

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KUZEY BAKIDA YETİŞEN KARAÇAMIN BAZI TOPRAK
ÖZELLİKLERİ İLE TOPRAK ORGANİK KARBON VE
TOPLAM AZOT MİKTARLARI VE DEPOLAMA
KAPASİTELERİ ÜZERİNDE YÜKSELTİNİN ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Abduladheim Masoud Mohammed MASOUD

**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 ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2017

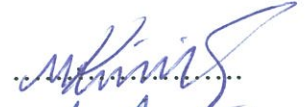
TEZ ONAYI

Abduladheim Masoud Mohammed MASOUD tarafından hazırlanan “Kuzey Bakıda yetişen Karaçamın Bazı Toprak Özellikleri ile Toprak Organik Karbon ve Toplam azot miktarları ve Depolama Kapasiteleri Üzerinde Yükseltinin Etkisinin Araştırılması” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği 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



04/02/2017

Enstitü Müdür V.

Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

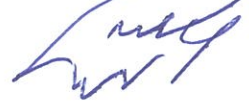


TAAHHÜTNAME

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

Abduladheim Masoud Mohammed MASOUD



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KUZHEY BAKIDA YETİŞEN KARAÇAMIN BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİ İLE TOPRAK ORGANİK KARBON VE TOPLAM AZOT MİKTARLARI VE DEPOLAMA KAPASİTELERİ ÜZERİNDE YÜKSELTİNİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Abduladheim Masoud Mohammed MASOUD

Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı
Toprak İlimi ve Ekoloji
Danışman: Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

Özet: Bu çalışmanın amacı, Kastamonu Daday'daki Karaçam'ın (*Pinus nigra*) toprak özellikleri, toprak organik karbon ve toplam azot içeriği ve depolama kapasitesi üzerinde yükseltinin etkisini araştırmaktır. Bu amaçla, kuzey yönündeki iki yükseltiden (rakımdan) (871 m ve 1189 m), karaçam (*Pinus nigra*) toprağı örnekleri toplanmıştır.

Toprak örnekleri 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 tektürü, hacim ağırlığı, toprak makro ve mikro besin maddesi konsantrasyonları, toprak organik karbonu (TOC) ve toplam azot (TN) içeriği bakımından incelenmiştir. TOC ve TN depolama kapasitesi daha sonra toprak kütlesi, toprak hacim ağırlığı ve TOC veya TN içeriği çarpılarak hesaplanmıştır. Toprak örnekleri arasında, sadece kum ve kil içerikleri rakımlar arasında belirgin değişiklikler göstermiştir ($P < 0.001$).

Toprak karbonu içeriği de sadece rakımlar arasında belirgin değişiklik göstermiştir. Bununla birlikte, toprak toplam azotu içeriği hem rakımlar arasında hem de toprak derinlikleri arasında önemli bir farka sahiptir. Ortalama organik karbon depolama kapasitesi yüksek rakımda ($137.1 \text{ Mg C ha}^{-1}$) düşük rakıma oranla ($87.7 \text{ Mg C ha}^{-1}$) daha yüksektir. Ortalama toplam azot depolama kapasitesi de ayrıca yüksek rakımda ($7.72 \text{ Mg N ha}^{-1}$), düşük rakıma oranla ($4.51 \text{ Mg N ha}^{-1}$) daha yüksektir. SOC ve TN stok kapasitelerinin her ikisi de toprak derinlikleri arasında bariz bir fark göstermemiştir. Toprak makro besin maddeleri (P, K, Ca ve Mg) rakımlar arasında belirgin bir değişiklik göstermiştir ($P < 0.05$).

Ortalama toprak makro besin maddeleri; Mg, P ve K konsantrasyonları, yüksek rakımda düşük rakıma göre belirgin derecede yüksekken, ortalama toprak Ca konsantrasyonu, yüksek rakımda düşük rakıma göre daha düşüktür. Toprak makro besin maddeleri, Mn, Na, Zn, Al ve Co konsantrasyonları da yüksek rakımda, düşük rakıma oranla belirgin olarak yüksektir. Özetle, sonuçlarımız, bu çalışmadaki topografik faktörlerden, yükseltinin toprak özelliklerini, toprak organik karbon ve

topografik faktörlerden, yükseltinin toprak özelliklerini, toprak organik karbon ve toplam azot içeriğini önemli derecede etkileyebileceğini göstermektedir. Dahası, bu faktörler gelecekteki çalışmalarda göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar kelimeler: Toprak örnekleri, toprak organik karbon, toplam azot, rakım, Kastamonu

2017, 54 Sayfa
Bilim Kodu: 1205



ABSTRACT

MSc. Thesis

STUDYING ALTITUDE INFLUENCE ON SOME SOIL PROPERTIES, SOIL ORGANIC CARBON AND TOTAL NITROGEN CONTENT AND STOCK CAPACITY OF BLACK PINE ON NORTH ASPECT

Abduladheim Masoud Mohammed MASOUD

Kastamonu University
Institute of Science
Department of Forest Engineering
Soil Science and Ecology

Supervisor: Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ

Abstract: Main aim of this present study was to investigate the effects of slope position on soil properties, soil organic carbon and total nitrogen content and stock capacities of Black pine (*Pinus nigra*) in Daday, Kastamonu. For this aim, soil samples of Black pine (*Pinus nigra*) were collected from two altitudes (871 m and 1189 m) on the north 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 micro nutrient concentrations, soil organic carbon (SOC) and total nitrogen (TN) content. The SOC and TN stock capacity were then calculated by multiplying soil volume, soil bulk density, and the SOC or TN content. Among soil properties, only sand and clay content showed significant differences between altitudes ($P < 0.001$).

Soil carbon content only showed significant differences between the altitudes. However, soil total nitrogen content had a significant difference either between the altitudes or between the soil depths. Mean soil organic carbon stock capacity was higher (137.1 Mg C ha⁻¹) at the higher altitude than that at lower altitude (87.7 Mg C ha⁻¹). Mean total nitrogen stock capacity was also higher at the higher altitude (7.72 Mg N ha⁻¹) than that at the lower altitude (4.51 Mg N ha⁻¹). Both SOC and TN stock capacities did not show clear differences between the soil depths. Soil macro nutrients (P, K, Ca and Mg) showed significant differences between the altitudes ($P < 0.05$).

Mean soil macro nutrients; Mg, P and K concentrations were significantly higher at the higher altitude than those at the lower altitude, whereas mean soil Ca concentration was lower at the higher altitude than those at the lower altitude. Soil micro nutrients, Mn, Na, Zn, Cl, Al and Co concentrations were also significantly higher at the higher altitude than those at the lower altitude. In conclusion, our results indicate that topographical factors, slope aspect in this present study, can

significantly affect soil properties and soil organic carbon and total nitrogen content. Therefore, those factors should be considered in the future studies.

Keywords: Soil properties, soil organic carbon, total nitrogen, altitude, Kastamonu

2017, 54 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.

Abduladheim Masoud Mohammed MASOUD
Kastamonu, Ocak, 2017

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xiv
HARİTALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Toprak Kalitesi	1
1.2. Toprak Oluşumunun Anlaşılması.....	1
1.2.1. Ana Malzemenin Özellikleri (Ana kaya).....	2
1.2.2. İklim	3
1.2.3. Organizmalar (Bitkiler ve Belirli Bölgedeki Organizmalar).....	4
1.2.4. Zaman	4
1.2.5. Reliyef (Yer Şekilleri ve Topografya).....	5
1.2.5.1. <i>Toprak Özellikleri Üzerinde Yükseltinin Etkisi</i>	5
1.2.5.2. <i>Toprak Özellikleri Üzerinde Bakının Etkisi</i>	6
1.2.5.3. <i>Eğimin Toprak Üzerine Etkileri</i>	6
1.3. Toprak Özellikleri	7
1.3.1. Toprak Reaksiyonu (pH)	7
1.3.2. Topraktaki Hacim Ağırlığı	7
1.3.3. Topraktaki Organik Madde	7
1.3.4. Toplam Azot (TN)	8
1.4. Türkiye'nin Bitki Örtüsü.....	8
1.4.1. Karaçamın Yayılışı ve Özellikleri	8
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13

3.1. Çalışma Alanlarının Tanıtımı.....	13
3.2. Çalışma Alanının İklimi	15
3.3. Çalışma Sahasının Jeolojisi.....	17
3.4. Arazide Toprak Örneklemesi	19
3.5. Toprak Örneklerinin Hazırlanması ve Analizi.....	22
3.6. Toprak Örneklerinin Analizi	23
3.6.1. Toprak pH'sı.....	23
3.6.2. Toprak Tekstürü	23
3.6.3. Hacim Ağırlığı ve Boşluk Yüzeyi	24
3.6.4. Nem İçeriğinin Belirlenmesi ve Ateşte Kaybı (LOI)	25
3.6.5. Toprak Organik Karbonun ve Azotun Belirlenmesi	26
3.6.6. Toprak Makro ve Mikro Besinler Belirlenmesi	26
3.6.7. Toprak Kütlesi ve Toprak Organik Karbonunun ve Toplam Azot Depolama Kapasitesinin Hesaplanması	26
3.6.8 İstatiksel Analizler.....	27
4. BULGULAR.....	28
4.1. Toprak Özellikleri	28
4.2. Toprak C ve N İçeriği ve Depolama Kapasitesi.....	33
4.3. Toprak Makro ve Mikro Besin Elementleri	36
5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

C	Karbon
cm	Santimetre
H ₂ O	Su
N	Kuzey
Mg	Magnezyum
m	Metre
m ³	Metreküp
Mg	Miligram (ton)
N	Azot
NaOH	Sodyum Hidroksit
S	Sülfür
MC	Nemli içerik
BD	Hacimsel yoğunluk
(H ₂ O ₂)	Hidrojen peroksit
$V= \Pi r^2 h$	Bir Silindir Hacmi
°C	Sıcaklık
ANOVA	Varyans Analizi
CEC	Katyon Değişim Kapasitesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1. USDA tekstür üçgeni	24



TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. 1975-2010 arası meteorolojik veri	16
Tablo 2. Karaçamın bazı toprak örnekleri kuzey yönünde bulunan iki rakımdan alındı.....	29
Tablo 3. Toprak pH'mın ANOVA sonuçları	30
Tablo 4. Toprak yığın yoğunluğunun ANOVA sonuçları	30
Tablo 5. Toprak gözenekliliğinin ANOVA sonuçları.....	31
Tablo 6. Toprak kum içeriğinin ANOVA sonuçları	31
Tablo 7. Toprak kil içeriğinin ANOVA sonuçları	32
Tablo 8. Toprak silt içeriğinin ANOVA sonuçları	32
Tablo 9. Topraktaki nemin ANOVA sonuçları.....	33
Tablo 10. Karaçam bulunan yerlerdeki toprağın C ve N stok kapasitesi kuzey yönündeki iki rakımdan toplandı.....	34
Tablo 11. Organik karbon stok kapasitesinin ANOVA sonuçları	35
Tablo 12. Toplam nitrojen stok kapasitesinin ANOVA sonuçları.....	35
Tablo 13. Karaçam bulunan yerlerdeki toprak makro besin maddeleri kuzey yönündeki iki rakımdan toplandı.....	37
Tablo 14. Karaçam bulunan yerlerdeki toprak mikro besin maddeleri kuzey yönünde bulunan iki rakımdan alındı	38
Tablo 15. Ca için ANOVA sonuçları.....	39
Tablo 16. Mg için ANOVA sonuçları.....	39
Tablo 17. K için ANOVA sonuçları	40
Tablo 18. P için ANOVA sonuçları	40
Tablo 19. S için ANOVA sonuçları	41
Tablo 20. Fe için ANOVA sonuçları	41
Tablo 21. Mn için ANOVA sonuçları.....	42
Tablo 22. Na için ANOVA sonuçları	42
Tablo 23. Cu için ANOVA sonuçları	43
Tablo 24. Zn için ANOVA sonuçları.....	43
Tablo 25. Cl için ANOVA sonuçları	44
Tablo 26. Al için ANOVA sonuçları	44
Tablo 27. Co için ANOVA sonuçları	39

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

	Sayfa
Fotoğraf 1. Karaçam meşçersi çalışma sahası 1189 m rakımda	19
Fotoğraf 2. Karaçam meçeresi çalışma sahası 871m rakımda	20
Fotoğraf 3. Toprak çekirdeklerinin kullanarak farklı toprak derinliklerine göre toprak örnekleri almak için toprak çukurlarını kazmak	20
Fotoğraf 4. 1189m rakımda karaçam sahasının altında bulunan toprak çukuru.....	21
Fotoğraf 5. 871m rakımda karaçam sahasının altında bulunan toprak çukuru.....	21
Fotoğraf 6. Elenmiş toprak örnekleri plastik torbalara konuldu ve numaralandırıldı	22

HARİTALAR DİZİNİ

	Sayfa
Harita 1. Daday'ın harita sitesi çalışması	13
Harita 2. Çalışma alanının Google haritalarındaki haritası yeri.....	14
Harita 3. Çalışma alanında dağıtılan en yaygın ağaç türü (<i>Pinus nigra</i> ve <i>Pinus sylvestris</i>)	14
Harita 4. Çalışma alanının jeomorfolojisi	18



1. GİRİŞ

1.1. Toprak Kalitesi

Toprak kalitesi, tarım ve ormanlık üretimin ve yayılış alanlarının sürdürülebilirliğini artırabilecek veya azaltabilecek birçok faktörden etkilenebilir. Bu faktörler; kimyasal, fiziksel yada biyolojik özelliklere bağlı olarak tanımlanabilir. Bu faktörler ayrıca, arazi kullanımına, yönetimine ve sosyo-ekonomik etkilerin en çok olduğu ortamın etkisine göre de değişebilir (Warkentin ve Fletcher, 1977).

1.2. Toprak Oluşumunun Anlaşılması

Toprak oluşumu fiziksel ve kimyasal bir oluşumdur. Bu oluşum, yıllar boyunca devam etmektedir. Bu oluşum sırasında hidrolojik ve fosil yakıtları, karasal döngüler sürecine sebep olan katmanlar oluşmuştur. Toprak, yapışma kuvvetlerinde toplanan su ve fosilleri en iyi barındırma kapasitesine sahiptir. Yağışla toprağa su eklenir ve içerdiği miktarı aşan toprak miktarı, yeraltı su döngüsüne veya yüzey ısısına maruz kalan yüzeye taşınır, iklim döngüsüne katılır ve sonra toprak işlemini kontrol eden diğer alanlara taşır. Latent ısı akısı ve süzdürme, çözünen akı ve biyojeokimyasal döngüyü oluşturan faktörler toprak oluşumunu göstermektedir. (Chadwick vd., 2003). Genel olarak, toprakla uğraşan birçok insan, iyi toprağın nasıl ve nerde bulunduğunu bilir. Kaliteye dayalı toprağın incelenmesi, doğadaki gerçeklere göre değişir. Toprak formasyonu ve deformasyonuna göre toprak serileri her yerde bulunabilir (Karlen vd., 1997). Örneğin, Dünya atmosferindeki değişim şekli, orman ekolojisi uzmanları ve toprak bilim insanları üzerinde önemli etkilere sahiptir. Toprakta büyük miktarda karbon ve azot bulunması küresel ısınmaya veya yağışlarda farklılığa sebep olabilir. Bitki yetiştirme ve ölü örtü ayrışması için nem ve sıcaklık gereklidir. Öte yandan, bir alanın topoğrafyası hem hidrolojik hem de toprak süreçlerinin kontrol edilmesi için birincil bölümdür. Toprak özellikleri ile ilgili yeryüzü verileri, normalde hem arazinin taşınması hem de alana yayılmış modellerin kullanımı için sınırlı bir değişkendir. Toprak haritalarından elde edilen veriler genel olarak daha az detay içermektedir. Toprak özellikleri konusunda edinilen tahminlerde, toprak biçimleri içerisinde bir çok çeşitlilik olmasına rağmen,

farklılıklar görülmemektedir (Zhu vd., 1997). Yukarıda yapılan değerlendirmelerden anlaşıldığı gibi toprak rezerve faktörleri oldukça değişkenlik göstermektedir. Jenny, (1994) tarafından toprak rezerve faktörleri beş ana başlık altında sıralanmıştır.

Bu beş faktör:

- Ana materyal
- İklim
- Organizmalar (bitkiler ve belirli bölgedeki hayvanlar)
- Reliyef (yer şekilleri ve topografya)
- Zaman

Bu değişkenlikler, toprağın özelliklerini sağlayan süreçleri gerçekleştiren koşulları belirlemektedirler.

1.2.1. Ana Materyalin Özellikleri (Anakaya)

Ana materyaller veya substratlar (substrat tipleri), toprağın oluştuğu bütün materyal olarak tanımlanır. Yıpranmış ve çoğunlukla ana kayanın (regolith) yeniden konumlandırılmış kalıntısını ve sağlam olmayan tabanın türediği görülmektedir. Substrat türünün karakterizasyonu, ana kaya petrografik koşullarının bir ürünü olan, temel toprak, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile kaya aşınması ve değişikliklerle yakından ilişkilidir. Alt tabaka sınıflandırması, substrat oluşumu, karbonat ve karbon içeriği, toplam toprak dokusu ve ana kayayı kapsamaktadır. Ana kayanın karakteristiği (yani başlangıçtaki mineral depolanmanın yapısı) temel olarak tanecik boyutundadır. Ve daha sonra molekül yüzey alanı, molekül tahmini iletimi, gözeneklilik, sertlik ve bileşik organizasyonudur. Toprak parçacıklarında daha yüksek bir yüzey alanı, daha yüksek ayrışma ve parçalanma anlamına gelmektedir. Gözeneklilik, molekül boyutu ve uygunluk toprağın fiziksel sağlamlığı ve topraktaki basınca dayalı iletkenliği için oldukça önemlidir.

Ana malzemeler (yani, alttaki minerallerin kalıntıları) temelde tanecik büyüklüğünde ve molekül yüzey alanı, molekül tahmini iletimi, gözeneklilik, sertlik ve bileşikleri barındıran özelliklere sahiptir. Toprak parçacıklarında yüzey alanı ne kadar geniş olursa hava etkisiyle parçalanma o kadar fazla olur. Gözeneklilik, molekül boyutu ve toprağın tahsisi, toprağın fiziksel sağlamlığı ve topraktaki basınca dayalı iletkenlik için oldukça önemlidir. Mineral nna materyal, besin durumu, kil mineralojisi, Katyon Değişim Kapasitesi (KDK), ağır metaller, toprak dokusu, tuzluluk, toprak asiditesi, toprak yapısı, büzülme, şişme potansiyeli, erozivite ve toprak kalınlığı gibi önemli toprak özellikleriyle genellikle ilişkilidir.

1.2.2. İklim

Atmosferin toprak üzerine en büyük etkisi sıcaklık ve yağışlar dolayısıyla olmaktadır. Bu etki sıcak, nemli atmosferlerde, kayalarda, minerallerde ve havada daha hızlıdır. Sıcaklık, kimyasal reaksiyonların boyutunu veya hızını, bitki örtüsünün çeşitliliğini ve doğal (canlılara bağlanma) faaliyetlerini etkiler. Yağışın geniş sıcaklık ve düzenli dağılımı, bu şekilde bitkilerin çeşitlerini ve gelişimini ve toprağın hızlı bir şekilde ayrışmasını etkiler. Yağış ve güneş enerjisinin yıllık miktarı ve düzenli taşınması, çevreler ve bunların ekolojik yapıları ve kapasiteleri arasında zıtlık oluşturmaktadır. Organik madde üretimi ve besin maddesi dönüşümü, yağış miktarını daha yüksek bir oranda genişletir. Her yıl oluşan yağış ve sıcaklık, toprak oluşumunun bir göstergesi olabilir. Kısa sürelerde var olan yüksek yağışlı ve yüksek sıcaklıklı kuvvetler baskın unsurlar olabilir. Yağış, filtreleme veya toprak malzemelerinin, toprağın içinden su ile atılmasına neden olur. Toprağın içinden geçen suyun ölçümü, toprak parçacıklarının alt tabaka içerisinde gelişmesini de etkiler. Belli bir iklimsel toprak çeşitlemesinin esas temeli, kara durumlarının ve coğrafi katmanların bir çeşidinin altında kaydedilen karşılaştırılabilir anatomik ve morfolojik özelliklerin yakınlığıdır. Ana maddenin veya topografyanın ne olduğuna bakılmaksızın, belirli bir iklim bölgesinin tüm toprağı iklimsel yerler seçilmiş olmalıdır. Örneğin, nemli serin ortamlarda toprak oluşumu genel olarak kayalar, gnayslar, dioritler, lösanlar, turba depoları ve hatta kireç taşlarında meydana gelir. Düz topografya ve eğimli alanlarda, toprakların oluşumu ormanların altında ve diğer bitki örtüsü altında meydana gelmektedir.

1.2.3. Organizmalar (Bitkiler ve Belirli Bölgedeki Organizmalar)

Bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar (mantarlar ve bakteriler), humus üretimini sağlayarak veya humus üretimine katkı sağlayarak toprak oluşumunu etkilerler. Topraktaki yaşam koşulları, dünyadaki biyolojik çeşitliliğin büyük bir bölümünü oluşturmaktadırlar. Hem ekosistemler hem de tarımsal sistemlerdeki toprak refahı ve zenginlikleri için yaşamsal süreçler uygularlar. Bitki örtüsü türleri ile toprak özellikleri arasında önemli bir ilişki vardır. Ekolojik ve coğrafi değerlendirmelerin vazgeçilmez bir parçası olan bitki örtüsü-toprak-topografya ilişkisinin kapsamlı analizi üzerine önemli veriler sunan araştırmalar mevcuttur. Böylece, dağlık alan vejetasyonu-toprak-topografya ilişkisini anlamamız ve buna göre farklı yönetim sistemleri oluşturmamız kolaylaşmaktadır.

Toprakta organizmaların var olmalarını sağlayan organik varlıkların bir araya toplanması ile toprak ağı oluşturulur. Bu ağ kendi içinde, canlı yaşayan bitkileri ve hayvanları (otoburların hatta yırtıcıların), ölü bitki artıklarını (detritivorların), mikropları ve her birini asalak olarak barındıran bitki ve hayvanları (parazitleri) barındırmaktadır. Bitkiler, yosunlar daha çok algea, ototroftur. Yani güneş enerjisi kullanarak, doğal karbon dioksit (CO₂) kullanarak, karbon (C) içeren canlılığı ve karışımları karakteristik hale getirerek, yalnızca temel yapımcıların beklediği var olan dokuları oluşturmaktadırlar. Ayrıca C karbonat minerallerinden ototroflarca üretilmektedir. Alternatif olarak, birincil tüketiciler, dönüşümlü olarak ikincil veya üçüncül tüketiciler aracılığıyla C'nun açığa çıkmasını sağlayabilirler. Örneğin; aktinomisetler heterotrofik olabilir ve doğal malzemeler üzerine katkı sağlayabilirler (Bot ve Benites, 2005).

1.2.4. Zaman

Zaman geçtikçe, toprak ana maddesindeki bozulma süreci ayrılmaya neden olmaktadır. Horizon gelişimi, toprağın katmanlarını kimyasal ve fiziksel olarak farklılaştırır. Sonunda, yaşlı topraklar iyi gelişir, ancak bazılarını hava şartlarından ve yıkanmadan dolayı görmek zorlaşır. Bir takım jeolojik süreçler, toprağın gelişimi için bir bariyer haline gelir ve böylece ana materyalin çok fazla zaman geçirmesine izin vermez. Toprak gelişimini engeller, eğimi değiştirir ve oluşan materyali sürekli

taşır. Yeni oluşan tortu, nehir tarafından döküldüğü yere taşınır veya sıklıkla nehir kanallarında biriktirilir. Toprak gelişim süreçleri yeni maddelerin eklenmesiyle başlar. Örneğin; yamaçların parçalanması malzemeyi sürekli olarak kaldırır ve toprağın ilerlemesini engeller. Su yollarının kanalları boyunca, taşkınlardaki taşkın alanına dökülen akarsu olarak, yeni oluşan artık sık sık depolanmaktadır. Toprak gelişimi, yeni malzemelerin yeniden başlatılmasının istikrarlı bir şekilde genişlemesiyle sonuçlanır.

1.2.5. Reliyef (Yer Şekilleri ve Topoğrafya)

Toprağın bölgesel oluşumunda, topoğrafya, toprak şekillendirici bileşenlerin en önemlisi olarak düşünülür. Topoğrafyadan dolayı, toprağın çeşitliliğinde çok fazla değişiklik uzak mesafede az da olsa gerçekleşebilir. Toprak gelişimin etkileyen en temel topoğrafik faktörler; yükselti, eğim ve bakıdır. İlk olarak, topoğrafik faktörler mikro iklim koşullarının değişmesine sebep olur ve büyüme ve arazi bölüşümüne dolaylı olarak etki ederler. Bakı, bitki örtüsünün dağılımı ve gelişiminde temel bir unsurdur, çünkü yüzeyin güneşlenmesine karar verir, yüzey üzerinde ana maddeler yıkanır ve zemin gelişimi engellenir. Su ile parçalanma daha aşırı, bitkisel olmayan yamaçlarda daha uygundur (Ritter, 2006), (McCune ve Keon 2002). Topoğrafya, suyun dağılımına ve yayılımına karar verdiğinden, toprak gelişimini önemli ölçüde etkiler. Ormanın bakısı mikro iklimi ve bitki örtüsünü etkiler.

1.2.5.1. Toprak Özellikleri Üzerinde Yükseltinin Etkisi

Toprak yükseltiden ve yükselti ile meydana gelen bitki örtüsü ve mikroiklim özelliklerinin değişmesinden etkilenir. Yükseklikteki enlemesine kesim boyunca farklı tanısal horizonlar ve topraklar oluşumu meydana gelir. Bu da yüksek derecede gelişmiş ve yumuşak yamaçlarda olgunlaşmış topraklarda zincir eğrisi gibi bir oluşumun varlığını gösterir. Bu nokta sadece yükselti ve diğer çevre faktörlerini etkileyen sürecin toprak oluşumunda doğrudan veya dolaylı bir role sahip olduğunu doğrulamaktadır.

1.2.5.2. Toprak Özellikleri Üzerinde Bakının Etkisi

Topografik değişkenler, normal ekosistem toplumunda toprağın bozulması ve uygulanabilir toprak yönetimi, toprak fiziksel ve kimyasal incelemeleri, toprak özelliklerinin mekansal çeşitliliği ile ilgili bir belirteç olarak toprağın özelliklerini etkiler (Ollinger vd., 2002). Yağış miktarının değişmesiyle, buharlaşma farklılıkları, sıcaklık ve bağıl nem farklılıkları bakıların mikro iklimlerini etkiler (Yimer vd., 2006). İklim, bölge özellikleri, peyzaj, bitki örtüsü gibi birkaç faktörde meydana gelen farklılıklar bakıların toprak özelliklerinin yer değişimine neden olurlar (Coble vd., 2001).

1.2.5.3. Eğimin Toprak Üzerine Etkileri

Reliyef, kara yüzeyinin yükseliş yada düşüşüdür. Toprak ile uğraşan kişilerin arazideki eğimleri tanınması esastır. Eğimlilik, engebeli bir bölgede algılanması en zor olan faktördür. Bir yamacın eteğinden tepeye doğru hareket etmeye başladığınızda, meydana gelen yükselen bir eğimdir. Tepeden aşağı inildiğinde ise, bu alçalan bir eğimdir. Topografyanın toprağın başlangıcı ve gelişimi üzerindeki etkileri, yükseltinin ve eğim uzunluğunun, mineralizasyon, fiziksel toprak özelliklerinin, kireçlenmenin ve gövde tabanının yüksekten havza tabanına eğimli noktalarla büyük ölçüde duran yapısının meydana çıkardığı sonuçlarla doğrudan bir ilişki ortaya koymaktadır. Toprak kalınlığı, ince toprak kısmı ve toprak nemliliği, havza eğimli noktalarda daha çok değerlidir. Organik karbon miktarı, yüksek eğimli noktalarda yer alan ormanlık alanlarda değerlidir. Mineral topraktaki organik karbonun bulunması, düşük eğimli noktalarda daha değerlidir. Toprak özelliklerine bağlı olarak meydana gelen bu dengeler, eğimin durumuna bağlı olarak bozulma oranını azalttığı veya arttırdığı yönünde çalışmalar bulunmaktadır (Burke, 1989).

Bakı ve eğim durumu, toprak özelliklerinin mekansal tezatlarına katkıda bulunur. Bir bölgede yer alan biyolojik toplulukta, toprak özellikleri bitki örtüsü oluşumundan etkilenir. Toprak nemi, arazinin eğim ve bakısından etkilenir (Tsui vd., 2004). Yükselti, su, alüvyon, bitki örtüsü türü, toprak canlıları ve organik maddenin yeniden dağıtımını üzerinde etkilere sahiptir. Üst eğimdeki topraklar, daha alçak yamaçlarda birikme eğilimine sahip serbest toprak ve organik madde eğilimi gösterir. En

önemlisi, eğimli arazilerdeki topraklar, zaman içerisinde daha uzun süreler için daha nemli bir rutubet uygulaması eğiliminde olacaktır (Brzeziński vd., 2012).

1.3. Toprak Özellikleri

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere, topografik faktörler, çeşitli toprakların oluşumuna ve buna bağlı olarak farklı bitki örtüsü şekillenmesine ve gelişmesine yol açan toprak özellikleri ve oluşum süreçlerine etki ederler.

1.3.1. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprağın pH değeri, bir toprağın içinde bulunan madde miktarının tahminleri arasında en göze çarpanıdır. Bir toprak asidik, nötr veya temel olsa da, farklı ağırlaştırıcı maddelerin çözülebilmesi, parçacıkların tecim yerlerine göre tutulması ve farklı mikroorganizmaların hareketi ile ilgisi vardır.

1.3.2. Toprak Hacim Ağırlığı

Toprak hacim ağırlığı, toprak katı parçacıkları yanında boşluklar arasındaki boşluklar dahil birim hacim başına düşen kuru toprağın kütesidir. Kütle kalınlığı esas olarak topraklardaki hava ve su gelişimini etkiler. Yüksek yoğunluklu topraklar düzenli olarak sıkıştırılır. Toprağın sıkışması, bitki tarafından su ve takviyelerin alımını azaltan derinliği belirlemekle sınırlıdır. Sıkıştırma ek olarak penetrasyonu azaltır, bu çizgiler boyunca taşma ve suda ayrışma tehlikesini artırır.

1.3.3. Topraktaki Organik Madde

Ölü bitki örtüsü ve ölen canlılar, toprağı kuşatarak toprak organik maddesinin ana kaynaklarını oluştururlar. Bu birikmeler toprağın humusunu artırır. Toprak organik maddesi topraktaki nemi tutmak ve topraktaki su limitini artırmak için faydalıdır. Doğal madde yönünden zengin topraklar çözülmüş topraklara oranla çok daha fazla mikrobiyal nüfusa sahiptir. Topraktaki organik maddenin ölçüsü, bulunduğu biyolojik bölge ve toprağın kullanımı ve toprak yönetimi ile yakından bir ilişki içindedir. Ormanların altında bulunan bölge, sürülmek için temizlenmiş olanlardan

daha yüksek organik maddeye sahiptir. Toprak organik maddesi, toprak oluşum süreçleri hakkında değerli veriler sağlayabilir. Bu nedenle, jeomorfik devamlılığa katkı olarak yorumlanabilir (Favilli vd., 2008).

1.3.4. Toplam Azot (TN)

Topraktaki azot organik formların çoğunda az miktarda amonyum ve nitrat formları ile birlikte bulunur. Örneğin; orman toprağı araştırmacıları, toprak zenginliklerini belirleyen faktörleri bulundurmaları açısından, toprak karbonu (C) ve azot (N) ile ilgili oldukça endişelidir ve birçok çalışmada toprak organik karbon miktarı ile toplam azot miktarı arasında önemli bir ilişkinin var olduğı ifade edilmektedir.

1.4. Türkiye'nin Bitki Örtüsü

Türkiye topoğrafik ve jeomorfik özelliklerine göre değışken bir bitki örtüsüne sahiptir. Farklı bitki örtüsüne sahip olması, iklim, jeoloji, topoğrafik toprak türü ve çeşitliliğı ve insan payı arasındaki farkı gösterir. Türkiye'deki ormanların çoğı doğaldır. 450 ağaç ve çalı türü bulunur (Kayacık, Yaltırık 197 ve Akman, 1995). Orman toprakları tarım topraklarından farklıdır.

1.4.1. Karaçamın Yayılışı ve Özellikleri

Karaçam, Avrupa ve Asya için önemli bir çam türüdür. İspanya ve Fas'tan doğuya, güneyde Kıbrıs'a, kuzeyde kuzey doğu Avusturya'ya ve Kırım'a kadar uzanır. Birleşik Devletlerde, Avrupa karaçamları genelde Kuzey eyaletlerinde New England'da, Büyük göl çevresinde ve Kuzeybatı'da yetişmektedir (Van Haverbeke ve David, 1990). Karaçam, birçok toprak çeşidine ve topografik yaşam alanlarına adapte olmuşlardır. Korsika, İtalya ve Sicilya kaynaklı bölgelerde, kalker topraklarında yetersiz olarak gelişiyorlarken; Balkanlar ve Kırım'da fakir kireç taşı topraklarında iyi bir gelişme göstermektedirler (Krugman, Stanley L., ve James L. Jenkinson, 1974). Türkiye'de tahmini 21.3 milyon hektar ormanlık alan bulunmaktadır. Bu alanlar, Türkiye'nin topraklarının% 27'sini karşılamaktadır. Bu alanların 10.9 milyon hektarı (% 51) verimli ormanlar oluşturmaktadır. 10,4 milyon hektarlık kalan orman arazisi (% 49), düşük verimli ya da verimsiz, bozulmuş kerevit, makiler ve

çalılıklardan oluşan ormanlık arazilerdir. İğne yapraklı ormanlar, Türkiye'nin verimli orman alanının% 56'sını kaplamaktadır. Türkiye'de, yaklaşık 45.400 hektar arazi 2009 yılında ağaçlandırılmıştır. Karaçam, Türkiye'de en tanınmış ve mali açıdan kritik olan yerel türler arasında en öne çıkanıdır. Karaçamın çeşitli özelliklerini belirlemek için Türkiye'nin birçok bölgesinde inceleme yapılmıştır. Anadolu karaçanı, Trakya yerelinin Karadeniz plaj ön bölgesi ve Kuzey Anadolu'nun engebeli bölgelerinde kazanan soğuk ve yapışkan atmosfer de dahil olmak üzere Karadeniz'in sahil kemerini kuşatan nemli atmosferde gelişir. Karadeniz atmosferi ile Akdeniz atmosferi arasında geçiş dönemi atmosferi olan Marmara İklim mevkii ve Karadeniz'in gerisinde kalan bölgesi, Türkiye'de karaçamın yayılışını belirleyen biyolojik değişkenleri belirlemektedir. Karaçam ağaçları güneyde 800-1000 m. dağların kuzey eğim yerlerinde 500-600 m'lik bir alana yayılmakta ve iç kesiminde (Güneydoğu Ege bölgesi Murat dağlarının güney yamacında) 1800-2000 m. yükseltiye kadar çıkabilmektedir (Azlan vd., 2012).

Burada sunulan Yüksek Lisans Tez çalışmasının amacı, Kastamonu Daday'daki Karaçam (*Pinus nigra*)'ın toprak özellikleri, toprak organik karbon ve toplam azot içeriği ve depolama kapasiteleri üzerindeki yükseltinin (rakımın) etkilerini araştırmaktır. Bu amaçla, kuzey bakının iki rakımında (871 m ve 1189 m) yetişen Karaçam (*Pinus nigra*) meşcerelerinden toprak numuneleri toplanmıştır. Toprak örnekleri 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm ve 20-30 cm toprak derinliklerinden rasgele alınmış ve toprak pH, toprak tekstürü, hacim ağırlığı, toprak makro ve mikro besin maddesi konsantrasyonları, toprak organik karbonu (SOC) ve toplam azot (TN) içeriği bakımından incelenmiştir. SOC ve TN depolama kapasiteleri, toprak hacim ağırlığı, toprak kütlesi ve SOC veya TN ile çarpılarak sayılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Topografya, bir arazi ölçeğinde hem hidrolojik hem de toprak formlarının kontrol altına alınmasının temel bir unsurudur. Topoğrafik elemanları (eğim, yükselti ve bakı) ile toprak özellikleri arasında güçlü bağlantı olduğu Seibert, Stendahl ve Sørensen (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ayrıntılı olarak verilmiştir.

Eğimli yamaçlarda, daha yüksek pH, değiştirilebilir Ca ve Mg, organik karbon, kullanılabilir N ve K olabileceği belirtilmiştir (Tsui, Chen ve Hsieh, 2004). Olatunji ve Ogunkunle (2007), jeolojinin toprağın 7 özelliğini tamamen etkilediğini ifade etmiştir; (ana materyal türü, kaba kum, toprak pH, toprak içindeki su, kullanılabilir P, toprak inceliği ve Cu). 28 materyalden 25'i ana materyalden 2 kat daha fazla etkilenmiştir. Topoğrafik yükselti arasındaki zıtlıklar toprak özelliklerini ve biyolojik ve jeokimyasal formlarla bağlantılarını yansıtmaktadır. Toprak özellikleri üzerinde eğimin etkisi Sørensen, Zinko ve Seibert (2006) tarafından incelendiğinde, eğimlerin hidrolojik faktörleri etkilediği, büyük jeomorfolojik bileşenlerin ise vasküler bitki zenginliği ve toprak pH'ı için daha kritik olduğu belirlenmiştir. Örneğin; ılımlı olarak az miktarda yukarı akış bölgesi olan bir seviyede, ancak düşük bir eğim çok nemli olabilirken, düşük toprak pH'sı ve bitki türleri zenginliğine sahip olabilmektedir. (Bhaskar vd., 2004), Inceptisols düzenlemesinde vadilerin toprakları oluştuğunda, çeşitli eğim konumundaki toprak oluşumuna, üst ve yan eğim konumlarındaki Ultizollerin ve Entizollerin oluşumuna etkisini incelemiştir. Çalışma sonunda, eğimin başlangıçta, toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin oluşmasında bir rol üstlenmediği ifade edilmiştir. 600 mm'den fazla yağışta, organik maddede ayrışma güçlükleri yoktu, çünkü kuzey ve güney yönündeki tepeliklerde toprak nemi, ölü örtü ve ayrıştırıcı eylemleri her iki açıdan da yüksekmekteydi (Kutiel ve Lavee, 1999). İklimsel ya da toprak bileşenleri üzerinde yükseklik ve toprak derinliği arasında önemli bir doğru ilişki belirlenmiştir. Yüksek oranda topraktaki organik madde (TOM) birikiminin sebebi muhtemelen çürüme oranlarının azalmasıyla açıklanmıştır. Temel yeterlik düzeyindeki bir gelişmenin, her durumda, kuzeye bağlı eğilimler üzerinde toprak organik maddesi birikimini, hem bozulma hem de azalmadan dolayı muhtemelen temel yaratmada bir uzantı görevindeydi (Griffiths, Madritch, ve

Swanson, 2009). Öte yandan, horizon kısımlarında, toprak yüzeyindeki gibi sıcaklık ve nem bakımından inanılmaz değişiklikler vardı. Toprak organik karbonunda ve N düzenleyicileri arasında bir fark bulunamazken, azot düzenleyicilerin, toplamda daha önemli azotu topraklara kazandırdığı sonucu belirtilmiştir (Johnson ve Curtis, 2001). Akbari, Azimi ve Ramli, arazi faktörlerinin toprak özelliklerine nasıl bir etki yaptığını belirlemek için İran'da Horasan Razavi'de bir inceleme yaptılar. Sonuçlar incelendiğinde, batı yönü ve düz eğimlerin tarım için uygun aralık olduğunu önermişlerdir. Bu ayrımlar, toprak parçasında zıtlıklara neden olan toprak zenginliklerini etkileyen topografik bakış açısından değerlendirilebilir. Örneğin; yaprak kuru ağırlığı ile kontrol edilen çay verimi, çeşitli eğimlerde dikkate değer zıtlıklar göstermektedir. Bu nemli bölgede, yamaç durumunun ve konumunun etkisiyle bitki örtüsünün kalınlığının ve toprak rutubetinin oldukça tahrip edildiğine inanılmaktadır (Khormali vd., 2012). Topraklar hayati bir karbon kaynağıdır. Parras-Alcántara, Lozano-Garcia ve Galán-Espejo (2015), topografik yükseltilerde ve derin topraklarda toprak organik karbonunun arttığını tespit etmiştir. Smith, Halvorson ve Bolton (2002) tarafından toprak mikrobik hareketi ve toprak özelliklerine iklimsel etkinin incelenmesi için basit bir çevre değişimi olarak bir yükseklik eğimi kullanılmıştır. Saeed vd., (2014) bir bölgenin üç farklı yükseltisinde, toprak fiziksel ve bileşik özelliklerinde yapılan değişimleri ve doğal özelliklerin toprak özelliklerine etkisi araştırmıştır. Azlan vd., (2012) topraktaki toprak organik madde (TOK) içeriği ile toprak sınıfları (toprak yüzeyleri) olan topraktaki organik karbon (TOC) içeriği arasında büyük bir pozitif bağlantı bulunduğunu tespit etmiştir. Bunun dışında, toprakta organik karbon miktarı bitkisel gelişim ve tarım faaliyetlerini içeren toprak bitki örtüsüyle ilişkilidir. Toprağın kalınlığı ve yağış gücünden dolayı, toprak derinliği ile toprak organik karbon içeriği arasında bağlantı bulunabilir. Toprak yaşam formları, yaşam ortamlarının tamamı veya bir kısmını toprak ortamında geçiren hayvanlardır. Toprak doğanın en çeşitli ve karmaşık biyolojik sistemlerinden biridir. Özellikle toprakta büyük ölçüde bulunan solucanlar ve omurgasız hayvanlar, toprak kalitesi bakımından zorunlu bir rol üstlenmektedir. Bunlar hem toprak özelliklerinde hem de büyük biyolojik sistemlerin çalışmasında kritik etkilere neden olurlar. Bu canlıların hareketi, topraktaki fiziksel ve kimyasal koşulları inanılmaz derecede etkilerler, özellikle de toprak üstü 15 ve 35 cm arasında. Makro besinler; Azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) çoğu zaman toprakta açıkça yetersiz kalan ilk

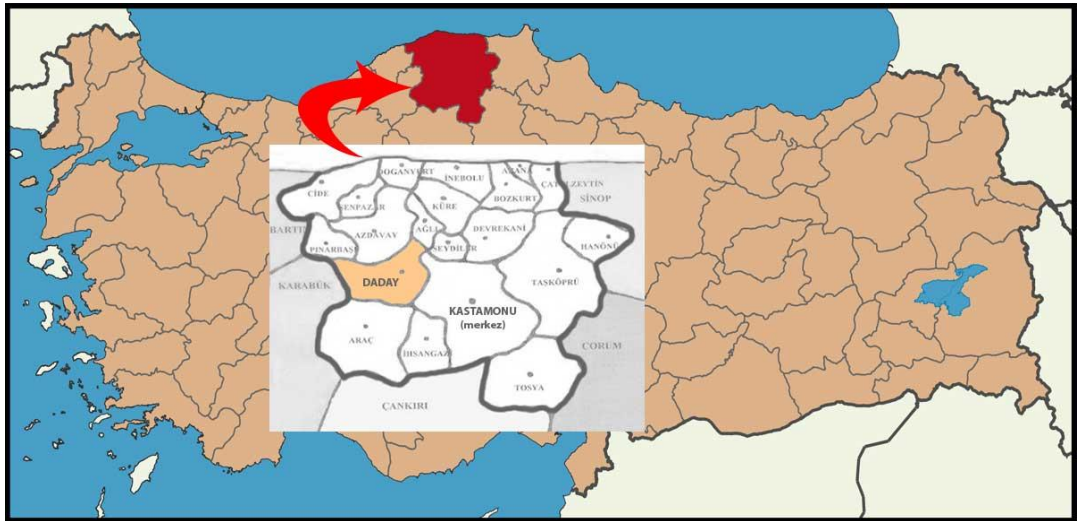
elementlerdir, çünkü özellikle N ve K, bitkiler için en yüksek miktarlarda gereklidir ve kullanılmaktadır (Bandel ve James, 2000). Topraktaki besin elementleri arasındaki farklılıklar topoğrafik özelliklere ve toprak derinliğine bağlı olarakta değişiklik gösterebilmektedir (Akbari vd., 2014).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanlarının Tanıtımı

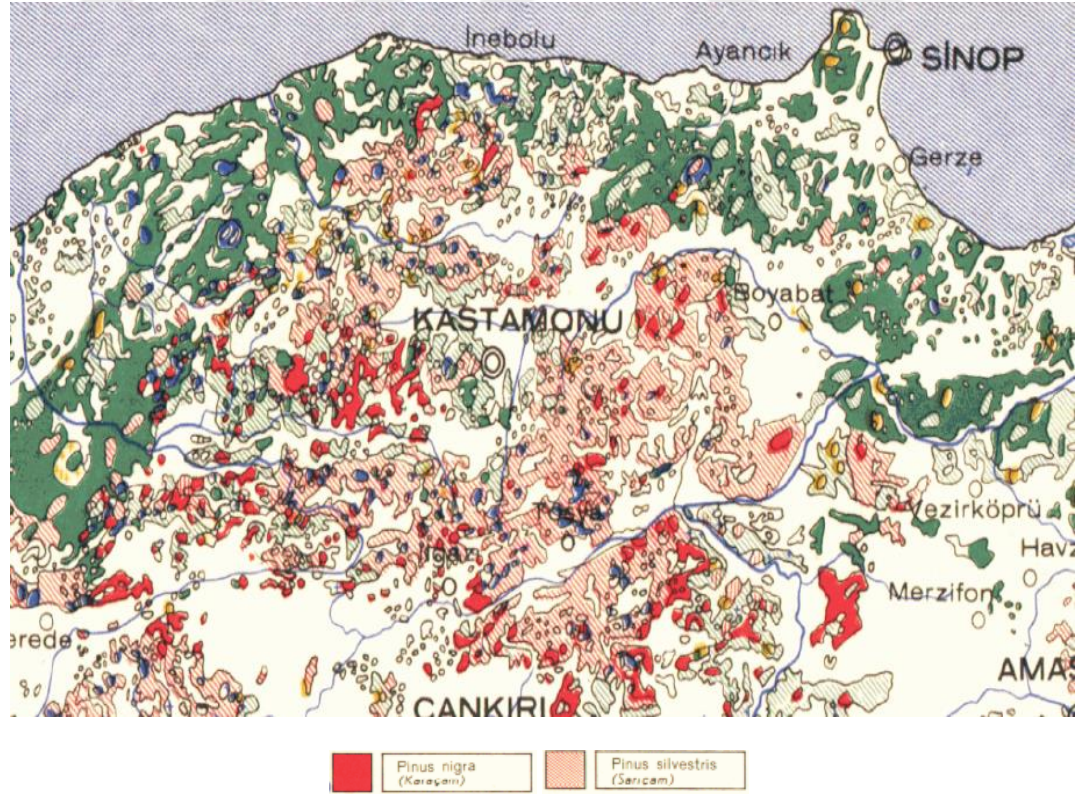
Bu çalışma, Kastamonu'nun kuzey-doğusundaki Daday ilçesinde (41 ° 28'43 "N, 33 ° 28'00" E) (Harita 1) dik yamaçlı dağlık bir bölgede (aralık % 40 ila% 60) ve yüksek rakımlarda (3000 m'ye kadar) yapıldı. Çalışma alanının yeri Harita 2'de gösterilmektedir. Bölgede, hem kuzey hem de güney cephesi, *Pinus silvestris* ve *Pinus nigra* tarafından saf veya tür karışımıyla ormanlanmıştır. *Fagus orientalis* ve *Quercus spp.*, *Pinus silvestris* ve *Pinus nigra* ile birlikte görülebilir. Her bölgede bu yükseklikler üzerinde gelişen bariz orman yapı çeşitleri, yapraklı-iğne yapraklı ormanlar (650-1100 m) ve iğne yapraklı ormanlar (1100-1600 m) (Harita 3) görülmektedir. Çalışma alanının alt kısmında bulunan yeşil çimenler, eğrelti otları ve otlar arasında yer alırken, eğimin üst kısmı gelişmekte olan mevsimlik otsu bitkiler tarafından kaplanmıştır. Kış mevsiminde zemin karla korunmuş, yamacın üst kesimlerinde daha kuvvetli bir haritada toplanmış ve 2 metreye kadar derinlik kazanmıştır. Kar; alt kısımlardan ziyade üst parçalarda daha uzun kalmaktadır. Kuzeye bakan yamaçlar güneye bakan yamaçlardan daha fazla kar birikimi göstermektedir. Ancak ilkbahar karı, güneye bakan yamaçlarda, kuzey yönündeki yamaçlarda olduğundan daha hızlı erimektedir.



Harita 1. Çalışmanın gerçekleştirildiği Daday'ın Türkiye haritasındaki yeri



Harita 2. Çalışma alanının Google haritasındaki yeri



Harita 3. Çalışma bölgesinde görülen en yaygın ağaç türleri (*Pinus nigra* ve *Pinus silvestris*)

3.2. Çalışma Alanının İklimi

Çalışma alanı bölgesinde Kastamonu hava sıcaklığı yazlar kısa sıcak, kışlar soğuk, karlı ve çok uzun sürmektedir. 1975-2010 dönemi iklim bilgilerine göre (Kastamonu Meteoroloji İstasyonu, yaklaşık 800 m. yükseltide) (Tablo 1), Mayıs ayında (71.1 mm) en yüksek, Şubat'ta (25.8 mm) en düşük, toplam yıllık yağış 489 mm olarak göstermektedir. Normal aylık sıcaklık Temmuz'da 20.2 °C iken Ocak ayında 0.8 °C'ye düşmektedir.

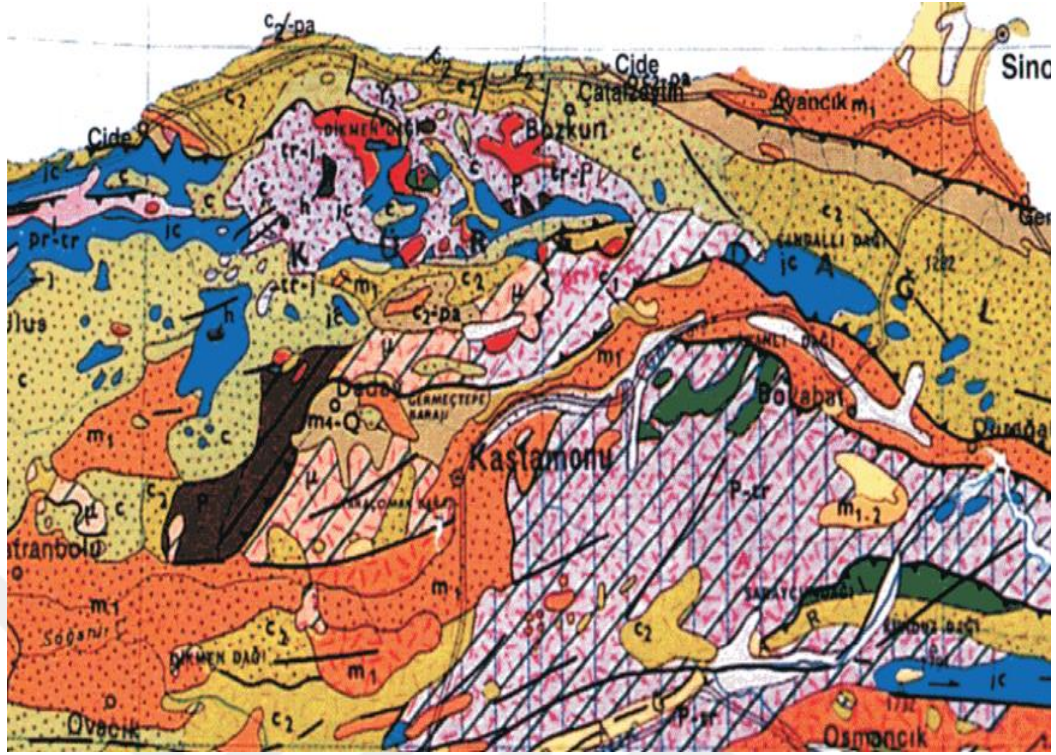


Tablo 1. 1975-2010 yılları arasına ait meteorolojik veriler

Meteorolojik veri	Aylar												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık	-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. Ortalama Sıcaklık	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. Ortalama Sıcaklık	-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
Ortalama Yağış	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
Günlük Max. Yağış	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
Ortalama Nem	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. Nem	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
Karla kaplı günler	15,6	10,4	5,3	2,0							2,7	10,0	46,0
Soğuk gün sayısı	25,3	22,0	16,8	4,2	1,7					3,4	13,2	21,8	109,0
Sisli gün sayısı	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
En Hızlı Rüzgar Yönü ve Hızı	SW W 4,3	SW 4,8	SW W 5,4	SW W 5,4	SW W 4,6	SW W 4,5	NW W 4,3	N 4,0	SW W 4,1	SW W 3,9	SW 4,0	SW 4,3	SWW 5,4
Ortalama rüzgar hızı	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, okyanusal batı Karadeniz havzasının güney pasif kenarındaki Kastamonu yakınlarındaki Daday olup, Orta Pontidlerin bir parçasıdır. Bu, Arach-Daday birimi ile ilgilidir, bu birimdeki kayalar, taban katında ve üstünde Mesozoyik yaşlı kayalarla örtülüdür. Bu havza, Kuzey Batı'daki Zonguldak havzasını ve güney batıdaki Ulus havzasını oluşturan Tristian kütlesi boyunca uzunluğa bölünmüştür. Bu havzaların her ikisi de Senozoik Çağ'ın erken döneminde Araç-Daday arasındaki bölgenin doğusundaki deformasyona uğramış; kuzeyde derinleşen Sinop havzası kuzeydeki pontidlerin mimarisine egemen olmuştur. Daday-jeolojisinden oluşan kayaların birçok türü vardır. Metamorfikler neredeyse eski çağdan önce Kambriyen devrinde oluşmuşlardır. Kayaların olduğu bölgede, jeolojik kayalar ve metamorfik kayalar bulunmaktadır. Çalışma bölgesinin ana materyali temelde taş / kuvars karışımıdır. Çalışma alanındaki jeomorfoloji Harita 4'de görülmektedir.



Stratigrafi / Stratigraphy

Q	Q	Kuvaterner / Quaternary
m ₄ -Q	m ₄ -Q	Pliyo - Kuvaterner / Plio - Quaternary
T	m ₄	Pliyosen / Pliocene
	m ₃₋₄	Neojen / Neogene
	m ₃	Miyosen / Miocene
	m ₂₋₃	Oligo / Miyosen / Oligo - Miocene
	m ₂	Oligosen / Oligocene
	m ₁₋₂	Eosen - Oligosen (Teke Toroslarında ve GD'de Miyosen dahil) Eocene - Oligocene (In Teke Taurus and SE, Miocene included)
	pa-m ₂	Paleojen / Paleogene
	m ₁	Eosen / Eocene
	pa-m ₁	Paleosen - Eosen / Paleocene - Eocene
	pa	Paleosen / Paleocene
T	Tersiyer / Tertiary	
M-m ₂	M-m ₂	Mesozoyik - Oligosen (Yerel Alt Miyosen dahil) Mesozoic - Oligocene (Locally Lower Miocene included)
C ₂ -m ₁	C ₂ -m ₁	Üst Kretase-Eosen (Eosen çoğunlukla İlerdiyen - Kulziyen) / Upper Cretaceous-Eocene (Eocene mainly İlerdian-Cuisian)
C ₂ -pa	C ₂ -pa	Üst Kretase - Paleosen / Upper Cretaceous - Paleocene
M	C ₂	Üst Kretase / Upper Cretaceous
	c	Kretase / Cretaceous
	C ₁	Alt Kretase / Lower Cretaceous
	ic	Jura - Kretase / Jurassic - Cretaceous
	j	Jura / Jurassic
	tr-j	Triyas - Jura / Triassic - Jurassic
	tr	Triyas / Triassic
M	Mesozoyik / Mesozoic	
PM	PM	Paleozoyik - Mesozoyik (Mesozoyik genellikle Triyas) / Paleozoic - Mesozoic (Mesozoic mainly Triassic)
P-tr	P-tr	Paleozoyik - Triyas / Paleozoic - Triassic
pr-tr	pr-tr	Permo - Triyas / Permo - Triassic

pr	Permiyen / Permian
pr-h	Permo - Karbonifer / Permo - Carboniferous
h	Karbonifer / Carboniferous
d	Devoniyen / Devonian
sd	Silüriyen / Devoniyen / Silurian - Devonian
s	Silüriyen / Silurian
o	Ordovisiyen / Ordovician
k	Kambriyen / Cambrian
p	Paleozoyik / Paleozoic
pE veya or	Prekambriyen veya yaşı bilinmeyen / Precambrian or age unknown
μ	

Magmatitler / Magmatics

Asit ve ortaç intruzifler / Acidic and intermediate intrusives	
Mesozoyik - Miyosen (Çoğunlukla Tersiyer) / Mesozoic - Miocene (mainly Tertiary)	γ ₃
Paleozoyik - Orta Jura / Paleozoic - Middle Ju	γ ₂
Paleozoyik veya daha eski / Paleozoic or older	γ ₁

Bazit ve Ultrabazitler / Basic and Ultrabasic

Peridotit, piroksenit, gabro, diyabaz v.b. / Peridotite, pyroxenite, gabbro, diabase etc.
--

Volkanitler / Volcanics

Karasal volkanitler / Subaerial volcanics	
Tür (Piroklastik) + Karasal Volkanitler / Tuffs (Pyroclastics) + Subaerial volcanics	
Sediment arakatlı denizaltı volkanitleri / Submarine volcanism with sedimentary interca	

Ayrılanmamış Kayalar / Undifferentiated roc

Yaşı ve litolojisi belirlenmemiş magmatitler / Age and lithology undetermined magmatics
--

Harita 4. Çalışma alanının jeomorfolojisi

3.4. Arazide Toprak Örneklemesi

Kuzey ve Güney yönlerinde üst (1189 m) ve alt (871 m) olmak üzere iki eğim konum seçilmiştir. Çalışma alanlarının eğimi % 40 ila% 50 arasında değişmektedir. Kuzey taraftaki en üst yamaçlarda çoğunlukla Karaçam ağaçları hakim iken, Sarıçam ağaçları da alanda görülmektedir (Fotoğraf 1). Kuzey yamacında ve güneye bakan alanlardaki alt yamaçlarda Karaçam ağaçları yayılış göstermektedir (Fotoğraf 2).

Kuzey yönü üzerindeki iki yükseklikten (871 m ve 1189 m) Karaçam (*Pinus nigra*) toprak örnekleri alınmıştır. Her bir çalışma alanında, olgun ve yüksek boylu ağaçlardan, yükseklik, çap (göğüs çapı) ve ağaç yapısı not edilmiştir. Sahada, her bir bölgedeki ağaç kapallılığı görsel olarak tahmin edilerek kapallılık örtüsü tespit edilmiştir. Toplanan toprak numuneleri (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm ve 20-30 cm'lik toprak derinliklerinde) her örnekleme alanında üç adet toprak çukuru açılarak, rastgele alınmıştır. "(Fotoğraf 3, Fotoğraf 4 ve Fotoğraf 5). Her bir toprak çukurundan iki silindir numunesi de alınmış ve temsili hacim ağırlığı elde etmek için bunların ortalaması alınmıştır.



Fotoğraf 1. Karaçam meşçeresi çalışma sahası 1189 m rakımda



Fotoğraf 2. Karaçam meşceresi çalışma sahası 871m rakımda



Fotoğraf 3. Farklı toprak derinliklerinden çelik silindir örnekleme



Fotoğraf 4. 1189m rakımdaki Karaçam altında açılan toprak çukuru



Fotoğraf 5. 871m rakımda Karaçam altında açılan toprak çukuru

3.5. Toprak Örneklerinin Hazırlanması ve Analizi

Numuneler hava kurusu hale getirildikten sonra, öğütüldü ve 2 mm gözlü elekten geçirilmiştir. İşaretli plastik torbalara yerleştirildi ve kimyasal analiz öncesi bir buzdolabında muhafaza edilmiştir (Fotoğraf 6). Toprağın örnekleri, toprak pH, toprak textürü, hacim ağırlığı, toprak makro ve mikro besin maddesi konsantrasyonları, toprak organik karbon (TOC) ve toplam azot (TN) içeriği bakımından analiz edilmiştir. TOC ve TN stoklama kapasitesi, toprak kütlesi, toprak hacim ağırlığı ve TOC veya TN içeriği çarpılarak hesaplanmıştır.



Fotoğraf 6. Hava kurusu halde elenen toprak örneklerinin poşetlerde saklanması

3.6. Toprak Örneklerinin Analizi

3.6.1. Toprak pH'sı

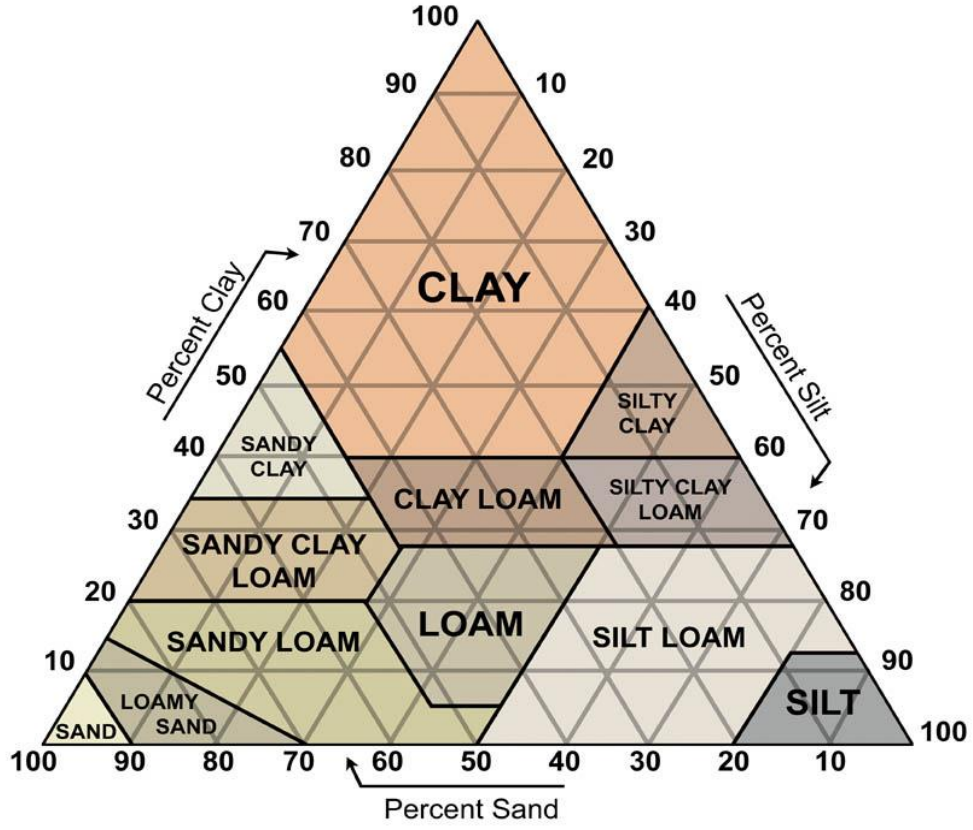
Toprağın pH'sı, bir toprağın kimyasal özelliklerinin en göze çarpanıdır. Bir toprak asidik, nötr ya da bazik olsa da, farklı bileşiklerin çözünürlüğü ve farklı mikroorganizmaların hareketi ve çeşitliliği üzerinde ilişkisi vardır.

Toprağın pH'sı, 10 g toprak ile 50 ml'lik beherde 25 ml saf su ile karıştırılarak ölçülmüştür. Toprağın süspansiyonunun pH değeri 30 dakika sonra ölçülmüştür. Orion 420 dijital pH metreye monte edilmiş kombine cam kalorimli bir elektrod kullanarak, pH 4 ve 7 tampon çözeltileri kullanılarak pH metre kalibre edilmiştir.

3.6.2. Toprak Tekstürü

Kum, kil ve toprak oranları "pipet stratejisi" veya "hidrometre tekniği" tekniğiyle belirlenmiştir (Day 1965; Stokes Yasası, Hillel 1980). Toprak tekstürü sınıf isimleri "USDA tekstür üçgeni" (Şekil 1) yardımıyla belirlenmiştir.

Toprağın molekül boyutu Boykouos hidrometrik tekniği (Bouyoucos, 1962) tarafından, 1 L H₂O'de 50 g toprakta süspansiyon halinde ölçülmüştür (Gülçür 1974).



Şekil 1. USDA tekstür üçgeni

3.6.3. Hacim Ağırlığı ve Boşluk Yüzeyi

Hacim ağırlığının belirlenmesi için her bir horizontan iki tane bozulmamış toprak silindir örneği alınmıştır. 4 cm yüksekliğinde ve 5.6 cm çapında olan silindirler, çekiçle dikey olarak toprağa monte edilmiştir. Silindirler bir bıçak kullanılarak dikkatli bir şekilde çıkarılmış ve her iki ucundaki fazla toprak alınmıştır. Laboratuvarında, toprağın toplam hacmi formül ($V = \Pi r^2 h$) kullanılarak belirlenmiş ve daha sonra tartılmıştır. Daha sonra, fırında, 24 saat boyunca 105°C 'de tutulmuştur. Daha sonra toprağın kuru hacim ağırlığı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\text{Hacim ağırlığı (g cm}^{-3}\text{)} = \text{fırın-kuru toprak kütlesi (g)} / \text{toprağın hacmi (cm}^3\text{)} \quad (3.6.3.1)$$

Yüzde boşluk alanı, hacim ağırlığı (BD) ve Özgül ağırlık (PD) (Brady ve Weil, 2002) değerlerinden hesaplanmıştır:

$$\text{Toplam boşluk alanı (\%)} = (1 - \text{BD/PD}) \times 100 \quad (3.6.3.2)$$

3.6.4. Nem İçeriğinin Belirlenmesi ve Ateşte Kayıp (LOI)

Kuru ağırlık ve ateşte kayıp tayininde kullanılan silika kurozeler iyice yıkanmıştır. Bir saat süreyle 105 ° 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 ° 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 ° 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.

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

(3.6.3.3)

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

(3.6.3.4)

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

$$\text{Organik karbon} = (0.476 \times \text{LOI}) - 1.87 \quad (3.6.3.5)$$

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.

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.

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

Toprak kütlesi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$M_i = BDi \cdot Ti \cdot 10^4 \quad (3.6.7.1)$$

"Burada, M_i , kuru toprak kütlesi ($Mg \text{ ha}^{-1}$), BDi hacim ağırlığını ($Mg \text{ m}^{-3}$), Ti , 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:

$$C_i \text{ sabit veya } N_i \text{ sabit} = ([C_i] \text{ veya } [N_i]) \cdot M_i \quad (3.6.7.2)$$

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

3.6.8. İstatiksel Analizler

Yükselteler 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. BULGULAR

4.1. Toprak özellikleri

Kuzey bakının iki farklı yükseklikten yetişen Karaçam meşcerelerinin bazı toprak özellikleri Tablo 2'de verilmektedir. Toprak pH, hacim ağırlığı, gözeneklilik, kum, kil, toz ve nem için yükselti ve toprak derinliklerinin tek başlarına etkileri ve etkileşimleri, sırasıyla Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9'de listelenmiştir. Toprak örnekleri arasında, sadece kum ve kil içerikleri rakımlar arasında belirgin değişiklikler göstermiştir ($P<0.001$). Toprak pH'ı, hacim ağırlığı, gözeneklilik, toz ve nem yükselti arasında veya toprak derinlikleri arasında değişmemiştir. Daha düşük rakımdaki (871 m) ortalama kum içeriği (% 72) yüksek rakımdan (1189 m) daha yüksektir (% 60), düşük rakımdaki kil içeriği ise (% 18) yüksek rakımdan (% 29) daha düşüktür. Yalnızca kil içeriği önemli bir yükselti x toprak derinliği etkileşimi göstermiştir; bunun anlamı kil içeriğinin, farklı yüksekliklerde toprak derinliklerine göre farklı eğilimler göstermesi olarak yorumlanmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Kuzey bakanın iki farklı yükseltisindeki Karaçamın bazı toprak özellikleri

Rakım (m)	Toprak derinliği (cm)	Hacim ağırlığı (g/cm ³)	pH	Gözeneklilik (%)	Higroskopik Nem (%)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)
871	0-5	1,28	7,09	52	7,02	72	17	11
	5-10	1,16	7,01	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	69	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
1189	0-5	1,57	6,23	41	7,02	57,	26	18
	5-10	1,55	6,30	42	6,97	49	39	12
	10-15	0,49	6,19	81	8,06	71	21	8
	15-20	1,05	6,01	61	8,59	67	27	6
	20-25	1,19	5,99	55	9,53	58	29	13
	25-30	1,18	5,93	33	9,08	57,	33	10
Ortalama	0-30	1,27	6,11	52	8,53	60	29	11

Tablo 3. Toprak pH'sının ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı Değişken: pH						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	3,421 ^a	11	,311	,473	,866	,465
Kesim	686,816	1	686,816	1045,298	,000	,994
Toprak derinliği (TD)	,143	5	,029	,044	,998	,035
Rakım (R)	3,146	1	3,146	4,789	,071	,444
TD x R	,116	5	,023	,035	,999	,029
Hata	3,942	6	,657			
Toplam	815,290	18				
Düzeltilmiş Toplam	7,364	17				
a. R Karesi = ,465 (Ayarlanmış R Karesi = -, 517)						

Tablo 4. Hacim ağırlığı ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı Değişken: Hacim ağırlığı						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	1,314 ^a	11	,119	1,013	,522	,650
Kesim	23,074	1	23,074	195,648	,000	,970
Toprak derinliği (TD)	1,009	5	,202	1,711	,265	,588
Rakım (R)	,079	1	,079	,667	,445	,100
TD x R	,541	5	,108	,918	,527	,433
Hata	,708	6	,118			
Toplam	26,980	18				
Düzeltilmiş Toplam	2,022	17				
a. R Karesi = ,650 (Ayarlanmış R Karesi = ,008)						

Tablo 5. Toprak gözenekliliğinin ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı Değişken: gözeneklilik						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	1826,435 ^a	11	166,040	,988	,535	,644
Kesim	47957,350	1	47957,350	285,312	,000	,979
Toprak derinliği (TD)	1403,515	5	280,703	1,670	,274	,582
Rakım (R)	106,606	1	106,606	,634	,456	,096
TD x R	751,593	5	150,319	150,319	,539	,427
Hata	1008,524	6	168,087			
Toplam	58496,120	18				
Düzeltilmiş Toplam	2834,959	17				
a. R karesi = ,644 (Ayarlanmış R Karesi = -,008)						

Tablo 6. Toprak kum içeriğinin ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Kum						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	939,944 ^a	11	85,449	3,145	,086	,852
Kesim	69520,111	1	69520,111	2559,022	,000	,998
Toprak derinliği (TD)	166,222	5	33,244	1,224	,400	,505
Rakım (R)	592,111	1	592,111	21,796	,003	,784
TD x R	274,222	5	54,844	2,019	,209	,627
Hata	163,000	6	27,167			
Toplam	84199,000	18				
Düzeltilmiş Toplam	1102,944	17				
a. R Karesi = ,852 (Ayarlanmış R Karesi = ,581)						

Tablo 7. Toprak kil içeriğinin ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Kil						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	702,500 ^a	11	63,864	13,685	,002	,962
Kesim	8961,778	1	8961,778	1920,381	,000	,997
Toprak derinliği (TD)	88,222	5	17,644	3,781	,068	,759
Rakım (R)	484,000	1	484,000	103,714	,000	,945
TD x R	186,000	5	37,200	7,971	,013	,869
Hata	28,000	6	4,667			
Toplam	9311,000	18				
Düzeltilmiş Toplam	730,500	17				
a. R Karesi = ,962 (Düzeltilmiş R Karesi = ,891)						

Tablo 8. Toprak toz içeriğinin ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Silt						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	93,778 ^a	11	8,525	,591	,787	,520
Kesim	1778,028	1	1778,028	123,331	,000	,954
Toprak derinliği (TD)	66,139	5	13,228	,918	,528	,433
Rakım (R)	3,361	1	3,361	,233	,646	,037
TD x R	51,472	5	10,294	,714	,636	,373
Hata	86,500	6	14,417			
Toplam	2123,000	18				
Düzeltilmiş Toplam	180,278	17				
a. R Karesi = ,520 (Ayarlanmış R Karesi = -,359)						

Tablo 9. Topraktaki nemin ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Nem						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	14,198 ^a	11	1,291	,097	,999	,150
Kesim	957,964	1	957,964	71,704	,000	,923
Toprak derinliği (TD)	2,810	5	,562	,042	,998	,034
Rakım (R)	9,958	1	9,958	,745	,421	,111
TD x R	2,763	5	,553	,041	,998	,033
Hata	80,160	6	13,360			
Toplam	1100,059	18				
Düzeltilmiş Toplam	94,358	17				
a. R Karesi =, 150 (Ayarlanmış R Karesi = -1,407)						

4.2. Toprak C ve N İçeriği ve Depolama Kapasitesi

Kuzey bakının iki farklı yüksekliğindeki Karaçam meşcerelerinin organik karbon ve toplam azot miktarları Tablo 10'da verilmiştir. Organik C ve N içeriğinin rakım ve toprak derinliklerine göre değişim etkisi sırasıyla Tablo 11 ve Tablo 12'de verilmiştir. Toprak organik karbonu içeriği sadece rakımlar arasında belirgin değişiklik göstermiştir. Bununla birlikte, toprak toplam azotu içeriği hem rakımlar arasında hem de toprak derinlikleri arasında önemli bir farklılığa sahiptir. Toplam toprak azotu içeriği ayrıca önemli bir yükseklik x toprak derinliği etkileşimine sahiptir ve toplam toprak azotu içeriğinin farklı yüksekliklerde toprak derinliklerine göre farklı eğilimler gösterdiği söylenebilir (Tablo 10).

TOC ve TN depolama kapasitelerine gelince, ortalama organik karbon depolama kapasitesi, yüksek rakımlarda (137.1 MgC ha⁻¹) düşük rakımlardakine (87.7 Mg C ha⁻¹) göre yüksektir. Toplam azot kapasitesi ise, daha yüksek rakımlarda (7.72 Mg N ha⁻¹) daha düşük rakımlara (4.51 Mg N ha⁻¹) oranla daha yüksektir. Hem TOC hem de TN depolama kapasiteleri toprak derinliği arasında net bir farklılık göstermemektedir (Tablo 10).

Tablo 10. Kuzey bakının iki farklı yükseltisindeki Karaçamın organik C ve toplam N miktarları ve depolama kapasiteleri

Rakım (m)	Toprak derinliği (cm)	Toprak organik Karbon (TOC)	Toprak Toplam Azot (TN)	TOC-kapasitesi (Mg C ha ⁻¹)	STN stok kapasitesi (Mg N ha ⁻¹)	C/N ratio
871	0-5	2,66	0,115	17,1	0,74	23:1
	5-10	2,90	0,154	16,8	0,89	19:1
	10-15	2,88	0,186	13,4	0,87	15:1
	15-20	2,44	0,080	13,8	0,45	30:1
	20-25	2,38	0,139	14,3	0,84	17:1
Ortalama	25-30	2,29	0,133	12,3	0,72	17:1
	0-30	2,59	0,135	87,7	4,51	19:1
1189	0-5	1,18	0,094	9,24	0,73	13:1
	5-10	3,46	0,227	26,8	1,76	15:1
	10-15	7,57	0,355	18,6	0,87	21:1
	15-20	2,84	0,203	14,8	1,06	14:1
	20-25	2,77	0,198	16,4	1,17	14:1
	25-30	8,67	0,360	51,1	2,12	16:1
Ortalama	0-30	4,42	0,239	137,1	7,72	18:1

Tablo 11. Organik karbon depolama kapasitesinin ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Toprak organik karbon içeriği						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	22,852 ^a	11	2,077	,939	,562	,633
Kesim	32,040	1	32,040	14,484	,009	,707
Toprak derinliği (TD)	,260	5	,052	,024	1,000	,019
Rakım (R)	22,113	1	22,113	9,996	,020	,625
TD x R	,267	5	,053	,024	1,000	,020
Hata	13,273	6	2,212			
Toplam	94,898	18				
Düzeltilmiş Toplam	36,125	17				
a. R Karesi = ,633 (Ayarlanmış R Karesi = -,041)						

Tablo 12. Toplam azot depolama kapasitesinin ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Toprak toplam azot içeriği						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	117,971 ^a	11	10,725	3797,010	,000	1,000
Kesim	82,804	1	82,804	29316,316	,000	1,000
Toprak derinliği (TD)	30,170	5	6,034	2136,338	,000	,999
Rakım (R)	73,268	1	73,268	25940,129	,000	1,000
TD x R	29,425	5	5,885	2083,587	,000	,999
Hata	,017	6	,003			
Toplam	161,883	18				
Düzeltilmiş Toplam	117,988	17				
a. R Karesi = 1,000 (Ayarlanmış R Karesi = 1,000)						

4.3. Toprak Makro ve Mikro Besin Elementleri

Kuzey bakımın iki farklı yükseltisinde yetişen Karaçam meşcerelerinin toprak makro ve mikro besin konsantrasyonları sırasıyla Tablo 13 ve Tablo 14'te verilmiştir. Rakım ve toprak derinliklerinin makro besin maddeleri ve mikro besin maddelerinin etkileri ve etkileşimleri sırasıyla Tablo 15 ve Tablo 16'da gösterilmektedir.

Toprak makro besin maddeleri (P, K, Ca ve Mg) rakımlar arasında anlamlı farklılıklar göstermiştir (P <0.05). Sadece, makro besin elementlerinden, S yüksekliklerde ve ayrıca toprak derinliklerinde önemli bir farklılık göstermemiştir. Toprağın mikro besin maddeleri (Mn ve Zn), yükseklikler ile toprak derinlikleri arasında önemli derecede farklı iken, topraktaki mikro besin maddeleri (Na, Cl, Al ve Co) sadece rakımlar arasında önemli derecede farklılık göstermişlerdir. Fe ve Cu konsantrasyonları, yükseklikler arasında ve toprak derinliği arasında değişmemiştir.

Ortalama toprak makro besin maddeleri; Mg, P ve K konsantrasyonları, yüksek rakımda düşük rakımda göre anlamlı derecede yüksek iken, ortalama toprak Ca konsantrasyonu, yüksek rakımda düşük rakımdakilere göre daha düşüktür (Tablo 13). Toprak mikro besin maddeleri, Mn, Na, Zn, Cl, Al ve Co konsantrasyonları da, yüksek rakımda, alt yükseklikteki mikro besin değerlerinden anlamlı derecede yüksektir (Tablo 14).

Tablo 13. Kuzey bakımın iki farklı yükseltisindeki Karaçamın makro besin elementleri

Rakım (m)	Toprak derinliği (cm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	S (ppm)
871	0-5	1049	131,2	72,1	1049	90,8
	5-10	1011	129,0	66,8	1011	82,8
	10-15	1237	121,4	84,7	1237	176,2
	15-20	1099	124,6	70,1	1099	109,6
	20-25	1264	124,4	64,4	1264	60,3
	25-30	936	113,6	57,6	936	78,7
Ortalama	0-30	1099	124,0	69,3	574	100,0
1189	0-5	446	165,7	95,6	1917	77,0
	5-10	660	147,8	100,0	1813	95,9
	10-15	976	171,1	130,8	1865	139,5
	15-20	698	174,2	109,4	2017	113,6
	20-25	409	187,0	102,2	2091	77,8
	25-30	1273	171,1	165,4	1875	272,2
Ortalama	0-30	744	169,5	117,2	1929	129,3

Tablo 14. Kuzey bakının iki farklı yükseltisindeki Karaçamın mikro besin elementleri

Rakım (m)	Toprak derinliği (cm)	Fe	Mn	Na	Cu	Zn	Cl	Al	Co
871	0-5	23609	387,4	27,1	55,0	95,9	36,4	3414	2,62
	5-10	23710	372,6	25,9	54,5	91,4	31,1	3373	2,11
	10-15	20898	399,9	25,4	52,7	91,3	53,7	3145	2,64
	15-20	21968	384,6	25,9	52,4	89,7	42,0	3289	2,61
	20-25	23759	291,5	26,1	53,7	86,9	28,2	3173	2,43
	25-30	22125	316,0	22,4	52,2	86,9	42,7	3038	2,57
Ortalama	0-30	22678	359	25,5	53,0	90,0	39,0	3239	2,49
1189	0-5	25158	1095,6	37,0	52,5	181,6	67,7	5973	2,78
	5-10	23578	1614,3	33,2	53,3	191,1	48,0	5274	2,71
	10-15	21048	2034,0	33,4	56,6	196,6	64,8	6064	2,59
	15-20	23702	1379,1	35,0	58,6	191,6	62,0	6376	3,09
	20-25	24700	963,3	36,8	58,0	181,1	44,3	6922	3,05
	25-30	22953	2473,0	35,2	53,0	221,5	110,2	5736	3,07
Ortalama	0-30	23523	1593	35,1	55,0	194,0	66,2	6057	2,88

Tablo 15. Ca için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Ca						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	1216289,550 ^a	11	110571,777	1,114	,471	,671
Kesim	13583339,983	1	13583339,983	136,826	,000	,958
Toprak derinliği (TD)	302128,735	5	60425,747	,609	,699	,337
Rakım (R)	506125,483	1	506125,483	5,098	,065	,459
TD x R	533786,225	5	106757,245	1,075	,457	,473
Hata	595646,830	6	99274,472			
Toplam	19122958,189	18				
Düzeltilmiş Toplam	1811936,380	17				
a. R Karesi = ,671 (Düzeltilmiş R Karesi = ,069)						

Tablo 16. Mg için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Mg						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	9461,017 ^a	11	860,092	5,495	,024	,910
Kesim	344634,630	1	344634,630	2201,912	,000	,997
Toprak derinliği (TD)	477,655	5	95,531	,610	,698	,337
Rakım (R)	8258,708	1	8258,708	52,766	,000	,898
TD x R	869,744	5	173,949	1,111	,443	,481
Hata	939,096	6	156,516			
Toplam	359133,811	18				
Düzeltilmiş Toplam	10400,114	17				
a. R Karesi = ,910 (Ayarlanmış R karesi = ,744)						

Tablo 17. K için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: K						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	7424083,015 ^a	11	674916,638	199,996	,000	,997
Kesim	25062413,072	1	25062413,072	7426,658	,000	,999
Toprak derinliği (TD)	28645,426	5	5729,085	1,698	,268	,586
Rakım (R)	7352210,106	1	7352210,106	2178,655	,000	,997
TD x R	55696,348	5	11139,270	3,301	,089	,733
Hata	20247,933	6	3374,655			
Toplam	26377777,682	18				
Düzeltilmiş Toplam	7444330,947	17				
a. R Karesi = ,997 (Ayarlanmış R Karesi = ,992)						

Tablo 18. P için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: P						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	13581,078 ^a	11	1234,643	5,705	,022	,913
Kesim	139154,042	1	139154,042	642,986	,000	,991
Toprak derinliği (TD)	2241,885	5	448,377	2,072	,201	,633
Rakım (R)	9196,765	1	9196,765	42,495	,001	,876
TD x R	3051,946	5	610,389	2,820	,120	,702
Hata	1298,511	6	216,418			
Toplam	145747,108	18				
Düzeltilmiş Toplam	14879,589	17				
a. R Karesi = ,913 (Düzeltilmiş R Karesi = ,753)						

Tablo 19. S için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: S						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	47376,461 ^a	11	4306,951	,910	,579	,625
Kesim	209906,768	1	209906,768	44,348	,001	,881
Toprak derinliği (TD)	24627,032	5	4925,406	1,041	,472	,464
Rakım (R)	3501,977	1	3501,977	,740	,423	,110
TD x R	22805,314	5	4561,063	,964	,506	,445
Hata	28399,313	6	4733,219			
Toplam	292024,248	18				
Düzeltilmiş Toplam	75775,775	17				
a. R Karesi = ,625 (Düzeltilmiş K Karesi = -,062)						

Tablo 20. Fe için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Fe						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	27564164,979 ^a	11	2505833,180	,485	,859	,471
Kesim	8538246881,021	1	8538246881,021	1653,193	,000	,996
Toprak derinliği (TD)	21680357,160	5	4336071,432	,840	,567	,412
Rakım (R)	2857335,186	1	2857335,186	,553	,485	,084
TD x R	1821916,966	5	364383,393	,071	,995	,056
Hata	30988210,121	6	5164701,687			
Toplam	9547291620,849	18				
Düzeltilmiş Toplam	58552375,100	17				
a. R Karesi = ,471 (Ayarlanmış R Karesi = -,500)						

Tablo 21. Mn için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Mn						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	7774938,972 ^a	11	706812,634	88,605	,000	,994
Kesim	15239378,312	1	15239378,312	1910,384	,000	,997
Toprak derinliği (TD)	1116957,348	5	223391,470	28,004	,000	,959
Rakım (R)	6096464,851	1	6096464,851	764,243	,000	,992
TD x R	1108036,378	5	221607,276	27,780	,000	,959
Hata	47862,768	6	7977,128			
Toplam	18500065,553	18				
Düzeltilmiş Toplam	7822801,740	17				
a. R Karesi = ,994 (Ayarlanmış R Karesi = ,983)						

Tablo 22. Na için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Na						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	409,259 ^a	11	37,205	10,167	,005	,949
Kesim	14672,784	1	14672,784	4009,445	,000	,999
Toprak derinliği (TD)	21,011	5	4,202	1,148	,428	,489
Rakım (R)	371,284	1	371,284	101,456	,000	,944
TD x R	12,986	5	2,597	,710	,638	,372
Hata	21,957	6	3,660			
Toplam	15233,974	18				
Düzeltilmiş Toplam	431,217	17				
a. R Karesi = ,949 (Ayarlanmış R Karesi = ,856)						

Tablo 23. Cu için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Cu						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	65,028 ^a	11	5,912	,449	,882	,451
Kesim	47329,750	1	47329,750	3594,496	,000	,998
Toprak derinliği (TD)	19,183	5	3,837	,291	,901	,195
Rakım (R)	14,283	1	14,283	1,085	,338	,153
TD x R	39,308	5	7,862	,597	,706	,332
Hata	79,004	6	13,167			
Toplam	52775,131	18				
Düzeltilmiş Toplam	144,031	17				

a. R Karesi = ,451 (Ayarlanmış R Karesi = -,554)

Tablo 24. Zn için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Zn						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	44128,944 ^a	11	4011,722	242,541	,000	,998
Kesim	323195,074	1	323195,074	19539,743	,000	1,000
Toprak derinliği (TD)	611,114	5	122,223	7,389	,015	,860
Rakım (R)	42916,999	1	42916,999	2594,678	,000	,998
TD x R	928,388	5	185,678	11,226	,005	,903
Hata	99,242	6	16,540			
Toplam	324857,255	18				
Düzeltilmiş Toplam	44228,187	17				

a. R Karesi = ,998 (Ayarlanmış R Karesi = ,994)

Tablo 25. Cl için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Cl						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	6566,010 ^a	11	596,910	2,430	,143	,817
Kesim	44267,676	1	44267,676	180,205	,000	,968
Toprak derinliği (TD)	2807,186	5	561,437	2,285	,172	,656
Rakım (R)	2944,996	1	2944,996	11,988	,013	,666
TD x R	1452,619	5	290,524	1,183	,415	,496
Hata	1473,914	6	245,652			
Toplam	49645,769	18				
Düzeltilmiş Toplam	8039,923	17				

a. R Karesi =, 817 (Ayarlanmış R Karesi =, 481)

Tablo 26. Al için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Al						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	33563790,893 ^a	11	3051253,718	38,473	,000	,986
Kesim	345682654,587	1	345682654,587	4358,639	,000	,999
Toprak derinliği (TD)	989600,988	5	197920,198	2,496	,148	,675
Rakım (R)	31780921,615	1	31780921,615	400,719	,000	,985
TD x R	1247791,531	5	249558,306	3,147	,098	,724
Hata	475858,619	6	79309,770			
Toplam	348294254,700	18				
Düzeltilmiş Toplam	34039649,512	17				

a. R Karesi =, 986 (Ayarlanmış R Karesi =, 960)

Tablo 27. Co için ANOVA sonuçları

Konular Etkileri Arasındaki Testler						
Bağımlı değişken: Co						
Kaynak	Tip III Kareler toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.	Kısmi Eta Kare
Düzeltilen Model	1,249 ^a	11	,114	1,474	,329	,730
Kesim	115,631	1	115,631	1501,421	,000	,996
Toprak derinliği (TD)	,344	5	,069	,892	,540	,426
Rakım (R)	,598	1	,598	7,768	,032	,564
TD x R	,245	5	,049	,635	,682	,346
Hata	,462	6	,077			
Toplam	125,632	18				
Düzeltilmiş Toplam	1,711	17				
a. R Karesi =, 730 (Ayarlanmış R Karesi =, 235)						

5. TARTIŞMA

Bulgularımız, Daday bölgesinde yükseltinin Karaçamının bazı toprak özelliklerini, toprak organik karbonunu ve toplam azot depolama kapasitesini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Yükseltinin değişmesiyle toprak organik maddeleri, toprak tekstürü ve bölgenin mikro toprak iklimi gibi bazı toprak özellikleri de değişmektedir. Bu değişiklikler ayrıca toprak organik karbonu ve total azot içeriği ve depolama kapasitelerini de etkilemektedir.

Daday çalışma alanında, yükselti ile birlikte özellikle değişimin toprak tekstüründe meydana geldiği tespit edilmiştir. Toprağın pH'ı, hacim ağırlığı, gözeneklilik, toz ve nem içeriği, yükseklik veya toprak derinliği arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir (Tablo 2-8). Fakat, toprak tekstüründe (özellikle kum ve kil) farklılıklar bulunmuştur. Kum içeriği 871 metre rakımda % 72 iken ve 1189 rakımında bu miktar % 60 olarak belirlenmiştir. Toprak kil miktarı ise, 871 metre rakımda %18 iken, 1189 metre rakımda % 29'a yükselmiştir. Toz içeriği ise rakımla önemli bir farklılık göstermemiştir.

Bazı alanlarda, özellikle daha düşük rakımlardaki toprak pH'sındaki artış, özellikle Garcia vd., (1990) çalışmasında da vurgulandığı gibi, muhtemelen üst rakımlardan ve taban kayma noktalarından ayrışmayla gelen bazların artmasına bağlanabilmektedir. Toprağın içindeki artış yanında, topraktaki organik madde kısımlarının, topraktaki mikrobiyal ayrışması sonucu toprağa salınan besin elementlerinin (P, K, Ca, Mg ve mikro besin elementleri) topraktaki pH değerini yükseltebilmektedir (Bullock, 1992).

Tablo 10 incelendiğinde, yükseklik arttıkça organik karbon ve toplam azot içeriğinin arttığı görülmektedir. Bu artış topraktaki TOC ve TN depolama kapasitelerinde artmasına neden olmuştur. Toprak organik karbon depolama kapasitesi, yüksek rakımda, 1187 metrede 137,1 Mg C ha⁻¹ iken düşük rakımda, 871 metrede, 87.70 Mg C ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, toprak azotun depolama kapasitesi, yüksek rakımda, 7,72 Mg N ha⁻¹ iken düşük rakımda, 4,51 Mg N ha⁻¹ olarak belirlenmiştir. Yüksek ve düşük rakımlardaki organik C ve total azot miktarı arasındaki önemli farkların büyük olasılıkla, rakımlar arasındaki mikroiklim

özelliklerindeki farklılıklar sebebiyle, ortamda bulunan organik ve doğal ayrışma süreçlerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Lee, 1999).

Kuzey bakının iki farklı yükseltisindeki Karaçam meşcerelerinin toprak makro ve mikro besin elementleri konsantrasyonları Tablo 13 ve Tablo 14'te verilmektedir. Sonuçlar, yükseltiye ve toprak derinliklik kademelerine göre önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. (Khormali vd., 2012) tarafından yapılan bir çalışmada, yükseltinin artması sebebiyle, karbonatın daha akışlı şekilde aşağıya doğru süzülmesinin yükseltideki besin içeriğini azalttığını belirtmişlerdir. Burada sunulan çalışmamız sonuçlarında, yüksek rakımların makro ve mikro besin elementleri bakımından daha zengin olduğu sonucu çıkmaktadır. Bunun en önemli nedenleri arasında öncelikle ölü örtü ayrışmasından kaynaklandığı, bunun yanında üst rakımlardaki kum miktarının az olması ve kil miktarının ise yüksek olmasının topraktaki besin elementlerini ayrışmadan sonra toprakta tutunmalarını ve yağış suları ile yıkanmasını etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hacim ağırlığı sonuçları incelendiğinde, 871 metre ve 1187 metre yükseklik arasında 1.13 ve 1.27 ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığını görülmektedir ($p > 0.05$). Bu sonuçlar, Farmanullah Khan'ın (2013) bulgularıyla, toprak hacmi ve toprak pH'sı üzerinde yükseltinin önemli bir etkisi olduğu ($p < 0.05$) sonuçlarıyla tezatlık göstermektedir. Benzer şekilde, Aytenev vd., (2015), yükselti ile toprak pH'sının anlamlı olarak değiştiğini göstermiştir ($P < 0.01$). Gözeneklilik sonuçları, 871 ve 1187 metre yükseklikler ($P > 0.05$) arasında ortalama 57 ve 52 arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Halbuki, Aytenev vd., (2015), yükselti ile birlikte toprak gözenekliliği arasında önemli ($p < 0.05$) fark olduğunu bildirmişlerdir. Daha düşük yükseklikteki ortalama kum içeriği (% 72) yüksek rakımdan (% 60) daha yüksektir, düşük rakımdaki kil içeriği ise kum miktarına tezat olarak düşük rakımda % 18 yüksek rakımda ise % 29'dur. Farmanullah Han (2013) ($p < 0.05$) ve Aytenev vd., (2015) tarafından yapılan çalışma sonuçları da toprak kil ve kum miktarının farklı yükseltilere ve toprak derinliğine bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Ortalama organik karbon sonuçları, 871 ve 1187 meterlerde ($p > 0.05$) anılan sıralamaya göre ortalama 2.59 ve 4.42 olarak belirlenmiştir. Shazia Saeed vd., (2014), organik karbon içeriği ile artışı arasında

negatif birçok ilişkiyi ve yükseklik ile organik madde içeriği arasındaki korelasyon katsayısı oranını -0.989 belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda ise tezat olarak yükselti ile birlikte organik karbon miktarında pozitif yönde bir artış tespit edilmiştir. Shazia Saeed vd., (2014) tarafından yapılan çalışmada da, P değeri ile ilişki 0.222 ile önemli bulunmuştur. Aynı zamanda, organik karbonun yüksek meyilli topraktaki etkilerini ve deniz seviyesinin üstündeki yüksekliğin artmasıyla azaldığını bildirmiştir. Çalışmamızda, toprak makro besin maddeleri (P, K, Ca ve Mg) sadece rakımlar arasında anlamlı farklılık göstermiştir ($p < 0.05$). Toprak mikro besin maddeleri (Mn ve Zn) önemli derecede farklı iken sadece, makro besin maddesi, S ve toprak mikro besin maddeleri (Na, Cl, Al ve Co) yüksekliklerin arasında önemli derecede farklılık arz etmiştir. Shazia Saeed vd., (2015) tarafından yapılan çalışmada da mikro ve makro besin maddelerinin yükseklikle değiştiğini ortaya koymuştur. Özellikle toprakta kullanılabilir çinko, bakır ve fosfor içeriğinin arttığını gösteren yükseltiyle güçlü bir ilişki ortaya koyduğunu ifade etmiştir. Manganez, demir ve potasyum miktarında artan yükselti ile aynı değişimi gösterdiğini ifade etmişlerdir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamız, Kastamonu Daday Bölgesi'nde yetişen Karaçamın yükseltiye bağlı olarak bazı toprak özelliklerinin ve toprak organik karbon ve toplam azot miktarını ve depolama kapasitesinin önemli derecede değiştirdiğini ortaya koymuştur.

- Araştırılan bazı toprak örnekleri arasında, sadece kum ve kil içerikleri rakımlar arasında belirgin değişiklikler göstermiştir ($P < 0.001$). Toprak pH'ı, hacim ağırlığı, gözeneklilik, toz ve nem yükseltiiler arasında veya toprak derinlikleri arasında değişmemiştir.
- Toprak organik karbonu içeriği sadece rakımlar arasında belirgin değişiklik göstermiştir. Bununla birlikte, toprak toplam azotu içeriği hem rakımlar arasında hem de toprak derinlikleri arasında önemli bir farklılığa sahiptir.
- Ortalama organik karbon depolama kapasitesi, yüksek rakımlarda ($137.1 \text{ Mg C ha}^{-1}$) düşük rakımlardakine ($87.7 \text{ Mg C ha}^{-1}$) göre daha yüksektir. Toplam azot kapasitesi ise, daha yüksek rakımlarda ($7.72 \text{ Mg N ha}^{-1}$) daha düşük rakımlara ($4.51 \text{ Mg N ha}^{-1}$) oranla daha yüksektir. Hem TOC hem de TN depolama kapasiteleri toprak derinliği arasında net bir farklılık göstermemiştir.
- Toprak makro besin maddeleri (P, K, Ca ve Mg) rakımlar arasında anlamlı farklar göstermiştir ($P < 0.05$). Sadece, makro besin elementlerinden, S yüksekliklerde ve ayrıca toprak derinliklerinde önemli bir farklılık göstermemiştir.
- Toprağın mikro besin maddeleri (Mn ve Zn), yükseklikler ile toprak derinlikleri arasında önemli derecede farklılık gösterir iken, topraktaki mikro besin maddeleri (Na, Cl, Al ve Co) sadece rakımlar arasında önemli derecede farklılık göstermişlerdir. Fe ve Cu konsantrasyonları, yükseltiiler arasında ve toprak derinliği arasında değişmemiştir.

KAYNAKLAR

- Agbede, O. O., Ogunrinde, S. I., Ogunrinde, S. I., & Sanusi, J. (2010). COOPERATIVE MARKETING. *National Open University of Nigeria ISBN: 978-058-835-3*.
- Akbari, Abolghasem, Reyhane Azimi, and Noram Irwan Bin Ramli. "Influence of Slope Aspects and Depth on Soil Properties in a Cultivated Ecosystem." *The Electronic Journal of Geotechnical Engineering (EJGE)* 19 (2014): 8601-8608.
- Azlan, A., Aweng, E., Ibrahim, C., & Noorhaidah, A. (2012). Correlation between soil organic matter, total organic matter and water content with climate and depths of soil at different land use in Kelantan, Malaysia. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 16 (4).
- Bandel, V., & James, B. (2000). Basic Principals of Soil Fertility I: *Plant Nutrients. University of Maryland: Academic Press*.
- Bhaskar, B., Mishra, J., Baruah, U., Vadivelu, S., Sen, T., Butte, P., & Dutta, D. (2004). Soils on Jhum cultivated hill slopes of Narang-Kongripara watershed in Meghalaya. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 52 (2), 125-133.
- Bot, A., & Benites, J. (2005). The importance of soil organic matter: key to drought-resistant soil and sustained food production: Food & Agriculture Org.
- Brzezińska, M., Nosalewicz, M., Pasztelan, M. and Włodarczyk, T., 2012. Methane production and consumption in loess soil at different slope position. *The Scientific World Journal*, 2012.
- Bullock, D. G. (1992). Crop rotation. *Critical reviews in plant sciences*, 11, 309-326.
- Burke, I. C. (1989). Control of nitrogen mineralization a sagebrush steppe landscape. *Ecology*, 70, 1115-1126.
- Chadwick, O. A., Gavenda, R. T., Kelly, E. F., Ziegler, K., Olson, C. G., Elliott, W. C., & Hendricks, D. M. (2003). The impact of climate on the biogeochemical functioning of volcanic soils. *Chemical Geology*, 202 (3), 195-223.
- Coble, D. W., Milner, K. S., & Marshall, J. D. (2001). Above-and below-ground production of trees and other vegetation on contrasting aspects in western Montana: a case study. *Forest ecology and management*, 142, 231-241.
- Favilli, F., Egli, M., Cherubini, P., Sartori, G., Haeberli, W., & Delbos, E. (2008). Comparison of different methods of obtaining a resilient organic matter fraction in Alpine soils. *Geoderma*, 145 (3), 355-369.

- Garcia, A., B. Rodriguez, and B. Garcia. "Mineral nutrients in pasture herbage of central western Spain." *Soil-grassland-animal relationships. Proceedings of 13th general meeting of the European Grassland Federation, Banská Bystrica, Czechoslovakia, June 25-29, 1990, Volume 2.* Grassland Research Institute, 1990.
- Griffiths, R. P., Madritch, M. D., & Swanson, A. K. (2009). The effects of topography on forest soil characteristics in the Oregon Cascade Mountains (USA): Implications for the effects of climate change on soil properties. *Forest Ecology and Management, 257* (1), 1-7.
- Jenny, H. (1994). Factors of soil formation: a system of quantitative pedology: *Courier Corporation.*
- Johnson, D. W., & Curtis, P. S. (2001). Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management, 140* (2), 227-238.
- Karlen, D., Mausbach, M., Doran, J., Cline, R., Harris, R., & Schuman, G. (1997). Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). *Soil Science Society of America Journal, 61* (1), 4-10.
- Khormali, F., Ayoubi, S., Kananro Foomani, F., & Fatemi, A. (2012). Tea yield and soil properties as affected by slope position and aspect in Lahijan area, Iran. *International Journal of Plant Production, 1* (1), 99-111.
- Kutiel, P., & Lavee, H. (1999). Effect of slope aspect on soil and vegetation properties along an aridity transect. *Israel Journal of Plant Sciences, 47* (3), 169-178.
- Lee, S. (1999). Physiological and growth responses to different elevations and light environments in seedling of six species of Nanjenshan forest. MS thesis. National Pingtung University of Science and Technology, *Pingtung, Taiwan. 88pp. (In Chinese, with English abstract).*
- McCune, B., & Keon, D. (2002). Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of vegetation science, 13* (4), 603-606.
- McDaniel, P., Falen, A., Bathke, G., Buol, S., & Cassel, D. (1992). Secondary manganese/iron ratios as pedochemical indicators of field-scale throughflow water movement. *Soil Science Society of America Journal, 56* (4), 1211-1217.
- Nizeyimana, E., & Bicki, T. J. (1992). Soil and soil-landscape relationships in the north central region of Rwanda, east-central Africa. *Soil Science, 153* (3), 225-236.
- Ollinger, S. V., Smith, M. L., Martin, M. E., Hallett, R. A., Goodale, C. L., & Aber, J. D. (2002). Regional variation in foliar chemistry and N cycling among forests of diverse history and composition. *Ecology, 83* (2), 339-355.

- Park, S., & Vlek, P. (2002). Environmental correlation of three-dimensional soil spatial variability: a comparison of three adaptive techniques. *Geoderma*, 109 (1), 117-140.
- Parras-Alcántara, L., Lozano-García, B., & Galán-Espejo, A. (2015). Soil organic carbon along an altitudinal gradient in the Despeñaperros Natural Park, southern Spain. *Solid Earth*, 6 (1), 125.
- Perry, D. (1994). Forest ecosystems The John Hopkins University Press Baltimore. Maryland, US, *Ecology* 82, 3330-3345.
- Plaster, E. (2013). Soil science and management: Cengage learning.
- Pritchett, W., & Fisher, R. (1987). Nutrient cycling in forest ecosystems. Properties and Management of Forest Soils (2nd edition). Wiley, New York, 180-204.
- Rezaei, H., Jafarzadeh, A. A., Alijanpour, A., Shahbazi, F., & Kamran, K. V. (2015). Effect of Slope Position on Soil Properties and Types Along an Elevation Gradient of Arasbaran Forest, Iran. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5 (6), 449-456.
- Ritter, M. E. (2006). The Physical Environment: an Introduction to Physical Geography. The Physical Environment: an *Introduction to Physical Geography*. 2006. Date visited.
- Saeed, S., Barozai, M. Y. K., Ahmad, A., & Shah, S. H. (2014). Impact of Altitude on Soil Physical and Chemical Properties in Sra Ghurgai (Takatu mountain range) Quetta, Balochistan. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5 (3), 730-735.
- Schuur, E. A., Chadwick, O. A., & Matson, P. A. (2001). Carbon cycling and soil carbon storage in mesic to wet Hawaiian montane forests. *Ecology*, 82 (11), 3182-3196.
- Seibert, J., Stendahl, J., & Sørensen, R. (2007). Topographical influences on soil properties in boreal forests. *Geoderma*, 141 (1), 139-148.
- Smith, J. L., Halvorson, J. J., & Bolton, H. (2002). Soil properties and microbial activity across a 500m elevation gradient in a semi-arid environment. *Soil Biology and Biochemistry*, 34 (11), 1749-1757.
- Solon, J., Degórski, M., & Roo-Zielińska, E. (2007). Vegetation response to a topographical-soil gradient. *Catena*, 71 (2), 309-320.
- Sørensen, R. (2006). Topographical influence on soil chemistry.
- Sørensen, R., Zinko, U., & Seibert, J. (2006). On the calculation of the topographic wetness index: evaluation of different methods based on field observations. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 10 (1), 101-112.

- Tsui, C.-C., Chen, Z.-S., & Hsieh, C.-F. (2004). Relationships between soil properties and slope position in a lowland rain forest of southern Taiwan. *Geoderma*, 123 (1), 131-142.
- URL http://www.earthonlinemedia.com/ebooks/tpe_3e/title_page.html: Food & Agriculture Org.
- Van Haverbeke, D. F. (1990). *Pinus nigra* Arnold., European black pine. *Silvics of North America*, 1, 395-404.
- Warkentin, B. P., & Fletcher, H. (1977). Soil quality for intensive agriculture. Paper presented at the Proceedings of the International Seminar on *Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture*.
- 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.
- Zhu, A., Band, L., Vertessy, R., & Dutton, B. (1997). Derivation of soil properties using a soil land inference model (SoLIM). *Soil Science Society of America Journal*, 61 (2), 523-533.

ÖZGEÇMİŞ

Ad soyad : Abduladheim Masoud Mohammed MASOUD
Doğum yeri ve zamanı : 2.11.1988 Bani Walid.Libya
Medeni hal : Evli
Yabancı Dil : İngilizce
E_posta : 99382490936m@gmail.com



Eğitim ve Öğretim

Lise : Sabamenabri
Lisans : Ziraat Fakültesi / Su ve Toprak Bölümü

İş deneyimi (İş veren ve sene)

İş verenin adı ve adresi : Baniwalid Üniversitesi, Libya Bani Walid town
Meslek veya pozisyon : Araştırma görevlisi