikesi ile karşı karşıya kalacaktır. Bu alanlarda bulunan mevcut bitki örtüsü toprak kaybını (erozyonu) azaltıcı etkide bulunarak kritik alanlara kıyasla az ile orta derecede aşınmıştır. Ancak iklimde ve insan

faaliyetlerindeki önemli değişiklikler nedeniyle oldukça kırılgan bir yapıya sahiptir (Kosmas, C. Ve Ark.1999).

Araştırmadan anlaşılaçağı üzere çölleşme tehdidi altında olmayan alanlar, çalışma alanının derin topraklara sahip, eğim oranı daha az ve derin yer altı suyu tabakasına sahip kısımlarıyla sınırlıdır.

Toprakların ince kısmı onları toprak sıkışmasına karşı savunmasız hale getirmektedir (Budak vd., 2018). Çalışma alanımızın jeolojik olarak kumlu ve kireçtaşı üzerinde gelişen kaba dokulu topraklar, düşük kil ve organik madde içeriğı nedeniyle erozyon tehlikesine açıktır (de Oro vd., 2019). Tuzluluk ve alkalilik, özellikle kuraklık koşullarında en ciddi toprak sınırlamalarıdır (Abuzaid ve Fadl, 2016). Topraktaki tuz konsantrasyonunun artması, hem doğal bitki örtüsü hem de mahsuller için olumsuz bir ekolojik çevreye neden olur ve bu da sonuçta çölleşmeye yol açar (Kosmas ve diğeri, 1999).

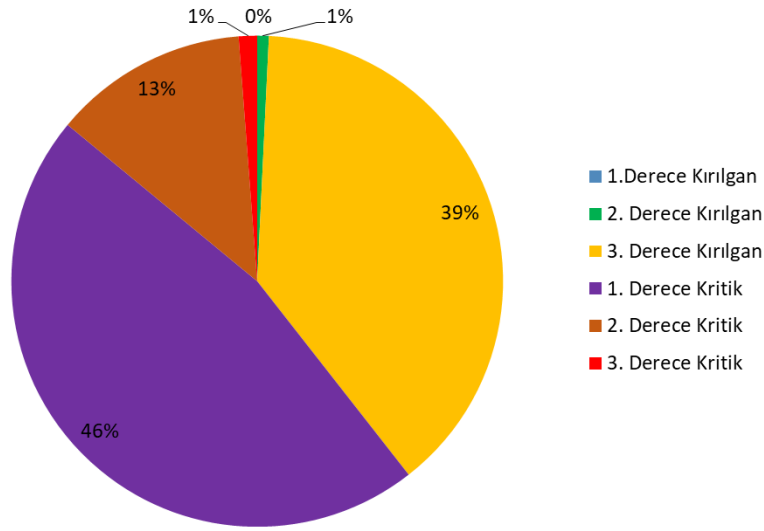
Yağış (miktar ve dağılım) ve buharlaşma-terleme biyokütle üretimini belirler (Kosmas ve diğeri, 1999). Düşük yağış ve yüksek buharlaşma-terleme oranları toprağın mevcut su içeriğini azaltır ve yeterli sulama suyu sağlanmadığı sürece su stresinin olumsuz olmasına neden olur (Osman, 2018). Öte yandan yağışın yıl içindeki eşit olmayan dağılımı, özellikle yağışlı kış aylarında yüzey akışına ve sediment kaybına neden olabilir (Ostovari vd., 2017). Eğim yönü de arazi bozulması için önemli bir faktör olarak kabul edilir çünkü izolasyonu düzenleyerek mikro iklimi etkileyebilir. Kuzey ve doğu yönlerine göre daha sıcak, daha yüksek buharlaşma oranlarına ve daha düşük su depolama kapasitesine sahip olan güney ve batı yönlerde düşük iklim kalitesi meydana gelebilmektedir (Kosmas ve diğeri, 1999). Çalışma alanımız güney bakılı olduğu için daha düşük iklim kalitesine sahiptir.



Şekil 4. 42 Çalışma Alanı Çölleşme Hassasiyet Haritası

Çizelge 4.4 Çölleşme Hassasiyet Sınıfları

Çölleşme Hassasiyet Sınıfı	Alan (Ha)	Oran (%)
1.Derece Kırılğan	871,151895	0,00
2. Derece Kırılğan	471097,6855	0,76
3. Derece Kırılğan	24043242,42	38,68
1. Derece Kritik	28938268,77	46,55
2. Derece Kritik	7958194,563	12,80
3. Derece Kritik	753342,8587	1,21



Şekil 4. 43 Çölleşme Hassasiyet Grafiği

Şekil 4.42 ve 43'de gösterildiği gibi, toplam alanın %46'sını 1. Derecede kritik alanlar kaplarken, %39 olan diğer büyük kısmını ise 3. Derecede kırılğan alanları kapsamaktadır. VQI'deki değerler arazi kullanım sınıfları ile ilgilidir. Bu da alanın mevcut bitki örtüsü durumu temel olarak almaktadır. Özellikle tarımlarındaki ürünlerin çok düşük erozyon koruması, düşük kuraklık direnci ve çok düşük ila orta düzeyde bitki örtüsü sağlar (Budak ve diğerleri, 2018). Sonuç olarak, bitki örtüsü çölleşme açısından baskın biyotik arazi bileşeni olduğundan tüm alan tehdit altındadır (Kosmas ve diğerleri, 1999). Yüzey bitki örtüsünün mekansal dağılım yoğunluğunu yansıtabilir ve büyüyen bitkilerin büyüme durumu ve kapsama bilgilerini sağlayabilir (Mohamed, 2013; Saleh ve diğerleri, 2018).

Elbasiouny (2018), MEDALUS modelini kullanarak 1,3 ile 1,81 arasında değişen ESI değerlerini rapor etmiştir. Moghanm ve Belal (2018), kritik, kırılğan ve potansiyel çölleşme tehlikelerinin toplam alanın %57, %24 ve %19'unu etkilediğini bildirmiştir. Mevcut çalışma çeşitli faktörleri bütünleştirmiştir; bu da daha derin bir analiz sağlayabilir ve faktörlerin arazi bozulumu süreçlerine nasıl katkıda bulunduğunun daha iyi anlaşılmasını sağlayabilir. Genel olarak, orijinal ve değiştirilmiş MEDALUS yöntemleri arasında yapılan bir karşılaştırma, çoğunlukla arazinin çölleşmeye karşı duyarlılığının, ilgi alanıyla ilgili girdi parametrelerini veya göstergeleri kullanan değiştirilmiş modeller tarafından daha gerçekçi bir şekilde ölçüldüğünü göstermiştir. Bu hipotez, Güney İran'da (Zakerinejad ve Masoudi, 2019) ve Dicle Havzası, Türkiye'de (Budak ve diğerleri, 2018) daha önce yapılan vaka çalışmaları ile doğrulanmıştır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu bölümde Ahır Dağı yeşil kuşak orman ekosistemlerinin çölleşme hassasiyet indekslerine belirlemek amacıyla 36 adet örnek noktasından alınan 72 adet toprak örneği (bozulmuş-bozulmamış) üzerinde kimyasal ve fiziksel analizler yapılmış olup toprak özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sahasının toprak özellikleri arazi kullanım şekillerine (orman, tarım alanı, açıklık alan) ve yükselti kademelerine göre (500-900m, 900-1300m, 1300m ve üzeri) incelenmiştir. Elde edilen değerler bilgisayar ortamında istatistik yöntemlerle ortaya konulmuştur. Ortalamaların kıyaslanmasında Duncan testi (Duncan Multiple Range Test) ($p < 0,05$ yanılma payı ile) kullanılmıştır. Her faktör seviyesi kendi içinde değerlendirilmek üzere verilere korelasyon (Pearson Correlation) analizi, bağımsız grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını ölçmek için ise varyans analizi (Analysis of variance) uygulanmıştır. Verilerin bilgisayarda değerlendirilmesinde SPSS paket istatistik programından yararlanılmıştır (Versiyon 13.0). Çölleşme hassasiyet indeksleri medalus projesi kapsamında DIS4ME programı yardımıyla değerlendirilmiştir.

Arazi kullanım şekilleri bakımından tekstür analizi verileri doğrultusunda yapılan Duncan testi sonuçlarına göre önemli düzeyde bir farklılığa rastlanmamıştır. Korelasyon analizi sonucunda arazi kullanımı ile toprağın bünye bakımından kum, kil ve silt miktarları arasında herhangi bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Arazi kullanım şekilleri bakımından Duncan testi sonuçlarına göre organik madde miktarında tarım alanı ve orman arazisinde istatistiki düzeyde bir fark bulunmazken, açıklık alanda $p < 0,05$ önemlilik düzeyinde bir fark olduğu görülmüştür.

Arazi kullanımına göre agregat stabilitesi değerleri orman ve açıklık alanda bulunan topraklarda Duncan testine göre $p < 0,05$ önemlilik düzeyinde bir fark olduğu görülmüştür.

VQI orman, tarım alanı ve açıklık alana göre incelendiğinde 2 değerine en yakın sonucun (1,46) orman alanında bulunduğu 1 değerine en yakın sonucun (1,39) açıklık alanın da olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre arazi kullanım şekilleri arasında önemli bir düzeyde fark olmadığı görülmüştür.

Arazi kullanım şekillerine göre tarım alanı, açıklık ve orman alanında çıkan dispersiyon oranları %15' den büyük olduğu için alanın erozyona karşı duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Kahramanmaraş Ahır Dağı'nda yapılan bu çalışmada yeşil kuşak ormanının toprak erozyonun yüksek olduğu belirlenmiş olup bu alanda tahribata yol açacak faaliyetlere yer verilmemesinin önem arz ettiği görülmektedir.

SQI sonuçları arazi kullanım şekillerine göre bakıldığında en düşük sonucun orman alanında olduğu görülmüştür. Tarım alanı ve açıklık alana göre 1 değerine daha yakın olan orman alanının toprak kalite indeksi tarım alanı ve açıklık alana göre daha iyi sonuç vermiştir.

Yükseklik kademelerine göre incelendiğinde 1'e en yakın değer (1,46) 900m-1300m arasında olduğu 2'ye en yakın değer (1,54) 1300m ve daha yüksek alanlarda olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İki farklı parametre göz önüne alındığında 900-1300m arasında ve orman alanında SQI değerinin nispeten daha iyi olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin 900-1300m arasındaki orman alanının daha homojen bir yayılım göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ahır Dağı Yeşil Kuşak Ekosisteminin Çölleşme risk dağılımı: 1. derece kritik alan (%47), 2. derece kritik alan (%13) ve 3. derece kritik alan (%1) olarak tespit edilmiştir. İslah çalışmalarına bu alanlardan başlanılarak öncelik verilmesi çölleşme ve erozyona karşı toprağı korumada pozitif yönde bir fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Arazi kullanım şekillerine göre: Tarım alanı ve orman alanının erozyona karşı duyarlılığı, açıklık alana kıyasla da az olduğu belirlenmiştir.

Dolayısıyla kentin en değerli konumunda bulunan bu ekosistemler devamlı insan baskısı altındadır. Rekreatyonel potansiyelin yüksek olması nedeniyle aşırı faydalanmaya yer yer ormandan açma ve faydalanma yoluyla ormanların parçalanmasına müsaade edilmemeli ve bu bölgelerde imara izin verilmemesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Abuzaid, A.S., Abdelatif, A.D. (2022). Assessment of desertification using modified MEDALUS model in the north Nile Delta, Egypt. *Geoderma* 405, 115400.
- Babur, E. (2012). *Galyan-atasu barajı havzasında farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların bazı fiziksel özelliklerinin araştırılması* Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon. 46s.
- Babur, E., Kara, Ö., SUSAM, Y. E. (2016). *Açık Alan Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri İle Erozyon Eğilimlerinin Belirlenmesi (Sinop/Boyabat Örneği)*. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 18(2), 95-102.
- Benabderrahmane M.C., Chenchouni, H. (2010). Assessing Environmental Sensitivity Areas to Desertification in Eastern Algeria using Mediterranean Desertification and Land Use “MEDALUS” Model. *Int. J. of Sustainable Water & Environmental Systems*, 1(1); 5-10.
- Berhongaray, G., Alvarez, R., De Paepe, J., Caride, C., Cantet, R. (2013). *Land use effects on soil carbon in the Argentine Pampas*. *Geoderma*, 192, 97-110.
- Bouyoucos, G. J. (1951). *A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils 1*. *Agronomy journal*, 43(9), 434-438.
- Celilov, C., Dengiz, O. (2019). *Erozyon duyarlılık parametrelerinin farklı enterpolasyon yöntemleriyle konumsal dağılımlarının belirlenmesi: Türkiye, Ilgaz milli park toprakları*. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 242-256.
- Çelik, A. (1991). *Ankara Kenti Yeşil Kuşak Çalışmalarının Dünü, Bugünü ve Yarını*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.. Ankara. 49s.
- Çepel, N. (1995). *Forest ecology*. Baskı, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın, (433).
- Çıtakoğlu, H., Çetin, M., Çobaner, M., Haktanır, T. (2017). *Mevsimsel yağışların jeoistatistiksel yöntemle modellenmesi ve gözlemi olmayan noktalarda tahmin edilmesi*. *Teknik Dergi*, 28(1), 7725-7745.

- Çulcuoğlu, G.K., (1997). *Ankara Kenti Yeşil Kuşak Çalışmalarının Yabancı Ülke Örnekleri Açısından İrdelenmesi ve Yeşil Kuşak Sistemi İçin Öneriler*. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. Ankara. 130s.
- Gül E., Dölarslan, M., 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.
- Gül, E., Erşahin, S. (2019) Evaluating the desertification vulnerability of a semiarid landscape under different land uses with the environmental sensitivity index. *Land Degradation and Development* 30(7): 811-823. <https://doi.org/10.1002/ldr.3269>
- Erol, A., Babalık, A., Sönmez, K., Serin, N., (2009). *Isparta-Darıderesi Havzası Topraklarında Erozyona Duyarlılığın Arazi Kullanım Şekillerine Bağlı Değişimi*. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, ISSN: 1302-7085, Araştırma makalesi.
- Dindaroğlu, T. (2015). *Resistance to the reclamation of environmentally sensitive areas through the establishment of a new forest ecosystem*. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24(4), 1195-1203.
- Dindaroğlu, T., Canbolat, M. (2011). *Kuzgun baraj gölü su üretim havzasının toprak kalitesi bakımından değerlendirilmesi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(2), 145-151.
- Dindaroğlu, T., Çelik, H. (2019). *Yeşil kuşak orman ekosistemlerindeki orman parçalılığının bazı toprak özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması (Kahramanmaraş Ahır dağı örneği)*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(2), 322-332.
- Everest, T., Sungur, A., Özcan, H. (2020). *MEDALUS Yöntemi Kullanılarak Karacabey Tarım İşletmesi Toprak Kalite İndeksinin Değerlendirilmesi*. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(1), 120-131.
- Irmak, A., 1954. *Arazide ve Laboratuvarında Toprağın Araştırılması Metodları*, İ.Ü. Orman fakültesi Yayınları, Yayın No: 27, İstanbul.

- Kadović, R., Bohajar, Y. A. M., Perović, V., Simić, S. B., Todosijević, M., Tošić, S., ... & Dovezenski, U. (2016). *Land sensitivity analysis of degradation using MEDALUS model: Case study of Deliblato Sands, Serbia. Archives of Environmental Protection.*
- Koçer, F., Kurt, L., İmalı, A., Karahan, F. (2009). *Küresel Isınmanın Ekolojik Etkileri*, 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 16-18.
- Korkanç, S. Y., Şahin, H., Özden, A. O., Özkurt, B. (2018). *Arazi kullanımı dönüşümlerinin toprakların organik karbon depolama ve bazı özellikleri üzerindeki etkileri: Niğde yöresi örneği. Turkish Journal of Forestry*, 19(4), 362-367.
- Kosmas, C., Kirkby, M., Geeson, N. (1999). *The MEDALUS project: Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of Desertification and mapping environmental sensitive areas to desertification.* EUR, 18882.
- Loeppert, R. H., Suarez, D. L. (1996). *Carbonate and gypsum. Methods of soil analysis: Part 3 chemical methods*, 5, 437-474.
- Mashayekhan, A., Honardoust, F. (2011). *Multi-criteria evaluation model for desertification hazard zonation mapping using GIS. Journal of Applied Biological Sciences*, 5(3), 49-54.
- Mohamed, S. H., Erşahin, S., Kavaklıgil, S. S. (2020). *Yarı-Kurak Bir Tarım Arazisinde Toprak Kalitesinin Uzaysal Değişkenliği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 28-38.
- Oğuz, C., Kan, A., Kan, M. (2009). *Kırsal Kalkınma Açısından Kuraklık ve Çölleşmenin Yoksulluk Olgusu Kapsamında Değerlendirilmesi*, 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 16-18.
- Ozan, T., Saatcioğlu, Ö. (1976). *Application of search theory to maintenance and inspection problems. The International Journal of Production Research*, 14(1), 85-98.
- Özhan, S. (2004). *Havza amenajmanı. İÜ Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı, Orman Fakültesi Yayın*, (481).

- Öztan, Y. (1980). *Meryemana Deresi Havzasında Değişik Bakılardaki Orman ve Mera Arazileri Topraklarının Erozyon Eğilimi (Erodibility) Değerlerindeki Farklılıklarının Araştırılması*, KT Ü. Orman Fak. Derg, 3(2), 185-213.
- Özyuvacı, N. (1971). *Topraklarda erozyon eğiliminin tesbitinde kullanılan bazı önemli indeksler*. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 190-207.
- Özyuvacı, N. (1975). *Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A, 25(1).
- Ribotta, P. D., León, A. E., Añón, M. C. (2001). *Effect of freezing and frozen storage of doughs on bread quality*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(2), 913-918.
- Saatçioğlu, F. (1976). *Silvikültür I-Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri*.
- Taylan, E. D., Damçayırı, D. (2016). *Isparta bölgesi yağış değerlerinin IDW ve Kriging enterpolasyon yöntemleri ile tahmini*. Teknik Dergi, 27(3), 7551-7559.
- Tonguc, E. A., Var, T., Yilmaz, N., Batioglu, S. (2010). *Intrauterine device or estrogen treatment after hysteroscopic uterine septum resection*. International Journal of Gynecology & Obstetrics, 109(3), 226-229.
- Tunçtaner, K., Özel, H. B., Ertekin, M. (2007). *Bartın yöresindeki ağaçlandırma alanlarında kullanılan yerli ve yabancı türlerin adaptasyon yetenekleri üzerine araştırmalar*. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 9(11), 11-25.
- Turna, B., Nazli, O., Demiryoguran, S., Mammadov, R., Cal, C. (2007). *Percutaneous nephrolithotomy: variables that influence hemorrhage*. Urology, 69(4), 603-607.
- Ürgenç, S. (1998). *Ağaçlandırma tekniği*, İÜ Orman Fakültesi Yayınları. İÜ Yayın, (3994).
- Ürgenç, S., Boydak, M., Dirik, H. (1993). *Türkiye Ormancılığında Ağaç Islahının Amacı Yeni Politika ve İlkelerin Belirlenmesi (Objectives of Tree Breeding in Turkish Forestry and Definition of New Policies and Principles)*. " 1. Ormancılık Şurası".

- Yılmaz, M., Dengiz, O. (2021). *Bazı toprak özellikleri İle İlişkili olarak arazi kullanımı ve arazi örtüsünün toprak organik karbon stokuna etkisi*. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 8(2), 154-167.
- Özbek, A. (2016). *Kahramanmaraş ve Çevresindeki Kireçtaşlarının Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(3), 146-156.
- Özyuvacı, N. (1971). *Topraklarda erozyon eğiliminin tesbitinde kullanılan bazı önemli indeksler*. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 190-207.
- Prăvălie, R., Patriche, C., Săvulescu, I., Sîrodoev, I., Bando, G., Sfică, L. (2020). Spatial assessment of land sensitivity to degradation across Romania. A quantitative approach based on the modified MEDALUS methodology. Catena 187, 104407.
- Sepehr, A., Hassanli, A.M., Ekhtesasi, M.R. *et al.* (2007). Quantitative assessment of desertification in south of Iran using MEDALUS method. *Environ Monit Assess* **134**, 243–254 <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9613-6>

EKLER

Ek 1. Araştırma alanı örnek noktalarına

ait bazı özellikler

Örnek No:1

Örnekleme Tarihi-Profil No	: 11/12/2022-1
Koordinatları	: X-317495, Y-4163022
Yükselti(Rakım)	: 666m
Eğim-Bakı	: %11-Güney
Toprağın Rengi	: Koyu Kahve
Taşlılık	: Az taşlı
Bitki Türü	: Çimen
Arazi Kullanımı	: Tarım alanı

Örnek No:2

Örnekleme Tarihi-Profil No	: 11/12/2022-2
Koordinatları	: X-308495, Y-4164022
Yükselti(Rakım)	: 596m
Eğim-Bakı	: %13-Güney
Toprağın Rengi	: Koyu Kahve
Taşlılık	: Az taşlı
Bitki Türü	: Badem, Zeytin
Arazi Kullanımı	: Tarım alanı

Örnek No:3

Örnekleme Tarihi-Profil No	: 19/11/2022-3
Koordinatları	: X-309495, Y-4164022
Yükselti(Rakım)	: 681m

Eğim-Bakı	: %20-Güney
Toprağın Rengi	: Kahve
Taşlılık	: Orta taşlı
Bitki Türü	:
Arazi Kullanımı	: Açıklık alan

Örnek No:4

Örnekleme Tarihi-Profil No	: 19/11/2022-4
Koordinatları	: X-310495, Y-4164022
Yükselti(Rakım)	: 799m
Eğim-Bakı	: %29-Güney
Toprağın Rengi	: Açık kahve
Taşlılık	: Orta taşlı
Bitki Türü	:
Arazi Kullanımı	: Açıklık alan

Örnek No:5

Örnekleme Tarihi-Profil No	: 19/11/2022-5
Koordinatları	: X-311495, Y-4164022
Yükselti(Rakım)	: 841m
Eğim-Bakı	: %39-Güney
Toprağın Rengi	: Açık kahve
Taşlılık	: Az taşlı
Bitki Türü	: Kızılcıam(Çz)
Arazi Kullanımı	: Orman

Örnek No:6

Örnekleme Tarihi-Profil No	: 19/11/2022-6
Koordinatları	: X-312495, Y-4164022
Yükselti(Rakım)	: 878m
Eğim-Bakı	: %40-Güney
Toprağın Rengi	: Koyu kahve
Taşlılık	: Az taşlı
Bitki Türü	: Kızılcıam(Çz)
Arazi Kullanımı	: Orman

Örnek No:7

Örnekleme Tarihi-Profil No	: 19/11/2022-7
Koordinatları	: X-313495, Y-4164022
Yükselti(Rakım)	: 881m
Eğim-Bakı	: %13-Güney
Toprağın Rengi	: Koyu kahve
Taşlılık	: Az taşlı
Bitki Türü	: Zeytin
Arazi Kullanımı	: Tarım alanı

Örnek No:8

Örnekleme Tarihi-Profil No	: 19/11/2022-8
Koordinatları	: X-314495, Y-4164022
Yükselti(Rakım)	: 879m
Eğim-Bakı	: %40-Güney
Toprağın Rengi	: Açık kahve
Taşlılık	: Orta taşlı
Bitki Türü	: Zeytin
Arazi Kullanımı	: Tarım alanı

Örnek No:9

Örnekleme Tarihi-Profil No	: 19/11/2022-9
Koordinatları	: X-315495, Y-4164022
Yükselti(Rakım)	: 944m
Eğim-Bakı	: %14-Güney
Toprağın Rengi	: Açık kahve
Taşlılık	: Az taşlı
Bitki Türü	: Elma
Arazi Kullanımı	: Tarım alanı

Örnek No:10

Örnekleme Tarihi-Profil No	: 20/11/2022-10
Koordinatları	: X-316495, Y-4164022
Yükselti(Rakım)	: 769m
Eğim-Bakı	: %12-Güney

Toprağın Rengi : Kırmızımsı
kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Kızılçam(Çz)
Arazi Kullanımı : Orman

Örnek No:11

Örnekleme Tarihi-Profil No : 20/11/2022-11
Koordinatları : X-317495, Y-4164022
Yükselti(Rakım) : 715m
Eğim-Bakı : %12-Güney
Toprağın Rengi : Kırmızımsı
kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Zeytin
Arazi Kullanımı : Tarım alanı

Örnek No:12

Örnekleme Tarihi-Profil No : 20/11/2022-12
Koordinatları : X-318495, Y-4164022
Yükselti(Rakım) : 764m
Eğim-Bakı : %39-Güney
Toprağın Rengi : Kırmızımsı
kahve
Taşlılık : Az taşlı
Bitki Türü : Zeytin
Arazi Kullanımı : Tarım alanı

Örnek No:13

Örnekleme Tarihi-Profil No : 19/11/2022-13
Koordinatları : X-308495, Y-4165022
Yükselti(Rakım) : 803m
Eğim-Bakı : %47-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Kızılçam(Çz)

Arazi Kullanımı :Orman
Örnek No:14
Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-14
Koordinatları : X-309495, Y-4165022

Yükselti(Rakım) : 1073m
Eğim-Bakı : %20-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Aliç
Arazi Kullanımı :Orman

Örnek No:15

Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-15
Koordinatları : X-310495, Y-4165022
Yükselti(Rakım) : 1178m
Eğim-Bakı : %37-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Az taşlı
Bitki Türü : Bozkır
Arazi Kullanımı :Açıklık alan

Örnek No:16

Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-16
Koordinatları : X-311495, Y-4165022
Yükselti(Rakım) : 1270m
Eğim-Bakı : %63-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Meşe
Arazi Kullanımı :Orman

Örnek No:17

Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-17
Koordinatları : X-312495, Y-4165022

Yükselti(Rakım) : 1204m
Eğim-Bakı : %56-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Sedir (S)
Arazi Kullanımı :Orman

Örnek No:18

Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-18
Koordinatları : X-313495, Y-4165022
Yükselti(Rakım) : 1126m
Eğim-Bakı : %61-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Kızılçam (Çz)
Arazi Kullanımı :Orman

Örnek No:19

Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-19
Koordinatları : X-314495, Y-4165022
Yükselti(Rakım) : 1116m
Eğim-Bakı : %41-Güney
Toprağın Rengi : Açık kahve
Taşlılık : Çok taşlı
Bitki Türü : Kızılçam (Çz)
Arazi Kullanımı :Orman

Örnek No:20

Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-20
Koordinatları : X-315495, Y-4165022
Yükselti(Rakım) : 1015m
Eğim-Bakı : %17-Güney
Toprağın Rengi :Kırmızımsı
kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Zeytin

Arazi Kullanımı : Tarım alanı
Örnek No:21
Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-21
Koordinatları : X-316495, Y-4165022
Yükselti(Rakım) : 896m
Eğim-Bakı : %31-Güney
Toprağın Rengi : Kırmızımsı kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Kızılçam (Çz)
Arazi Kullanımı : Orman

Örnek No:22
Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-22
Koordinatları : X-317495, Y-4165022
Yükselti(Rakım) : 997m
Eğim-Bakı : %23-Güney
Toprağın Rengi : Kırmızımsı kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Kızılçam (Çz)
Arazi Kullanımı : Orman

Örnek No:23
Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-23
Koordinatları : X-318495, Y-4165022
Yükselti(Rakım) : 962m
Eğim-Bakı : %37-Güney
Toprağın Rengi : Kırmızımsı kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Kızılçam (Çz)
Arazi Kullanımı : Orman

Örnek No:24
Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-24

Koordinatları : X-319495, Y-4165022
Yükselti(Rakım) : 952m
Eğim-Bakı : %23-Güney
Toprağın Rengi : Kırmızımsı kahve
Taşlılık : Az taşlı
Bitki Türü : Zeytin
Arazi Kullanımı : Tarım alanı

Örnek No:25
Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-25
Koordinatları : X-311495, Y-4166022
Yükselti(Rakım) : 1449m
Eğim-Bakı : %26-Güney
Toprağın Rengi : Açık kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Sedir (S)
Arazi Kullanımı : Orman

Örnek No:26
Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-26
Koordinatları : X-312495, Y-4166022
Yükselti(Rakım) : 1415m
Eğim-Bakı : %26-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Az taşlı
Bitki Türü : Badem
Arazi Kullanımı : Tarım alanı

Örnek No:27
Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-27
Koordinatları : X-313495, Y-4166022
Yükselti(Rakım) : 1434m
Eğim-Bakı : %45-Güney
Toprağın Rengi : Açık kahve

Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Sedir (S)
Arazi Kullanımı : Orman

Örnek No:28
Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-28
Koordinatları : X-314495, Y-4166022
Yükselti(Rakım) : 1446m
Eğim-Bakı : %20-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Elma
Arazi Kullanımı : Tarım alanı

Örnek No:29
Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-29
Koordinatları : X-315495, Y-4166022
Yükselti(Rakım) : 1375m
Eğim-Bakı : %54-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Karaçam (Çk)
Arazi Kullanımı : Orman

Örnek No:30
Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-30
Koordinatları : X-316495, Y-4166022
Yükselti(Rakım) : 1161m
Eğim-Bakı : %63-Güney
Toprağın Rengi : Açık kahve
Taşlılık : Çok taşlı
Bitki Türü : Kızılçam (Çz)
Arazi Kullanımı : Orman

Örnek No:31
Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-31

Koordinatları : X-311495, Y-4167022
Yükselti(Rakım) : 1680m
Eğim-Bakı : %10-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Sedir (S)
Arazi Kullanımı :Orman

Örnek No:32

Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-32
Koordinatları : X-312495, Y-4167022
Yükselti(Rakım) : 1742m
Eğim-Bakı : %58-Güney
Toprağın Rengi : Açık kahve
Taşlılık : Çok taşlı
Bitki Türü : Bozkır
Arazi Kullanımı :Açıklık alan

Örnek No:33

Örnekleme Tarihi-Profil No : 27/11/2022-33
Koordinatları : X-313495, Y-4167022
Yükselti(Rakım) : 1670m
Eğim-Bakı : %19-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Çok taşlı
Bitki Türü : Sedir (S)
Arazi Kullanımı :Orman

Örnek No:34

Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-34
Koordinatları : X-314495, Y-4167022
Yükselti(Rakım) : 1664m
Eğim-Bakı : %16-Güney
Toprağın Rengi : Kahve
Taşlılık : Orta taşlı

Bitki Türü : Elma
Arazi Kullanımı : Tarım alanı
Örnek No:35
Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-35
Koordinatları : X-315495, Y-4167022
Yükselti(Rakım) : 1439m
Eğim-Bakı : %31-Güney
Toprağın Rengi : Koyu kahve
Taşlılık : Çok taşlı
Bitki Türü : Badem
Arazi Kullanımı : Tarım alanı

Örnek No:36

Örnekleme Tarihi-Profil No : 11/12/2022-36
Koordinatları : X-316495, Y-4167022
Yükselti(Rakım) : 1494m
Eğim-Bakı : %49-Güney
Toprağın Rengi : Kahve
Taşlılık : Orta taşlı
Bitki Türü : Bozkır
Arazi Kullanımı :Açıklık alan