

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
BİLİM ENSTİTÜSÜ**

**MEŞE, SARIÇAM VE KARAÇAMIN KARBON VE AZOT
TUTMA KAPASİTELERİ ÜZERİNDE BAKININ ETKİSİ**

HEBA A. ALI

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ
Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK
Yrd. Doç. Dr İnci S. KRAVKAZ KUŞCU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KASTAMONU – 2017

TEZ ONAYI

Heba A. ALI tarafından hazırlanan “**Meşe, Sarıçam ve Karaçamın Karbon ve Azot Tutma Kapasiteleri Üzerinde Bakının Etkisi**” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oybirliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ Kastamonu Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK Artvin Çoruh Üniversitesi	
Jüri Üyesi	Yrd. Doç. Dr. İnci S. KRAVKAZ KUŞCU Kastamonu Üniversitesi	

05/02/2017

Enstitü Müdür V. Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ



TAAHHÜTNAME

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

İmza

Heba A. ALI



ÖZET

MSc. Tez

MEŞE, SARIÇAM VE KARAÇAMIN KARBON VE AZOT TUTMA KAPASİTELERİ ÜZERİNDE BAKININ ETKİSİ

Heba A. ALI

Kastamonu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

Karbon stoklarındaki, toplam biyokütle azotundaki ve organik katmanlardaki değişiklikler toprak özelliklerini ve ölü örtü kalitesini güçlü bir şekilde etkiler, bu nedenle uygun olmayan uygulamalar toprak ve çevre kalitesinin bozulmasına neden olurlar. Bu çalışmanın temel amacı, Kastamonu Daday'daki meşe, sarıçam ve karaçam ağaçlarının topraktaki organik karbon ve toplam azot içeriği ile depolama kapasitelerine bakının etkisini araştırmaktır. Bu amaçla kuzey ve güney yönünde 871 m rakımlı topraklardan karaçam ve sarıçam toprak örnekleri toplanmıştır. Kuzey ve güney yönünde 1100-1200 m yüksekliklerde karaçam ve meşe toprak örnekleri toplanmıştır. Toprak numuneleri 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm ve 20-30 cm toprak derinliklerinden rastgele alınmış ve toprak pH, toprak tekstür, hacim ağırlığı, toprak makro ve mikro besin konsantrasyonları, toprak organik karbon (TOC) ve toplam azot (TN) içeriği belirlenmiştir. TOC ve TN stok kapasitesi daha sonra toprak hacmi, toprak kütlesi ve TOC veya TN içeriği çarpılarak hesaplanmıştır. 871 m ve 1100-1200 m rakımlarında kuzey ve güney bakılardan toplanan meşe ve karaçam ormanlarının toprak ve nem içeriği ile depolama kapasiteleri bakılarla önemli farklılıklar göstermiştir. Örneğin, meşe için, kuzey bakıda ortalama toprak karbonu içeriği güney bakıdan daha yüksek iken, toplam azot içeriği güney bakıdan daha düşüktür. Meşe için TOC ve TN depolama kapasitelerine gelince, ortalama toprak organik karbon depolama kapasitesi, kuzey bakıda (15,4 Mg C ha⁻¹) güney bakıdan (69.0 Mg C ha⁻¹) daha yüksektir. Ortalama toplam azot depolama kapasitesi de, kuzey bakıda (5.03 Mg N ha⁻¹) güney bakıdan (4.44 Mg N ha⁻¹) daha yüksektir. Sonuç olarak, topoğrafik faktörlerin, bu çalışmada bakı faktörü, toprak özelliklerini, toprak organik karbonunu ve toplam azot içeriğini ve depolama kapasitelerini önemli derecede etkileyebileceği sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalarda bu faktörler dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Toprak özellikleri, bakı, karbon, azot, depolama kapasitesi, kastamonu

2017, 79 Sayfa

Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

MSc. Thesis

EFFECTS OF ASPECT ON CARBON AND NITROGEN STORAGE CAPACITY OF Oak, SCOTS PINE AND BLACK PINE

Heba A. ALI

Kastamonu University

Institute of Science

Department of Forest Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

Changes in the carbon stocks and total nitrogen of biomass, organic layers strongly influence soil properties and litter quality, so unsuitable practices lead to degradation of soil and environmental quality. The main aim of this present study was to investigate the effects of an aspect of soil organic carbon and total nitrogen content and stock capacities of Oak, Scots pine, and Black pine in Daday, Kastamonu. For this aim, soil samples of Black pine and Scots pine were collected from the altitudes of 871 m on the north- and south aspect. And soil samples of Black pine and Oak were collected from the altitudes of 1100-1200 m on the north- and south aspect. The soil samples were taken randomly from 0-5cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm and 20-30 cm soil depths and analyzed for soil pH, soil texture, bulk density, soil macro and micronutrient concentrations, soil organic carbon (SOC) and total nitrogen (TN) content. The SOC and TN stock capacity were then calculated by multiplying the soil volume, soil bulk density, and the SOC or TN content. Soil properties showed significant variations with aspects and soil depths, but these differences varied with tree species. Soil C and N content and stock capacities of Oak and Black pine stands collected from north and south aspects at the altitude of 871 m and 1100-1200 m showed significant variations with the aspects. For example, for oak, mean soil carbon content on the north aspect was higher than on the south aspect, whereas total nitrogen content was lower on the north aspect than on the south aspect. As for the SOC and TN stock capacities for oak, mean soil organic carbon stock capacity was higher (15,4 Mg C ha⁻¹) on the north aspect than that of on the south aspect (69.0 Mg C ha⁻¹). Mean total nitrogen stock capacity was also higher on the north aspect (5.03 Mg N ha⁻¹) than that of on the south aspect (4.44 Mg N ha⁻¹). In conclusion, our results indicate that topographical factors, an aspect of this present study, can significantly affect soil properties and soil organic carbon and total nitrogen content and stock capacities. Therefore, these factors should be considered in the future studies.

Keywords: Soil properties, aspect, carbon, nitrogen, stock capacity, Kastamonu

2017, 74 Pages

Science Code: 1205

TEŞEKKÜR

Her şeyden önce çalışma süresince destek ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarımın laboratuvar aşamasında bilgi ve tecrübesinden faydalandığım Sayın Arş. Gör. Gamze SAVACI'ya, Orman Mühendisliği Bölümü'ndeki öğretim görevlileri ve araştırma görevlilerine teşekkür borçluyum. Kastamonu Üniversitesi'ndeki Yüksek Öğrenim Meslektaşlarımıza ve Kastamonu'daki Libya topluluğuna verdikleri desteklerden ötürü teşekkür ediyorum. Son olarak; aileme, ahlaki desteğimden ötürü minnettarlığımı ifade etmek isterim. Çalışmalarımı yürütmek için bana güvendiğiniz tüm zamanları aldım ve bu tezi bitirdim. Umarım bu çalışmanın sonuçları, toprağın doğası ile ilgilenen insanlara faydalı olacak ve gelecek yeni araştırmalara katkıda bulunacaktır.

Heba A. ALI
Kastamonu

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI	ii
TAAHHÜTNAME	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
HARİTALAR DİZİNİ	xi
FOTOĞRAF DİZİNİ	xii
TABLO DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Toprak Oluşumunu ve Toprak Özelliklerini Etkileyen Faktörler.....	1
1.1.1. Ana Materyalin Toprak Oluşumu Üzerine Etkileri	1
1.1.2. İklimin Toprak Oluşumu Üzerine Etkileri	1
1.1.3. Vegetasyonun Toprak Oluşumu Üzerine Etkileri	2
1.1.4. Topoğrafyanın Toprak Oluşumu Üzerine Etkileri	2
1.1.5. Toprak Oluşumu Üzerine zamanın Etkileri	4
1.2. Karbon ve Azot Döngüleri	5
1.3. Türkiye'de iğne Yapraklı Ormanların Dağılımı	9
1.3.1. Meşe Türünün Genel Özellikleri	10
1.3.2. Karaçam Türünün Genel Özellikleri	10
1.3.2. Sarıçam Türünün Genel Özellikleri	11
1.4. Çalışma Amacı	11
2. LİTERATÜR ÖZETİ	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. Çalışma Alanlarının Tanımı	16
3.2. Çalışma Alanının İklim Özellikleri	18
3.3. Çalışma Sahasının Jeolojisi	20
3.4. Arazide toprak örnekleme	21
3.5. Toprak Örneklerinin Hazırlanması ve Analizleri	25

3.6. Toprak Örneklerinin Analizi	26
3.6.1. Toprak pH	26
3.6.2. Toprak Tekstürü	29
3.6.3. Hacim Ağırlığı ve Boşluk Yüzeyi	34
3.6.4. Nem İçeriğinin Belirlenmesi ve Ateşte Kayıp (LOI)	35
3.6.5. Toprak Organik Karbonun ve Azotun Belirlenmesi	36
3.6.6. Toprak Makro Ve Mikro Besinler Belirlenmesi	37
3.6.7. Toprak Kütlesi ve Toprak Organik Karbonunun ve Toplam Azot Stok Kapasitesinin Hesaplanması	37
3.6.8. İstatiksel Analizler	38
4. SONUÇLAR	39
4.1. Toprak özellikleri	39
4.2. Toprak C ve N içeriği ve depolama kapasitesi	48
4.3. Toprak makro ve mikro besin maddeleri	54
4.3.1. Toprak makro besin maddeleri	54
4.3.2. Toprak mikro besin maddeleri	54
5. TARTIŞMA	65
6. SONUÇ	71
KAYNAKLAR	72
ÖZGEÇMİŞ	79

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

C	Karbon
Cm	Santimetre
H ₂ O	Su
Mg	Magnezyum
m	Metre
m ³	Metreküp
Mg	Miligram (Ton)
N	Azot
S	Sülfür
MC	Nemli içerik
BD	Hacim Ağırlığı
(H ₂ O ₂)	Hidrojen peroksit
V= $\pi r^2 h$	Bir Silindir Hacmi
0C	Sıcaklık
Ca	Kalsiyum
Al	Alüminyum
Zn	Çinko
Mg	Magnezyum
Mn	Manganez
Cu	Bakır
Co	Kobalt
S	Kükürt
K	Potasyum
Fe	Demir
Na	Sodyum
P	Fosfor
Cl	Klor
N ₂ O	Azotlu oksit
H ₃ O ⁺	Hidronyum
NaOH	Sodyum hidroksit
TOC	Toprak Organik Karbon
STN	Toprak Toplam Azot
OM	Organik madde
TN	Toplam azot
CO ₂	Karbon dioksit
C/N	Karbon Nitrojen oranı
pH	Toprak asitliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Eğimi nasıl korur?	3
Şekil 1.2. Karbon döngüsü	6
Şekil 3.3. Çalışma alanının jeomorfolojisi	22
Şekil 3.4. Toprak pH Aralığı	29
Şekil 3.5. Hidrometre yöntemi	33
Şekil 3.6. USDA dokusal üçgen	33



HARİTALAR DİZİNİ

	Sayfa
Harita 1.1. Türkiye'nin Orman Kaynakları Haritası	10
Harita 3.1. Kuzey Kastamonu'nun batısındaki çalışma alanının konumu.....	18
Harita 3.2. Çalışma alanının Google Haritalar'daki konum haritası	18
Harita 3.3. Çalışma alanında dağıtılan en yaygın ağaç türü (<i>Pinus nigra</i> ve <i>Pinus silvestris</i>)	19



FOTOĞRAF DİZİNİ

	Sayfa
Fotoğraf 3.1. 1189 m rakımında Siyah Çam ve İskoç çam ormanlarında çalışma sahası	23
Fotoğraf 3.2. 871 m rakımında Siyah çam standında çalışma sahası.....	23
Fotoğraf 3.3. Meşe standında 871 m yükseklikte çalışma alanı	24
Fotoğraf 3.4. Toprak çekirdekler kullanılarak farklı toprak derinliklerine göre toprak numunelerini alacak şekilde kazma	24
Fotoğraf 3.5. 1189 m yükseklikte Siyah çam sahasının altındaki toprak çukuru	25
Fotoğraf 3.6. 1029 m rakımlı İskele çam sahası altındaki toprak çukuru	25
Fotoğraf 3.7. 871 m rakımındaki Meşe alanının altındaki toprak çukuru	26
Fotoğraf 3.8. Laboratuarda hava ile kurutulan toprak numuneleri	27
Fotoğraf 3.9. Eleme yapılan toprak örnekleri plastik poşetlere yerleştirildi ve numaralandırıldı	27
Fotoğraf 3.10. Kalibrasyon pH metre	29
Fotoğraf 3.11. Toprak numunelerinin ölçülmesi.....	30
Fotoğraf 3.12. Toprak parçacıklarının zamanını kontrol etme	32
Fotoğraf 3.13. Toprağın dokusunun ölçülmesi	34
Fotoğraf 3.14. Doku analizi için toprak numunelerinin karıştırılması	34
Fotoğraf 3.15. Eurovector EA3000-Tek CNH-S element analizörü	38
Fotoğraf 3.16. Spectro-Xepos II.....	38

TABLO DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1.1. 1975-2010 arası Meteorolojik veriler	20
Tablo 4.2. 871 m rakımında Kuzey ve Güney yönlerinden toplanan meşe dikmelerinin bazı toprak özellikleri	41
Tablo 4.3. 871 m rakımında Kuzey ve Güney yönlerden toplanan Siyah Çam Tepelerinin bazı toprak özellikleri.....	42
Tablo 4.4. 871 m yükseklikte Siyah çam için toprak pH'sı için ANOVA sonuçları	43
Tablo 4.5. 871 m yükseklikte Karaçam için toprak kili için ANOVA sonuçları	44
Tablo 4.6. Sarı çamın bazı toprak özellikleri, Kuzey ve Güney yönlerden 1100-1200 m yükseklikte toplanan standları	45
Tablo 4.7. Kuzey ve Güney yönlerden 1100-1200 m yükseklikte toplanan Siyah Çam Tepelerinin bazı toprak özellikleri.....	46
Tablo 4.8. 1100-1200 m yükseklikte Karabuğday için toprak nemi için ANOVA sonuçları.....	47
Tablo 4.9. 1100-1200 m yükseklikte Siyah çam için toprak pH'sı için ANOVA sonuçları.....	48
Tablo 4.10. Toprak karbonu ve azot içeriği ve Meşe stok kapasitesi Kuzey ve Güney yönlerinden 871 rakımda toplanmıştır.....	50
Tablo 4.11. Kuzey ve Güney yönlerinden 871 m yükseklikte toplanan Siyah Çam Standlarının toprak karbon ve azot içeriği ve stok Kapasitesi	51
Tablo 4.12. Kuzey ve Güney yönlerden 1100-1200 m yükseklikte toplanan İskoç çamı stoğunun toprak karbon ve azot içeriği ve stok Kapasitesi	53
Tablo 4.13. Kuzey ve Güney yönlerinden 1100-1200 rakımında toplanan Siyah Çam Standlarının toprak karbon ve azot içeriği ve stok kapasitesim	54
Tablo 4.14. Meşe topraklarının makro besin maddeleri Kuzey ve Güney Yönlerinden 871 m rakımında toplanmıştır	57
Tablo 4.15. Kuzey ve Güney yönlerinden 871 m yükseklikte toplanan Siyah çam tohumlarının makro besin maddeleri.....	58
Tablo 4.16. İskoç çamının topraktaki makro besin maddeleri Kuzey ve Güney yönlerinden 1100-1200 m yükseklikte toplanmıştır	59
Tablo 4.17. Kuzey ve Güney yönlerde 1100-1200 m rakımında toplanan Karaçam topraklarının makro besin maddeleri	60
Tablo 4.18. Meşe toprak mikrobeseince, Kuzey ve Güney yönlerinden 871 m yükseklikte toplanmıştır	61
Tablo 4.19. Kuzey ve Güney yönlerinden 871 m rakımında toplanan Karaçam toprak mikrobeseinleri	62
Tablo 4.20. İskoç çamının topraktaki mikro besin maddeleri Kuzey ve Güney yönlerinden 1100-1200 m yükseklikte toplanmıştır	63
Tablo 4.21. Kara çam toprakları, Kuzey ve Güney yönlerinden 1100-1200 m rakımında toplanmaktadır	64



1. GİRİŞ

1.1. Toprak Oluşumunu ve Toprak Özelliklerini Etkileyen Faktörler

Toprak açık bir sistemdir, bu yüzden özellikler işlevsel olarak birbirleriyle ilişkilidir. Toprak oluşumunu etkileyen beş ana faktör vardır; topografya, iklim, bitki örtüsünü, zaman ve ana materyal. Buna ek olarak, insan faaliyetleri de toprak özelliklerini etkileyen faktörlerden biri olarak kabul edilir. Böylece, bu özellikler değiştiğinde toprak özellikleri ve sistem değişir.

1.1.1. Ana Materyalin Toprak Oluşumu Üzerine Etkileri

Toprağın ana materyali, hava koşullarına bağlı olarak salınan ve besin maddesi kaybı ile kazanımı arasındaki dengeyi etkileyen, besin unsurlarının orijinal beslenmesini belirleyen, toprağın oluştuğu mineral malzeme veya organik materyali olarak ifade edilmektedirler. Toprak, tekstür, mineral bileşimi, renk, yapı ve aynı zamanda organik asitler ve bitkiler gibi ana materyalin özelliklerini taşıyacak, mikroorganizmalar tarafından üretilen mineral ve artıkların parçalanmasını ve besin maddelerinin salınmasını arttırmaktadır. Ilıman iklim koşullarındaki çoğu toprak, konsolide edilmemiş tortullarda yada yumuşak kayalarda oluşmuştur [1]. Örneğin, topraklar kırmızı kumtaşı bulunan büyük kayalara (ana kayalar) sahip bir alanda oluşmuşsa, topraklar kırmızı renkte olacak ve ana materyali ile aynı özellikleri taşıyacaktır.

1.1.2. İklimin Toprak Oluşumu Üzerine Etkileri

Toprak oluşumu üzerine ikliminin etkileri muhtemelen toprakların oluşumunu şekillendirecek en önemli faktördür. Toprakların üzerinde ve içinde bulunan iki önemli iklim unsuru, yağış ve sıcaklıktır. Buna ek olarak, nem topraktaki kimyasal ve biyolojik reaksiyonları belirler. İklim, bir alandaki toprak türlerini belirlemeye yardımcı olur. Daha yağışlı daha sıcak bir iklim, daha fazla vejetatif örtü ve hayvan hareketi anlamına

gelir. Topoğrafyanın bazı toprak parametrelerini önemli ölçüde etkilediği yaygın bir bilgidir;

Yağış özellikleri, sıcaklık ve bağıl nemin değiştirilmesiyle lokal mikro iklim üzerindeki etkileri nedeniyle [2], ve bazı toprak parametrelerini önemli derecede etkiler.

1.1.3. Vejetasyonun Toprak Oluşumu Üzerine Etkileri

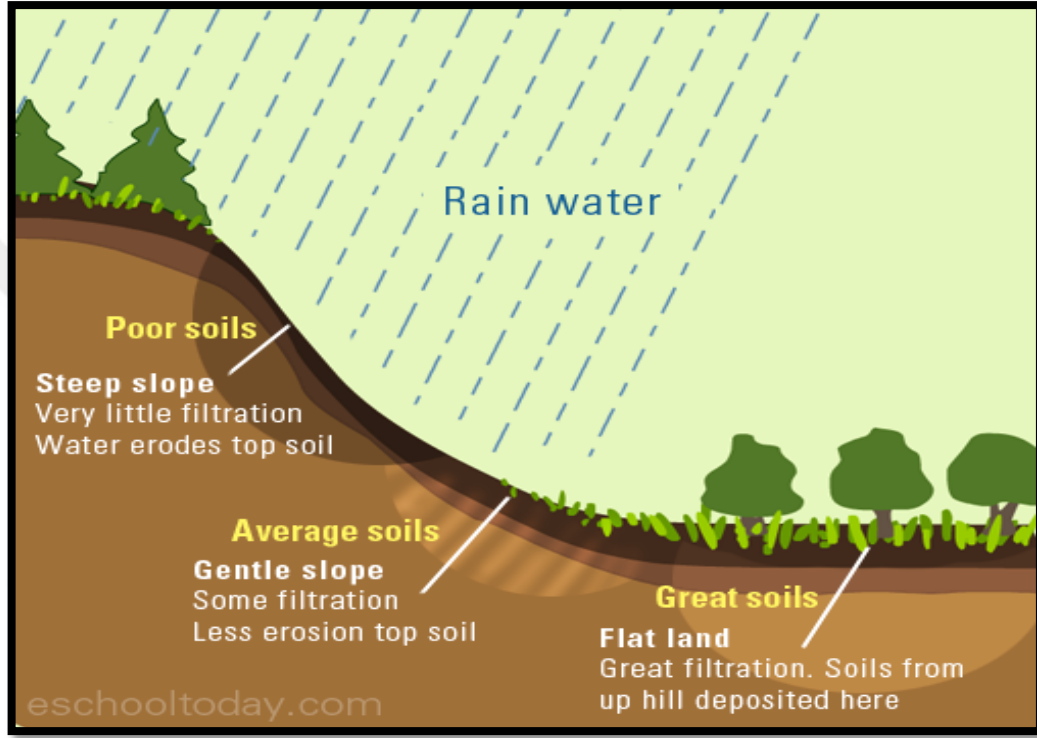
Toprak yüzeyindeki bitki örtüsü, yağış molekülleri tarafından toprak erozyonunu önleyebilir. Ayrıca, toprağı doğrudan güneş ışığından korur, aşırı soğuk hava sıcaklıklarından korur ve nem kaybını azaltır. Dahası, bitkilerin yapraklarında terleme süreci boyunca, toprakların suyunun azalmasına ve kurmalarına neden olabilir. Ayrıca, toprak parçacıklarını veya bileşimi parçalamak için çalışan yeni bitki kimyasalları da meydana getirebilir. Bu nedenle, bitkilerin büyümesi, yüzeyin iklimine ve topografyasına ve biyolojik faktörlere bağlıdır. Toprağın yoğunluğu ve kalınlığı, derinlik ve kimyasal bileşim, pH, sıcaklık, nem gibi toprakla ilgili faktörler yanında herhangi bir toprak tipinde yetişebilen bitkiler de büyük oranda toprakların oluşumunu etkiler.

Buna ek olarak, bitki ve ölü yapraklar, kökler toprak içinde veya yüzeyine düşer ve sonra çürümeye ve ayrışmaya başlar. Bu durumda, topraktaki bazı organizmaların rolü, bu bitkiler üzerinde beslenir ve organik materyal ile toprağın üst katmanlarıyla karışır. Bu yüzden bu bileşikler organik toprak oluşum sürecinin bir parçası haline gelir ve nihayetinde toprağın kendi çeşidinin oluşumuna yardım ederler.

1.1.4. Topoğrafyanın Toprak Oluşumu Üzerine Etkileri

Topografya, bir yüzeye alınan güneş radyasyon miktarını belirlediğinden buharlaşma, mikro iklim, terleme ve akışı kontrol ederek toprağın besin deposunu ve organik maddesini etkileyebilir. Yayılım miktarı hava ve toprak sıcaklıklarını ve toprak suyunun mevcudiyetini idare eder, bu da bitkilerin oluşumunu ve büyümesini etkiler [3, 4]. Uzun eğimli araziler suyun daha hızlı tükenmesi ve yamaçların yüzeylerini potansiyel olarak

aşındırması anlamına gelir. Eğimlerin olması doğaldır. Daha doğrudan güneş ışığına maruz kalan alanlar, toprak nemini kurutabilir ve buda toprakların daha az verimli hale gelmesine neden olabilir.



Şekil 1.1. Eğim toprak oluşumunu nasıl etkiler?

Topraktaki organik maddenin içeriği sistematik olarak tepe dizilerinde veya tepe yamacında değişir ve daha düşük eğim konumları ve çöküntülerin tipik olarak daha yüksek oranlardaki organik madde ve N ve P'yi yamaçlardan veya sırtlarda [5, 6], daha fazla sahip olduğu bildirilmektedir. Topografyanın mikroiklimi etkileyen bir başka faktörü eğimli konumdur. Üst dışbükey veya sırt üst eğim yüzeylerindeki alanlar, yüksek rüzgar hızlarına, yoğun güneş radyasyonuna maruz kalmaya maruz bırakılmaları yanında, erozyona ve zemin hareketine maruz kalırlar [4].

Bu nedenle, daha kuru olma eğilimindedirler. Güçlü rüzgârlardan korunaklı alanlar erozyona değil, içbükey bir yüzeye sahip ise daha düşük eğimlerde toprak ve organik maddenin toplandığı görülür.

Buna ek olarak, eğim derecesi, eğim konumu ve yönü, toprak yüzeyinin kimyasal özelliklerini, toprak derinliğini, dokuyu ve profil gelişimini ve yapısını etkileyebilir. Birkaç çalışmada ölü örtü parçalanma oranları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Topografik yer şekillerinin (yönler ve eğim pozisyonları) tür kompozisyonu, gelişimi, üretkenliği, çevresel koşulları ve toprak özellikleri üzerine etkileri bir çok çalışmaya konu olmuştur [7].

Sonuçlar, yamaçlarda zayıf topraklar ve yamaçların eteğinde daha zengin birikintiler olacağını göstermektedir.

1.1.5. Toprak Oluşumu Üzerine zamanın Etkileri

Zaman, toprağı etkileyen faktörlerden biridir ve herhangi bir yerde toprağın gelişimi ve olgunlaşması için uzun yıllar gerekmektedir. Toprakların göreceli yaşı veya olgunluk derecesi tahmini, evrensel olarak horizon ayırımına dayanır. Zamanla, toprak özellikleri, diğer özel oluşum faktörlerine bağlı olarak gelişir. Toprağın işlemi, diğer etkenlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğine bağlı olarak zaman faktörüne ve sürece bağlıdır. Toprak sürekli değişiyor ve gelişiyor. Daha genç olan topraklar ana materyalinin bazı özelliklerine sahiptir ancak yaşlandıkça organik madde, neme maruz kalma ve diğer çevresel faktörler özelliklerini değiştirebilir. Zamanla yerleşirler ve yüzeyin altına gömülürler, dönüşüme zaman ayırırlar. Sonunda, bir toprak tipinden diğerine değişebilirler. Buna ek olarak, faktörleri oluşturan bu topraklar dışında, antropojenik süreçler de toprak oluşumunu etkileyen altıncı faktördür. Toprak kullanımı uygulamaları, bitki örtüsünü ortadan kaldırarak erozyonla toprağı zarar verebilir, sonuç olarak oluşan toprakları kalınlıklarının azalması ve kirlenmesi riskiyle karşı karşıya bırakırlar. Dahası, insan müdahalelerinin toprakların korunması, ıslahı ve verimliliğini arttırmasına yol açtığına da farkına varılması gerekir. 10 000 yıldan beri insanlar tarım

yapıyor ve insanlar sürekli olarak tarım yöntemlerini geliştiriyorlar. Bununla birlikte, tarımın bazı zararlı etkileri vardır ve toprak kaybına neden olabilir. Toprağa organik gübreler veya gübreler eklemek, toprakta mikroorganizmaların besin üretmesini zorlaştırabilmektedir.

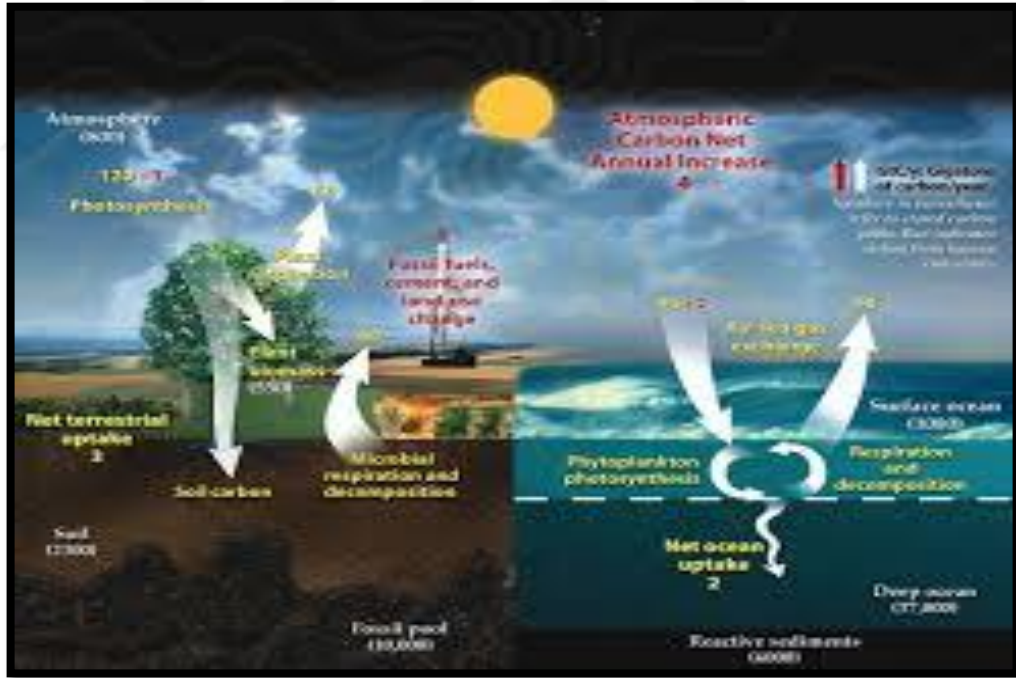
1.2. Karbon ve Azot Döngüleri

Ormanlar dünya topraklarının üçte birini kaplamaktadır. Bu yüzden toprak üzerinde daha büyük bir etkiye sahiptirler. Etkili bir biyotransformasyon ve toprak organik karbonunun (TOC) tutulması esas olarak toprak özelliklerine, mevsimsel değişimlere (sıcaklık, nem), mikrobiyal süreçlerin seviyesine ve C/N oranı ile belirlenen temel besin maddelerinin oranlarıyla yakından ilişkilidir [8].

Dahası, ormanlar küresel karbon (C) döngüsünde büyük bir rol oynamaktadır. Orman ekosistemindeki envanter C 'nin büyük bir kısmı, aynı zamanda, küresel C stokunun önemli bir bölümünü temsil etmektedir. Genel olarak ormanların toprağa büyük bir etkisi vardır. Atmosfer ve biyolojik kompartımanlar arasındaki CO₂ hareketinde etkili bir rol oynamaktadır. Ormanların ekolojik sistemleri karasal alanların % 30 'unu kaplamaktadır. Dünya karbonlu biyolojik kütleinin % 81'ini içerir [9], ve orman yönetimi stratejileri CO₂ emisyonunu azaltmaya çalışmaktadır. Biyolojik olarak [10], ormanlar aynı zamanda tüm bitkisel C'un % 70 'ini ve tüm toprak C'nun % 20 'sini içermektedir. Ayrıca, tüm orman topraklarında C içeriği 120 ton C ha⁻¹'de nispeten yüksektir. Ortalama biyometrik topraklardaki değeri ise 79 ton C ha⁻¹'dir [11].

Karbon döngüsü, iklimde ve atmosferdeki karbon dioksit miktarını kontrol ederek, Dünya'nın küresel sıcaklığını düzenlemede önemli bir rol oynamaktadır. Sera etkisi kendiliğinden var olan bir doğal olaydır ve Dünya'yı yaşama geçirmek için yeterince

sıcak yapar. Sera etkisi olmadan, toprak daha soğuk bir yer olurdu. Karbondioksit (CO₂), sera etkisinden kısmen sorumludur ve insanın katkıda bulunduğu en önemli sera gazıdır [16]. Dünya atmosferinde karbon iki ana biçimdedir: metan ve karbondioksit. Bu gazların her ikisi de atmosferde ısıyı emer ve tutar; kısmen sera etkisinden sorumludurlar. Metan, karbon dioksit ile karşılaştırıldığında hacim başına büyük bir sera etkisi yaratır ancak karbondioksitten daha kısa sürede ve daha düşük konsantrasyonda bulunması, karbon dioksidi bu ikisi arasında en önemli sera gazı haline getirir [13]. Karbon (C), önemli C ve N havuzlarını temsil eden, fotosentez, solunum ve spesifik organik madde döngüsüyle azotu (N) içeriğini de etkiler [14]. Orman ekosistemleri, tüm karasal yerüstü C 'nin % 80 'inden fazlasını ve tüm toprak organik karbonun (SOC) % 70 'inden fazlasını depolamaktadır [15], (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Karbon döngüsü şekli

Geçtiğimiz iki yüzyıl boyunca, insan faaliyetleri, Dünya'nın biyojeokimyasal döngülerinin çoğunu kökten değiştirdi [16]. Ayrıca, insan faaliyetleri küresel karbon döngüsünü, en önemlisi atmosferdeki miktarını ciddi biçimde değiştirmiştir. Karbon

dioksit seviyelerinin son birkaç bin yılda doğal olarak değişmesine rağmen insanların atmosfere bıraktığı karbondioksit doğal dalgalanma seviyelerini aşmaktadır [12]. CO₂ 'deki değişiklikler hava koşullarını önemli ölçüde etkilemesi yanında, dolaylı olarak okyanus kimyasını da etkilemektedir.

Atmosferdeki günümüzdeki karbon dioksit seviyeleri son yıllardaki ölçümleri aşmakta ve seviyeler şimdiye dek kaydedilenlerden daha hızlı yükselmektedir [17]. Bu nedenle karbon döngüsünün nasıl çalıştığını ve etkilerinin küresel iklim üzerinde ne olduğunu daha iyi anlamak kritik önem taşıyor [12]. 19 yüzyıldaki endüstriyel devrimden bu yana, atmosferdeki karbondioksit % 30 oranında artmıştır. Bilim adamları, karbon dioksitteki bu artışın, fosil yakıtların yakılması ve ormansızlaşma da dahil olmak üzere son 150 yılda meydana gelen insan faaliyetlerinin bir sonucudur olduğunu düşünmektedir.

Karbonun bizim için önemli olan her şeyle bir bağlantısı olduğu görülmektedir, örneğin iklimimiz, bedenlerimiz, ekosistemlerimiz vd [18].

Toprak özelliklerinde değişim, bitki örtüsünün çeşitli türlerinin dağılımında sıklıkla gözükabilir; ağaç türünün ölü örtü miktar ve kimyasında değişiklik yaparak biyojeokimyasal yapıya etki edebileceği ve aynı zamanda orman toprağı üzerindeki her bir ağacın etkisi merkezli olarak gerçekleşebilir. Son zamanlarda, sera gazı etkisinin azaltılması için, toprak karbonu (C) havuzlarının rolü, ağaç türleri etkileri hakkında daha fazla bilgiye ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca, ağaç türlerindeki değişiklik de dahil olmak üzere orman yönetimi, ulusal sera gazı bütçelerinde atmosferik CO₂ 'nin hafifletilmesi için bir önlem olarak kabul edilmiştir [20]. Orman toprağındaki karbon miktarı birikiminde ve diğer bozulmalarda bazı değişiklikler olduğu belirtilmektedir. Sonuç olarak, zaman içindeki tüm faktörlerin, değişikliklerin ve bunların nedenleri hakkında çarpıcı deliller ortaya konulmuştur [21].

Çeşitli tahminler sonucunda, arazilerin kullanılması sonucunda 1850 -1990 yılları arasında yaklaşık 123 Pg karbonun (C) atmosfere salındığını göstermiştir[22]. Ekolojik sistemler, depolama ile birlikte büyük bir toprak karbonunu depoluyor ve bu depolama çevre yönetimi, biyolojik ve kimyasal faktörler gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir. Ormanlar hakkındaki bilgiyi ve saf temel üretimi etkileyen çevresel değişikliklerden kaynaklanan ekolojik sistemin operasyonlarında, orman dinamiklerinin karbonu bağlama konusundaki artan ilgisi ve bunun sonucunda bölgesel olarak karbon (C) döngüsü modelleri üretimi yapılmaktadır [23]. Ormanın, ekolojik sisteminde depolanan karbonun büyük bir bölümünü temsil ettiği ve küresel yaşam döngüsünde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Ormanlar, tüm karbonun % 70'ini ve tüm toprak karbonunun% 20 'sini içerirler. Dahası, ortalama orman toprağının içerdiği karbon hektarda 120 ton karbon ve ortalama tüm ekolojik toprağın içerdiği karbon ise 79 ton / ha'dır [28].

Topraktaki azot (N), yağışlar, fosil yakıt kullanımı [24], ve azotlu gübrelerin kullanılmasının artması nedeniyle son 150 yıla kıyasla on katından fazladır. Ayrıca, sedimantasyon hızı bir sonraki dönemlerde artacaktır [25]. Atmosferik azot, biyolojik kullanım için sınırlı bir kullanılabilirliğe sahiptir, bu da birçok ekosistem türünde kullanılabilir nitrojen azlığına neden olmaktadır. Azot döngüsü ekolojistler için özel bir önem taşır, çünkü azotun bulunması birincil üretim ve ayrışma da dahil olmak üzere ekosistem süreçlerini etkileyebilir. Fosil yakıtı yakma, yapay azotlu gübre kullanımı ve atık sularındaki azot salınımı gibi insan faaliyetleri küresel azot döngüsünü dramatik bir şekilde değiştirmiştir [26]. Yüksek atmosferik N depolanmasına maruz ormanlar [27], atmosferik N depolanmasının fotosentez süreçlerinde olumsuz etkilerini görebilir. İsviçre Uzun Vadeli Orman Ekosistem Araştırması (LWF) ağındaki Novaggio meşe ormanı ve Lägeren kayın-ladin ormanının atmosferik N depolanmasıyla, 25 ile 40 kg N ha⁻¹ yr⁻¹ ,[28], ve 19-37 kg N ha⁻¹ yr⁻¹ ,[29], arasında fazladan azot kazandığı bildirilmiştir. Azot (N), dünyadaki tüm canlılar için önemli bir besin ögesidir ve N bulunabilirliği genel olarak bitki üretimi için son derece önemlidir [30].

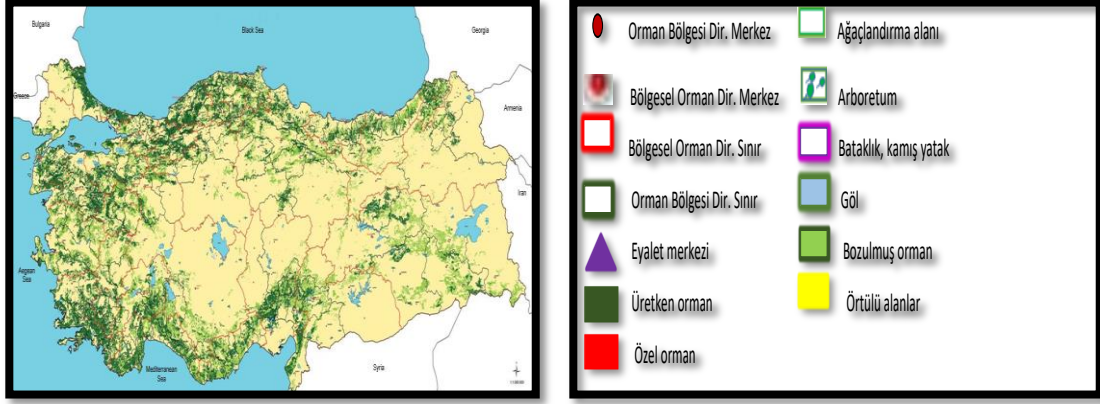
Bununla birlikte, N ve C ile birlikte, bitki parçaları arasındaki biyolojik kütlenin göreceli dağılımında kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle, literatürde iyi tanımlandığı gibi, bitki N bulunabilirliği ve iç N konsantrasyonu, biyokütlenin kökler ve sürgün arasındaki bölümlenmeyi etkilemektedir [30].

Her ne kadar N girdisi nedeniyle C depolamanın toplam potansiyelini değiştirirse de, antropojenik faaliyetler nedeniyle artan N depolanması muhtemelen orman büyümesini ve C izolasyonunu artıracaktır. Karbon (C) ile azot (N) oranı (C / N) topraklarda net N mineralizasyon ve birikimin bir göstergesidir. Karbon bakımından zengin bir organik madde, toprak mikroorganizmalarına büyük bir enerji kaynağı sağlar [31]. Fazladan C depolamasının, artan N çökmesinden kaynaklanan N₂O emisyonlarının eşzamanlı artışını dengeleyip dengelemeyeceği de ayrıca değerlendirilmelidir. Bu tür ilave bileşenlerle birlikte, N çökmesinden etkilenen ormanlarda yaprak seviyesindeki florimetre ölçümlerinin, yapraküstü orman dinamiğinin fotosentetik ve nihai olarak karbon değişim yönleri üzerindeki etkilerini tespit etmede yararlı bir araç olması beklenmektedir. Bazı araştırmacılar, ayrışma ilerledikçe karbonun CO₂ olarak salındığını

ve substratın C / N oranının düştüğünü belirtmektedir. Bitkisel kalıntıdaki karbon ve toprağa uygulanan diğer organik materyallerin humusa dönüştürülmesi, ortamda besin maddelerinin olmasını gerektirmektedir [32].

1.3. Türkiye'de İğne Yapraklı Ormanların Dağılımı

Ormanlar ve diğer bitkilerle kaplı araziler, sadece üreten kaynaklar olmayıp ayrıca insanlara ve diğer canlılara ekolojik işlevlerde sağlamaktadır, örneğin, yapraklarında karbondioksitin depolanması, su ve mineral dolaşımı, toprak ve suyun korunması ve iklimlerin düzenlenmesi gibi. Türkiye'de ormanlık alanların yaklaşık % 60'şını iğne yapraklı, % 40'ını geniş yapraklı ağaç türleri tarafından oluşturmaktadır. Geniş yapraklılar arasında, meşe türleri en yaygın iğne yapraklılarda kızılçam ve karaçam türleridir (Harita 1.1).



Harita 1.1. Türkiye'nin Orman Kaynakları Haritası

Yaklaşık 21,2 milyon hektarlık alana sahip Türkiye'nin orman alanı, her biri ağaçlandırılmış alanın yaklaşık yarısını kaplayan iğne yapraklı ve yaprak döken ormanları ve ormanlık alanlarda tanınan toprakları kapsar: kahverengi toprak, podzol, kırmızımsı podzolik topraklar, terra rossas ve rendzina. Çernozemler ve kestane toprakları doğu bölgelerde yüksek alanlarda görülürler.

1.3.1. Meşe Türünün Genel Özellikleri

Meşe, kayın ailesinin (Fagaceae) Quercus [33], cinsinden bir ağaç veya çalıdır. Yaklaşık 600 meşe türü vardır. Meşe "ortak adı Lithocarpus" olmak üzere ilgili cinslerdeki türlerin adlarında da bulunabilir. Cins, Kuzey Yarımküre'ye özgüdür ve ayrıca Kuzey Afrika ve Amerika, Asya, Avrupa'da serin ılımandan tropikal enlemlere uzanan geniş yapraklı ve her zaman yeşil olan türleri içerir. Meşe odunlarının yapısına, meyvelerinin olgunlaştığı döneme ve yaprak ve kabuk özelliklerine dayalı olarak üç gruba ayrılır: beyaz meşe, kırmızı meşe ve herdem yeşil meşe. Türkiye'de 18 sınıf meşe var. Meşelerin dalgalı kenarları vardır; birçok türde spiral olarak düzenlenmiş yapraklar, ve genellikle bulunduğu ormanlık alanlardaki en uzun ağaçlar arasından olmak, Alçak irtifadan yüksek dağ ormanlarına kadar uzanan [33].

Bazılarında pürüzsüz kenar boşlukları olan bütün bir yaprak veya tırtıklı yapraklar bulunur. Birçok yaprak döken türün çok fazla kokusu vardır, ölü yapraklar bahara kadar kalmazlar. İlkbaharda, tek bir meşe ağacı, türlerine bağlı olarak hem erkek çiçeği hem de küçük dişi çiçek üretir. Soğuk bölgelerde bulunan türlerin çoğu, her yılın sonbaharında yaprakları döken türlerdir. Birçok çeşit meşe yaprağı erken düşüşte kırmızı veya altın kahverengi gibi güzel koyu renklere dönüşür.

1.3.2. Karaçam Türünün Genel Özellikleri

Karaçam (*Pinus nigra*) geniş bir kozalaklı, iğne yapraklarını dökmeyen ağaçtır ve ileri yaşlarda 20-55 metreye boya ulaşabilir. Kabuk griden sarı-kahverengiye dönüktür ve püskürterek çatlamış pullu tabaklara bölünerek yaşla birlikte giderek çatlamaz hale gelir. İğne yapraklar batı türlerinde daha incedir ve daha esnektir. Ek olarak, Akdeniz iğne yapraklı ve karışık orman ekosistemindeki ve Fas ve Cezayir'deki Yüksek Atlas Dağlarındaki nüfusun geri kalanı da var [34].

Ovulasyon ve polen konileri Mayıs-Haziran ayları arasında görülür. Olgun tohum konileri 5-10 cm (nadiren 11 cm) uzunluktadır, yuvarlak pullar; polimasyondan yaklaşık 18 ay sonra, Eylül-Kasım aylarında yeşil-soluk gri tutkunu veya sarı-tutkallı olgunlaşırlar. Tohumlar 6-8 mm kalınlığında koyu gri, 20-25 mm uzunluğunda sarı-tutkal kanatlı; Aralıklar ile Nisan ayları arasında koniler açıldığında rüzgârla dağılırlar. Olgunluğa 15-40 yaşlarında ulaşılır; Büyük tohumluk ekinler 2-5 yıllık aralıklarla üretilmektedir. *Pinus nigra*, yılda yaklaşık 30-70 santimetre hızla büyümektedir. Genellikle yaşla düzensizleşen yuvarlak çizgi roman formuna sahiptir. Karaçam ağaçları, 500 yaşın üzerindeki bazı ağaçlar ile uzun ömürlü olabilir. Tam büyümek için güneşin ihtiyacı vardır, gölgeye toleranssızdır ve kar ve buz hasarına dirençlidir.

1.3.3. Sarıçam Türünün Genel Özellikleri

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Avrasya'ya özgü, Batı Avrupa'dan Doğu Sibirya'ya, güneyde Anadolu'ya ve Kafkas Dağlarına kadar uzanan, kuzeyden İskandinavya'daki

Kuzey Kutup Dairesi'ne kadar uzanan bir çam türüdür. Menzilin kuzeyinde 1.200-2.600 m rakımda büyüyen yüksek rakımlı bir dağ ağacı aralığında, güneyinde ise deniz seviyesinden 1.000 m'ye kadar uzanır. Kısa, mavi-yeşil yaprakları ve turuncu-kırmızı kabuğu kombinasyonu ile kolaylıkla tanınır [35].

1.4. Çalışma Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, Kastamonu Daday'daki meşe, sarıçam ve karaçam ağaçlarının topraktaki organik karbon ve toplam azot içeriği ile depolama kapasiteleri üzerinde bakımın etkilerini araştırmaktır. Bu amaçla, kuzey ve güney bakıların 871 m rakımında yetişen karaçam ve sarıçam deneme alanlarından toprak örnekleri alınmıştır. Yine kuzey ve güney bakıların, bu sefer 1100-1200 m rakımında yetişen karaçam ve meşe deneme alanlarından toprak örnekleri alınmıştır. Toprak numuneleri 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm ve 20-30 cm toprak derinliklerinden rastgele alınmış ve toprak pH, toprak tekstürü, hacim ağırlığı, toprak makro ve mikro besin maddesi konsantrasyonları, toprak organik karbonu (TOC) ve toplam azot (TN) içeriği belirlenmiştir. SOC ve TN depolama kapasitesi daha sonra toprak hacim ağırlığı, toprak kütlesi ve TOC veya TN içeriği çarpılarak hesaplanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Specht ve ark. (1990), Akdeniz-iklim toplumlarındaki üst tabaka ve alt tabaka türleri arasında azot [N] ve fosfor [P] bakımından yakın bir pozitif ilişki olduğunu göstermiştir. P çoğu Avustralya ekosisteminin gelişimini sınırlayan temel bir element olarak görülmektedir [37]. Fosforun kullanılabilirliğinin N-bağlanma sistemleri üzerinde büyük bir etkisi vardır. Akasya gibi N-bağlayıcı türler, orman ekosistemlerinde N dengesinde ve döngü sisteminde önemli bir role sahiptir [38]. N-bağlayıcı türlerinin yaprakları [N] bakımından daha yüksektir. Bu farklılıklar yaşlanmaya kadar sürer, böylece daha yüksek [N] yaprak dökülmesinde korunur. Doğal ve insan yapımı karışık tür meşcerelerinde, N

bağlayıcı türlerinin varlığı ölü örtüde [N] ve C: N oranlarında önemli bir katkı oluşturmaktadır [36].

Nadelhoffer vd. (1999) çalışmalarında, dokuz ılıman ormanda, 3 yıllık bir süre boyunca 15 N etiketli iz deneyleri gerçekleştirmiştir. Sonuçlar, kök odununda ortalama N dönüşümü yalnızca 0.05 iken, eklenmiş N (% 70) 'un en büyük kısmının toprakta biriktiğini göstermiştir [39]. Kök odununda C/N oranını 500 kabul ederek ki N depolanmasıyla sabit kalmıştır, bu yazarlar ağaç başına Azot Kullanma Etkinliğinin (AKE-NUE) 25 kg C / kg N olduğu tahmininde bulunmuştur. Ortalama bir toprak C / N oranının 30 olduğu varsayıldığında ise toprak altı birikimin Azot Kullanma Etkinliğinin 21 kg C / kg N olarak tahmin etmiştir [40]. Bu yaklaşımı kullanan Nadelhoffer ve ark. (1999) 6000 'den fazla Seviye I örnek alanda, alana özgü toprak C / N oranlarını kullanarak ve azot depolanmasına bağlı olan gövde odunundaki N dönüşüm fraksiyonunu farz ederek, ortalama N dönüşümü 0.1 kadar yükselmiştir. Üst değer, Melin ve ark. (1983) tarafından N-kısıtlı orman meşcerelerinde belirlenen 0.06-0.14 değerlerine yakındır. sonuçlarına daha yakındır. (1983), [41], N-sınırlı orman stoğu için gözlemledi. Bu yaklaşımı kullanarak, Avrupa çapında ortalama bir $NUE_{\text{ağaç}}$ ve NUE_{toprak} için bu değerler anılan sıralamaya göre 33 ve 15 kg C / kg N olarak bulunmuştur.

Galloway vd. (2003) çalışmalarında görüldüğü gibi, N depolanmasının karbon tutulma üzerindeki net etkisi yalnızca bilimsel bir konu olmayıp, aynı zamanda N emisyon kontrolünde yeni nesil uluslararası kontrol protokollerini etkileyerek siyasi sonuçları olabilecek bir konudur. Bu protokoller azotun olumsuz etkilerini ele almaktadır örneğin ötrofikasyon (sudaki azot ve fosfatın artması) ve asitleştirme ki bunlar karasal ve sudaki ekosistemlerde biyoçeşitliliği etkileye bilmektedir [42].

Hogberg vd. (2006) kirliliğe maruz kapmamış bir boreal ormanda, ağaç büyümesi ve toprak kimyası üzerine uzun dönem (30 yıllık) N gübreleme deneyinin etkilerini bildirmiştir. Amonyum nitrat, sırasıyla 34 ve 68 kg N ha¹ yıllık iki dozda 0.09 ha deneme alan için tekrar eklenmiştir. 108 kg N ha¹'lık üçüncü ekleme 20 yıl sonra sona

erdirilmiş, böylece takip eden 10 yıl boyunca ise düzelmelerin değerlendirilmesi araştırılmıştır. Ağaç büyümesi başlangıçta tüm N eklemelerine olumlu tepki vermesine karşın, uzun vadeli sonuçlarda, en yüksek muamele için herhangi bir kazanç olmaksızın, N ekleme oranına ve en düşük N'nin kontrolünü aşan $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ kök odunun kazanmasına neden olmuştur. Ağaç odun yoğunluğunu 500 kg m^{-3} ve C içeriğini % 50 olduğu varsayılarak, 1020 kg^{-1} (30 yıl $34 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$) birikmiş N girişi için $25,000 \text{ kg C}^{-1}$ bir net C kazancı elde edilir; bu, $\text{NUE}_{\text{tree}} = 25 \text{ kg C} / \text{kg N}$ dir. En yüksek dozlarda N eklemesi, 108 kg N ha^{-1} büyümenin azalmasına neden olmuştur, muhtemelen asidifikasyon ve mineral topraklardan bazı katyonlarının kaybından dolayı büyüme azalmıştır [43].

Pregitzer vd. (2007), 1994 yılından beri Michigan'da dört farklı kuzey bölgesi yapraklı ormanlarda kronik N birikim simülasyonu gerçekleştirmek için $30 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ eklenmeye bir deney gerçekleştirmiştir. Her sene ağaç büyümesini ölçmüşler ve 2004'te toprak C içeriğini 70 cm derinlikte incelemişlerdir. On yıllık deneyden sonra kontrol muamelesiyle N depolanma işleminin karşılaştırılması (toplam 300 kg ha^{-1} girişi) yapıldığında, odunsu biyokütlerdeki C depolanmanın, ortalama olarak $5000 \text{ kg C ha}^{-1}$ ile arttığını ve bununla $17 \text{ kg C} / \text{kg N}$ NUE_{tree} eşit olduğu belirlenmiştir. Toprak organik maddesindeki (0- 10 cm) artış, $6900 \text{ kg C ha}^{-1}$ ve buda $23 \text{ kg C} / \text{kg N}$ 'lik bir NUE toprağına eşittir. Toplam ortalama ekosistem C tepkisi bu nedenle $40 \text{ kg C} / \text{kg N}$ olarak belirlenmiştir. Toprak C izolasyonu, daha önce bahsedilen İskandinav bölgelerine kıyasla nispeten yüksektir ve bunun nedeni çalışma alanı koşullarında önceden bildirilen yüksek değerdeki C birikimi miktarından kaynaklanmış olabilir: 10 yıl boyunca 300 kg toplam N girişi için $20,000 \text{ kg C ha}^{-1}$, buda toprak C / N depolama oranının 67 olmasına yol açmaktadır [44].

Magnani vd. (2007), 1978-1994 dönemi için interpolasyonlu yağış kimyası ölçümlerine dayanılarak, temsili orman zaman diziliminin Net Ekosistem Üretimi (NEP) ile azot'un ıslak depolanması arasında güçlü bir pozitif ilişki bildirmiştir. Elde ettikleri sonuçlar, bir kg ıslak N depolanmasına tepkime, buda $4,9$ ila $9,8 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ aralığında

değişmektedir, yaklaşık $725 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ olduğunu göstermektedir. Yazarlara göre, yıllık en fazla ölçülen N ıslak depolama seviyesi $9,8 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$, toplam $15 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ depolanmaya denktir ve buda toplam ve ıslak depolama oranının 1.5'e yakın olduğuna işaret etmektedir. Bahsedilen 725 değerinin bu orana bölünmesi, ekosistemde NUE değerinin 475 kg C / kg N civarında olmasına yol açmaktadır. Sutton vd. (2008) tarafından gösterildiği gibi [46], ıslak N depolamanın toplam N depolama oranı 2 ila 7 arasında değişebilir ve bu oran genellikle N depolama ile artarabilir (Simpson vd. 2006) [47]. Ayrıca, tüm ağaç türleri, alanın verimliliği ve meşcere sıklığı gibi ilgili arazinin özelliklerine ilişkin sonuçları bir ilişki içerisinde birleştirmişlerdir [45]. Bununla birlikte, insan etkinlikleri ve N emisyonlarının, N tepkisini daha da düşürecek verimli topraklara sahip bölgelerde en yoğun olması beklendiğinden, arazi verimliliği N emisyonu ve depolanma ile ilişkilendirilebilir. Genel olarak, bu analiz birçok faktörün eşdeğer olduğu veri kümelerini yorumlamada dikkatli olunmasını vurgulamakta ve Magnani vd. (2007) tarafından önerilen değerden çok daha küçük bir C:N tepkisi olduğunu göstermektedir.

Sutton vd. (2008), sıcaklıklar ve azot depolamasının bölgeler arasında olumlu bir korelasyonu olduğu göz önüne alındığında, bu değerlerin Avrupa'daki iklim farklılıklarından etkilendiğini göstermiştir. Su fakiri alanları hariç tutularak ve 58 C 'nin üzerinde gelişen günler ile NEP-ortalama arasındaki bir etkileşimi hesaplayarak, Magnani vd. (2007) elde ettikleri veriler 68 kg C / kg N değeriyle uyumlu bulunmuştur. 68 kg C / kg N değeri bile gerçek azot tepkisinden daha büyük olabilir [46].

Laubhann vd. (2009), tepkime faktörü olarak her bir ağacın bazal alan artışını ve ağaç boyutunu (göğüs yüksekliğinde ağaç çapı, dbh), ağaç rekabetini (daha büyük ağaçların bazal alanı ve meşcere sıklığı), yetiştirme ortamı faktörlerini (ör. Toprak C / N oranı, 30 yıllık ortalama sıcaklık) ve çevresel faktörlerini (uzun vadeli sıcaklık ortalaması, azot ve kükürt depolaması) ölçerek, ağaç seviyesinde bir regresyon analizi uygulamışlardır. Ağaç seviyesindeki çok değişkenli regresyon analizi ağaç büyüklüğü ve ağaç rekabet değişkenlerini kullanarak, ağaç düzeyi ve arazi faktörleri ve çevre faktörleri üzerinde,

buna rastgele bir etki deneme alanları da dahil, sınırlanmış maksimum olasılık (REML) yönteminin uygulayarak [47], gerçekleştirilmiştir [81].



3. MATERYAL VE YÖNTEM

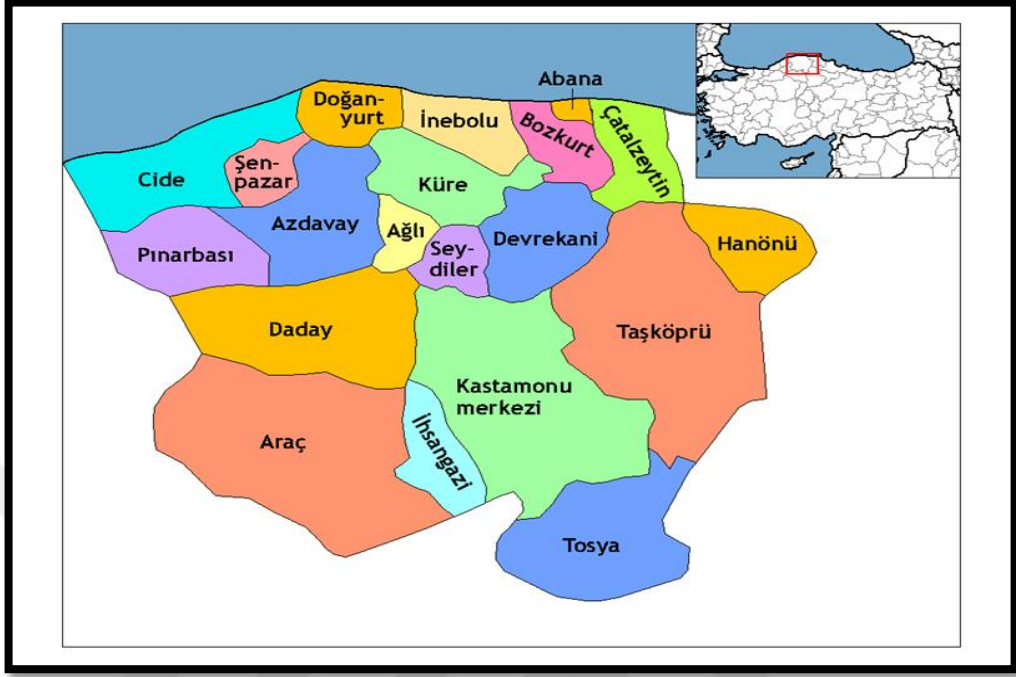
3.1. Çalışma Alanlarının Tanımı

Bu çalışmada elde edilen veriler, Kastamonu Daday İlçesinden alınmıştır. Arazi örnekleme 2016 yılı baharında gerçekleştirilmiştir. Daday Kastamonu iline bağlı bir ilçedir. İlçe 1,834 km² bir alanı kaplamaktadır ve bu İlçe 904 m yüksekliktedir. Daday Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde bulunmaktadır. Kastamonu'nun 30 km batısında (41 ° 28'N 33 ° 28'E) yer almaktadır (Harita 3.1).

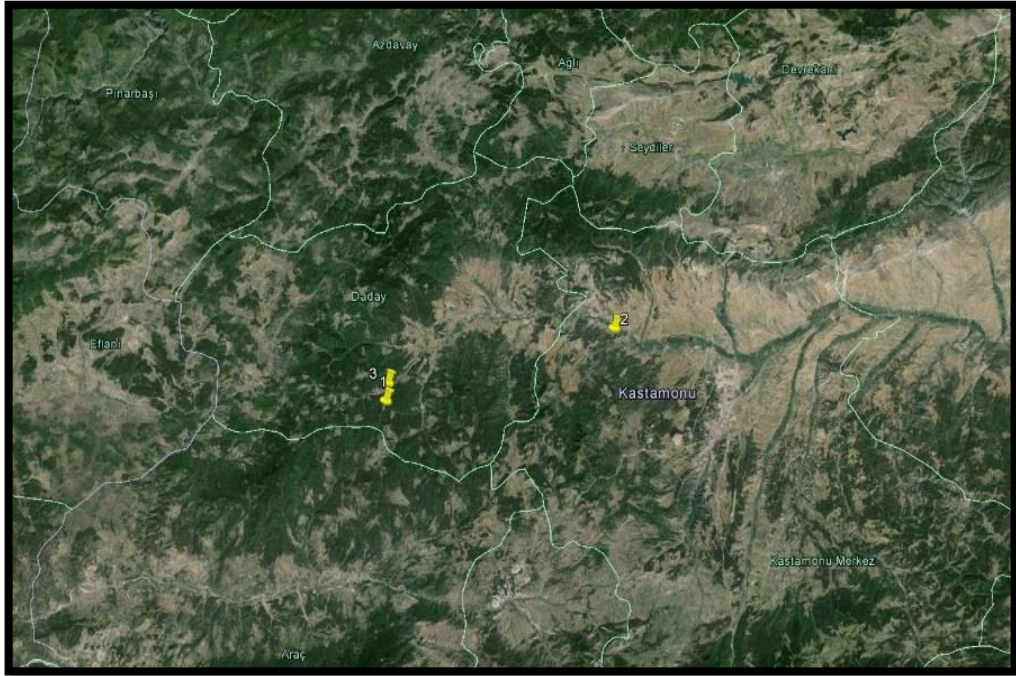
İlçe 998 km² (385 sq mi) [80], bir alan kaplar ve şehir 940 m yükseklikte (3084 fit.) Yer alır. Dik eğimli (% 40 ila% 60 arasında değişen) ve yüksek rakımlı (3000 m'ye kadar) dağlık bir bölgedir. Çalışma alanının yeri (Harita 3.2) 'de gösterilmektedir.

Bölgede hem kuzey hem de güneye bakan alanlarda genellikle *Pinus silvestris* ve *Pinus nigra* saf veya tür karışımıyla ormanlar oluşturmuştur. Bazı meşcereler, *Fagus orientalis* ve *Quercus spp.* *Pinus silvestris* ve *Pinus nigra* ile birlikte görülebilir. Her bakıda, bu yükseltide büyüyen ortak orman oluşum şekilleri yapraklı- iğne yapraklı orman (650-1100 m) ve iğne yapraklı orman (1100-1600 m) formasyonlarıdır (Harita 3.4).

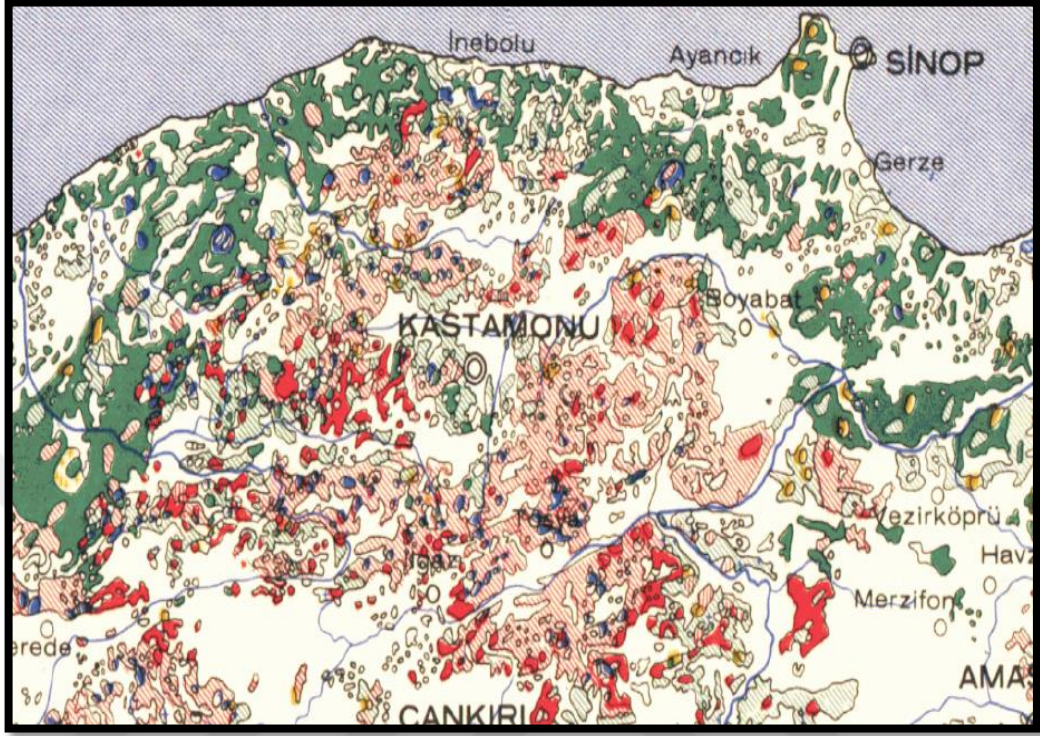
Alt rakımlarda daha çok yemyeşil çimen, eğrelti otları ve bitkiler tarafından işgal edilmişken, üst rakımlarda büyüme mevsimi boyunca otsu bitkiler tarafından kontrol edilmiştir. Kışın toprak yüzeyi karlarla kaplı iken, yamaçların üst kısımlarına daha fazla birikme ve 2 m derinliğe ulaşan kar örtüleri bulunur. Kar örtüsü, alt kısımlardan ziyade üst rakımlarda daha uzun kalmaktadır. Kuzeye bakan yamaçlar, güneye bakan yamaçlardan daha ağır kar yığını alır, ancak ilkbahar karı, güneye bakan yamaçlarda, kuzey yönündeki yamaçlardan daha hızlı erimektedir.



Harita 3.1. Çalışma alanının harita üzerindeki konumu



Harita 3.2. Google haritalarındaki çalışma alanlarının yerleri



Harita 3.3. Çalışma alanında en çok yayılış gösteren ağaç türleri
(*Pinus nigra* ve *Pinus silvestris*)

3.2. Çalışma Alanının İklim Özellikleri

Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde düzensiz topografya nedeniyle farklı iklim tipleri vardır. Dahası, yağmur bulutları ülkenin iç kesimine nüfuz edememektedir. Yağmur bulutları, suyun çoğunu kıyı alanına düşürmektedir. Genel olarak, yağmur bulutları, dağların üzerinden geçerek, Orta Anadolu'ya ulaştıklarında, yağmur yağması için gerekli özellikleri bünyesinde barındıramamaktadır.

Çalışma alanı Kastamonu ilinin bir parçasıdır. Kastamonu'nun soğuk kışları ve sıcak yazları olan okyanus iklimi [80], vardır. Yıllık yağış miktarı, baharın en yoğun yağış mevsimi olması nedeniyle, yıl boyunca eşit olarak dağıtılır. Ayrıca çalışma alanı Karadeniz ikliminden etkilenmiştir. Yağışlar, sonbaharda başlar ve Nisan'a kadar düşmeye devam eder. Bölge genelde kışın kalın karla kaplıdır; Kar ve yağış ormandaki

tatlı su kaynaklarıdır. Kar yılın 120 günü toprak yüzeyinde olabilir. Kışlar sık sık görülen yoğun kar yağışlı ve aşırı soğuktur. Bölgedeki köyler, kış fırtınaları sırasında birkaç gün boyunca izole kalmaktadır. Çalışma alanında kışlar uzun, soğuk ve karlı iken, yazlar kısa ve sıcaktır. Mevsimlik ve günlük sıcaklıklar aşırı değerleri gösterir ve yağış genellikle düşüktür. 1975-2010 dönemine ait iklim verileri (Kastamonu Meteoroloji İstasyonu, 800 m asl) (Tablo 3.1), Mayıs ayında (71.1 mm) en yüksek miktarlarla ve Şubat ayında (25,8 mm) en düşük miktarla, yılda 489 mm yağış ortalamasının olduğunu göstermektedir. Aylık ortalama sıcaklık Temmuz'da 20,2 °C, Ocak ayında -0,8 °C arasında değişmektedir.

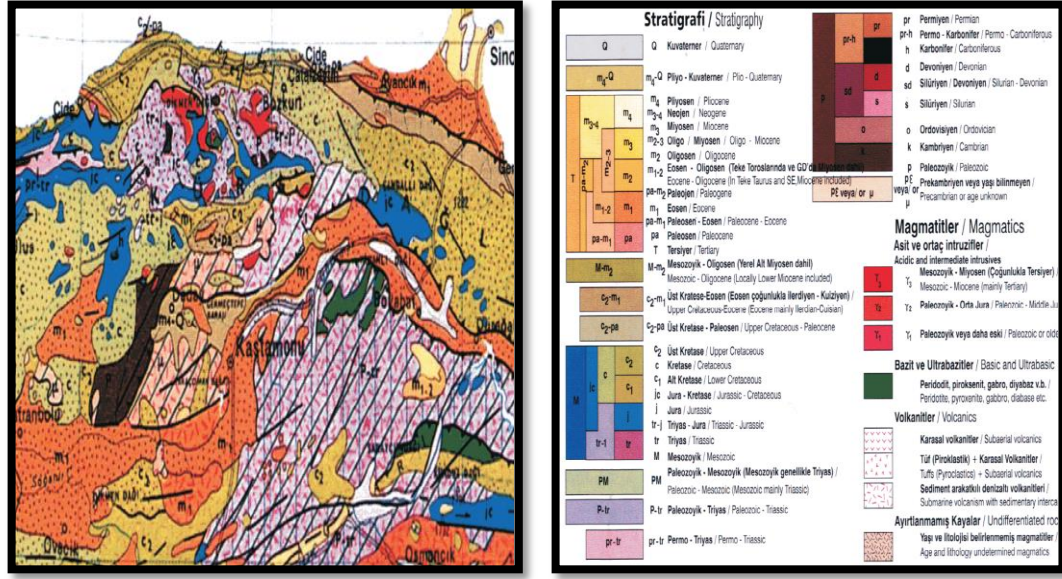
Tablo 3.1. 1975-2010 arası Meteorolojik veriler

Meteorological	Months												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Mean Temperature	-0,8	0,6	4,3	9,5	13,8	17,4	20,2	19,8	15,5	10,4	4,5	0,6	9,6
Max. Mean Temperature	11,0	14,3	21,4	25,6	28,6	32,0	34,3	34,5	31,5	26,7	18,2	12,6	24,2
Min. Mean Temperature	-12,7	-12,3	-8,3	-3,0	0,8	4,9	8,3	7,8	3,2	-1,1	-5,7	-10,4	-2,4
Mean Precipitation	30,9	25,8	32,1	56,3	71,1	61,6	37,2	33,6	32,3	38,4	32,3	37,6	489,0
Daily Max. Precipitation	10,3	8,8	10,5	15,7	18,8	18,5	15,2	16,6	14,2	16,5	10,8	13,0	18,8
Mean Humidity	75,5	70,7	66,5	65,5	65,1	63,1	59,8	60,8	64,9	71,0	75,6	77,6	68,0
Min. Humidity	41,5	35,3	25,7	25,7	27,0	26,3	25,1	23,8	25,7	28,0	37,6	41,9	23,8
Day covered with snow	15,6	10,4	5,3	2,0							2,7	10,0	46,0
Number of frosty days	25,3	22,0	16,8	4,2	1,7					3,4	13,2	21,8	109,0
Number of foggy days	6,4	2,3	1,6	1,3	1,9	1,0	3,0	1,0	3,0	2,4	4,5	7,6	35,9
Fastest Wind Direction and Speed	S W W 4,3	S W W 4,8	S W W 5,4	S W W 5,4	SW W 4,6	SW W 4,5	NW W 4,3	N W 4,0	SW W 4,1	SW W 3,9	SW W 4,0	SW W 4,3	SW W 5,4
Mean wind speed	1,0	1,2	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,2

3.3. Çalışma Sahasının Jeolojisi

Çalışma alanı, okyanus batı Karadeniz havzasının güney pasif kenarındaki Kastamonu yakınlarındaki Daday olup, Türkiye'nin Orta Pontidlerinin bir parçasıdır. Bu, birimdeki kayaların zeminde ve tepede Mesozoyik yaşlı kayalarla farklılaştığı Araç-Daday birimi ile ilgilidir. Bu havza, Kuzey Batı'daki Zonguldak havzasını ve güneybatıdaki Ulus havzasını oluşturan Tristian kütleli boyunca uzunluğa bölünmüştür. Bu havzaların her ikisi de erken senozoyik bölgesinde Araç-Daday makaslama bölgesinin doğu tarafında deforme olmuşlardır. Kuzeydeki pontitlerin mimarisine kuzeyde derinleşen Sinop havzası hakimdir. Daday'ın jeolojisinde hemen hemen eski çağdan önce başlamış olan metamorfik kayalar vardır. Bölgede jeolojik olarak Metamorfik jeolojik konumda olan beş çeşit Kambriyen kayası vardır. İncelenen alanın ana materyali ağırlıklı olarak bir granit / kuvarz karışımıdır. Çalışma alanındaki jeomorfoloji ve ağaç türü dağılımı (Şekil 3.3) gösterilmektedir.

Daday-Devrekani masifi, Avrupa kenarının metamorfik kayalarından oluşur ve bunlar, Aptian'dan önce yerleştirilen okyanusal kabuğun şeritleri ve eşzamanlı Kretase fliş ile kademeli olarak dilimlenir. En üstteki dilim Esas olarak Paleozoik Çökeltilerden ve Erken Jura yaşlı granitlerin müdahale ettiği Karakaya formasyonundan oluşmaktadır. Bunlar tektonik olarak bir karbonat-fliş ile örtülmüş olup dikiş ve örtücü tektonik sonrası müttefik Karakaya (Akgöl) formasyonu, teknik ark yay havzası (Karadeniz) ile ilişkili olduğunu çok açık bir şekilde göstermektedir. Neotethys'in kuzey koluna [48], Daday bölgesi muhtemelen, deforme olmuş kayaçların aynı anda çökelmiş fliş sedimanları ile ilerici katlanma ve imbrike dilimlemesini gösteren bir kıta kenarının iyi bir örneğidir. Bu birim stratigrafisi ve metamorfik kaidesine göre, Daday ve Devrekani'nin birkaç Massif bölgesi oluşturduğu bilinmektedir.



Şekil 3.3.Çalışma alanının jeomorfolojisi

3.4. Arazide toprak örnekleme

Kuzey ve güney bakının üst (1100m-1200m civarında) ve alt (871m) iki yükseltisi seçilmiştir. Çalışma alanlarının eğimleri % 40 ila% 50 arasında değişmektedir. Kuzeye ve güney bakıların üst yamaçlarında, çoğunlukla karaçam ve sarıçam ağaçları hakimdir (Fotoğraf 3.1). Kuzey ve güney bakıların alt yamaçları ise karaçam ağaçları (Fotoğraf 3.2) ve meşe ağaçları (Fotoğraf 3.3) ile kaplanmıştır. Kuzey ve güney bakıların 871 m rakımlarında yetişen karaçam ve sarıçam deneme alanlarından toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca, kuzey ve güney bakıların 1100-1200 m yükseltilerinde yetişen karaçam ve meşe deneme alanlarından toprak örnekleri toplanmıştır. Her bir deneme alanındaki ağaçların boyu, çap (göğüs çapı-1.30 m) ve meşcere silvikültürel özellikleri birkaç olgun ve yaşlı ağaçlarda ölçülmüştür. Arazide, her bir çalışma alanındaki kapalılık görsel olarak tahmin ederek meşcere kapalılığı tespit edilmiştir. Toprak örnekleme, her bir çalışma alanında üç tekrarlı alınan toprak çukurlarının, 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm ve 20-30 cm toprak derinliklerinden rastgele alınmıştır (Fotoğraf 3. 4, Fotoğraf 3.5, Fotoğraf 3.6 ve Fotoğraf 3.7). Her bir toprak

çukurundan iki silindir numunesi de alınmış ve toprakların ortalama hacim ağırlığı hesaplamasında kullanılmıştır.



Fotoğraf 3.1. 871 m rakımında karaçam çalışma sahasından bir görüntü



Fotoğraf 3.2. 871 m yükseklikteki Meşe çalışma alanından bir görüntü



Fotoğraf 3.3. 1189 m rakımındaki karaçam ve sarıçam deneme alanlarından bir görüntü



Fotoğraf 3.4. Farklı toprak derinliğinden çelik silindirler kullanılarak yapılan toprak örnekleme



Fotoğraf 3.5. 1189 m yükseklikte karaçam sahasının altındaki toprak çukuru



Fotoğraf 3.6. 1029 m yüksekliğinde sarıçam sahası altındaki toprak çukuru



Fotoğraf 3.7. 871 m rakımlı meşe çalışma sahasındaki toprak çukuru

3.5. Toprak Örneklerinin Hazırlanması ve Analizleri

Toprak örnekleri hava kurusu hale getirildikten sonra (Fotoğraf 3.8), öğütülmüş ve 2 mm gözlü elekten geçirilmiştir. İşaretlenmiş plastik torbalara yerleştirilmiş ve kimyasal analiz öncesi bir buzdolabında muhafaza altına alınmıştır (Fotoğraf 3.9).

Toprağın örnekleri üzerinde, pH, tekstür, hacim ağırlığı, toprak makro ve mikro besin maddesi konsantrasyonları, toprak organik karbon (TOC) ve toplam azot (TN) içeriği analizleri gerçekleştirilmiştir. TOC ve TN stok kapasitesi daha sonra toprak hacim ağırlığı, toprak kütlesi ve TOC veya TN içeriği çarpılarak hesaplanmıştır.



Fotoğraf 3.8. Laboratuvarda hava kurusu hale getirilen toprak numuneleri



Fotoğraf 3.9. Elenmiş, plastik poşetlere yerleştirilmiş ve numaralandırılmış toprak örnekleri

3.6. Toprak Örneklerinin Analizi

3.6.1 Toprak pH

Toprak Ph'sı, bir toprağın kimyasal özelliklerinin en belirleyici ölçümlerinden biridir. Bir toprağın asidik, nötr veya bazik olup olmadığı, çeşitli bileşiklerin çözünürlüğü, iyonların değişim yerlerine nispi bağlanması ve çeşitli mikroorganizmaların aktivitesi ile çok ilgilidir. Toprak pH 'sı, toprak çözeltisindeki hidronyum iyonunun (H_3O^+ veya daha yaygın olarak H^+) aktivitesinin bir ölçümüdür [49].

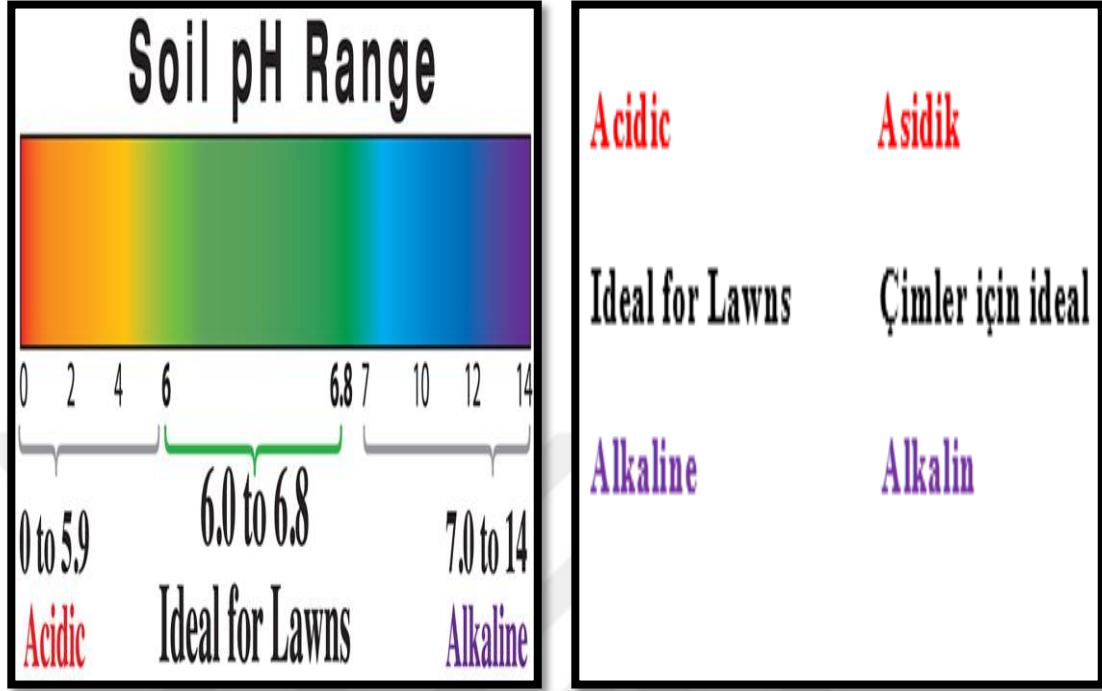
Toprak pH, hidrojen (H⁺) iyonu konsantrasyonunun negatif log 10'udur: $pH = 1 / \log_{10}(H^+)$. Toprak pH'sı, toprağın özelliklerine ve ölçüm yapmak için kullanılan tekniğe bağlı olarak doğru bir şekilde ölçülmesi zor olabilir [50]. İster toprakta asidik, nötr olsun, pH metre kullanılıyorsa, pH çeşitli oranlarda olabilen bir toprak, su bulamacı içinde belirlenir. Şiddetli asitlik ve alkaline topraktaki hidrojen ve alüminyum gibi elementlerin toksin konsantrasyonlarının varlığına neden olur.

Ayrıca bitkilerde toksisiteye elverişli olan Fe ve Mn ve Cu gibi mikro besinlerin salıverilmesi de asitliliğe neden olabilir. Aksine, güçlü alkalın, bu önemli elementlerin ve dolayısıyla gıda yetersizliğinin oluşmasına yol açar; pH, toprakta faydalı etkise sahip mikropları ve organizmaları etkileyerek bitkilerin büyümesini etkileyebilir. Toprak bakteri, azot fiksasyonu, simbiyotik bakteri streptokok bakterilerinin yanı sıra, pH 6,5'in azalması altında çalışamaz ve topraktaki organik maddenin ayrışması yavaşlar ve bu da bireysel azot ve diğer besin maddeleri eksikliği ile sonuçlanır.

Bir pH metre kullanarak, pH metre önce kalibre edilmeli, pH metre için kullanım kılavuzunda verilen kalibrasyon prosedürü takip edilmelidir. 1'den 14'e kadar bir ölçekte, 1'in pH değeri çok asidiktir ve 14'lük bir pH, baz olarak da adlandırılan çok alkali, 7'nin pH değeri ise nötrdür. Bitkiler, genel olarak 5,5 ila 6,5 okumalar arasında nispeten hafif asitli bir topraktaki en iyi şekilde büyürler (Şekil 3.4).

Toprağın pH 'sı, 10 g tarla nemli toprak ile 50 ml'lik beherlerde 25 ml saf su ile karıştırılarak ölçülmüştür (Fotoğraf 3.10 ve Fotoğraf 3.11).

Toprağın süspansiyonunun pH'si 30 dakika sonra ölçülmüştür. Orion 420 dijital pH metreye monte edilmiş kombine cam kalorimli bir elektrod kullanarak, pH metre, pH 4 ve pH 7 tampon çözeltileri kullanılarak kalibre edilmiştir. pH 1-14 birimlerine ayrılmıştır. Buna ek olarak, ölçüm doğruluğu bu cihazların + veya - 0,05 ünitelerine kadar okunmuştur [51].



Şekil 3.4. Toprak pH aralığı



Fotoğraf 3.10. pH metrenin kalibrasyonu



Fotoğraf 3.11. Toprak örneklerinin pH değerlerinin ölçülmesi

3.6.2. Toprak Tekstürü

Mineral parçacıkların (veya ilgili gözenek hacminin) toprak dtektürü veya boyut dağılımı, bir toprağın en önemli ölçütlerinden biridir. Çünkü ince bölünmüş toprak parçacıkları, kaba parçacıklara göre birim kütle veya hacim başına daha büyük yüzey alanına sahiptir. Farklı boyuttaki toprak parçacıkları önemli fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olduğu için, bir toprak türünün belirlenmesi oldukça önemli ve yararlıdır [52].

Çoğu toprak özelliği büyük ölçüde toprak tekstürüne bağlıdır ve tekstür, arazi kullanım durumunun belirlenmesinde çoğunu etkiler. Toprak tekstürü bir toprağın besin maddesi tutma kabiliyetini kuvvetle etkiler, buna ek olarak toprak tekstürü toprak suyunu, bitkiler için mevcut olan bu suyun miktarını, suyun toprak boyunca ne kadar hızlı hareket ettiğini, atıksuyu temizlemede toprak etkinliğini, büzülme-şişme özelliği, toprağın fiziksel davranışına ve diğer birçok özelliğe, kompozisyon (yüzde kum, toz ve kil) tutma

özellikleri, sızıntı ve erozyon potansiyeli, bitki besin depolaması, organik madde ve bir veya iki boyutlu sınıflar hakimdir [53].

Toprak tekstürü; kum, toz ve kilin nispi oranı olarak tanımlanır. Üç ayrı sınıftaki çap aralıkları kum (2,0-0,05 mm), toz (0,05-200 mm) ve kil (<0,002 mm) [52], 'dır. Laboratuvarında toprak tekstürünü ölçmek için birkaç yöntem vardır; hidrometre yöntemi, pipet yöntemi, elek yöntemi.

Bouyoucos hidrometre metodu pipet metodundan yapılması bakımından daha kolaydır [53]. Hidrometre metodu, süspansiyonda katı madde konsantrasyonunun belirlenmesi haricinde, pipet metoduna benzer. Buna ek olarak, gerekli ayırım hassasiyet derecesine bağlı olarak analizlerde kullanılır.

Toprak tekstürü laboratuvarında bir partikül yarıçapının karesi ile doğrudan doğruya orantılı olan ve viskoziteye ters orantılı sıvı bir ortamdaki bir parçacığın düşüş hızına dayanan bir teknikle belirlenir (akışkanın iç direnci) [54, 55], (Fotoğraf 3.2). Toprak tekstür sınıf isimleri "USDA tekstür üçgeni" (Şekil 3.6) 'den elde edilmiştir.

Toprağın partikül büyüklüğü dağılımı hidrojen peroksit (H₂O₂) ve Sodyum hidroksit (NaOH) kullanarak organik maddeyi (OM) ayrıştırdıktan sonra, 1 L H₂O, [57], içerisinde 50 g topraktan oluşan bir süspansiyonda Boykouos hidrometre yöntemi [56], (Fotoğraf 3.12) ile belirlenmiştir (Fotoğraf 3.13).

Parçacık Boyutu (hidrometre)

Yüzde kil:

Toz + Kil% = İlk okuma Hidrometre + İlk Sıcaklık (4,48) "/ Fırında Kuru Ağırlık

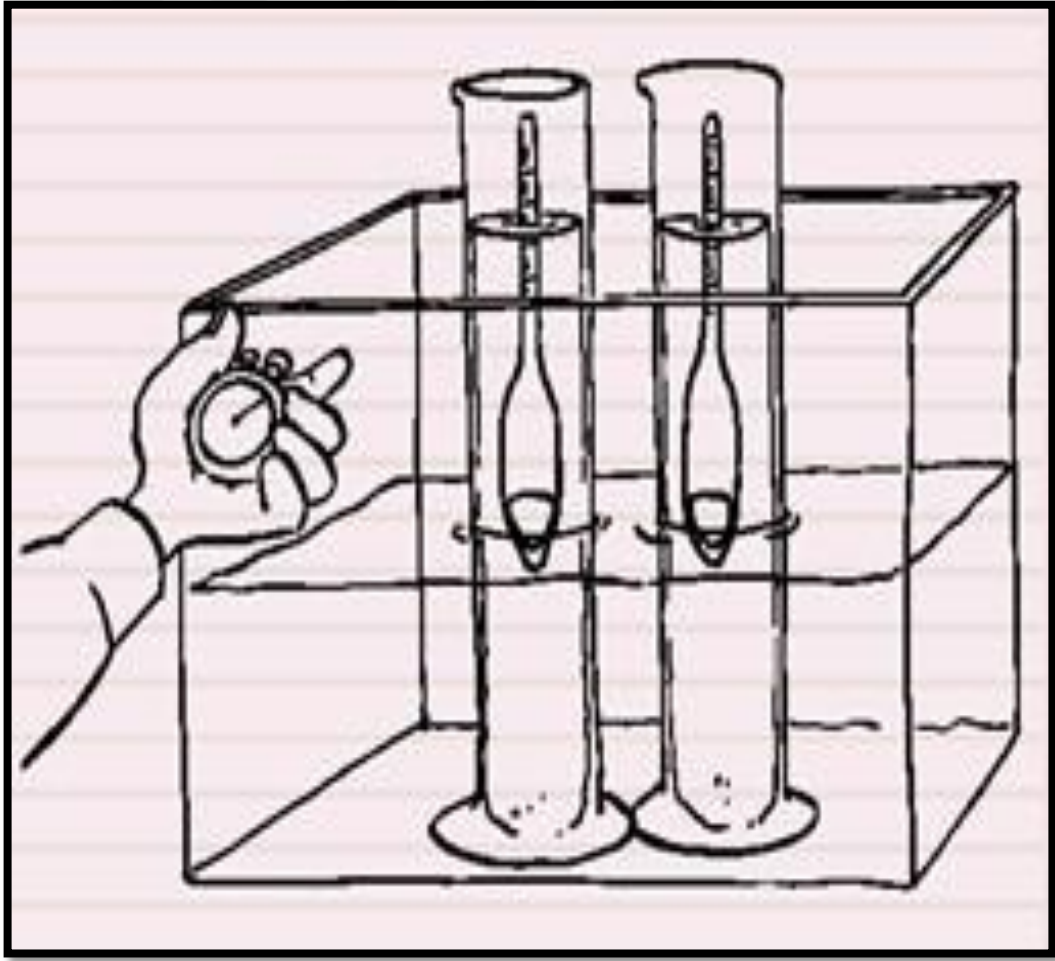
$$\text{Kil\%} = \frac{\text{İkinci okuma Hidrometre} + \text{İkinci Sıcaklık (120) "}}{\text{Fırında Kurutulmuş Ağırlık}}$$

Yüzde kum:

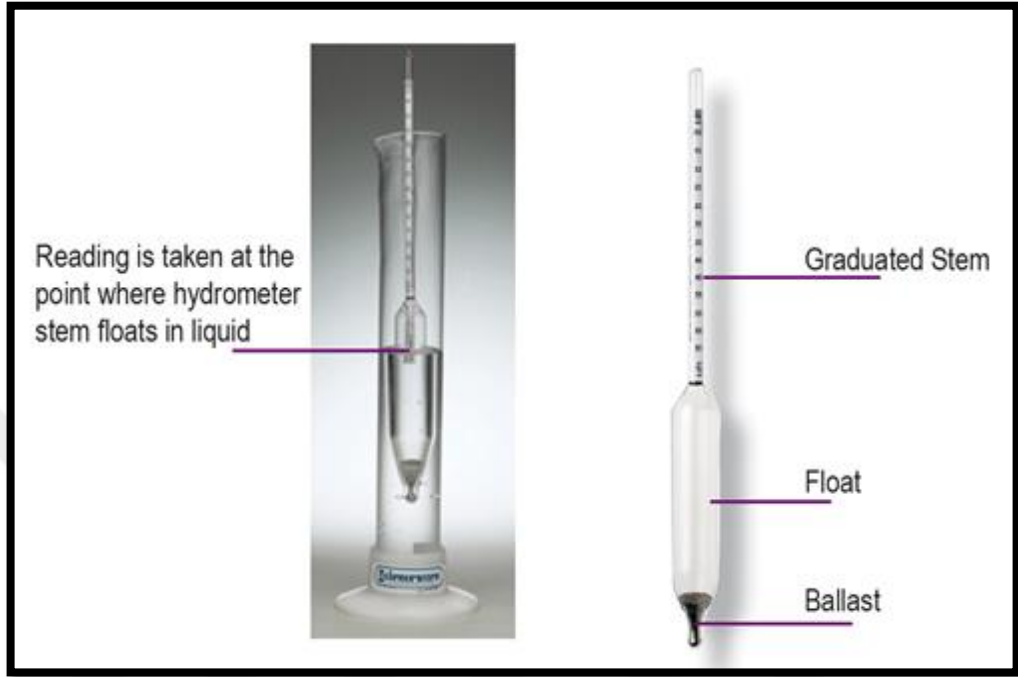
$$\text{Kum\%} = 100 - (\text{Silt} + \text{Kil})$$

Yüzde toz:

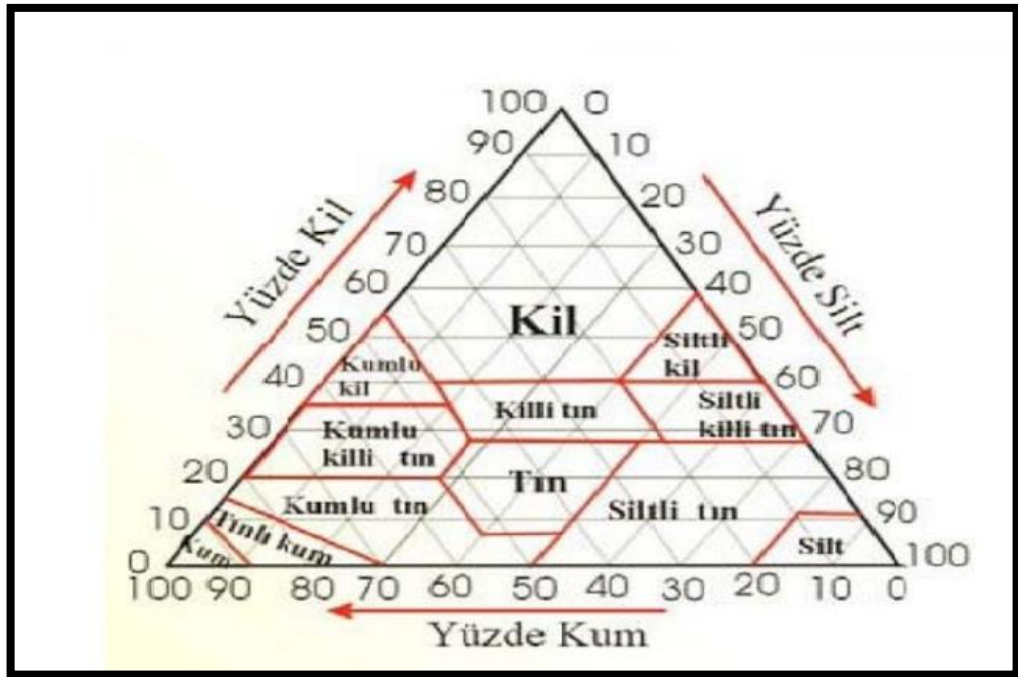
$$\text{Toz\%} = (\text{Toz} + \text{Kil}) - \text{Kil}$$



Fotoğraf 3.12. Toprak parçacıklarının çökelme zamanını kontrol etme



Şekil 3.5.Hidrometre yöntemi



Şekil 3.6. USDA tekstür üçgeni



Fotoğraf 3.12. Toprağın tekstürünün ölçülmesi



Fotoğraf 3.14. Tekstür analizi için toprak numunelerinin çalkalanması

3.6.3. Hacim Ağırlığı ve Boşluk Yüzeyi

Hacim ağırlığı, toprak sıkışmasının ve toprak sağlığının bir göstergesidir ve toprağın mineral yapısına ve sıkışmanın derecesine, mevcut su kapasitesine, toprak gözenekliliğine, bitki besin maddesi kullanılabilirliğine ve toprak mikroorganizması etkinliğine büyük ölçüde bağlıdır.

Sıkıştırma hacim ağırlığını artırır ve toplam gözenek hacmini azaltır, bu durum mevcut su tutma kapasitesini azaltır. Buna ek olarak, bir toprağın mevcut su kapasitesi, organik madde ve sıkışmadan etkilenir. Organik madde, topraktaki suyu doğrudan ve dolaylı olarak tutma kabiliyetini artırır ve bu da ana toprak süreçlerini ve verimliliği etkiler. Agregatlaşmayı artıran doğal toprak oluşturan süreçleri, hacim ağırlığını azaltır. Toprak ölü örtüsü, organik madde, toprak yapısı, sıkıştırma ve gözenekliliği etkileyen yönetim uygulamaları ile değiştirilebilir. Aşırı toprak işleme, toprak organik maddelerini yok eder ve toprak agregatlarının doğal stabilitesini zayıflatarak, suyun oluşturduğu erozyona karşı hassasiyeti artırarak ve çıplak topraktaki rüzgar ve yağmur damlası birikimini yok ederek hacim ağırlığını artırır. Hacim ağırlığı genellikle metreküp başına (Mg / m^3) olarak ifade edilir, ancak sayısal olarak g / cm^3 ve t / m^3 üniteleri de kullanılır ($1 Mg / m^3 = 1 g / cm^3 = 1 t / m^3$), [58].

Kuru hacim ağırlığının belirlenmesi için her bir horizontan iki tane yapısı bozulmamış toprak silindir örneği toplanmıştır. 4 cm yüksekliğinde ve 5,6 cm çapında olan silindirler tahta çekiçle dikey olarak toprağa çakılmışlardır. Silindirler, bir bıçak kullanılarak dikkatli bir şekilde çıkarılmış ve silindirlerin iki yüzeyide kapatılana dek her iki ucundaki fazla toprak çıkarılmıştır. Laboratuvarında nemli topraklar tartılmış ve toprağın hacmi ($V = \Pi r^2 h$) formülü kullanılarak belirlenmemiştir. Fırında kurutulmuş ağırlık, 24 saat boyunca $105^\circ C$ 'de bir fırın içine yerleştirilmiş, daha sonra toprağın kuru hacim ağırlığı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Kuru hacim ağırlığı (g cm^{-3}) = fırın-kuru toprak kütlesi (g) / toplam toprağın hacmi (cm^3)

Gözenekli topraklar daha düşük hacim ağırlığına sahiptir ve daha büyük gözeneklilik boyut ve şekil bakımından farklılık gösterir. Gözenek boşlukları da yönü değiştirir [67]. Gözeneklilik, parçacık boyutuna ve agregatlaşmaya bağlı olarak değişir. Kumlu topraklar, kil ve organik topraklardan daha az gözenekli olma eğilimindedir; daha az sayıda büyük partikül aynı miktarda toprağı işgal edebilir, bu nedenle daha az gözenek ve daha az porozite bulunur. Bağlı sıkıştırma ile daha büyük (makro gözenekler) arasında yakın bir ilişki vardır [60].

Sıkıştırma, hacim ağırlığını arttırırsa, sıkıştırma yoğunluğu arttıkça gözenekliliği azaltır. Agregatlaşma gözenekliliği de azaltır; çünkü küçük gözeneklerle ilişkili olan tek kil ve toz parçacıklarına kıyasla büyük gözenekler bulunur. Her ebat ve şeklin gözenekleri, bir toprağın toplam gözenekliliğini oluşturmak için bir araya gelir. Bununla birlikte gözeneklilik, gözeneklerin boyutu hakkında hiçbir şey söylemez.

Yüzde boşluk yüzeyi, hacim ağırlığı (BD) ve parçacık özgül ağırlığı (PD) değerlerinden [61], hesaplanmıştır:

$$\text{Toplam boşluk yüzeyi (\%)} = (1 - \text{BD} / \text{PD}) \times 100$$

3.6.4. Nem İçeriğinin Belirlenmesi ve Ateşte Kayıp(Lol)

Kuru ağırlık ve Ateşte Kayıp tayininde kullanılan silika kurozeler iyice yıkanmıştır. Bir saat süreyle $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bir fırın içine yerleştirilmiş, soğutulmuş ve bir desikatörde gerekli olana kadar saklanmıştır. Beş gram nemli toprak önceden tartılmış bir fırında kurutulmuş silika kurozeler içine tartılmış ve $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bir gece boyunca bir fırın içine yerleştirilmiştir. Daha sonra bir desikatörde soğuttuktan sonra potalar tekrar tartılmıştır.

Fırın-kuru toprağı ihtiva eden kurozeler daha sonra $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bir fırına 30 dakika süreyle aktarılmıştır. Potalar ve içindekilerin bir desikatörde soğumasına izin verilmiş ve

Ateşte Kayıbı belirlemek için yeniden tartılmıştır. Ateşte Kayıp daha sonra fırında kurutulan toprağın ağırlığına göre bir yüzde olarak ifade edilmiştir. Nem içeriği (MC), nemli topraklara ve Ateşte Kayıba göre kuru ağırlığın % 'si olarak ifade edilmiştir. Her iki hesaplama da denklemlerle aşağıda gösterilmektedir.

$$\% \text{ MC} = \frac{\text{Nemli toprağın kütlesi} - \text{Kurutmadan sonra toprağın kütlesi} \times 100}{\text{Nemli toprağın kütlesi}}$$

$$\% \text{ LOI} = \frac{\text{Fırın kuru toprak kütlesi} - \text{Kontak sonrası toprağın kütlesi} \times 100}{\text{Kurutulmuş fırın kütlesi}}$$

Organik karbon yüzdesi, Ateşte Kayıp'dan tahmin edilmiştir [62]. Ball (1964), 30 dakika boyunca 850 °C 'de yakılan bir organik toprak için % organik karbon içeriği aşağıdaki regresyon denkleminde hesaplanmıştır:

$$\text{Organik karbon} = (0,476 \times \text{LOI}) - 1,87 \quad (3.6.4)$$

3.6.5. Toprak Organik Karbonun ve Azotun Belirlenmesi

Toprak organik karbon ve azot içerikleri, Eurovector EA3000-Single CNH-S element analizörünü kullanarak Kastamonu Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında analiz edilmiştir (Fotoğraf 3.15).



Fotoğraf 3.15. Eurovector EA3000-Tek CNH-S element analizörü.

3.6.6. Toprak Makro Ve Mikro Besinler Belirlenmesi

Kastamonu Üniversitesi Merkez Laboratuvarında Spectro-Xepos II model XRF (X-ışınları) kullanılarak toprak makrosu (P, K, Ca, Mg, S) ve mikro besleyiciler (Fe, Mn, Na, Cu, Zn, Cl, Al ve Co) Işını Floresans Spektrometresi ile belirlenmiştir (Fotoğraf 3.16).



Fotoğraf 3.16. Spectro-Xepos II

3.6.7. Toprak Kütlesi ve Toprak Organik Karbonunun ve Toplam Azot Stok Kapasitesinin Hesaplanması

Toprak kütlesi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$M_i = B_{Di} \cdot T_i \cdot 10^4 \quad (3.6.7)$$

"Burada, M_i , kuru toprak kütlesi ($Mg \text{ ha}^{-1}$), B_{Di} hacim ağırlığını ($Mg \text{ m}^{-3}$), T_i , i inci toprak tabakasının kalınlığı (m) ve 10^4 birim dönüşüm faktörüdür ($m^2 \text{ ha}^{-1}$).

Alansal C veya N depolama sabit derinliği (FD) belirlenmesi aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$C_i \text{ sabit veya } N_i \text{ sabit} = ([C_i] \text{ veya } [N_i]) \cdot M_i.$$

C sabitinin sabit bir derinliğe ($kg \text{ C veya N ha}^{-1}$) C (veya Ni-sabit N) kütlesi olduğu ve $[C_i]$ veya $[N_i]$ C veya N konsantrasyonunun ($kg \text{ C veya N Mg}^{-1}$) dir.

3.6.8. İstatiksel Analizler

Bakılar arasındaki toprak özellikleri ve toprak karbon ve azot depolama kapasiteleri arasındaki farklılıklar, ANOVA kullanılarak anlam bakımından test edilmiştir. Varyans analizi sonucuna göre karşılaştırılan gruplar arasında farklılıklar olduğunda gruplar arasındaki farklılıklar Tukey's testi ile analiz edilmiştir. İstatistik işlemler en güncel SPSS programı kullanılarak bilgisayar ortamında yapılmıştır.

4. SONUÇLAR

4.1. Toprak özellikleri

871 m yükseklikteki kuzey ve güney bakıldaki meşe ve karaçam meşcerelerinin bazı toprak özellikleri sırasıyla Tablo 4.2 ve Tablo 4.3 'te verilmiştir. Meşe için, bakı ile toprak derinlikleri arasında toprak pH, hacim ağırlığı, gözeneklilik, kum, kil, toz ve nem miktarlarındaki değişim ve etkileşimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Karaçam için, sadece toprak pH'sı ve kil içeriği bakılar arasında anlamlı ($P < 0,05$) değişim göstermiştir (Tablo 4.4 ve Tablo 4.5).

1100-1200 m yükseklikteki kuzey ve güney bakıldaki sarıçam ve sarıçam meşcerelerinin bazı toprak özellikleri sırasıyla Tablo 4.6 ve Tablo 4.7 'de verilmiştir. Sarıçam için, toprak özellikleri bakılara ve toprak derinliklerine göre değişmemiştir. Karaçam için sadece toprak nemi ve toprak pH 'sı bakılar arasında anlamlı ($P < 0,05$) değişim göstermiştir (Tablo 4.8 ve Tablo 4.9).

Tablo 4.2. Kuzey ve Güney bakıların 871 m yükseklikteki meşenin bazı toprak özellikleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	pH	Boşluk yüzeyi (%)	Higroskopik Nem (%)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)
Kuzey	0-5	1,30	5,36	51	7,10	77	15	8
	5-10	1,04	5,39	61	6,57	73	19	8
	10-15	0,96	5,63	64	6,91	76	15	9
	15-20	1,08	6,15	59	7,36	74	19	7
	20-25	0,89	6,30	66	7,45	74	18	8
	25-30	1,10	6,47	59	7,45	66	23	12
Ortalama	0-30	1,06	5,88	60	7,14	73	18	9
Güney	0-5	1,26	7,67	52	7,11	76	17	8
	5-10	1,17	7,74	56	8,59	78	16	6
	10-15	1,20	7,79	55	5,57	80	18	6
	15-20	1,02	7,69	61	7,07	74	18	8
	20-25	1,08	7,76	59	6,80	76	17	7
	25-30	1,17	7,84	56	6,51	77	17	6
Ortalama	0-30	1,15	7,75	57	6,94	77	17	7

Tablo 4.3. Kuzey ve Güney bakıların 871 m yükseklikteki karaçamın bazı toprak özellikleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	pH	Boşluk yüzeyi (%)	Higroskopik Nem (%)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)
Kuzey	0-5	1,28	7,09	52	7,02	72	18	11
	5-10	1,16	7,02	56	6,86	74	16	10
	10-15	0,93	6,97	65	6,87	70	20	10
	15-20	1,13	6,77	57	6,99	71	18	10
	20-25	1,20	7,00	55	7,11	70	20	10
	25-30	1,08	7,14	59	6,84	75	16	9
Ortalama	0-30	1,13	7,00	57	6,95	72	18	10
Güney	0-5	1,29	7,34	51	7,05	73	18	9
	5-10	1,10	7,62	58	6,62	70	19	11
	10-15	1,13	7,58	57	6,89	64	22	13
	15-20	1,28	7,64	52	6,97	70	21	8
	20-25	1,26	7,91	52	7,12	71	21	9
	25-30	1,36	7,93	49	7,29	64	27	9
Ortalama	0-30	1,24	7,67	53	6,99	69	21	10

Tablo 4.4. Toprak pH'sının ANOVA sonuçları (871 m yükseklikte karaçam için).

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı Değişken: Ph						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	3,356 ^a	11	,305	,890	,573	,449
Kesim	1289,879	1	1289,879	3761,527	,000	,997
Bakı (B)	2,707	1	2,707	7,894	,016	,397
Toprak derinliği (TD)	,349	5	,070	,204	,955	,078
B x TD	,299	5	,060	,175	,967	,068
Hata	4,115	12	,343			
Toplam	1297,350	24				
Düzeltilmiş Toplam	7,471	23				

a. R Karesi =, 449 (Düzeltilmiş R Karesi = -, 056)

Tablo 4.5. Toprak kili ANOVA sonuçları (871 m yükseklikte karaçam için).

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı Değişken: kil						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	179,293 ^a	11	16,299	2,006	,124	,648
Kesim	9268,512	1	9268,512	1140,918	,000	,990
Bakı (B)	59,409	1	59,409	7,313	,019	,379
Toprak derinliği (TD)	53,010	5	10,602	1,305	,325	,352
B x TD	66,873	5	13,375	1,646	,222	,407
Hata	97,485	12	8,124			
Toplam	9545,290	24				
Düzeltilmiş Toplam	276,778	23				

a. R Karesi =, 648 (Düzeltilmiş R Karesi =, 325)

Tablo 4.6. Kuzey ve Güney bakıların 110-1200 m yükseklikteki sarıçamın bazı toprak özellikleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	pH	Boşluk yüzeyi (%)	Higroskopik Nem (%)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)
Kuzey	0-5	0,89	5,62	66	7,73	58	36	6
	5-10	0,95	5,46	64	6,64	56	34	10
	10-15	0,76	5,32	71	7,04	53	36	11
	15-20	1,02	5,34	61	7,32	57	33	10
	20-25	0,60	5,32	67	8,36	54	36	10
	25-30	0,92	5,51	65	7,32	53	37	10
Ortalama	0-30	0,86	5,43	66	7,40	55	35	10
Güney	0-5	0,95	5,49	64	9,93	71	19	10
	5-10	0,96	5,24	64	10,28	69	18	13
	10-15	1,73	5,86	35	9,04	71	17	12
	15-20	1,25	5,88	53	9,11	73	18	9
	20-25	1,03	6,00	61	9,62	67	19	14
	25-30	1,20	5,66	55	9,73	68	21	11
Ortalama	0-30	1,19	5,69	55	9,62	70	19	12

Tablo 4.7. Kuzey ve Güney bakıların 110-1200 m yükseklikteki karaçamın bazı toprak özellikleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	pH	Boşluk yüzeyi (%)	Higroskopik Nem (%)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)
Kuzey	0-5	1,57	6,23	41	6,97	69	16	15
	5-10	1,55	6,30	42	8,06	68	18	14
	10-15	0,49	6,19	81	8,59	75	19	6
	15-20	1,05	6,01	61	9,53	77	17	6
	20-25	1,19	5,99	55	9,08	68	16	16
	25-30	1,78	5,93	33	8,93	69	17	14
Ortalama	0-30	1,27	6,11	52	8,53	71	17	12
Güney	0-5	1,32	6,71	50	17,2	58	33	9
	5-10	1,17	6,99	56	20,0	59	34	8
	10-15	1,19	7,05	55	15,1	60	33	7
	15-20	1,29	7,13	51	14,0	59	33	8
	20-25	1,21	7,15	54	12,7	63	28	9
	25-30	1,25	7,26	53	11,9	64	30	6
Ortalama	0-30	1,24	7,05	53	15,15	61	32	8

Tablo 4.8. Toprak neminin ANOVA sonuçları (1100-1220 m yükseklikte karaçam için).

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: moisture						
Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	338,530a	11	30,775	,924	,549	,459
Intercept	2522,261	1	2522,261	75,705	,000	,863
Aspect	197,508	1	197,508	5,928	,031	,331
Soil depth	23,341	5	4,668	,140	,979	,055
Aspect *						
soil depth	51,290	5	10,258	,308	,899	,114
Error	399,803	12	33,317			
Total	5108,263	24				
Corrected Total						

Tablo 4.9. Toprak pH'sının ANOVA sonuçları (1100-1220 m yükseklikte karaçam için).

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı Değişken: pH						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	4,629 ^a	11	,421	,734	,692	,402
Kesim	779,072	1	779,072	1358,715	,000	,991
Bakı (B)	3,986	1	3,986	6,951	,022	,367
Toprak derinliği (TD)	,054	5	,011	,019	1,000	,008
B x TD	,381	5	,076	,133	,982	,053
Hata	6,881	12	,573			
Toplam	1125,899	24				
Düzeltilmiş Toplam	11,510	23				
A. R Kare = ,402 (Düzeltilmiş K Karesi = -,146)						

4.2.Toprak C ve N içeriği ve depolama kapasitesi

871 m yükseklikteki kuzey ve gúney bakıldardaki meşe ve karaçam meşcerelerinin toprak organik karbon (TOC) ve toplam azot (TN) miktarları sırasıyla Tablo 4.10 ve Tablo 4.11'de verilmiştir.

Meşe için, kuzey bakıda ortalama toprak organik karbonu içeriği gúney bakıya göre daha yüksek iken, toplam azot içeriği kuzey bakıda gúney bakıdan daha düşük belirlenmiştir (Tablo 4.10). TOC ve TN depolama kapasitelerine gelince, ortalama toprak organik karbon depolamak kapasitesi kuzey bakıda (15,4 Mg C ha⁻¹) gúney bakıdan (11,5 Mg C ha⁻¹) daha yüksek bulunmuştur. Toplam azot depolama kapasitesi de kuzey bakıda (5,03 Mg N ha⁻¹) gúney bakıya göre (4,44 Mg N ha⁻¹) daha yüksektir. Bununla beraber, ne TOC ne de TN depolama kapasiteleri, toprak derinlikleri arasında önemli bir farklılık göstermemiştir (Tablo 4.10).

Karaçam için, kuzey bakıda ortalama toprak organik karbon içeriği gúney bakıya göre daha yüksektir, fakat kuzey bakıdaki toplam azot içeriği gúney bakı ile aynı bulunmuştur (Tablo 4.11). Karaçam için TOC ve TN depolama kapasitelerine gelince, ortalama toprak organik karbon depolama kapasitesi, kuzey bakıda (14,61 Mg C ha⁻¹) gúney bakıdan (13,4 Mg C ha⁻¹) olandan daha yüksektir. Ortalama toplam azot depolama kapasitesi, kuzey bakıda (6,89 Mg N ha⁻¹) gúney bakıya göre (6,15 Mg N ha⁻¹) daha yüksektir. Hem TOC hem de TN stok kapasiteleri, toprak derinlikleri arasında önemli farklar göstermemiştir (Tablo 4.11).

Table 4.10. Kuzey ve Güney bakıların 871 m yükseklikteki meşenin TOC ve TN miktarları ve depolama kapasiteleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Toprak organik Karbon (TOC)	Toprak Toplam Azot (TN)	TOC depolama kapasitesi (Mg C ha-1)	TN depolama kapasitesi (Mg N ha-1)	C / N oranı
Kuzey	0-5	3,19	0,180	20,8	1,16	18:1
	5-10	4,12	0,223	21,5	1,16	19:1
	10-15	3,30	0,163	15,8	0,78	21:1
	15-20	3,41	0,208	18,4	1,13	17:1
	20-25	1,25	0,081	5,57	0,36	16:1
	25-30	1,39	0,080	7,62	0,44	18:1
Ortalama	0-30	2,8	0,56	15,4	5,03	
Güney	0-5	3,03	0,208	19,2	1,31	15:1
	5-10	2,36	0,185	13,8	1,08	13:1
	10-15	2,37	0,143	14,2	0,86	17:1
	15-20	1,79	0,103	9,12	0,53	18:1
	20-25	1,13	0,081	6,14	0,44	14:1
	25-30	1,12	0,037	6,57	0,22	31:1
Ortalama	0-30	1,96	0,72	11,5	4,44	

Tablo 4.11. Kuzey ve Güney bakıların 871 m yükseklikteki karaçamın TOC ve TN miktarları ve depolama kapasiteleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Toprak organik Karbon (TOC)	Toprak Toplam Azot (TN)	TOC depolama kapasitesi (Mg C ha-1)	TN depolama kapasitesi (Mg N ha-1)	C / N oranı
Kuzey	0-5	2,66	0,24	17,1	1,54	12:1
	5-10	2,90	0,25	16,8	1,47	12:1
	10-15	2,88	0,19	13,4	0,87	16:1
	15-20	2,44	0,255	13,8	1,45	10:1
	20-25	2,38	0,14	14,3	0,84	18:1
	25-30	2,29	0,13	12,3	0,72	18:1
Ortalama	0-30	2,6	0,96	14,61	6,89	
Güney	0-5	2,51	0,16	16,2	1,04	16:1
	5-10	2,82	0,16	15,6	0,86	19:1
	10-15	1,79	0,11	10,1	0,64	16:1
	15-20	1,46	0,27	9,4	1,72	6:1
	20-25	1,89	0,13	11,9	0,85	14:1
	25-30	2,56	0,15	17,4	1,04	17:1
Ortalama	0-30	2,16	0,99	13,4	6,15	

871 m yükseklikteki kuzey ve güney bakıldaki sarıçam ve karaçam meşcerelerinin toprak organik karbon (TOC) ve toplam azot (TN) miktarları sırasıyla Tablo 4.12 ve Tablo 4.13 'de verilmiştir. Sarıçam için, kuzey bakıda ortalama toprak organik karbonu ve toplam azot içeriği güney bakıdan daha yüksektir (Tablo 4.12). Sarıçam için TOC ve TN depolama kapasitelerine gelince, ortalama toprak organik karbon depolama kapasitesi kuzey bakıda ($21,45 \text{ Mg C ha}^{-1}$) güney bakıdan ($13,98 \text{ Mg C ha}^{-1}$) daha yüksektir. Ortalama toplam azot depolama kapasitesi, kuzey bakıda ($4,94 \text{ Mg N ha}^{-1}$) güney bakıdan ($4,30 \text{ Mg N ha}^{-1}$) daha yüksektir. Hem TOC hem de TN depolama kapasiteleri toprak derinlikleri arasında önemli farklar göstermemiştir (Tablo 4.12).

Karaçam içinde, sarıçamda olduğu gibi, kuzey bakıda ortalama toprak organik karbonu ve toplam azot içeriği güney bakıdan daha yüksektir (Tablo 4.13). Karaçam için TOC ve TN depolama kapasitelerine gelince, ortalama toprak organik karbon depolama kapasitesi kuzey bakıda ($18,85 \text{ Mg C ha}^{-1}$) güney bakıdan ($14,4 \text{ Mg C ha}^{-1}$) daha yüksektir. Ortalama toplam azot depolama kapasitesi, kuzey bakıda ($6,12 \text{ Mg N ha}^{-1}$) güney bakıdan ($5,67 \text{ Mg N ha}^{-1}$) daha yüksektir. Hem TOC hem de TN depolama kapasiteleri, toprak derinlikleri arasında net bir farklılık göstermemektedir (Tablo 4.13).

Tablo 4.12. Kuzey ve Güney bakıların 1100-1200 m yükseklikteki sarıçamın TOC ve TN miktarları ve depolama Kapasiteleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Toprak organik Karbon (TOC)	Toprak Toplam Azot (TN)	TOC depolama kapasitesi (Mg C ha-1)	TN depolama kapasitesi (Mg N ha-1)	C / N oranı
Kuzey	0-5	3,90	0,166	30,7	1,30	24:1
	5-10	2,69	0,127	20,8	0,98	22:1
	10-15	2,44	0,119	6,0	0,29	21:1
	15-20	1,74	0,097	9,1	0,51	18:1
	20-25	2,74	0,092	16,3	0,54	30:1
	25-30	5,14	0,149	45,7	1,32	35:1
Ortalama	0-30	3,1	0,63	21,45	4,94	
Güney	0-5	0,68	0,069	4,45	0,45	10:1
	5-10	3,04	0,154	17,7	0,9	20:1
	10-15	1,48	0,074	8,77	0,44	20:1
	15-20	1,21	0,060	7,82	0,38	21:1
	20-25	3,15	0,120	19,1	0,72	27:1
	25-30	4,18	0,226	26,1	1,41	19:1
Ortalama	0-30	2,3	0,40	13,98	4,30	

Tablo 4.13. Kuzey ve Güney bakıların 1100-1200 m yükseklikteki Karaçamın TOC ve TN miktarları ve depolama Kapasiteleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Toprak organik Karbon (TOC)	Toprak Toplam Azot (TN)	TOC depolama kapasitesi (Mg C ha-1)	TN depolama kapasitesi (Mg N ha-1)	C / N oranı
Kuzey	0-5	1,18	0,10	5,25	0,42	13:1
	5-10	3,47	0,23	16,4	1,07	16:1
	10-15	7,57	0,35	28,9	1,35	22:1
	15-20	2,84	0,20	14,5	1,04	14:1
	20-25	2,77	0,20	8,29	0,59	14:1
	25-30	8,67	0,36	39,8	1,65	24:1
Ortalama	0-30	4,41	1,44	18,85	6,12	
Güney	0-5	3,90	0,17	18,6	0,82	23:1
	5-10	2,67	0,15	12,8	0,73	18:1
	10-15	2,54	0,16	14,9	0,94	16:1
	15-20	2,00	0,16	12,5	1,03	13:1
	20-25	2,09	0,19	10,8	0,96	12:1
	25-30	2,80	0,20	16,8	1,19	15:1
Ortalama	0-30	2,5	1,03	14,4	5,67	

4.3. Toprak makro ve mikro besin maddeleri

4.3.1. Toprak makro besin maddeleri

871 m yükseklikteki kuzey ve güney bakılardaki meşe ve karaçam meşcerelerinin toprak makro besin konsantrasyonları sırasıyla Tablo 4.14 ve Tablo 4.15 'te verilmiştir. Meşe için, topraktaki makro besin maddeleri (P, K ve Ca) güney bakıda kuzey bakıdan daha yüksek iken, Mg ve S içeriği kuzey bakıda güney bakıdan daha yüksektir (Tablo 4.14). Karaçam meşcereleri için, güney bakıya kıyasla Kuzey bakıda sadece Mg içeriği daha yüksektir. Diğer makro besin maddeleri (P, K, S ve Ca) güney bakıda daha yüksektir (Tablo 4.15).

1100-1200 m yükseklikteki kuzey ve güney bakılardaki sarıçam ve karaçam meşcerelerinin topraktaki makro besin maddesi konsantrasyonları sırasıyla Tablo 4.16 ve Tablo 4.17 'de verilmiştir. Sarıçam meşcereleri için toprağın makro besin maddeleri (Ca, Mg ve P) kuzey bakıda, K ise güney bakıda daha yüksektir (Tablo 4.16). Toprak S içeriği her iki bakıda da aynı değeri göstermiştir. Karaçam meşcereleri için, toprak makro besin maddeleri (Mg, P ve S) kuzey bakıda, Ca ve K içeriği ise güney bakıda daha yüksektir (Tablo 4.17).

4.3.2. Toprak mikro besin maddeleri

871 m yükseklikteki kuzey ve güney bakılardaki meşe ve karaçam meşcerelerinin toprak mikro besin konsantrasyonları sırasıyla Tablo 4.18 ve Tablo 4.19 'da verilmiştir. Meşe ve karaçam meşcereleri için toprak mikro besinleri (Fe, Na, Cl ve Co) kuzey bakılarda daha yüksek iken toprak mikro besin maddeleri (Mn, Cu, Zn ve Al) güney bakılarda daha yüksektir (Tablo 4.18 ve Tablo 4.19).

1100-1200 m yükseklikteki kuzey ve güney bakılardaki sarıçam ve karaçam meşcerelerinin toprak mikro besin konsantrasyonları sırasıyla Tablo 4.20 ve Tablo 4.21 'de verilmiştir. Sarıçam meşcereleri için sadece toprak mikro besin ögesi olan Fe içeriği, kuzey bakıda güney bakıdan daha yüksek iken, diğer toprak mikro besinleri (Mn, Na,

Cu, Zn, Cl ve Al) güney bakıda Kuzey bakıdan daha yüksektir (Tablo 4.20). Karaçam meşcereleri için ise, toprak mikro besinleriyle tamamen farklı eğilimler vardı. Toprağın mikro besin maddeleri (Fe, Mn, Na, Zn ve Cl) güney bakıda kuzey bakıdan daha düşük iken, Cu ve Al içeriği güney bakılarda kuzey bakılardan daha yüksektir (Tablo 4.21).



Tablo 4.14. Kuzey ve Güney bakıların 871 m yükseklikteki meşenin makro besin maddeleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	S (ppm)
Kuzey	0-5	909	119	72	566	127
	5-10	809	120	90	541	169
	10-15	727	116	64	543	95
	15-20	858	129	59	591	74
	20-25	815	134	59	593	69
	25-30	665	114	55	526	63
Ortalama	0-30	797	122	67	560	99
Güney	0-5	2697	110	84	674	140
	5-10	2432	112	72	660	102
	10-15	2408	109	74	660	107
	15-20	2613	110	80	676	103
	20-25	1064	111	59	707	53
	25-30	1051	107	57	678	60
Ortalama	0-30	2044	110	71	676	94

Tablo 4.15. Kuzey ve Güney bakların 871 m yükseklikteki karaçamın makro besin maddeleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	S (ppm)
Kuzey	0-5	1049	131	72	619	91
	5-10	1011	129	67	586	83
	10-15	1237	121	85	597	176
	15-20	1099	125	70	593	110
	20-25	1264	124	64	509	60
	25-30	936	114	58	537	79
Ortalama	0-30	1099	124	69	574	100
Güney	0-5	1981	115	61	703	104
	5-10	3211	109	91	1319	117
	10-15	3989	101	82	1114	93
	15-20	3333	114	95	710	225
	20-25	4992	120	84	706	136
	25-30	7231	122	79	679	116
Ortalama	0-30	4123	114	82	872	132

Tablo 4.16. Kuzey ve Güney bakların 1100-1200 m yükseklikteki sarıçamın makro besin maddeleri.

Baki	Toprak derinliği (cm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	S (ppm)
Kuzey	0-5	487	121	89	1821	85
	5-10	453	112	80	1686	71
	10-15	300	108	77	1603	58
	15-20	346	110	73	1668	54
	20-25	580	116	88	1696	93
	25-30	500	116	83	1746	72
Ortalama	0-30	444	114	82	1703	72
Güney	0-5	197	100	55	2113	40
	5-10	303	120	76	2317	59
	10-15	291	109	68	2191	50
	15-20	223	103	64	2064	45
	20-25	240	101	81	2045	82
	25-30	567	101	110	1957	146
Ortalama	0-30	303	106	76	2114	70

Tablo 4.17. Kuzey ve Güney bakıların 1100-1200 m yükseklikteki karaçamın makro besin maddeleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	S (ppm)
Kuzey	0-5	446	166	96	1917	77
	5-10	660	148	100	1813	96
	10-15	976	171	131	1865	140
	15-20	698	174	109	2017	114
	20-25	409	187	102	2091	78
	25-30	1273	171	165	1875	272
Ortalama	0-30	743	169	117	1929	129
Güney	0-5	1140	106	114	2011	151
	5-10	2728	110	116	2184	120
	10-15	2425	115	111	2264	97
	15-20	2261	112	94	2196	71
	20-25	2876	111	102	2261	66
	25-30	2978	113	108	2222	86
Ortalama	0-30	2401	111	107	2190	98

Tablo 4.18. Kuzey ve Güney bakıların 871 m yükseklikteki meşenin mikro besin maddeleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Fe	Mn	Na	Cu	Zn	Cl	Al	Co
Kuzey	0-5	21493	328	25,4	53,9	91,7	43,3	3076	2,20
	5-10	18293	409	33,1	43,9	86,6	74,8	3193	2,00
	10-15	18291	338	30,6	45,9	81,8	34,7	3120	2,50
	15-20	22245	321	26,7	55,2	92,5	31,1	3395	2,40
	20-25	22372	311	27,0	56,8	93,8	35,7	3530	2,20
	25-30	21276	290	24,6	51,5	86,8	32,6	3100	2,00
Ortalama	0-30	20662	333	27,9	51,2	88,9	42,0	3236	2,22
Güney	0-5	16588	838	25,8	48,5	84,5	27,1	3202	2,70
	5-10	16544	807	26,0	49,1	84,8	28,6	3334	2,43
	10-15	18690	908	27,6	59,9	100,2	30,5	3424	2,41
	15-20	20820	858	30,0	64,7	112,0	31,2	3659	2,61
	20-25	23612	857	24,6	58,2	123,0	21,2	3664	1,06
	25-30	21632	848	22,5	51,3	115,2	30,3	3397	1,05
Ortalama	0-30	19648	853	26,1	55,3	103,3	28,2	3447	2,04

Tablo 4.19. Kuzey ve Güney bakıların 871 m yükseklikteki karaçamın mikro besin maddeleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Fe	Mn	Na	Cu	Zn	Cl	Al	Co
Kuzey	0-5	23609	387	27,0	55,0	95,8	36,3	3414	2,6
	5-10	23710	373	25,9	54,5	91,4	31,0	3373	2,1
	10-15	20898	400	25,3	52,7	91,2	53,7	3145	2,6
	15-20	21968	385	25,9	52,3	89,7	42,0	3289	2,6
	20-25	23759	291	26,0	53,7	86,8	28,2	3173	2,4
	25-30	22125	316	22,4	52,2	86,8	42,7	3038	2,5
Ortalama	0-30	22678	359	25,4	53,4	90,3	39,0	3239	2,47
Güney	0-5	18341	489	19,7	49	86,7	35,5	3164	2,4
	5-10	18280	1049	21,2	72,3	110	47,9	4402	2,7
	10-15	14842	818	20,5	63,3	88,9	34,3	3979	2,3
	15-20	17043	551	19,9	48,9	92	60,7	3067	2,26
	20-25	16702	663	21,4	48,6	87,6	30,5	3157	2,07
	25-30	15490	570	21,6	46,5	81,4	27,7	3166	1,71
Ortalama	0-30	16783	690	20,7	54,8	91,1	39,4	3489	2,24

Tablo 4.20. Kuzey ve Güney bakıların 1100-1200 m yükseklikteki sarıçamın mikro besin maddeleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Fe	Mn	Na	Cu	Zn	Cl	Al	Co
Kuzey	0-5	23519	783	30,7	57,1	144	65,0	6763	3,00
	5-10	22657	738	29,3	57,3	132	46,9	6228	3,60
	10-15	23063	893	29	55,9	140	35,7	6063	3,20
	15-20	22958	800	28,3	56,7	136	41,7	6160	3,00
	20-25	23835	1085	27,8	58,4	149	62,1	6289	2,70
	25-30	22714	883	28,8	59,1	141	37,6	6442	2,80
Ortalama	0-30	23124	863	29,0	57,4	140	48,2	6324	3,05
Güney	0-5	23221	653	34,1	59,7	139	58,4	6815	2,10
	5-10	23247	2124	38,8	75,8	156	46,2	8076	3,50
	10-15	23164	1566	34	70,6	150	25,3	7262	2,60
	15-20	20160	985	33,6	61,3	128	34,2	6992	2,80
	20-25	24301	1919	32,4	71,4	156	60,3	6746	3,60
	25-30	23011	2461	31,9	67,2	155	88,8	6411	3,60
Ortalama	0-30	22851	1618	34,1	67,7	147	52,2	7050	3,03

Tablo 21. Kuzey ve Güney bakıların 1100-1200 m yükseklikteki karaçamın mikro besin maddeleri.

Bakı	Toprak derinliği (cm)	Fe	Mn	Na	Cu	Zn	Cl	Al	Co
Kuzey	0-5	25158	1096	37,0	52,5	182	67,7	5973	2,70
	5-10	23578	1614	33,2	53,3	191	47,9	5274	2,70
	10-15	21048	2034	33,3	56,6	197	64,8	6064	2,50
	15-20	23702	1379	34,9	58,6	192	62	6376	3,00
	20-25	24700	963	36,7	57,9	181	44,2	6922	3,00
	25-30	22953	2473	35,1	52,9	222	110,2	5736	3,00
Ortalama	0-30	23523	1593	35,0	55,3	194	66,1	6057	2,82
Güney	0-5	21594	1831	31,0	74,8	154	78,8	5992	3,30
	5-10	18824	1676	29,2	95,6	140	65,1	6264	3,10
	10-15	20381	1366	34,3	86,6	145	43,4	6816	2,80
	15-20	19700	1306	31,5	78,5	137	40,4	6602	2,80
	20-25	20265	1225	33,4	77,3	136	35,3	6769	2,90
	25-30	20231	1317	33,3	76,8	141	35,9	6613	3,00
Ortalama	0-30	20166	1454	32,1	81,6	142	49,8	6509	2,98

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, bakının toprak özelliklerine, toprak organik karbonuna ve toplam azot içeriğine ve ayrıca depolama kapasitelerine önemli bir etkisinin olabileceği gösterilmiştir. Bununla birlikte, bu farklar ağaç türleri arasında farklılıklar göstermektedir. Etkili bir biyotransformasyon ve TOC 'nun tutulması ve depolanması temel olarak toprak özellikleri, iklimsel değişimler (sıcaklık, nem), mikrobiyal süreçlerin seviyesi ve C/N tarafından belirlenen besin maddelerinin bulunabilirliğine bağlıdır.

Türkiye'nin Kuzeyinde yer alan Daday İlçesi Ormanlarda TOC ve STN depolama kapasitesi.

Tablo 4.11 ve Tablo 4.12 'de görüldüğü gibi, SOC ve STN depolama kapasitesi için 1100-1200 m yükseklikteki karaçam ve sarıçam meşcereleri arasında önemli farklılıklar vardı. Bu bulgular, ağaç türlerinde SOC içeriğinin ölçülmüş eğilimi ile tutarlıydı. Orman ve SOC deposunun orman topraklarındaki eğilimi [63]. Pregitzer ve ark. (2007), odunsu biyomasdaki C depolamasının ortalama ($5000 \text{ kg C ha}^{-1}$) arttığını (17 kg C / kg N) bir NUE ağacına eşit olduğunu bulmuştur. Toprak organik maddesindeki (0- 10 cm) artış ($6900 \text{ kg C ha}^{-1}$) olup, NUE toprağa (23 kg C / kg N) eşittir. Toplam ortalama ekosistem C tepkisi böylece (40 kg C / kg N) idi. Toprak C izolasyonu, daha önce bahsedilen İskandinav bölgelerine kıyasla nispeten yüksektir ve bildirilen C birikimi miktarının çok yüksek olduğu bir deney yeri tarafından etkilenebilir: ($20,000 \text{ kg C ha}^{-1}$ ila 300 kg) toplam N girişi, 10 yıl boyunca etkilenebilir , Bu da 67'ye kadar toprakta C / N depolanmasına neden olur [44].

Bununla birlikte, ağaç yoğunluğunun SOC depoları üzerinde anlamlı olmayan bir etkisi vardır [64], Çünkü ağaç yoğunluğuyla birlikte CO_2 emisyonunun senkron biçimde artması [66]. Magnani ve ark. (2007) verilerine göre, bu çalışmada sarıçamı için ortalama toprak organik karbon stoğu kapasitesi kuzeyde ($21,45 \text{ Mg C ha}^{-1}$) düşük iken

(725 kg C ha⁻¹ yıl⁻¹) (13,98 Mg C ha⁻¹) (Tablo 4.12). Bu farklılıklar, yer ve ekolojik koşullardaki farklılıklardan ve aynı zamanda gübrelerden kaynaklanabilir.

Buna ek olarak, ormandaki ıslatmada daha büyük SOC ve STN depoları, daha yüksek kil içeriği ile ilişkilidir; SOC ve STN birikiminde, kil yüzeyleri ile bağlarla ve fiziksel korumadan SOC 'nin kimyasal olarak korunmasından kaynaklanan olumlu bir rol oynamaktadır. Agregasyon ile oklüzyon [66, 67]. Hogberg ve ark. (2006) uzun süreli (30 yıl) amonyum nitrat ilavesinin sırasıyla 34 ve 68 kg N ha⁻¹ yıl⁻¹ iki dozda tekrarlanan 0,09 ha arsa üzerindeki etkilerini bildirmiştir. 108 kg N ha⁻¹ yıl⁻¹'in üçüncü tedavisi 20 yıl sonra sona erdirildi, ağaç büyümesi başlangıçta tüm N tedavilerine olumlu yanıt verdi, ancak uzun vadedeki cevap N oranına bağlıydı. Magnani ve ark. (2007), çalışmasında (68 kg / kg N) bir yanıtla uyumlu olduğunu bulmuşlardır. Hatta (68 kg C / kg N) değeri gerçek nitrojen cevabından daha büyük olabilir [43].

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara gelince, Meşe için toprak toplam azot depolama kapasitesi, kuzey yönü (5,03 Mg N ha⁻¹) güney yönüne göre (4,44 Mg N ha⁻¹) daha yüksekti. Hem SOC hem de TN depolama kapasiteleri, toprak derinlikleri arasında açık farklar göstermemiştir (Tablo 4.10). Kuzey çatıda (6,89 Mg N ha⁻¹) karaçam için ortalama toplam azot depolama kapasitesi TN depolama kapasiteleri güney yönü (6,15 Mg N ha⁻¹) 'den daha yüksekti. Hem SOC hem de TN depolama kapasiteleri, bu değerlerin iklim farklılıkları ve farklılık konumlarından etkilendiği toprak derinliği arasında belirgin farklılıklar göstermemiştir (Tablo 4.11).

Bu nedenle toprak C ve N Etkileşimi ve etkileri bakımından STN değişir, bu nedenle C ve N, marjinal ekili alanlardan sonra ayrışabilir ve C ve N topraklarındaki değişiklikler yağışa vekil olan bölgesel ölçekte eş zamanlı değildir. Bu bulgu, birikim oranlarını kontrol eden mekanizmaların ve faktörlerin McLauchlan [68], tarafından önerilen şekilde C ve N için farklı olduğunu ima etmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Karaçam ve Meşe arasındaki toplam azotta önemli farklılıkların bulunduğu ağaç türlerinin varlığını ortaya koymaktadır: Karaçam standlarının Meşe standlarına göre

daha yüksek (STN) olduğu görülmektedir. Meşe için, ortalama toplam azot içeriği kuzey yönünden (0,56) güney yönünden daha düşüktü (Tablo 4.10). Kara çam ortalaması için kuzey yönündeki toplam azot içeriği güney yönündeki toplam azot içeriğine benzemektedir (0,96) Tablo 4.11.

Ayrıca, 1100-1200 m yükseklikteki karaçam ve sarıçam ormanları arasında toplam azot bakımından önemli farklılıklar vardı (Tablo 4.12 ve Tablo 4.13). Yine de, toprak karbonunda, kozalaklı ve meşe arasında anlamlı bir fark bulunamadı. Meşe için, kuzey yönündeki ortalama toprak karbonu içeriği güney yönünden (Tablo 4.10) daha yüksekti (2,8), kara çam için ise kuzey yönündeki ortalama toprak karbonu içeriği, (2,6) Güney yönü üzerinde (Tablo 4.11). Buna ek olarak, Sarıçam için ortalama toprak karbonu ve toplam azot içeriği, kuzey yönü güney yönüne göre daha yüksekti (3,1). Kara çam için, kuzey yönünde ortalama toprak karbonu ve toplam azot içeriği güney yönünden daha yüksekti (4,41).

Ayrıca, karbon izolasyonu ile azot veya C/N oranı arasındaki ilişkiler birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Son gözden geçirme, Avrupa ormanlarında N depolanması ve C sekestrasyonu arasında pozitif bir ilişki gösterdi [69], kuzey ılıman ormanlık topraklarda yapılan bir meta analizde yapılan bir başka gözden geçirme, daha fazla N girdisinin orman katında daha düşük bir C/N oranına neden olduğunu gösterdi [70]. Mineral toprağın C/N oranı topraktaki mineral karbon depolama potansiyelinin iyi bir göstergesi idi [71]. Genel olarak, sarıçam meşcereleri, topraktaki karbon ve azot içeriği için 1100-1200 m yükseklikte ve Kuzeyden en düşük C/N oranlarında 25-30 cm (35:1) toprak derinliğinde gösterilmiştir. Tablo 4.12, Kara çam Güneyden 781 m yükseklikte toplanan dikmeler en yüksek oranlara sahiptir (6:1). Vesterdal ve ark.nın diğer çalışmaları (2008), çöplerin başlangıcından önce orman zemini örneklendi. C:N oranının yüksek olduğu yeni düşmüş yapraklar henüz orman tabanına ilave edilmediğinden C: N oranının göreceli olarak düşük olması bekleniyordu. Karaçamın yüksek olduğu C:N dallar ve sert tohumlar gibi geride kalan daha yavaş ayrışan çöp materyalleri, yaprak

dokusu çöpü düşmeden önce orman döşemeleri olarak meşe ve ladin oranlarından daha fazla N oranları hakimdir.

Nitekim, 2015 Türkiye'sinde yapılan son inceleme ile kıyaslandığında kozalaklı standlar arasındaki SOC ve TN depolama kapasiteleri daha yüksektir [73]. Buna ek olarak, ağaç türü C ve N topraklarında, toprak karbonu için meşe ve kozalak arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Meşe için, kuzey yönünde ortalama toprak karbonu içeriği, güney yönünden (2,8) daha yüksekti (Tablo 4.10), kara çam için, kuzey yönündeki ortalama toprak karbonu içeriği, (2,6), Güney yönü (Tablo 4.11).

Buna ek olarak, 1100-1200 m yükseklikteki karaçam ve sarıçam ormanları arasında toplam azot bakımından önemli farklılıklar vardı (Tablo 4.12 ve Tablo 4.13). Kuzeydeki sarıçam için ortalama toprak karbonu ve toplam azot içeriği güney yönünden daha yüksekti (3,1). Kara çam için, kuzey yönünde ortalama toprak karbonu ve toplam azot içeriği, güney yönüne göre daha yüksekti (4,41) (Tablo 4.13). Ayrıca, bu çalışma son inceleme ile karşılaştırıldığında ağaç türleri arasında daha yüksek toprak karbonu içeriği gösterdi. Ağaç türleri arasındaki toprak karbonu ve azot depolanmalarındaki farklılıklar, ağaç türlerinin çöp miktarında ve kalitesinde farklılıklara atfedilebilir Üstelik, üretilen çöpteki farklılıklar ve iğne yapraklı ve meşe türü arasındaki biyokimyasal özellikleri de çöp ayrışma oranlarını ve dolayısıyla toprak karbon depolarını etkiler [74]. Bazı çalışmalar ormanın, ekosistemlerin toprağın C ve N birikimini düzenleyebilme ve N kısıtlamasını nispeten uzun zaman azaltma özelliği taşıdıklarını ileri sürmesine rağmen [75].

Kuzey ve Güney yönlerden 1100-1200 m yüksekliklerde toplanan sarıçam stoğu altında Toprak yığın yoğunluğu, 871 m rakımında Kuzey yönlerinden toplanan Meşe meşcerelerine kıyasla daha düşüktü (Tablo 4.2 ve Tablo 4.6). Meşe için olduğu gibi, yükseklikler ile toprak derinlikleri arasındaki eğim pozisyonlarının ve toprak pH, yığın yoğunluğu, gözeneklilik, kum, kil, toz ve nemin toprak derinliği arasındaki tek etkiler ve

etkileşimler önemli değildi. karaçam, sadece toprak pH 'sı ve kil içeriği yükseklikler arasında anlamlı ($P < 0,05$) değişim gösterdi (sırasıyla Tablo 4.4 ve Tablo 4.5).

110-1200 m yükseklikteki kuzey ve güney yönlerinden toplanan sarıçam ve Karaçam dikmelerinin bazı toprak özellikleri sırasıyla Tablo 4.6 ve Tablo 4.7 'de verilmiştir. Sarıçam için, toprak özellikleri yüksekliklere ve toprak derinliklerine göre değişmemiştir. Karaçam için sadece toprak nemi ve toprak pH'sı yüksekliklerin arasında anlamlı ($P < 0,05$) değişim gösterdi (sırasıyla Tablo 4.4 ve Tablo 4.5).

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, ağaç katmanları arasındaki etki bakımından farklı bir yükseklikte ağaç türleri arasında önemli farklılıklar olduğunu gösterdi. K için, 1100-1200 m rakımındaki Sarıçam ve karaçam altındaki ortalama mineral toprak tabakası, 781 m rakımındaki Meşe altındaki topraklardan (genelde, Tablo 4.14 ve Tablo 4.15) daha yüksek K'ye karşılık gelirken, K, sarıçam (Tablo 4.16) ile karşılaştırıldığında, güney yönünde içerik kuzey yönünden daha yüksekti. Toprağın P statüsünü etkileyen farklı ağaç türleri hakkındaki genel bilgi oldukça sınırlıdır [79]. 'ye göre, farklı ağaç türlerinde P miktarlarını karşılaştırmak için 1100-1200 m rakımlı Kuzey yönlerinden gelen karaçam en yüksek konsantrasyona sahiptir (Tablo 4.17).

P mevcudiyetinin N-sabitlenme sistemleri üzerinde büyük etkisi vardır. Acacia gibi N-sabitlenme türleri, orman ekosistemlerinde N dengesinde ve bisiklette önemli bir role sahiptir [42]. Ca ve Mg havuzlarında farklı yükseklikteki ağaç türleri arasında önemli farklılıklar vardı ve Güney yönlerden 871 m yükseklikte 871 m yüksekliğinde Meşe stoğu'ndan toplanan karaçam Tepeleri altında konsantrasyonlar daha yüksekti; 1100-1200 rakımında Kuzey yönleri ve ağaç türleri (sırasıyla Tablo 4.14 Tablo 4.15) ve (Tablo 4.16 ve Tablo 4.17).

Fe ve Al havuzları tespit edildi, düşük Zn konsantrasyonları ve Oak altındaki havuzlar için yapılan açıklamalardan biri, Kuzey yönlerinden 871 m rakımında toplandı (Tablo 4.18). 1100-1200 m yükseklikteki Kuzey yönlerden toplanan Karadeniz çamlarının,

daha yüksek Zn konsantrasyonlarına sahip olduğu gerçeği olabilir (Tablo 4.21). Bununla birlikte, sadece topraktaki yüksek Zn konsantrasyonuna sahip alanlarda daha yüksekti [76]. Böylece, biyolojik kütledeki Zn alımı muhtemelen topraktaki düşük Zn konsantrasyonlarına sahip bölgelerdeki yaprak çöpleri yoluyla besin dönüşüyle telafi edilmez. Ortalama Fe konsantrasyonu, farklı yüksekliklere kıyasla ağaç türleri arasında önemli bir fark göstermedi. Mn'de olduğu gibi, farklı yükseklikteki ağaç türleri arasındaki konsantrasyonları önemli ölçüde farklıydı. Ağaç türleri altında 871 m rakımında daha düşüktü (Tablo 4.18 ve Tablo 4.19), 1100-1200 m rakımındaki ağaç türlerinde daha yüksekti (Tablo 4.20 ve 4.21). Farklı yükseklikteki mineral topraktaki kimya karşılaştırmalarında ağaç türleri arasındaki farklılıklar, yeşillik özelliklerinde, çöp miktarında ve kalitesinde ve orman katında gerçekleşen süreçlerdeki farklılıklara atfedilebilir [77, 78]. Topografya değiştğinde mineral toprak karbonu ve azot depoları da bu değişikliklerle değişir. 781 m ve 1100-1200 m rakımlarındaki toprak derinliklerinde ağaç türleri arasındaki toprak karbon depolarında önemli farklılıklar vardır (Tablo 4.10 ve 4.11).

6. SONUÇ

Bu çalışma, üç ağaç türü arasında, ayrıca güney ve kuzey yönü arasında, toprak karbonu ve azot içeriği ve stok hızlarında önemli farklılıkların olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada ağaç türleri arasındaki farklılıkların çoğu, çöp kalitesindeki farklılıklar ve ayrışma ve toprak pH 'sını da etkileyen besinlerin yeşillik miktarları ile açıklanabilir. Buna ek olarak, N ve C gibi bazı elementler, muhtemelen ağaç türleri ve saha faktörleri, özellikle iklim koşulları arasındaki etkileşimlere bağlı olarak, üç ağaç türü arasında önemli farklılık göstermiştir. Toprak karbon depolama önemlidir; Çünkü orman verimliliğini etkiler ve toprak organik maddenin (SOM) ana bileşenlerinden biridir. Öte yandan, önemli miktarda su ve azot içerir; bunların hepsi, atmosferik kimyayı, suyunu ve iklimi, enerji bütçelerini etkileyen atmosfer ve çevre arasında değiştirilir. Buna ek olarak, STN ve SOC arasındaki ilişki, orman gelişimi sırasında ilerici N sınırlamasını önlemek için toprağın N etkisini ve toprak C birikiminin tutulmasını düzenliyor olabilir.

Ek olarak, SOC ve STN stoklarında ve ayrıca toprak karbon ve azot stok kapasitesinde önemli bir artış, heterotrofik toprak organizmalarının besin maddesi geri dönüşüm faaliyetleri için temel bir enerji kaynağıdır ve toprak karbonu ve azot stoklarının korunması, orman verimliliğini sürdürmek için hayati öneme sahiptir . Bu nedenle, ekosistem malları ve hizmetlerinde meydana gelen değişiklikleri tahmin etmek için orman karbonu üzerinde etkili olan faktörleri iyileştirmek, örneğin sera gazı azaltımı çok önemlidir. Ağaç türlerinin toprak karbonu üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılması, ağaçların karbon izolasyonu ve ağaç kesimi için seçimi ve biyojeokimyasal modellerin geliştirilmesi gibi orman yönetimi faaliyetlerini artıracaktır.

KAYNAKLAR

1. Birkeland, P. W. (1974). *Pedology, weathering, and geomorphological research*, 285.
2. Yimer, F., Ledin, S., & Abdelkadir, A. (2006). Soil property variations in relation to topographic aspect and vegetation community in the south-eastern highlands of Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 232(1), 90-99.
3. Barnes, B. V., Zak, D. R., & Denton, S. R. (1998). *Forest Ecology* (4th edition), 488- 489.
4. McNab, W. H. (1993). A topographic index to quantify the effect of mesoscale landform on site productivity. *Canadian Journal of Forest Research*, 23(6), 1100-1107.
5. Schimel, D., Stillwell, M. A., & Woodmansee, R. G. (1985). Biogeochemistry of C, N, and P in a soil catena of the shortgrass steppe. *Ecology*, 66(1), 276-282.
6. Aguilar, R., & Heil, R. D. (1988). Soil organic carbon, nitrogen, and phosphorus quantities in northern Great Plains rangeland. *Soil Science Society of America Journal*, 52(4), 1076-1081.
7. Barnes, P. W., & Harrison, A. T. (1982). Species distribution and community organization in a Nebraska sandhills mixed prairie as influenced by plant/soil-water relationships. *Oecologia*, 52(2), 192-201.
8. Stevenson, F. J., & Cole, M. A. (1999). *Cycles of soils: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients*. John Wiley & Sons.
9. Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., Johnson G., Minkinen K., & Byrne, K. A. (2007). How strongly can forest management influence soil carbon sequestration?. *Geoderma*, 137(3), 253-268.
10. Lecointe, S., Nys, C., Walter, C., Forgeard, F., Huet, S., Recena, P., & Follain, S. (2006). Estimation of carbon stocks in a beech forest (Fougères Forest–W. France): extrapolation from the plots to the whole forest. *Annals of Forest Science*, 63(2), 139-148.
11. Hedde, M., Aubert, M., Decaëns, T., & Bureau, F. (2008). Dynamics of soil carbon in a beechwood chronosequence forest. *Forest Ecology and Management*, 255(1), 193-202.
12. Falkowski, P., Scholes, R. J., Boyle, E. E. A., Canadell, J., Canfield, D., Elser, J., Mackenzie, F. T., Högberg, P., Linder, S., Moore, B., Pedersen, T., Rosenthal, Y., Seitzinger, S., Smetacek, V., & Steffen, W. (2000). The global carbon cycle: a test of our knowledge of earth as a system. *science*, 290(5490), 291-296.

13. Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Berntsen, T., Betts, R., Fahey, D. W., Nganga, J., Haywood, J.; Lean, J.; Lowe, D.C.; Myhre, G.; Prinn, R.; Raga, G.; Schulz, M.; & Van Dorland, R. (2007). Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. Chapter 2. *In Climate Change 2007. The Physical Science Basis.*
14. Brown, S., & Lugo, A. E. (1990). Effects of forest clearing and succession on the carbon and nitrogen content of soils in Puerto Rico and US Virgin Islands. *Plant and Soil*, 124(1), 53-64.
15. Batjes, N. H. (1996). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European journal of soil science*, 47(2), 151-163.
16. Sevgi, O., Makineci, E., & Karaoz, O. (2011). The Forest Floor and Mineral Soil Carbon Pools of Six Different Forest Tree Species. *Ekoloji Dergisi*, 20(81).
17. Crowley, T. J. (2000). Causes of climate change over the past 1000 years. *Science*, 289(5477), 270-277.
18. Vesterdal, L., Schmidt, I. K., Callesen, I., Nilsson, L. O., & Gundersen, P. (2008). Carbon and nitrogen in forest floor and mineral soil under six common European tree species. *Forest Ecology and Management*, 255(1), 35-48.
19. Callahan, M. A., Richter, D. D., Coleman, D. C., & Hofmockel, M. (2006). Long-term land-use effects on soil invertebrate communities in Southern Piedmont soils, USA. *European Journal of Soil Biology*, 42, S150-S156.
20. Larsen, J. B., & Nielsen, A. B. (2007). Nature-based forest management—Where are we going?: Elaborating forest development types in and with practice. *Forest Ecology and Management*, 238(1), 107-117.
21. Kara, Ö., & Bolat, I. (2008). Microbial biomass C (Cmic) and N (Nmic) content of forest and agricultural soils in Bartın Province, Turkey. *Journal of Ekoloji (Turkey)*.
22. Houghton, R. A. (1999). The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use 1850–1990. *Tellus B*, 51(2), 298-313.
23. Finzi, A. C., Van Breemen, N., & Canham, C. D. (1998). Canopy tree–soil interactions within temperate forests: species effects on soil carbon and nitrogen. *Ecological applications*, 8(2), 440-446.
24. Hobbie, S. E. (2008). Nitrogen effects on decomposition: A five-year experiment in eight temperate sites. *Ecology*, 89(9), 2633-2644.
25. Galloway, J. N., Dentener, F. J., Capone, D. G., Boyer, E. W., Howarth, R. W., Seitzinger, S. P., Asner, G.P., Cleveland C. C., Green, P. A., Holland, E. A., Michaels A. F., Porter J. H., Townsend A. R., Vöosmarty, C. J., & Karl, D. M. (2004). Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochemistry*, 70(2), 153-226.

26. Galloway, J. N., Aber, J. D., Erisman, J. W., Seitzinger, S. P., Howarth, R. W., Cowling, E. B., & Cosby, B. J. (2003). The nitrogen cascade. *Bioscience*, 53(4), 341-356.
27. Eugster, W., Perego, S., Wanner, H., Leuenberger, A., Liechti, M., Reinhardt, M., Geissbühler, P., Gempeler, M., & Schenk, J. (1998). Spatial variation in annual nitrogen deposition in a rural region in Switzerland. *Environmental Pollution*, 102(1), 327-335.
28. Thimonier, A., Schmitt, M., Waldner, P., & Rihm, B. (2005). Atmospheric deposition on Swiss long-term forest ecosystem research (LWF) plots. *Environmental monitoring and assessment*, 104(1), 81-118.
29. Burkard, R., Bützberger, P., & Eugster, W. (2003). Vertical fogwater flux measurements above an elevated forest canopy at the Lägeren research site, Switzerland. *Atmospheric Environment*, 37(21), 2979-2990.
30. Gruffman, L. (2013). Nitrogen nutrition and biomass distribution in conifers (Vol. 2013, No. 22).
31. Tilahun, G. (2007). *Soil fertility status as influenced by different land uses in Maybar areas of south Wello Zone, north Ethiopia* (Doctoral dissertation, Haramaya University), 15-22.
32. Lal, R. (2001). World cropland soils as a source or sink for atmospheric carbon. *Advances in agronomy*, 71, 145-191.
33. Nixon, K. C. (2006). Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus *Quercus*) and oak forests. In *Ecology and conservation of neotropical montane oak forests* (pp. 3-13). Springer Berlin Heidelberg.
34. Gilman, E. F., & Watson, D. W. (1994). *Pinus nigra*, Austrian Pine. *Environmental Horticulture Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida*. Full online site: http://hort.ifas.ufl.edu/database/documents/pdf/tree_fact_sheets/pinniga.Pdf, 4-2.
35. Farjon, A. (2005). *Pines: drawings and descriptions of the genus Pinus* (No. Ed. 2). Brill Academic Publishers.
36. Specht, R. L., & Rundel, P. W. (1990). Sclerophylly and foliar nutrient status of Mediterranean-climate plant communities in southern Australia. *Australian Journal of Botany*, 38(5), 459-474.
37. Polglase, P. J., Attiwill, P. M., & Adams, M. A. (1992). Nitrogen and phosphorus cycling in relation to stand age of *Eucalyptus regnans* F. Muell. *Plant and soil*, 142(2), 167-176.
38. Adams, M. A., & Attiwill, P. M. (1984). Patterns of nitrogen mineralization in 23-year old pine forest following nitrogen fertilizing. *Forest ecology and management*, 7(4), 241-248.

39. Nadelhoffer, K. J., Emmett, B. A., Gundersen, P., Kjønaas, O. J., Koopmans, C. J., Schleppi, P., Tietema, A., Richard F. Wright, R.F., & Wright, R. F. (1999). Nitrogen deposition makes a minor contribution to carbon sequestration in temperate forests. *Nature*, 398(6723), 145-148.
40. De Vries, W. I. M., Reinds, G. J., Gundersen, P. E. R., & Sterba, H. (2006). The impact of nitrogen deposition on carbon sequestration in European forests and forest soils. *Global Change Biology*, 12(7), 1151-1173.
41. Melin, J., Nommik, H., Lohm, U., & Flower-Ellis, J. (1983). Fertilizer nitrogen budget in a Scots pine ecosystem attained by using root-isolated plots and ¹⁵N tracer technique. *Plant and Soil*, 74(2), 249-263.
42. Galloway, J. N., Aber, J. D., Erisman, J. W., Seitzinger, S. P., Howarth, R. W., Cowling, E. B., & Cosby, B. J. (2003). The nitrogen cascade. *Bioscience*, 53(4), 341-356.
43. Hoegberg, P., Fan, H., Quist, M., Binkley, D. A. N., & Tamm, C. O. (2006). Tree growth and soil acidification in response to 30 years of experimental nitrogen loading on boreal forest. *Global Change Biology*, 12(3), 489-499.
44. Pregitzer, K. S., Burton, A. J., Zak, D. R., & Talhelm, A. F. (2008). Simulated chronic nitrogen deposition increases carbon storage in Northern Temperate forests. *Global Change Biology*, 14(1), 142-153.
45. Magnani, F., Mencuccini, M., Borghetti, M., Berbigier, P., Berninger, F., Delzon, S., Grelle, A., Hari, P., Jarvis, P.G., Kolar, P., Kowalski, A.S., Lankreijer, H., Law, B.E., Lindroth, A., Denis Loustau, D., John B. Moncrieff, J.B., Manca, G., Rayment, M., Tedeschi, V., Valentini, R., Grace, J., & Kowalski, A. S. (2007). *The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests*. *Nature*, 447(7146), 849-851.
46. Sutton, M. A., Simpson, D., Levy, P. E., Smith, R. I., Reis, S., Van Oijen, M., & De Vries, W. I. M. (2008). Uncertainties in the relationship between atmospheric nitrogen deposition and forest carbon sequestration. *Global Change Biology*, 14(9), 2057-2063.
47. Simpson, D., Butterbach-Bahl, K., Fagerli, H., Kesik, M., Skiba, U., & Tang, S. (2006). Deposition and emissions of reactive nitrogen over European forests: a modelling study. *Atmospheric Environment*, 40(29), 5712-5726.
48. Şengör, A. C., Yilmaz, Y., & Ketin, I. (1980). Remnants of a pre-Late Jurassic ocean in northern Turkey: Fragments of Permian-Triassic Paleo-Tethys?. *Geological Society of America Bulletin*, 91(10), 599-609.
49. Bates, R. G. (1964). Determination of pH: theory and practice. *Determination of pH: theory and practice*.
50. Conyers, M. K., & Davey, B. G. (1988). Observations on some routine methods for soil pH determination. *Soil Science*, 145(1), 29-36.

51. Jones Jr, J. B. (2001). *Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis*. CRC press.
52. Franzmeier, D. P., & Owens, P. R. (2008). Soil texture estimates: A tool to compare texture-by-feel and lab data. *Journal of Natural Resources & Life Sciences Education*, 37(1), 111-116.
53. Baver, L. D., Gardner, W. H., & Gardner, W. R. (1972). Soil physics. *Soil physics*.
54. Hillel, D. (1998). *Environmental soil physics: Fundamentals, applications, and environmental considerations*. Academic press.
55. Black, C. A., Evans, D. D., White, J. L., Ensminger, L. E., & Clark, F. (1965). *Methods of soil analysis* (Vol. 2, No. 2). Part.
56. Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy journal*, 54(5), 464-465.
57. Gülçur, F. (1974). Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz yöntemleri. *ğü orman fakültesi yayınları, of yayın*, (201), 225.
58. Cresswell, H. P., Hamilton, G. J., McKenzie, N., Coughlan, K., & Cresswel. (2002). Bulk Density and Pore Space Relations. *Soil physical measurement and interpretation for land evaluation*, 35-59.
59. Ike, I. F., & Aremu, J. A. (1992). Soil Physical Properties as influenced by tillage practices. *Samaru J. Agric. Res.*, 7:67-74.
60. Foth, H.D., (1990). Fundamentals of Soil Science, 8th Ed. *John Wiley and Sons*.
61. Brady, N. C., & Weil, R. R. (2002). Soil phosphorus and potassium. The Nature and Properties of Soils (13th Ed.), 992. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.
62. Ball, D. F. (1964). Loss-on-ignition as an estimate of organic matter and organic carbon in non-calcareous soils. *Journal of Soil Science*, 15(1), 84-92.
63. Callesen, I., Liski, J., Raulund-Rasmussen, K., Olsson, M. T., Tau-Strand, L., Vesterdal, L., & Westman, C. J. (2003). Soil carbon stores in Nordic well-drained forest soils—Relationships with climate and texture class. *Global change biology*, 9(3), 358-370.
64. Litton, C. M., Ryan, M. G., & Knight, D. H. (2004). Effects of tree density and stand age on carbon allocation patterns in postfire lodgepole pine. *Ecological Applications*, 14(2), 460-475.
65. Litton, C. M., Ryan, M. G., Knight, D. H., & Stahl, P. D. (2003). Soil-surface carbon dioxide efflux and microbial biomass in relation to tree density 13 years after a stand replacing fire in a lodgepole pine ecosystem. *Global Change Biology*, 9(5), 680-696.

66. Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., & Paustian, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *bnb*(2), 155-176.
67. Krull, E. S., Baldock, J. A., & Skjemstad, J. O. (2003). Importance of mechanisms and processes of the stabilisation of soil organic matter for modelling carbon turnover. *Functional Plant Biology*, 30(2), 207-222.
68. McLauchlan, K. (2006). The nature and longevity of agricultural impacts on soil carbon and nutrients: a review. *Ecosystems*, 9(8), 1364-1382.
69. De Vries, W., Solberg, S., Dobbertin, M., Sterba, H., Laubhann, D., Van Oijen, M., & Reinds, G. J. (2009). The impact of nitrogen deposition on carbon sequestration by European forests and heathlands. *Forest Ecology and Management*, 258(8), 1814-1823.
70. Nave, L. E., Vance, E. D., Swanston, C. W., & Curtis, P. S. (2009). Impacts of elevated N inputs on north temperate forest soil C storage, C/N, and net N-mineralization. *Geoderma*, 153(1), 231-240.
71. Akselsson, C., Berg, B., Meentemeyer, V., & Westling, O. (2005). Carbon sequestration rates in organic layers of boreal and temperate forest soils—Sweden as a case study. *Global Ecology and Biogeography*, 14(1), 77-84.
72. Vesterdal, L., Schmidt, I. K., Callesen, I., Nilsson, L. O., & Gundersen, P. (2008). Carbon and nitrogen in forest floor and mineral soil under six common European tree species. *Forest Ecology and Management*, 255(1), 35-48.
73. Sariyildiz, T., Savaci, G., & Kravkaz, I. S. (2015). Effects of tree species, stand age and land-use change on soil carbon and nitrogen stock rates in northwestern Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 9(1), 165.
74. Sariyildiz, T., & Anderson, J. M. (2003). Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study. *Soil Biology and Biochemistry*, 35(3), 391-399.
75. Yang, Y., Luo, Y., & Finzi, A. C. (2011). Carbon and nitrogen dynamics during forest stand development: a global synthesis. *New Phytologist*, 190(4), 977-989.
76. Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D., & Rothe, A. (2002). Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59(3), 233-253.
77. Raulund-Rasmussen, K., & Vejre, H. (1995). Effect of tree species and soil properties on nutrient immobilization in the forest floor. In *Nutrient Uptake and Cycling in Forest Ecosystems* (pp. 345-352). Springer Netherlands.
78. Alriksson, A., & Eriksson, H. M. (1998). Variations in mineral nutrient and C distribution in the soil and vegetation compartments of five temperate tree species in NE Sweden. *Forest Ecology and Management*, 108(3), 261-273.

79. Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D., & Rothe, A. (2002). Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Annals of Forest Science*, 59(3), 233-253.
80. Falling Rain Genomics, Inc. "Geographical information on Safranbolu, Turkey" (in English). <http://www.fallingrain.com/world/TU/0/Safranbolu.html>. Retrieved 2008-11-22.
81. Laubhann, D., Sterba, H., Reinds, G. J., & De Vries, W. (2009). The impact of atmospheric deposition and climate on forest growth in European monitoring plots: An individual tree growth model. *Forest Ecology and Management*, 258(8), 1751-1761.



ÖZGEÇMİŞ

Ad soyad : Heba A. ALI
Doğum yeri ve zamanı : Beida Libya /1986



Medeni hal : Evli
Yabancı Dil : İngilizce
E_posta : m_heba201411@yahoo.com

Eğitim ve Öğretim

Lise : Fatima Alzahraa high school
Lisans : Omar Al-Mukhtar University

İş deneyimi (İş veren ve sene)

İş verenin adı ve adresi : Ziraat Fakültesi - Omar Al-Mukhtar University
Meslek veya pozisyon : Öğretim asistanı