T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

TOPRAK ORGANİK KARBON VE TOPLAM AZOT STOKLARI ÜZERİNDE MEŞCERE GELİŞME ÇAĞLARININ VE AĞAÇ TÜRÜNÜN ETKİSİ: TAŞKÖPRÜ, KASTAMONU ÖRNEĞİ

YUNUS DOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DR. ÖĞR. ÜYESİ GAMZE SAVACI

HAZİRAN - 2022
KASTAMONU

TEZ ONAYI

Yunus Doğan tarafından hazırlanan "**Toprak Organik Karbon ve Toplam Azot Stokları Üzerinde Meşcere Gelişme Çağlarının ve Ağaç Türünün Etkisi: Taşköprü, Kastamonu Örneği**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı **28.06.2022** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Dr. Öğretim Üyesi Gamze SAVACI Kastamonu Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ Bursa Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyesi	Doç. Dr. İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU Kastamonu Üniversitesi	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü V. Prof. Dr. İzzet ŞENER .....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde 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, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.

YUNUS DOĞAN

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TOPRAK ORGANİK KARBON VE TOPLAM AZOT STOKLARI ÜZERİNDE MEŞCERE GELİŞİM ÇAĞLARININ VE AĞAÇ TÜRÜNÜN ETKİSİ: TAŞKÖPRÜ, KASTAMONU ÖRNEĞİ

YUNUS DOĞAN

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN:DR. ÖĞRETİM ÜYESİ GAMZE SAVACI

Bu çalışmada, karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) toprak organik karbon ve toplam azot miktarı ve stoklarının meşcere gelişme çağlarına göre değişimlerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla, Kastamonu ili şehir merkezine yaklaşık 43 km uzaklıkta bulunan Taşköprü İlçesi'nde yayılış gösteren karaçam, sarıçam ve Uludağ göknarının 4 farklı gelişme çağlarından ("a" gençlik ve sıklık çağı, "b" sırıklık ve direklik çağı, "c" ince ağaçlık çağı, "d" orta ağaçlık çağı) 20 m x 20 m =400 m² genişliğinde deneme alanları alınmıştır (toplam 12 deneme alanı). Her bir deneme alanında, toprak örneklemesi, üç tekrarlı ve toplamda 36 adet olmak üzere 6 farklı toprak derinlik kademesinden (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm ve 25-30 cm) yapılmıştır. Toplam 216 adet doğal yapısı bozulmamış toprak örneği ile 36 adet doğal yapısı bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Ek olarak, deneme alanındaki ağaçların bazı silvikültürel özellikleri (ağaç çapı, boy, kapalılık, yaş vs.) ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre 0-30 cm toprak derinliğinde göknar meşcerelerinde en yüksek TOK stok değeri gençlik çağı (a) meşcerelerinde 52,44 ton ha^{-1}, sarıçam meşcerelerinde en yüksek TOK stok değeri ince ağaçlık çağı (c) meşcerelerinde 44,94 ton ha^{-1}, karaçam meşcerelerinde en yüksek TOK stok değeri orta ağaçlık çağı (d) meşcerelerinde 39,92 ton ha^{-1} olarak bulunmuşutur. Elde edilen verilere göre 0-30 cm toprak derinliğinde göknar meşcerelerinde TA stok değeri a gençlik çağı meşcerelerinde 5,48 ton ha^{-1}, sarıçam meşcerelerinde en yüksek TA stok değeri b sırıklık ve direklik çağı meşcerelerinde 6,46 ton ha^{-1}, karaçam meşcerelerinde en yüksek TA stok değeri d orta ağaçlık meşcerelerinde 2,59 ton ha^{-1} olarak bulunmuştur. TOK stokunun göknar meşcerelerinde gençlik ve sıklık çağı meşceresinden orta ağaçlık meşceresine doğru azaldığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, ağaç türünün ve farklı meşcere gelişme çağlarının toprak özelliklerini, toprak organik karbon ve toplam azot miktarı ile stoklarını ve ölü örtü miktarını önemli derecede etkileyebileceği bu çalışma ile ortaya konulmuştur. Bu nedenle ileri ki çalışmalarda toprak karbon ve azot stoklarında ağaç türü ile ağaç türlerinin farklı gelişme çağlarına bağlı farklılıklar göz önünde tutulmalıdır.

ANAHTAR KELİMELER: Meşcere gelişme çağları, toprak özellikleri, karbon ve azot depolaması, Kastamonu

Ağustos 2022, 73 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

THE EFFECT OF STAND DEVELOPMENT AGES AND TREE SPECIES ON SOIL ORGANIC CARBON AND TOTAL NITROGEN STOCKS: THE CASE OF TASKKÖPRÜ, KASTAMONU

YUNUS DOĞAN

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF FOREST ENGINEERING

SUPERVISOR:DR. GAMZE SAVACI

In this study, it was aimed to reveal the changes in soil organic carbon and total nitrogen content and stocks of black pine (*Pinus nigra Arnold.*), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Uludağ fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) according to stand development ages. For this purpose, 20 m x 20 m = 400 m² wide sampling plots were taken (12 trial areas in total) fromblack pine, Scots pine and Uludağ fir with 4 different developmental stages ("a" youth and density age, "b" pole and pole age, "c" thin woody. Age, "d" medium woody age) in Taşköprü District about 43 km away from Kastamonu. In each sampling plot, soil was sampled from 6 different soil depths (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm and 25-30 cm) three replications (total 36 samples). In addition, some characteristics (tree diameter, height, canopy, age, etc.) of the trees in the were measured. According to the, the highest TOC stock was in fir juvenile stands (a) at a soil depth of 0-30 cm (52,44 tons ha^{-1}), in Scotch pine fine woody stands (c) (44,94 tons ha^{-1}) and in the black pine med, ium wooded stands (d) 39,92 tons ha^{-1}). As for the TA stocks, fir stands had 5,48 tons N ha^{-1} in juvenile stands, the highest TA stock in Scotch pine stands was 6,46 tons ha-1 in pole and pole age stands, and the black pine had 2,59 tons N ha^{-1} in d" medium wooded stands. It has been seen that TOC storage capacity decreases from youth and density age stands to medium woody stands in fir stands. As a result, this study has indicated that tree species and different stand development ages can significantly affect soil properties, soil organic carbon and total nitrogen amount and stocks and litter amount. Therefore, in future studies, differences in soil carbon and nitrogen stocks due to tree species and different developmental ages of tree species should be considered.

KEYWORDS: Stand development stages, soil properties, carbon and nitrogen stocks, Kastamonu

August 2022, 73 Page

TEŞEKKÜR

"Toprak Organik Karbon ve Toplam Azot Stokları Üzerinde Meşcere Gelişme Çağlarının ve Ağaç Türünün Etkisi: Taşköprü, Katamonu Örneği" adlı bu çalışma Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle çalışmanın her aşamasında sağladığı maddi ve manevi katkılarından, laboratuvar çalışmalarında, verilerin analizinde desteklerinden dolayı danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Gamze SAVACI'ya teşekkür ederim. Doktora tez jürisinde yer alan ve değerli katkılar sağlayan Sayın Prof. Dr. Temel SARIYILDIZ, Sayın Doç. Dr. İnci Sevinç KRAVKAZ KUŞCU hocalarıma ayrıca teşekkür ederim.

Çalışmanın laboratuvar ve arazi çalışmaları aşamalarında hem maddi hem manevi desteğini esirgemeyen Gülay AKTAŞ TÜMER'e, arazi çalışmalarında desteğini esirgemeyen Taşköprü Orman İşletme Müdür Yardımcılığı görevlerini yürütmekte olan Oktay TEKİN ve Arzu TEKİN'e, değerli arkadaşım İsmail Ufuk AKAR'a ve çalışma süresince manevi desteklerini esirgemeyen değerli eşim Damla ATEŞ DOĞAN ve oğlum Selim DOĞAN'a teşekkürü borç bilirim.

Bu günlere gelmemde her türlü maddi ve manevi desteğini esirgemeyen annem Arzu DOĞAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

YUNUS DOĞAN

Kastamonu, 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ ONAYI ..... **ii**
TAAHHÜTNAME ..... **iii**
ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
TEŞEKKÜR ..... **vi**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **ix**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **xi**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **xii**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR TARAMASI **3**
2.1 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı 7
3. MATERYAL VE YÖNTEM **9**
3.1 Çalışma Alanlarının Yetişme Ortamı Özellikleri 9
3.2 Arazide Yapılan Çalışmalar 15
3.2.1 Deneme Alanlarının Alınması 15
3.2.2 Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi 17
3.2.3 Toprak Örneklerinin Alınması 19
3.2.4 Toprak Yüzeyi Ölü Örtü Örneklerinin Alınması 20
3.3 Laboratuvarda Yapılan Çalışmalar 21
3.3.1 Toprak Yüzeyi Ölü Örtü Örnekleri 27
3.4 İstatistiksel Analiz 29
4. BULGULAR **30**
4.1 Çalışma Alanlarının Meşcere Özelliklerine Ait Bulgular 30
4.2 Toprak Tekstürü 31
4.3 Ölü Örtü Miktarı 33
4.4 Toprak Özellikleri 34
4.4.1 Toprak Organik Maddesi 36
4.4.2 Toprak pH'ı 37
4.4.3 Elektriksel İletkenlik 37
4.4.4 Hacim Ağırlığı 37
4.4.5 Maksimum Su Tutma Kapasitesi 38
4.4.6 İskelet Miktarı 38
4.5 Toprak Organik ve Toplam Azot Miktarı ve Stoku 38
4.6 Ağaç Türlerine, Farklı Meşcere Gelişme Çağlarına Göre TOK Miktarı Değişimi 42
4.7 Ağaç Türlerine, Farklı Meşcere Gelişme Çağlarına Göre TA Miktarı Değişimi 43
4.8 Ağaç Türlerine, Farklı Meşcere Gelişme Çağlarına Göre TOK Stoku Değişimi 45
4.9 Ağaç Türlerine Farklı Meşcere Gelişme Çağlarına Göre TA Stoku Değişimi 47
5. TARTIŞMA **50**
5.1 Toprak Organik Karbon Stoku 50

5.2 Toplam Azot Stoku 51
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 53
KAYNAKLAR 54
EKLER 59
EK A. Uludağ Göknarı “a” Çapları 60
EK B. Uludağ Göknarı “b” Çapları 61
EK C. Uludağ Göknarı “c” Çapı 62
EK D. Uludağ Göknarı “d” Çapı 63
EK E. Sarıçam “a” Çapı 64
EK F. Sarıçam “b” Çapı 65
EK G. Sarıçam “c” Çapı 66
EK H. Sarıçam “c” Çapı 67
EK I. Sarışam “d” Çapı 68
EK J. Karacam “a” Çapı 69
EK K. Karaçam “b” Çapı 70
EK L. Karaçam “c” Çapı 71
EK M. Karaçam “d” Çapı 72
ÖZGEÇMİŞ 73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Orman ekosistemlerinde karbon döngüsü (düz çizgiler karbon çıktısını, kesik çizgiler karbon girdisini göstermektedir) 4
Şekil 3.1 Kastamonu ili ve Taşköprü ilçesinin Türkiye'deki konumu 9
Şekil 3.2 Çalışma alanlarının google earth'de genel konumu 10
Şekil 3.3 Çalışma alanına ait Thornthwaite su bilançosu grafiği 11
Şekil 3.4 Deneme alanları eğim analizi 14
Şekil 3.5 Çalışma alanlarının jeolojik haritası 15
Şekil 3.6 Deneme alanlarının 400 m² (20m x 20m) olarak belirlenmesi 17
Şekil 3.7 Deneme alanlarının etrafının çevrilmesi 18
Şekil 3.8 Deneme alanlarında kumpas yardımıyla ağaç çaplarının ölçümü 18
Şekil 3.9 Çelik silindir ile derinlik kademelerinin belirlenmesi ve toprak örneklerinin alınması 19
Şekil 3.10 Toprak örneklerinin polietilen torbalara yerleştirilmesi ve etiketlenmesi 19
Şekil 3.11 Ölü örtü örneklerinin toplanması 20
Şekil 3.12 Humus ve ölü örtü örneklerinin elekten geçirilmesi 20
Şekil 3.13 Toprak örneklerinin yaş ağırlıklarının tespiti ve kaydedilmesi 21
Şekil 3.14 Toprak örneklerinin etüvde fırın kuru hale getirilmesi 22
Şekil 3.15 Toprak örneklerinin tezgâha dizilerek hava kurusu hale getirilmesi 22
Şekil 3.16 Toprak örneklerinin porselen havan ile iskelet miktarı tespiti için hazırlanması 24
Şekil 3.17 Toprak örneklerinin 2mm'lik elekten geçirilmesi 24
Şekil 3.18 Ölü örtü örneklerinin yaş ağırlık tespiti ve kaydedilmesi 25
Şekil 3.19 Elektriksel iletkenlik ölçümü 25
Şekil 3.20 Topraklarda pH ölçümü 26
Şekil 3.21 a ve b toprak örneklerinin tekstür tayini 26
Şekil 3.22 Toprak örneklerinin tekstür tayini 27
Şekil 3.23 Toprak örneklerinin tekstür tayini 27
Şekil 3.24 Ölü örtü örneklerinin hava kurusu hale getirilmesi 28
Şekil 3.25 Ölü örtü örneklerinin yaş ağırlıklarının kayıt altına alınması 28
Şekil 3.26 Ölü örtü örneklerinin fırın kurusu hale getirilmesi 29
Şekil 4.1 Ölü örtü miktarlarının meşcere gelişme çağları ve ağaç türlerine göre dağılımı 34
Şekil 4.2 Toprak organik karbon miktarlarının, ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına ve toprak profili derinlik kademelerine göre değişimi 43
Şekil 4.3 Toprak azot miktarlarının ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine göre değişimi 44
Şekil 4.4 Farklı ağaç türlerine ait meşcere gelişme çağlarında TOK stoklarındaki değişimler 46
Şekil 4.5 Farklı ağaç türlerine ait meşcere gelişme çağlarında TOK stoklarındaki değişimler 47
Şekil 4.6 Toplam azot stokunun ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine göre değişimi 48

Şekil 4.7 Toplam azot stokunun ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine göre değişimi. 49

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1 Çalışma alanına ait bazı meteorolojik veriler 12
Tablo 3.2 Thornwaite yöntemine göre çalışma alanının su bilançosu değerleri..... 13
Tablo 3.3 Deneme alanlarının silvikültürel ve fizyografik özellikleri..... 16
Tablo 4.1 Farklı gelişim çağındaki ağaç türlerinin bazı meşcere özellikleri 30
Tablo 4.2 Çalışma alanlarına ait 0-30 cm toprak derinliğindeki toprak türü 31
Tablo 4.3 Farklı meşcere gelişme çağlarındaki ağaç türleri altındaki ölü örtü miktarları 34
Tablo 4.4 Farklı gelişme çağındaki ağaç türlerinin üst (0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm) topraklarına ait bazı özellikler. 35
Tablo 4.5 Farklı meşcere gelişme çağlarında ağaç türleri altındaki toprakların derinlik kademelerine göre toprak organik karbon (TOK) ve toplam azot (TA) miktarı (%) ile stoku (ton ha^{-1}) 39
Tablo 4.6 Toprak organik karbon miktarlarının ağaç türlerine, farklı meşcere gelişim çağlarına, toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin iki yönlü ANOVA değerleri (%) 41
Tablo 4.7 Toprak azot miktarlarının ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin iki yönlü ANOVA değerleri (%) 44
Tablo 4.8 Toprak organik karbon stokunun ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin iki yönlü ANOVA değerleri (%) 46
Tablo 4.9 Toplam azot stokunun ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin iki yönlü ANOVA değerleri (%) 47

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

C : Karbon
°C : Derece santigrat
cm : santimetre
CO_2 : Karbondioksit
$d_{1.3}$: Göğüs çapı
ha : hektar
m : metre
Mg : Mega gram (ton)
mm : milimetre
m^3 : metreküp
N : Azot
N_2O : Diazotmonoksit
km : kilometre
km^2 : kilometre kare
% : Yüzde

Kısaltmalar

ABD : Anabilim Dalı
BMİDÇS : Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
Çka : Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) türü "a" gençlik ve sıklık çağı
Çkb : Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) türü "b" sırıklık ve direklik çağı
Çkc : Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) türü "c" ince ağaçlık çağı
Çkd : Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) türü "d" orta ağaçlık çağı
Çsa : Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türü "a" gençlik ve sıklık çağı
Çsb : Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türü "b" sırıklık ve direklik çağı
Çsc : Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türü "c" ince ağaçlık çağı
Çsd : Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türü "d" orta ağaçlık çağı
EC : Elektriksel iletkenlik
FMGÇ : Farklı meşcere gelişim çağları
Ga : Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türü "a" gençlik ve sıklık çağı
Gb : Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türü "b" sırıklık ve direklik çağı
Gc : Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türü "c" ince ağaçlık çağı
Gd : Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türü "d" orta ağaçlık çağı
HA : Hacim ağırlığı
IPCC : Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli

KÜ **:** Kastamonu Üniversitesi
Ort. **:** Ortalama
Mak. **:** Maksimum
Min. **:** Minimum
TD **:** Toprak derinliği
TA **:** Toplam azot
TOK **:** Toprak organik karbonu

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu beraberinde ağaç malzeme talebinde artışı beraberinde getirmiştir ve en iyimser yaklaşımlar bile dünya ormanlarında bir azalmanın olacağını belirtmektedir. Bu durum elimizde bulunan orman kaynaklarının daha verimli ve ekonomik kullanılmasını sağlayacak araştırmaların yapılmasını gerektirmektedir. Kendini yenileyebilme kabiliyetine sahip olan orman kaynağının; fiziksel ve mekaniksel incelemesi, ağaç türleri ve gelişme çağları bazında çalışmalar yapılması orman kaynağının daha verimli ve ekonomik kullanımını sağlama adına yardımcı olacaktır.

Kent nüfusunun artması ve sanayi alanlarının genişlemesiyle fosil yakıtların aşırı ve bilinçsizce tüketilmesi sonucunda açığa çıkan karbondioksit (CO_2) ve diğer zararlı gazlar çevre kirliliği ile sera etkisi oluşturarak küresel iklim değişikliğine neden olmaktadır (Karayılmazlar vd., 2011).

Atmosferde sera etkisi oluşumunda etkisi olan gazlardan biri diazotmonoksit (N_2O) konsontrasyonu son 30 yılda yaklaşık 0,73±0,03 ppb yr^{-1} artış göstermiştir (Ciais vd., 2013). Fosil yakıt tüketiminin artması, azot gübrelerine başvurma ve uygulama gibi antropojen faaliyetlerinin yoğunluğundan dolayı son 150 yıl içerisinde azot birikimi 10 kat artmıştır (Hobbie, 2008). Azot miktarındaki artış özellikle karasal ekosistemde C ve N döngüsünü büyük oranda etkileyebileceği belirtilmektedir (Jiang vd., 2010).

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile 1997 yılında oluşturulan Kyoto Protokolü'nün bir sonucu olarak, imzacı olan tüm ülkelerin kendi periyodik karbon ticareti kotaları vekürel periyodik ortalama kotaya dayalı CO_2 emisyon dzeylerini düşürme hedefleri vardır. Ülkelerin mevcut karbon stoklarının hesaplanması, karbon emisyonunu destekleyen ekosistemlerin oluşumu için oldukça önemlidir (Wilson vd., 2001).

Toprak organik karbon stokunun biyolojik çeşitliliğin korunması ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi gibi ekosistem işlevleri ile doğrudan ilişkilidir.

Orman ekosistemleri atmosferimizde sera etkisi oluşturarak küresel iklim değişikliğine neden olan CO_2 ve N_2O gazlarının bileşenlerinden olan karbon ve azot 'un bağlayıcılarıdır. Ülkelerin mevcut orman alanlarının potansiyel karbon depolama kapasitelerinin belirlenmesi (Sariyildiz vd., 2005; Sariyildiz, 2008; Sariyildiz, 2015), karbon depolamasını etkileyen etmenlerin saptanması karbon döngüsünde önem kazanmıştır (Sariyildiz vd., 2016).

Ülkemiz ibreli ormanlarında TOK miktarları üzerine daha önce sarıçam (Çelik, 2006; Çepel vd., 1997; Güner, 2006; Tolunay, 1997; Tolunay, 2004), karaçam (Çelik, 2006; Eruz, 1984; Kantarcı, 1979; Özkan, 2003; Sevgi, 2003), ardıç (Başaran vd.; 2008; Çelik, 2006; Özkan, 2003), ladin (Altun, 1995; Kalay,1989), Uludağ göknarı (Kantarcı, 1978; Kantarcı, 1979), kızılçam (Çelik, 2006; Duran, 1991), Toros göknarı (Özkan, 2003) türlerinde çalışmalar yapılmıştır. Kastamonu Taşköprü yöresinde yer alan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türlerinin TOK ve TA stokları üzerinde meşcere gelişme çağlarının etkisi ortaya konulmuştur. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türleri ülkemiz ormanlarını oluşturan asli ağaç türlerindendir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Karbon döngüsünü Tolunay ve Çömez (2008) "karbonun atmosfer, canlılar ve karalar ile sular arasında yer değiştirmesi olayı" olarak tanımlamaktadır.

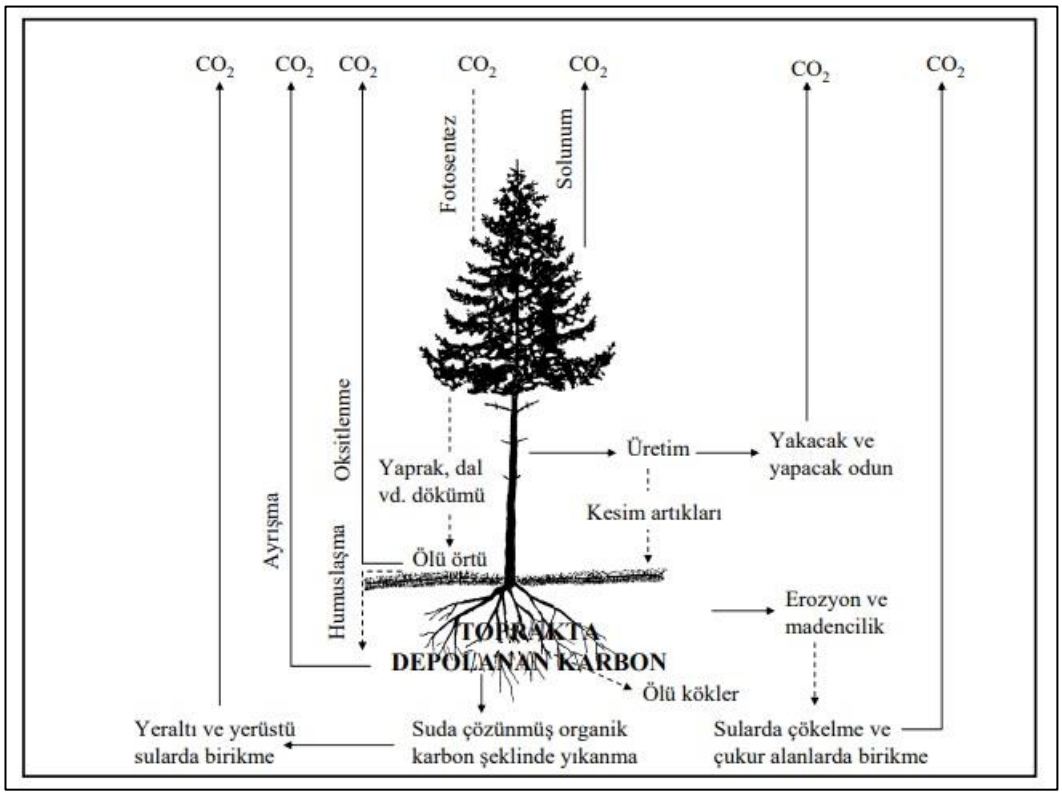
Orman ekosisteminde meydana gelen karbon döngüsü şekli 2.1'de gösterilmiştir. Orman ekosistemine karbon girişi fotosentez sonucu olmakta olup, atmosferde bulunan karbondioksit ($CO_{2)}$ bitkiler tarafından kullanılarak ilk önce karbonhidrat şeklinde bağlanıp sonrasında diğer organik bileşenlere dönüştürülmektedir. Karbon bir anlamda canlıların yapı taşı olmaktadır ve bitkilerdeki canlı organik maddenin %50'si kadarı karbondan oluşmaktadır. Ölü organik atıklarda ayrışma başladığından karbon değeri düşük olmaktadır. Bitkilerin depoladığı karbon, ölü organların toprak üzerinde birikmesi yoluyla ölü örtüyü oluşturmakta, hayvanlar tarafından yenilerek hayvanlara geçmekte ve solunum yolu ile atmosfere dönmektedir. Bitkisel kütle odun hammaddesi üretimi ve diğer bitkisel kökenli ürünlerin toplanması yolu ile ekosistemin dışına çıkabilmektedir. Bu esnada oluşan üretim kaynaklı bitkisel artıklar toprak üzerinde bulunan ölü örtüye karışmaktadır. Ölü örtüdeki organik maddeler ayrışarak karbondioksit olarak ya atmosfere dönmekte ya da ölü örtünün ayrışması sonucunda oluşan humus tabakası ile yağış suları yardımıyla mineral toprağa sızmakta veya biyolojik faaliyetler sonucu karışmaktadır (Kantarcı, 2000).

Orman toprakları için azotun birincil kaynağı ölü örtüdür. Ölü örtünün ayrışması bağlamında toprakta bulunan azot miktarı değişkenlik gösterebilir. Ölü örtü ayrışma miktarı hakkındaki en önemli göstergelerden birisi topraktaki organik karbon miktarıdır. Orman toprağındaki organik karbon miktarının fazlalığı bize ölü örtü ayrışmasının ne denli yüksek olduğu hakkında bilgi verir (Karatepe, 2004).

Toprak sistemlerindeki mikrobiyal biyokütle, vesinler ve organik madde için hep ayrıştırma hem de kaynak görevi görür (Marumoto vd., 1982).

Orman ekosistemlerinin büyük miktarlarda karbon stoklayabilme yeteneğinin olduğu daha önce yapılan çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Asan vd., 2012; Birdsey ve Lewis 2003).

Orman toprağı mikroorganizmaları ve toprak faunası ayrışır ve organik madde meydana gelir; bu durum ekosistemin besin döngüsünü güçlü bir şekilde etkiler (Pennanen vd., 1999).



Şekil 2.1 Orman ekosistemlerinde karbon döngüsü (düz çizgiler karbon çıktısını, kesik çizgiler karbon girdisini göstermektedir)

Karasal ekosistemlerin barındırdığı karbon miktarları ve karbonun karasal ekosistemde barınma süresini etkileyen başlıca etmenler; iklim, vejetasyon tipi, toprak özellikleri, erozyon ana kaya ve arazi kullanımındaki değişikliklerdir (Başaran, 2004).

Bu nedenle atmosferdeki CO_2 miktarını azaltmak için salınım sınırlandırılması gibi önlemler üzerinde durulmaktadır. Orman ekosistemleri insan eliyle değiştirilebilen toprakta bulunan karbon miktarının atmosfere salınımı azaltabilecek en önemli yutakları oluşturmaktadır (Çömez, 2010).

Sera gazları arasında, küresel iklim değişiminde en çok karbondioksitin etkili olduğu birçok çalışmada vurgulanmaktadır (Canadell vd., 2007; Güner ve Turan, 2017; Ramanathan ve Carmichael, 2008).

Türkiye 2004 yılında BMİDÇS'ne, 2009 yılında ise sera gazı emisyonlarının azaltılması veya sınırlanmasının hukuki açıdan bağlayıcı olmasını sağlayan Kyoto Protokolünü imza atarak kabul etmiştir. Bu bağlamda, Kyoto Protokolünü kabul eden ülkelere karbon emisyon ve bağlama değerlerinin belirlenmesi zorunluluğu getirilmiştir. Kyoto Protokolü'nün kazandırmış olduğu yeniliklerden birisi de kamuoyunda karbon borsası olarak bilinen sera gazları emisyonlarını azaltmayan ülkelerin, emisyonlarını azaltan ülkelerden kotalarını satın alabilme durumudur (Tolunay ve Çömez, 2008). Bu bağlamda Kyoto Protokolü'ne imza atan Türkiye'nin de içinde bulunduğu 40 ülke çeşitli sektörlerdeki (orman, tarım, enerji, vb.) sera gazı emisyonları ile bağlanan miktarları hakkında ulusal envanterlerini hazırlamaya başlamışlardır (Tolunay ve Çömez, 2008). Bu nedenle, farklı ekosistemlerde karbon birikiminin oranı ve miktarı son yılda kapsamlı bir biçimde çalışılmakta ve toprak karbon depolamanın doğru bir biçimde tahmin edebilme gereksinimi gün geçtikçe artmaktadır. Bu planlamada; CO_2 salınım seviyesini azaltmak için her ülkenin periyodik Kyoto karbon ticareti kota ve hedeflerinin adil ve mantıklı olmasını kapsamaktadır (Li vd., 2015).

Cao vd. (2012) tarafından çin çamı (*Pinus tabulaeformis*) türünde üç farklı yaş gurubuna ait meşcerelerinde yer altı ve yer üstü karbon stokları incelenmiştir. Yapılan çalışmada çin çamının meşcere gelişiminin farklı aşamalarında karbon stokları modellenmiş bu modellenmelerde karbon miktarı ile meşcere gelişme çağaları arasında yapılan modelleme ile meşcere gelişme çağları ve karbon stokları arasında ilişki kurulamamıştır.

Miao vd., (2014) tarafından yunnan çamı (Pinus yunnanensis) türünün farklı yaşlarda (19.28 ve 45) yapılan çalışmalarda TOK ve TA miktarları araştırılmış; farklı büyüme dönemlerinde hem TOK hem de TA kapasitelerinin farklılık gösterdiği ve 19-28 yaşındaki meşcere altı topraklardaki TOK ve TA miktarlarının 28-45 yaşındaki meşcere altı toraklarındaki miktarlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Davis vd (2003) tarafından Yeni Zellenda ormanlarında yalancı kayın (*Nothafagus*) türünün meşcere gelişmesinin farklı aşamalarında karbon depolamasına ilişkin yaptıkları çalışmada 10 yaşındaki meşcere altı topraklarında depolanan karbon

miktarının, 25 yaşındaki meşcere altı topraklarından daha yüksek karbon depolama miktarı olduğunu tespit etmişlerdir.

Harmon vd. (1990) tarafından Batı Orgon ve Washington'da yapılan çalışmada yaşlı ormanların genç plantasyonlara göre daha fazla karbon tuttukları saptanmıştır.

Savacı ve Sarıyıldız (2020) yaptıkları çalışmada farklı yaşlardaki göknar meşcerelerinde TOK ve TA kapasitelerini belirlemişler, çalışma sonucunda meşcere yaşının Tok ve TA kapasileri üzerinde önemli etkileri olduğunu ortaya koymuşlardır.

Makineci vd. (2015) yaptığı çalışmada üç farkl göğüs yüksekliği çapında (0-8, 8-20, 20-36) saf baltalık kökenli meşe türünü incelemiş meşcere yaşı artması ile beraber meşcerelerin topraklarında karbon depolama miktarlarının arttığını tespit etimişlerdir.

Ülkemizde karbon depolama miktarlarının belirlenmesi için yapılan çalışmalarda çoğunlukla toprak üstü karbon depolama miktarları (Alptekin, 2013; Çepel, 2002; Durkaya ve Durkaya, 2008; Tüfekçioğlu ve Güner, 2008) ve toprak altı biyokütlede depolanan karbon miktarları belirlenmiştir (Çömez, 2010; Güner vd., 2010; Tüfekçioğlu ve Küçük, 2010).

Çepel (1977) yaptığı sarıçam ormanlarında yaptığı çalışmada toplam azot miktarının A - horizonlarmda % olarak 0.09 ile 0.58, B – horizonlarmda ise 0.03 ile 0.23 arasında değiştiğini tespit etmiştir.

Kantarcı (1979) Aladag'da Uludag göknarında yaptıgı çalısmada, yükseltinin artısı ile organik karbon ve toplam azot miktarının arttığı tespit etmiştir.

Sevgi (2003) Kaz Dağları'nda karaçam ormanlarında yaptığı çalışmada yükseltiye baglı olarak 1 m3 hacimdeki topragın organik karbon ve toplam azot miktarının arttığı tespit etmiştir.

Çömez (2010) Sündiken Dağlarında sarıçam türünde yaptığı çalışmada, ölü odun ve toprakta depolanan karbon miktarlarının meşcere tiplerine göre önemli farklar

gösterdiğini belirlemiş, ağaç kütlesinde yıllık karbon birikimini meşcere tiplerine göre 0,520-3,076 tC/ha/yıl arasında tespit etmiştir.

Topraklardaki organik karbon miktarının ortaya konulmasında toprak hacim ağırlığının dikkate alınması önemli bir yer tutmaktadır. Önceki çalışmalarda toplam organik karbon hesaplamasında bunun dikkate alınmadığı görülmektedir. Oysa orman altı toprak özelliklerinin değişmesi, toprakta tutulan organik karbon ve toplam azot miktarlarının hesaplanmasını da değiştirebilecektir. Karasal vejetasyonlarda toplanan 500 milyar ton civarındaki karbon sadece bitkilerde depolanmamakta olup, depolanan karbon miktarının büyük bir kısmı topraklarda depolanmaktadır. Bu miktar bir metre derinlikteki topraklar için yaklaşık olarak 2000 milyar ton olarak belirlenmiştir (Janzen, 2004).

2.1 Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Orman ekosistemleri karbon stokları bakımından önem arz etmekte, ormanlık arazilerin arttırılması karbon depolanmasını arttırmak, atmosferdeki CO_2 konsantrasyonlarını azaltmak için etkili bir yol olarak görülmektedir. Bu durum elimizde bulunan orman kaynaklarının daha verimli ve ekonomik kullanılmasını sağlayacak araştırmaların yapılmasını gerektirmektedir. Kendini yenileyebilme kabiliyetine sahip olan orman kaynağının; fiziksel ve mekaniksel incelemelerinin yanında ağaç türleri ve gelişme çağları bazında çalışmalar yapılması orman kaynaklarının daha verimli ve ekonomik kullanımını sağlama adına yardımcı olacaktır.

Ülkemiz ormanlarının %26'sini karaçam (%19), sarıçam (%6), göknar (%2) oluşturmaktadır (URL-1, 2022). Yapılan çalışma ile ülkemiz ormanlarının asli türlerinden olan ve geniş bir yayılış alanı gösteren karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türlerinin oluşturduğu farklı gelişme çağlarındaki meşcerelerin topraklarında; farklı meşcere gelişme çağına sahip farklı ağaç türleri altında çalışılarak; toprakların bazı fiziksel özelliklerinin, toprak organik karbon ve toplam azot miktarı ile stoklarının bu farklı gelişme çağları altındaki topraklar arasında

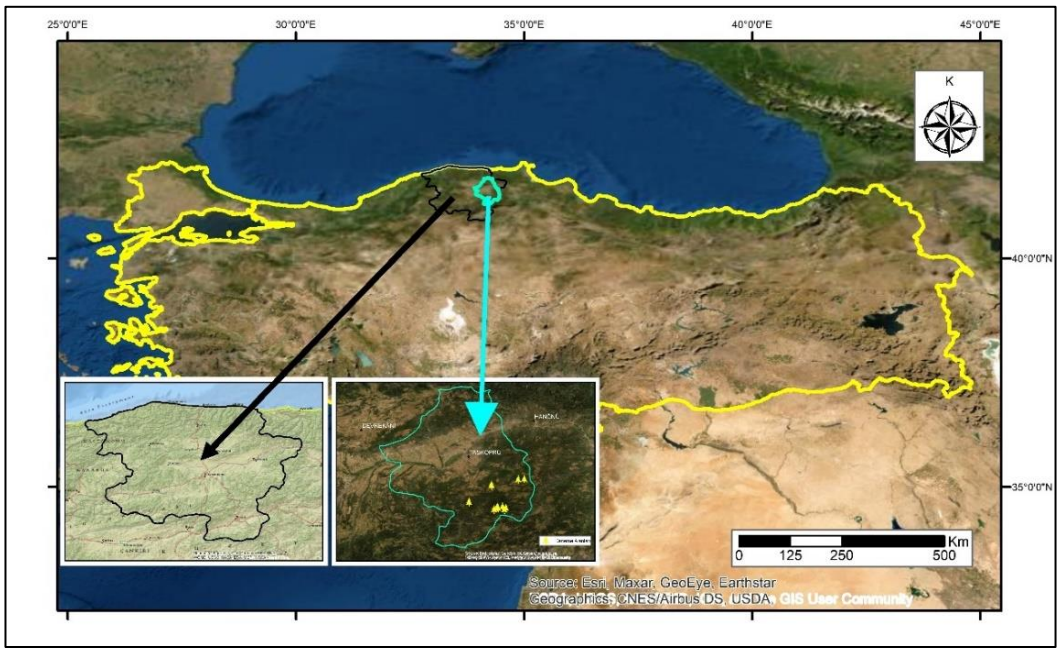
farklılık gösterip göstermediği; bazı toprak özellikleri, TOK, TA stoklarına etkisi olan türlerin ilişkileri detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur. Tez çalışması Kastamonu Taşköprü yöresi ormanlarında yapılacak olup elde edilen TOK ve TA stok değerleri; karaçam, sarıçam ve uludağ göknarı türleri ülkemiz ormanlarında geniş yayılış alanı gösteren türlerden olan için ülkemizin diğer bölgelerinde bulunan aynı türler için de referans olacaktır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

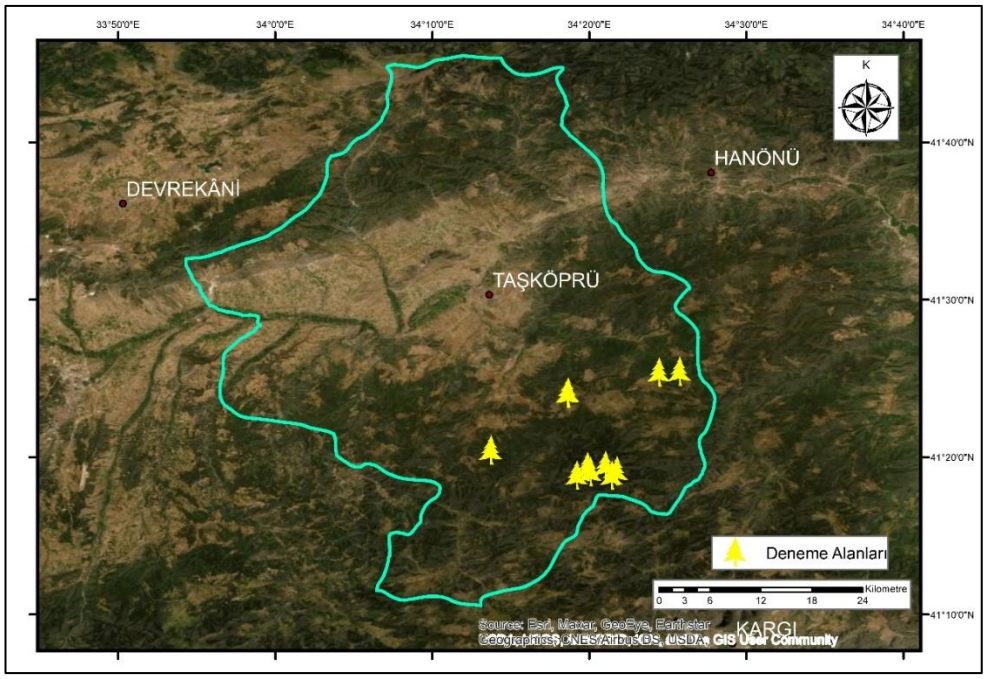
3.1 Çalışma Alanlarının Yetişme Ortamı Özellikleri

Karadeniz Bölgesinde yer alan Kastamonu şehir merkezinin 40 km kuzeydoğusunda yer alan Taşköprü ilçesi ormanlarında karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türlerinin oluşturduğu farklı gelişme çağındaki meşcereler çalışma alanı olarak belirlenmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Kastamonu ili Türkiye'nin kuzeyinde Karadeniz kıyısında yer almaktadır (Şekil 3.2). Taşköprü ilçesi 41° 30' 35.8020" Kuzey enlemi ve 34° 12' 37.0260'' Doğu boylamında yer alamakta ilçenin merkezi olup 50.47.I.A paftası içindedir.

Kastamonu iline bağlı olup Gökırmak kenarına kurulmuş olan Taşköprü ilçesi; Kastamonu Merkez, Tosya, Devrekani, Boyabat, Hanönü ilçeleriyle sınırdır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Kastamonu ili ve Taşköprü ilçesinin Türkiye'deki konumu

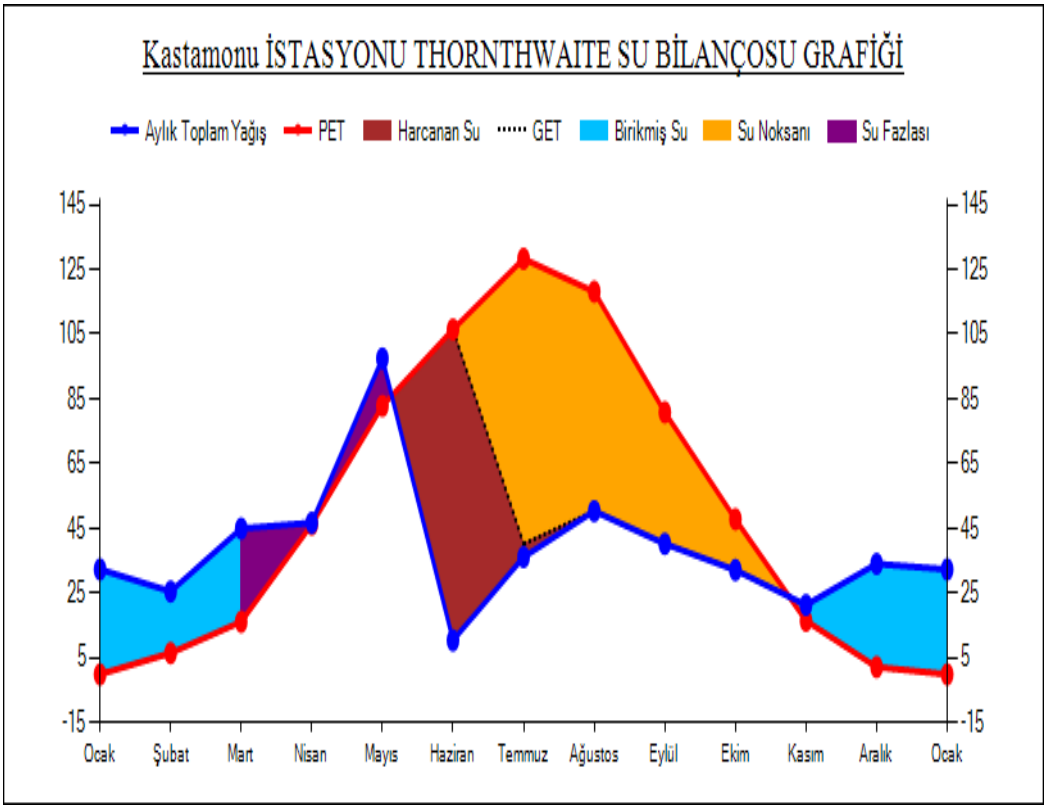


Şekil 3.2 Çalışma alanlarının google earth'de genel konumu

Çalışma alanı, Batı Karadeniz iklim bölgesinde yer almakta olup; yüksek dağlık kısımlarda kışlar oldukça sert ve kar yağışlıdır. Çalışma alanına yakın olan 41°22'15.6" kuzey enleminde ve 33°46'32.2" doğu boylamında yer alan Kastamonu Meteoroloji İstasyonunun 2011-2021 yılları arasındaki verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir.

Elde edilen veriler Tablo 3.1'de yer alan verilere göre göre meteorolojik veriler değerlendirilmiş olup; yağışların çoğunluğu yağmur olarak görülmekte olup, yağmur yağışları yılın geneline yayılmış durumdadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 565,4 mm'dir. Ortalama yağışlı gün sayısı 124,63; yıllık ortalama sisli gün sayısı 8,08'dir. On bir yıllık rasatlara göre yıllık sıcaklık ortalaması 10,04°C, en yüksek sıcaklık ise Temmuz ayında 39,8 °C olarak kaydedilmiştir. En düşük sıcaklık ise Şubat ayında -20,2 °C olarak kaydedilmiştir.

Çalışma alanının Thorntwaite yöntemine göre oluşturulan su bilançosu grafiği (Şekil 3.3) ve su bilançosu tablosuna göre (Tablo 3.2) çalışma alanı kurak az nemli iklim orta sıcaklıkta (mezotermal) su fazlası olmayan veya pek az olan denizel etkili iklim (C1B'1db3) tipine sahiptir.



Şekil 3.3 Çalışma alanına ait Thornthwaite su bilançosu grafiği

Tablo 3.1 Çalışma alanına ait bazı meteorolojik veriler

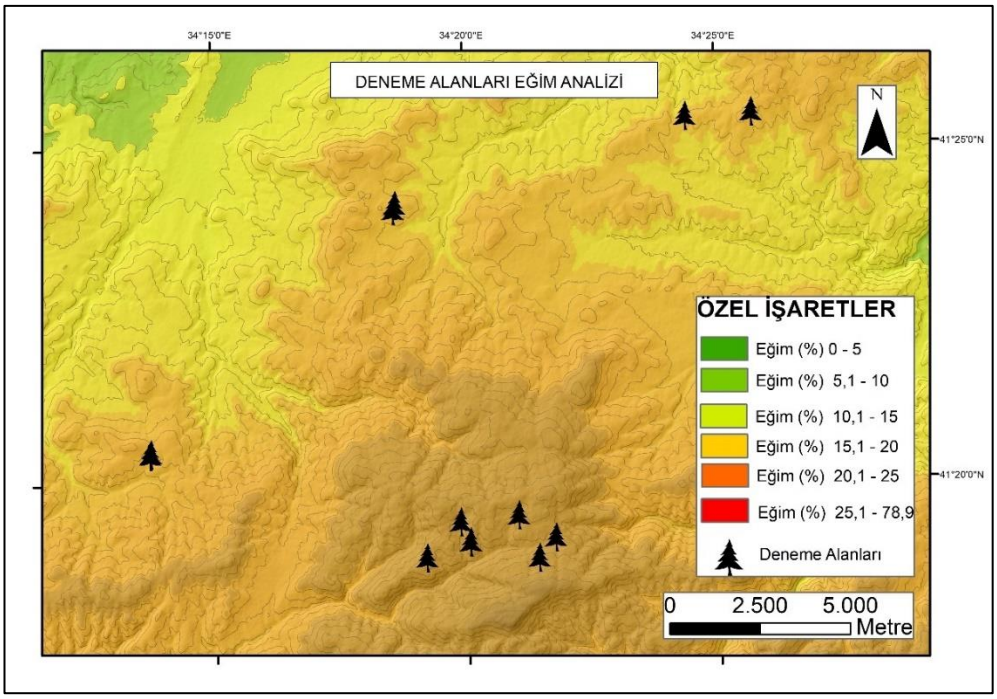
Parametre	Rasat S. (YIL)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	YILLIK
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	11	0,0	2,4	5,3	9,8	14,5	17,8	20,7	20,4	16,6	11,4	5,3	1,0	10,4
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	11	19,2	21,1	24,4	29,3	33,9	34,6	39,8	38,3	39,3	31,4	23,4	17,0	39,8
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	11	-17,0	-20,2	-10,1	-4,4	-1,2	4,2	7,5	4,8	0,7	-2,5	-10,2	-14,1	-20,2
Aylık Toplam Yağış Ortalaması	11	32,4	25,6	45,0	46,8	97,5	103,5	36,2	50,4	40,3	32,2	21,4	34,1	565,4
Aylık Maksimum Yağış	11	26,0	18,4	23,1	21,6	43,4	54,1	29,0	53,0	43,6	49,0	29,0	36,8	54,1
Aylık Yağışlı Gün Sayısı Ortalaması	11	12,09	9,91	12,73	12,45	15,36	14,27	6,73	6,73	7,36	8,55	7,36	11,09	124,63
Aylık Kar Yağışlı Günler Sayısı Ortalaması	11	9,00	5,55	4,73	1,36							0,55	5,18	26,37
Aylık Yağışlı Günler Sayısı Ortalaması	11	13,45	11,64	13,82	13,09	16,36	14,18	7,27	7,27	8,00	9,55	7,27	11,55	133,45
Aylık Yağmurlu Günler Sayısı Ortalaması	11	6,00	6,91	10,18	12,36	16,36	14,18	7,27	7,27	8,00	9,55	7,09	7,73	112,90
Aylık Dolulu Günler Sayısı Ortalaması	11	0,18		0,27	0,55	1,45	1,27	0,36	0,18	0,45	0,27			4,98
Aylık Sisli Günler Sayısı Ortalaması	11	3,18	0,27	0,09	0,09						0,09	1,00	3,36	8,08
Aylık Hâkim Rüzgâr Yönü ve Yüzdesi (%)	11	SSW 21,93	SSW 27,30	SSW 23,36	SSW 22,24	SSW 18,98	SSW 18,79	SSW 18,73	SSW 20,84	SSW 23,99	SSW 24,51	SSW 30,86	SSW 22,83	SSW 30,86
Aylık Ortalama 10 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	11	0,9	2,7	6,5	12,0	17,4	20,7	24,3	24,4	19,8	13,2	6,3	1,9	12,5
Aylık Ortalama 20 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	11	1,3	3,0	6,6	11,8	17,2	20,5	23,9	24,3	20,1	13,8	7,0	2,5	12,7
Aylık Ortalama 50 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	11	2,3	3,3	6,3	10,7	15,8	19,0	22,1	23,1	20,0	14,7	8,6	4,0	12,5

Tablo 3.2 Thornwaite yöntemine göre çalışma alanının su bilançosu değerleri

Su Bilançosu Tablosu	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Aylık Ortalama Sıcaklık	0,0	2,4	5,3	9,8	14,5	17,8	20,7	20,4	16,6	11,4	5,3	1	10,43
Sıcaklık İndisi	0	0,33	1,09	2,77	5,01	6,84	8,59	8,41	6,15	3,48	1,09	0,09	43,85
Düzeltilmemiş PE	0	7,83	20,03	41,54	66,13	84,34	100,88	99,15	77,64	49,71	20,03	2,77	
PE Düzeltme Katsayısı	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,82	0,8	
Düzeltilmiş PE	0	6,5	20,63	46,11	82,66	106,27	128,12	117,99	80,75	47,72	16,42	2,22	655,39
Aylık Toplam Yağış	32,4	25,6	45	46,8	97,5	103,5	36,2	50,4	40,3	32,2	21,4	34,1	565,4
Birikmiş Suyun Aylık Değişimi	32,4	19,1	11,64	0	0	-2,77	-91,92	-5,31	0	0	4,98	31,88	
Birikmiş Su	69,26	88,36	100	100	100	97,23	5,31	0	0	0	4,98	36,86	
Gerçek Evapotranspirasyon	0	6,5	20,63	46,11	82,66	106,27	128,12	55,71	40,3	32,2	16,42	2,22	537,14
Su Noksanı	0	0	0	0	0	0	0	62,28	40,45	15,52	0	0	118,25
Su Fazlası	0	0	12,73	0,69	14,84	0	0	0	0	0	0	0	28,26
Yüzeysel Akış	0	0	6,365	6,71	7,765	7,42	0	0	0	0	0	0	28,26
Nemlilik Oranı	0	2,94	1,18	0,01	0,18	-0.03	-0.72	-0.57	-0.5	-0,33	0,3	14,36	

Orman varlığı açısından oldukça zengin olan Kastamonu ilinin 40 km kuzeydoğusunda yer alan Taşköprü ilçesi deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 525 m'dir. Taşköprü ilçesi topraklarını boydan boya geçen Gökırmak çevresindeki ovalık alan ile ırmağa dökülen çeşitli çaylar çevresindeki vadiler ve civardaki fazla engebeli olmayan araziler ile, Kastamonu ilinin elverişli tarımsal ilçelerinden biridir. İlçedeki tarım arazilerinin etrafında Gökırmağa paralel uzanan dağlar yer almakta olup Taşköprü ormanları bu dağlık alan üzerinde yer almaktadır.

Çalışma yapılan Taşköprü ormanlarında seçilen deneme alanları %0-25 eğim aralığında kalmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Deneme alanları eğim analizi

Çalışma alanının arazi yapısı genel olarak I. Jeolojik Zaman (Paleozoik) ve II. Jeolojik Zamanı (Mezozoik) Üst Kretase devrinden oluşmuştur. Anakaya yeşil şistler, kırmızı radiolaritli şistler, az metamorfize olmuş spilitlerden ibarettir. Çalışma yapılan Taşköprü ormanlarının kuzeyi konglomera, gri kumlu ve killi şistlerle gevşek tortulardan oluşmaktadır. Topraklar kestane renkli orman topraklarıdır. Bu topraklar humusça zengin topraklardır. Çalışma yapılan Taşköprü ormanlarının güney kısmı ile çok meyilli, sığ ve orta derinliğe sahip topraklarla örtülüdür. Çalışma alanına ait

jeolojik harita (Şekil 3.5) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) portalından yer bilimleri portalı yararlanılarak hazırlanmıştır (Akbaş vd., 2011).



Şekil 3.5 Çalışma alanlarının jeolojik haritası

3.2 Arazide Yapılan Çalışmalar

3.2.1 Deneme Alanlarının Alınması

Çalışmaya uygun koşullara sahip Taşköprü Ormanlarında ülkemiz ormanlarını asli türlerinden olan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türlerinin oluşturduğu farklı gelişme çağlarındaki meşcereleri seçilmiştir. Yapılacak çalışma için Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü birimleri arasında yer alan Çiftlik Orman İşletme Şefliği, Kırkçam Orman İşletme Şefliği ve Tekçam Orman İşletme Şefliği ormanları seçilmiştir. Deneme alanlarında koordinatlar, eğim, bakı, yükselti bilgileri deneme alanlarının hangi orman işletme şefliği bölmesinde kaldığına ilişkin bilgiler not edilmiştir (Tablo 3.3). Deneme alanlarında bulunan ağaçların ortalama göğüs yüzeyindeki çapları (d_{130}) kumpas yardımıyla ölçülerek kayıt altına alınmıştır

Tablo 3.3 Deneme alanlarının silvikültürel ve fizyografik özellikleri

Orman İşletme Şefliği	Bölme No	Meşcere Tipi	Enlem	Boylam	Yükselti (m)	Eğim (%)	Bakı
Çiftlik	14	Ga	41° 19' 03"	34° 20' 03"	1,619	5	Güney
Çiftlik	7	Gbc3	41° 19' 10"	34° 21' 42"	1,596	0	Kuzeydoğu
Çiftlik	16	Gc3	41° 19' 00"	34° 21' 38"	1,614	25	Kuzey
Çiftlik	4	Gd3	41° 19' 19"	34° 19' 54"	1,603	30	Güney
Kırkçam	52	Çsa3	41° 20' 27"	34° 13'41"	1,270	10	Batı
Çiftlik	6	Çsb3	41° 19' 28"	34° 20' 59"	1,620	10	Güney
Kırkçam	52	Çsc3	41° 20' 29"	34° 13' 42"	1,253	15	Batı
Çiftlik	2	Çscd3	41° 19' 12"	34° 18' 45"	1,540	25	Güney
Tekçam	119	Çka	41° 25' 25"	34° 25' 34"	1,228	10	Güney
Tekçam	86	Çkb3	41° 25' 23"	34° 24' 33"	1,186	10	Kuzeydoğu
Tekçam	98	Çkc3	41° 24' 08"	34° 18' 36"	1,207	25	Batı
Tekçam	92	Çkcd2	41° 24' 02"	34° 18' 35"	1,205	15	Batı

Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türü için çalışma alanı olan Taşköprü Ormanlarında Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü Çiftlik Orman İşletme Şefliği 14 nolu bölme Ga meşcere tipi,7 nolu bölme Gbc3 meşcere tipi, 16 nolu bölme Gc3 meşcere tipi , 4 nolu bölme Gd3 meşcere tipi seçilmiştir.

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) türü için çalışma alanı olan Taşköprü ormanlarında Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü; Kırkçam Orman İşletme Şefliği 52 nolu bölme Çsa3 meşcere tipi, Çiftlik Orman İşletme Şefliği 6 nolu bölme Çsb3 meşcere tipi, Kırkçam Orman İşletme Şefliği 52 nolu bölme Çsc3 meşcere tipi, Çiftlik Orman İşletme Şefliği 2 nolu bölme Çscd3 meşcere tipi, seçilmiştir.

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) türü için çalışma alanı olan Taşköprü ormanlarında Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü Tekçam Orman işletme Şefliği 119 nolu bölme Çka meşcere tipi, 86 nolu bölme Çkb3 meşcere tipi, 98 nolu bölme Çkc3 meşcere tipi, 92 nolu bölme Çkd2 meşcere tipi seçilmiştir.

3.2.2 Meşcere Özelliklerinin Belirlenmesi

Taşköprü ormanlarında karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türlerinin oluşturduğu "a" gençlik ve sıklık çağı, "b" sırıklık ve direklik çağı, "c" ince ağaçlık çağı ve "d" orta ağaçlık çağı meşcereleri seçilmiştir. Çalışmanın amacına uygun olarak karaçam, sarıçam ve göknar türlerinin 4 farklı gelişme çağındaki meşcerelerinden 400 m2'lik (20 m x 20 m) toplamda 12 adet deneme alanı alınmıştır. Her deneme alanı içerisinde tesadüfi olarak 3 tekerrürlü örnekleme yapılmış böylece 12 adet deneme alanından 36 adet alanından örnekleme yapılmıştır. Deneme alanları sarıçam, karaçam ve göknar ormanlarından yapılacak çalışmanın öngördüğü gelişme çağlarına uygun şekilde tesadüfi olarak seçilmiştir. Deneme alanları 400 m² olarak ölçülmüş ve çevresi Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'deki gibi işaretlenmiştir. Seçilen deneme alanlarının meşcere gelişme çağlarına uygunluğu deneme alanı içerisine giren ağaçların göğüs yüzeyi çaplarının (d 1.30) kumpas yardımıyla (Şekil 3.8) ölçülmesi sonucu orta çapları tespit edilerek belirlenmiştir.



Şekil 3.6 Deneme alanlarının 400 m² (20m x 20m) olarak belirlenmesi



Şekil 3.7 Deneme alanlarının etrafının çevrilmesi



Şekil 3.8 Deneme alanlarında kumpas yardımıyla ağaç çaplarının ölçümü

3.2.3 Toprak Örneklerinin Alınması

Çalışma yapılan deneme alanlarında 6 farklı toprak derinlik kademesinden (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-25 cm ve 25-30 cm) olmak üzere toplam 216 adet doğal yapısı bozulmamış toprak örneği ile 32 adet doğal yapısı bozulmuş toprak örneği alınmıştır. Doğal yapısı bozulmamış toprak örnekleri alınırken 5cm çapında 5cm yüksekliğinde çelik silindirler kullanılmıştır (Şekil 3.9). Karaçam, sarıçam, göknar türlerinin oluşturduğu; a" gençlik ve sıklık çağı, "b" sırıklık ve direklik çağı, "c" ince ağaçlık çağı ve "d" orta ağaçlık çağı meşcerelerinden her meşcere için seçilen deneme alanlarından 3 tekerrürlü örnekler alınmıştır. Çelik toprak silindirlerle toprak örnekleri alınırken, çakma esnasında içindeki toprağın sıkıştırılmamasına ve silindirin sarsılarak doğal strüktürünün bozulmamasına özen gösterilmiştir (Armolaitis vd., 2013; Brown ve Lugo, 1990). Silindirler istenilen derinliğe kadar çakıldıktan sonra ve Şekil 3.10'de görüldüğü gibi polietilen torbalara yerleştirilmiştir ve etiketlendirilmiştir (Sevim, 1956). Doğal yapısı bozulmamış toprak örneklemesinin yanında doğal yapısı bozulmuş karma toprak örnekleri alınmıştır.



Şekil 3.9 Çelik silindir ile derinlik kademelerinin belirlenmesi ve toprak örneklerinin alınması



Şekil 3.10 Toprak örneklerinin polietilen torbalara yerleştirilmesi ve etiketlenmesi

3.2.4 Toprak Yüzeyi Ölü Örtü Örneklerinin Alınması

Çalışma yapılan sahalardaki deneme alanlarında 3 adet tesadüfi olarak seçilen yerlerde, 0,25 m2 (50 cm X 50 cm) büyüklüğünde (Şekil 3.11) ibre, çürüntü ve humus örnekleri toplanmıştır. Çürüntü ve humus örnekleri tel elekten geçirilerek (Şekil 3.12) içerisindeki mineral toprak ayrılmış ve polietilen torbalarda numaralandırılmıştır.



Şekil 3.11 Ölü örtü örneklerinin toplanması



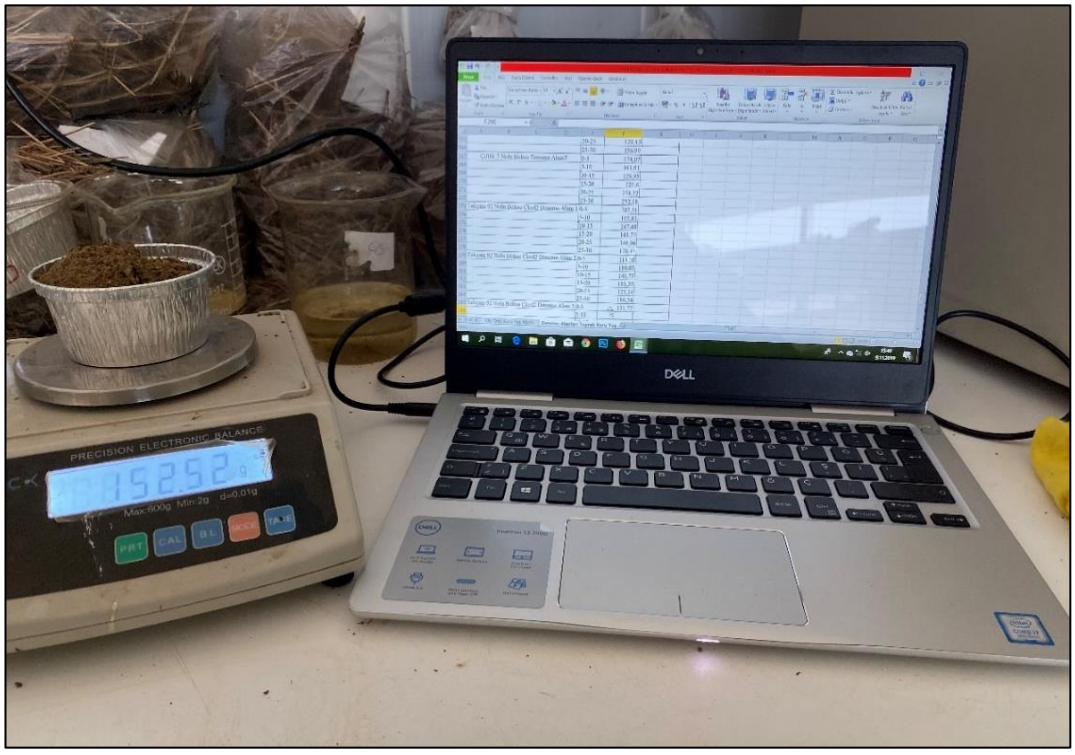
Şekil 3.12 Humus ve ölü örtü örneklerinin elekten geçirilmesi

3.3 Laboratuvarda Yapılan Çalışmalar

Deneme alanlarından alınan doğal yapısı bozulmamış çelik silindirdeki toprak örneklerinin öncelikle yaş ağırlıkları tespit edilerek kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.13). Yaş ağırlıkları tespit edilen doğal yapısı bozulmamış olan toprak örnekleri sonrasında 105°C'de 24 saat etüvde kurutularak fırın kurusu ağırlıkları tespit edilmiştir (Şekil 3.14). Toprağın hacim ağırlığının tespit için aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Blake ve Hartge, 1986).

$$HA=Ka / Sh \quad (3.1)$$

HA: Hacim ağırlığı g/cm³
Ka: Toprak örneğinin kuru ağırlığı (g)
Sh: Örnekleme yapılan silindirin hacmi (cm³)



Şekil 3.13 Toprak örneklerinin yaş ağırlıklarının tespiti ve kaydedilmesi



Şekil 3.14 Toprak örneklerinin etüvde fırın kuru hale getirilmesi



Şekil 3.15 Toprak örneklerinin tezgâha dizilerek hava kurusu hale getirilmesi

Arazide toplanılan doğal yapısı bozulmuş toprak örnekleri önce kurutmak için kurutma kağıtlarına serilerek hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuştur (Şekil 3.15). Kurutulan topraklar porselen havan ile dövülerek kesekler ufalanmış (Şekil 3.16) ve 2 mm'lik elekten geçirilerek iskelet kısmından ayrılmış (Şekil 3.17) daha sonra pH, elektriksel iletkenlik ve tekstür analizleri için kullanılmıştır. Ölü örtü örneklerinin yaş ağırlıkları tespit edilerek kayıt edilmiştir (Şekil 3.18). Toprak örneklerinin elektriksel iletkenlikleri ölçülmüş (Şekil 3.19), Toprak örneklerinin pH'sı $^{1}/_{2}$,5 toprak- saf su karışımında dijital pH metre kullanılarak (Şekil 3.20) ölçülmüştür (Jackson, 1962; Leuschner vd., 2013; Maddock vd., 2004; T.S.E, 1990). Toprak örneklerinin kum, toz ve kil oranları (mekanik analiz) Bouyoucos'un Hidrometre metodu (Bouyoucos, 1962) (Şekil 3.21; Şekil 3.22; Şekil 3.23) ve uluslararası toprak türleri üçgeni kullanılarak belirlenmiştir (Gülçur, 1974).

Topraktaki organik karbon ve toplam azot stokları, toprak kütlesi, hacim ağırlığı ve toplam karbon veya azot miktarları dikkate alınarak hesaplanmış ve sonuçlar ton (t) ha^{-1} olarak verilmiştir (Lee vd., 2009). Bu amaçla her bir derinlik kademesinin toprak kütlesi, hacim ağırlığı ve dönüşüm katsayıları kullanılarak, birimi t ha^{-1} olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Toprak Kütlesi (Tki) (t ha^{-1}) = (HA X Ti X 10^4) (3.2)

HA: Hacim ağırlığını,
Tki: i Toprak derinliğini (m)
10^4: Dönüşüm katsayısını ifade etmektedir.

Toprakta depolanan toplam organik karbon (TOK) veya toplam azot (TA) miktarı ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır;

TOK veya TA- stoku:

(t C ha^{-1} veya t N ha^{-1}): %TOK veya %TA x Tki (t $ha^{-1)}$ (3.3)

Tki: i toprak derinliğinde kuru toprağın kütlesini ifade etmektedir.



Şekil 3.16 Toprak örneklerinin porselen havan ile iskelet miktarı tespiti için hazırlanması



Şekil 3.17 Toprak örneklerinin 2mm’lik elekten geçirilmesi



Şekil 3.18 Ölü örtü örneklerinin yaş ağırlık tespiti ve kaydedilmesi



Şekil 3.19 Elektriksel iletkenlik ölçümü

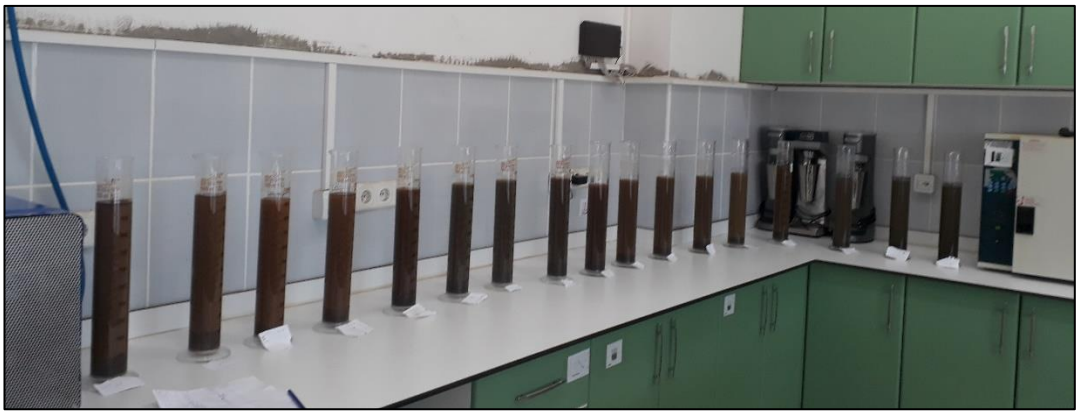


Şekil 3.20 Topraklarda pH ölçümü

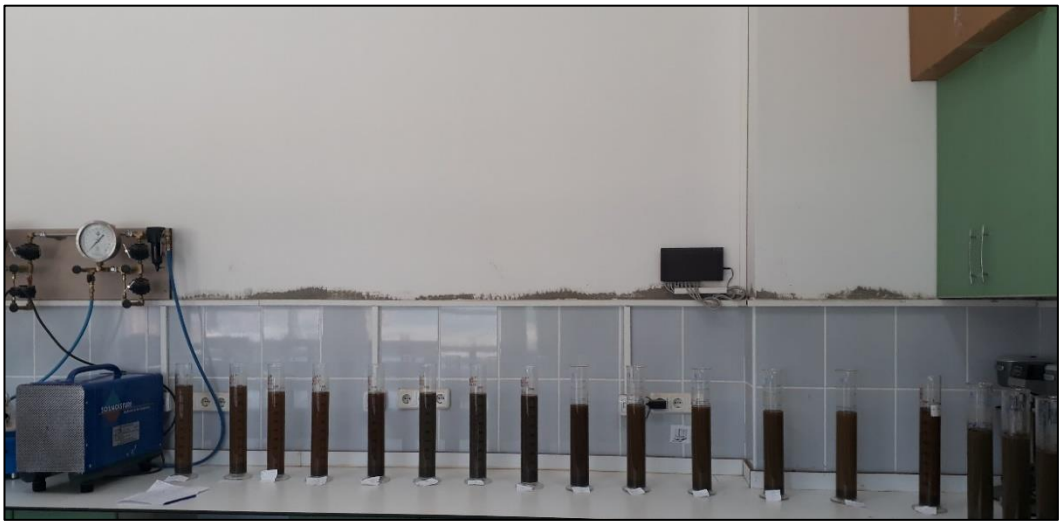


a b

Şekil 3.21 a ve b toprak örneklerinin tekstür tayini



Şekil 3.22 Toprak örneklerinin tekstür tayini



Şekil 3.23 Toprak örneklerinin tekstür tayini

3.3.1 Toprak Yüzeyi Ölü Örtü Örnekleri

Deneme alanlarından alınan yaprak, çürüntü ve humus olmak üzere örnekler laboratuvara getirilerek (Şekil 3.24 ve Şekil 3.25) etüvlerde 70ºC sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuştur (Şekil 3.26).

Örneklerin yaş ve kuru ağırlıkları arasındaki farktan elde edilen nem değerleri kullanılarak toprak yüzeyi ölü örtü bileşenlerinin kuru ağırlıkları belirlenmiş ve hektara çevirme katsayısı (25) ile çarpılarak t/ha olarak miktarları hesaplanmıştır (Makineci, 1999; Sevgi vd., 2011).



Şekil 3.24 Ölü örtü örneklerinin hava kurusu hale getirilmesi



Şekil 3.25 Ölü örtü örneklerinin yaş ağırlıklarının kayıt altına alınması



Şekil 3.26 Ölü örtü örneklerinin fırın kurusu hale getirilmesi

3.4 İstatistiksel Analiz

Çalışma alanı içerisindeki deneme alanlarından alınan ve laboratuvarda çalışılan örneklerden elde edilen veriler bilgisayarda istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmiştir. Çalışmada, elde edilen sonuçlara göre, istatistiksel analizler yapılarak; Taşköprü Ormanları karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türlerinin oluşturduğu "a" gençlik ve sıklık çağı, "b" sırıklık ve direklik çağı, "c" ince ağaçlık çağı ve "d" orta ağaçlık çağı meşcerelerinde toprak organik karbon ve toplam azot miktarı ve stokları üzerindeki etkileri varyans analizi ile test edilmiştir. İstatistiksel işlemler en güncel SPSS istatistik paket programı (IBM SPSS 20.0) kullanılarak bilgisayar ortamında yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Çalışma Alanlarının Meşcere Özelliklerine Ait Bulgular

Çalışmaya Çalışma alanında yer alan ülkemizin asli ağaç türlerinden olan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türlerinin oluşturduğu "a" gençlik ve sıklık çağı, "b" sırıklık ve direklik çağı, "c" ince ağaçlık çağı ve "d" orta ağaçlık çağı meşcerelerin ortalama göğüs yüzeyi çaplarına, kapalılık durumlarına ve humus formlarına ilişkin bilgiler Tablo 4.1'te verilmiştir.

Tablo 4.1 Farklı gelişim çağındaki ağaç türlerinin bazı meşcere özellikleri

Ağaç Türü	Meşcere Gelişme Çağları	Ortalama göğüs yüzeyi çapı (cm)	Kapalılık (%)	Humus formu
Göknar (G)	a	10	71'den Fazla (Tam Kapalı)	Mull
	b	18	71'den Fazla (Tam Kapalı)	Mull
	c	34	71'den Fazla (Tam Kapalı)	Mull
	d	40	71'den Fazla (Tam Kapalı)	Mull
Sarıçam (Çs)	a	6	71'den Fazla (Tam Kapalı)	Mull
	b	16	71'den Fazla (Tam Kapalı)	Mull
	c	24	71'den Fazla (Tam Kapalı)	Mull
	d	38	41-70 Arası (Orta Kapalı)	Mull
Karaçam (Çk)	a	12	71'den Fazla (Tam Kapalı)	Mull
	b	18	71'den Fazla (Tam Kapalı)	Mull
	c	28	71'den Fazla (Tam Kapalı)	Mull
	d	38	41-70 Arası (Orta Kapalı)	Mull

Meşcere gelişme çağlarına göre ortalama göğüs yüzeyi çapı; "a" sıklık ve gençlik çağı için en düşük çap sarıçam türünde 6 cm olarak, en yüksek çap ise karaçam türünde 12 cm olarak, "b" direklik ve sırıklık çağı için en düşük çap sarıçam türü için 16 cm, en büyük çap göknar ve karaçam türleri için 18 cm olarak, "c" ince ağaçlık çağı için en düşük çap sarıçam türünde 24 cm olarak, en büyük çap göknar türünde 34 cm olarak,

“d” orta ve kalın ağaçlık çağı için en düşük çap sarıçam ve karaçam türlerinde 38 cm olarak, en büyük çap göknar türünde 40 cm olarak belirlenmiştir.

4.2 Toprak Tekstürü

Taşköprü ormanlarından seçilen faklı ağaç türlerinin farklı gelişme çağlarına ait meşcerelerinde yapılan tekstür analizlerinde meşcere gelişme çağlarına ait kum toz kil oranları ve toprak türleri Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Sarıçam türünün b meşcere gelişme çağındaki tüm örneklerde toprak türü kumlu killi balçık olarak belirlenmiştir. Karaçam türünün meşcere gelişme çağlarında yapılan toprak tekstürü incelemesi neticesinde; a, b, c ve d meşcere gelişme çağlarında toprak türü kumlu balçık olarak tespit edilmiştir. Göknar türünün meşcere gelişme çağlarında yapılan toprak tekstürü incelemesi neticesinde; a, b, c ve d meşcere gelişme çağlarında toprak türü kumlu balçık olarak tespit edilmiştir.

Tüm gelişme çağları ortalamaları dikkate alındığında; kum oranı en yüksek topraklar, Çkd (%83,2) ve Ga (%83,2) meşceresi altı toprakları, toz oranı en yüksek topraklar Çsa (%26,10) meşceresi altı toprakları, kil oran en yüksek topraklar Çsb (%18,30) meşceresi altı topraklarıdır. Maşcere gelişme çağaları arasında gençlik ve sıklık çağından orta ağaçlık çağına doğru tüm ağaç türlerinde kum toz kil oranları sabit artma ya da azalma ağilimi göstermemiş; arma-azalma, azalma-artma eğimi göstermiştir.

Tablo 4.2 Çalışma alanlarına ait 0-30 cm toprak derinliğindeki toprak türü

Ağaç Türü	Meşcere Gelişme Çağı	Tekrar	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü
Karaçam	a	1	74,00	16,80	9,20	Kumlu balçık
	a	2	71,30	16,40	12,30	Kumlu balçık
	a	3	77,00	17,80	5,20	Kumlu balçık
	Ortalama		**74,10**	**17,00**	**8,90**	**Kumlu balçık**
	b	1	79,00	11,80	9,20	Kumlu balçık
	b	2	75,90	23,60	0,50	Kumlu balçık
	b	3	79,00	13,80	7,20	Kumlu balçık
	Ortalama		**77,97**	**16,40**	**5,63**	**Kumlu balçık**
	c	1	67,10	20,30	12,60	Kumlu balçık
	c	2	66,20	22,80	11,00	Kumlu balçık
	c	3	68,10	22,40	9,50	Kumlu balçık
	Ortalama		**67,13**	**21,83**	**11,03**	**Kumlu balçık**

Tablo 4.2 Devamı

Karaçam	d	1	65,10	23,40	11,50	Kumlu balçık
	d	2	83,20	11,50	5,30	Kumlu balçık
	d	3	67,30	20,20	12,50	Kumlu balçık
	Ortalama		**71,87**	**18,37**	**9,77**	**Kumlu balçık**
Sarıçam	a	1	68,00	26,10	5,90	Kumlu balçık
	a	2	74,70	24,50	0,80	Kumlu balçık
	a	3	78,10	21,40	0,50	Kumlu balçık
			73,60	**24,00**	**2,40**	**Kumlu balçık**
	b	1	63,50	18,20	18,30	Kumlu killi balçık
	b	2	66,50	16,20	17,30	Kumlu killi balçık
	b	3	66,30	16,30	17,40	Kumlu killi balçık
	Ortalama		**65,43**	**16,90**	**17,67**	**Kumlu killi balçık**
	c	1	72,30	16,40	11,30	Kumlu balçık
	c	2	72,40	22,50	5,10	Kumlu balçık
	c	3	74,10	22,30	3,60	Kumlu balçık
	Ortalama		**72,93**	**20,40**	**6,67**	**Kumlu balçık**
	d	1	81,90	8,00	10,10	Kumlu balçık
	d	2	77,80	9,00	13,20	Kumlu balçık
	d	3	81,30	8,00	10,70	Kumlu balçık
	Ortalama		**80,33**	**8,33**	**11,33**	**Kumlu balçık**
Göknar	a	1	83,20	15,80	1,00	Kumlu balçık
	a	2	74,50	18,40	7,20	Kumlu balçık
	a	3	80,80	11,60	7,60	Kumlu balçık
	Ortalama		**79,50**	**15,27**	**5,27**	**Kumlu balçık**
	b	1	69,50	18,30	12,20	Kumlu balçık
	b	2	73,00	17,80	9,20	Kumlu balçık
	b	3	69,20	19,00	11,80	Kumlu balçık
	Ortalama		**70,57**	**18,37**	**11,07**	**Kumlu balçık**
	c	1	75,70	13,80	10,50	Kumlu balçık
	c	2	78,60	13,90	7,50	Kumlu balçık
	c	3	72,50	16,90	10,50	Kumlu balçık
	Ortalama		**75,60**	**14,87**	**9,50**	**Kumlu balçık**
	d	1	78,80	10,50	10,70	Kumlu balçık
	d	2	79,30	10,10	10,70	Kumlu balçık
	d	3	77,80	10,50	11,60	Kumlu balçık
	Ortalama		**78,63**	**10,37**	**11,00**	**Kumlu balçık**

4.3 Ölü Örtü Miktarı

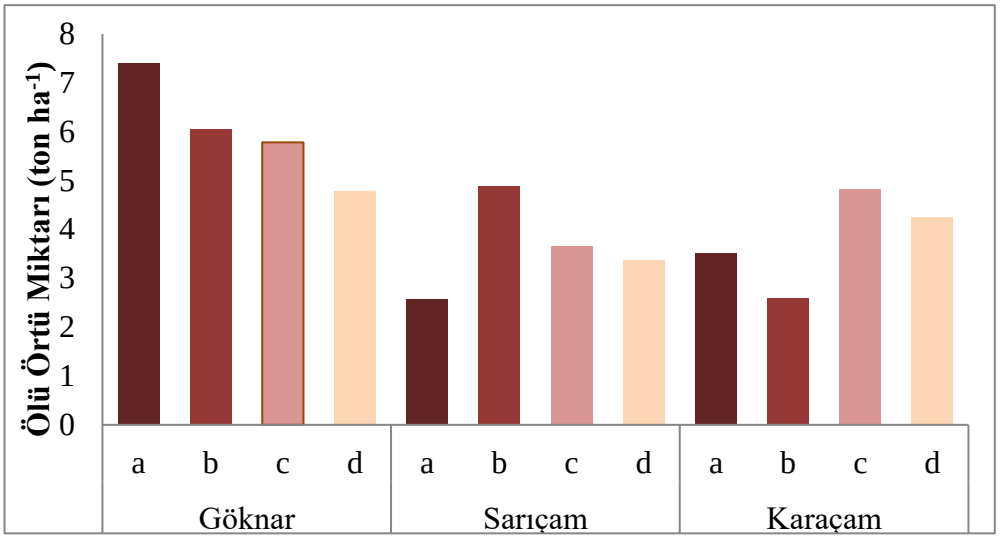
Taşköprü ormanlarından seçilen farklı meşcere gelişme çağlarındaki ağaç türlerinin altındaki ölü örtü örneklemesinin (50 cm x 50 cm) belirlenen kuru ağırlıklarının hektardaki miktarı ton olarak hesaplandığında, ölü örtü miktarının en yüksek değer Ga meşceresi topraklarında (7,4 ton ha^{-1}) tespit edilmiştir. Bu değeri sırasıyla Gb meşceresi toprakları (6,04 ton ha^{-1}), Gc meşceresi toprakları (5,78 ton ha^{-1}), Çsb meşceresi toprakları (4,88 ton ha^{-1}), Çkc meşceresi toprakları (4,81 ton ha^{-1}), Gd meşceresi toprakları (4,77 ton ha^{-1}), Çkd meşceresi toprakları (4,25 ton ha^{-1}), Çsc meşceresi toprakları (3,65 ton ha^{-1}), Çka meşceresi toprakları (3,51 ton ha^{-1}), Çsd meşceresi toprakları (3,36 ton ha^{-1}), Çkb meşceresi toprakları (2,59 ton ha^{-1}) takip etmiştir. En düşük değer ise, Çsa meşceresi topraklarında (2,56 ton ha^{-1}) tespit edilmiştir (Tablo 4.3).

Tüm çağ sınıflarının ortalama değerleri alındığında en yüksek ölü örtü miktarı göknar türünde hesaplanmıştır (6,00 ton ha^{-1}), göknar türünü sırası ile karaçam (3,79 ton ha^{-1}) ve sarıçam (3,61 ton ha^{-1}) türleri takip etimiştir. Meşcere gelişme çağlarına göre değerlerndirildiğinde; göknar türünde ölü örtü miktarı gençlik ve sıklık çağından orta ağaçlık çağına doğru azalma göstermiş, karaçam türünde gençlik ve sıklık çağından çağından orta ağaçlık çağına kadar artma azalma şeklinde değişim göstermiştir. Sarıçam türünde en düşük ölü örtü miktarına gençlik ve sıklık çağında rastlanırken, sırıklık ve direklik çağında en yüksek değere ulaşmış, ince ağaçlık ve orta ağaçlık çağlarına doğru azalmıştır.

Çalışmanın yapıldığı ülkemizin iğne yapraklı asli ağaç türlerinden olan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türlerinin oluşturduğu farklı gelişme çağlarındaki meşcerelerin topraklarında ölü örtü miktarları grafiksel olarak Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3 Farklı meşcere gelişme çağlarındaki ağaç türleri altındaki ölü örtü miktarları

Ağaç Türü	Meşcere Gelişim Çağı	Ölü Örtü Miktarı (ton ha^{-1})	Ağaç Türü	Meşcere Gelişim Çağı	Ölü Örtü Miktarı (ton ha^{-1})	Ağaç Türü	Meşcere Gelişim Çağı	Ölü Örtü Miktarı (ton ha^{-1})
Göknar	**a**	7,4	**Sarıçam**	**a**	2,560	**Karaçam**	**a**	3,510
	b	6,04		**b**	4,880		**b**	2,590
	c	5,78		**c**	3,650		**c**	4,810
	d	4,77		**d**	3,360		**d**	4,25
Ortalama		**6,00**	**Ortalama**		**3,61**	**Ortalama**		**3,79**



Şekil 4.1 Ölü örtü miktarlarının meşcere gelişme çağları ve ağaç türlerine göre dağılımı

4.4 Toprak Özellikleri

Taşköprü Ormanları karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) türlerinin oluşturduğu "a" gençlik ve sıklık çağı, "b" sırıklık ve direklik çağı, "c" ince ağaçlık çağı ve "d" orta ağaçlık çağı meşcerelerinde ağaç türleri altındaki toprakların 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, derinlik kademeleri bu bu derinlik kademelerinin ortalamalarına göre toprak organik maddesi, pH, elektriksel iletkenlik, hacim ağırlığı, maksimum su tutma kapasitesi, iskelet miktarı Tablo 4.4 te verilmiştir.

Tablo 4.4 Farklı gelişme çağındaki ağaç türlerinin üst (0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm) topraklarına ait bazı özellikler.

Meşcere Gelişme Çağları	Derinlik (cm)	Organik madde (%)	pH	Elektriksel iletkenlik (µS cm^{-1})	Hacim ağırlığı (g cm^{-3})	Maksimum Su Tutma Kapasitesi (%)	İskelet Miktarı (%)
Ga	0-10	11,3^{o}±2,2	7,2^{kl}±0,2	200,5^{n}±27,9	0,72^{cd}±0,12	13,0h^{ij}±11,7	44,1^{ef}±11,9
	10-20	8,1^{m}±2,9	6,4^{hi}±0,3	145,6^{lm}±11,4	0,72^{cd}±0,04	8,5^{g}±1,5	49,4^{g}±7,7
	20-30	5,1^{gh}±2,0	7,5^{l}±0,1	100,9^{ijk}±7,7	0,82^{g}±0,17	5,6^{cde}±0,8	45,2^{f}±7,5
Toplam	**0-30**	**8,2^{gh}±2,3**	**7,0^{l}±0,2**	**149^{ijk}±15,6**	**0,75^{g}±0,11**	**9,0^{cde}±4,6**	**46,2^{f}±9,0**
Gb	0-10	6,8^{lm}±1,0	5,4^{bc}±0,1	312,5^{o}±10,4	0,58^{b}±0,10	13,0^{ij}±3,5	73,7^{lm}±5,4
	10-20	3,6^{cd}±1,3	5,5^{bc}±0,6	159,1^{m}±70,1	0,78^{ef}±0,16	10,5^{h}±1,0	67,7^{kl}±9,9
	20-30	3,6^{cd}±1,7	5,9^{ef}±0,1	82,4^{ghi}±2,7	0,84^{gh}±0,25	7,2^{ef}±2,2	49,3^{g}±19,3
Toplam	**0-30**	**4,7^{gh}±1,4**	**5,6^{cd}±0,3**	**184,7^{ijk}±27,7**	**0,73^{g}±0,17**	**10,2^{cde}±2,2**	**63,6^{f}±11,5**
Gc	0-10	8,6^{mn}±2,2	6,2^{gh}±0,1	52,4^{def}±1,1	0,68^{c}±0,28	20,8^{j}±9,2	56,3^{hi}±4,1
	10-20	7,0^{l}±1,3	5,6^{cd}±0,04	9,9^{a}±3,1	0,84^{gh}±0,16	13,3^{ij}±1,5	59,6^{ij}±5,3
	20-30	5,9^{ij}±2,1	5,6^{cd}±0,3	66,5^{fg}±38,4	0,79^{f}±0,12	11,1^{hi}±2,1	64,2^{jkl}±8,8
Toplam	**0-30**	**7,2^{gh}±1,9**	**5,8^{de}±0,14**	**42,9^{ijk}±14,2**	**0,77^{g}±0,18**	**15,0^{cde}±4,2**	**60,0^{f}±6,1**
Gd	0-10	5,3^{h}±2,1	5,8^{de}±0,3	120,8^{l}±72,0	0,72^{cd}±0,16	9,2^{gh}±5,5	68,2^{l}±12,9
	10-20	3,2^{bc}±1,1	5,6^{cd}±0,02	111,9^{kl}±20,6	0,87^{h}±0,11	7,5^{f}±1,2	66,1^{kl}±6,8
	20-30	4,0^{def}±1,4	5,7^{d}±0,04	120,4^{l}±23,1	0,81^{fg}±0,11	6,3^{e}±1,3	51,7^{gh}±6,5
Toplam	**0-30**	**4,2^{gh}±1,5**	**5,7^{d}±0,12**	**117,7^{ijk}±38,6**	**0,80^{g}±0,13**	**7,6^{cde}±2,6**	**62,0^{f}±8,7**
Çsa	0-10	3,6^{cd}±0,3	8,4^{m}±0,2	139,2^{lm}±17,4	0,76^{e}±0,12	11,7^{i}±3,8	65,6^{kl}±14,6
	10-20	4,0^{def}±1,7	8,5^{m}±0,0	140,9^{lm}±18,8	0,91^{i}±0,1	14,6^{ij}±8,2	56,7^{i}±10,0
	20-30	3,1^{bc}±0,7	8,4^{m}±0,05	185,5^{n}±42,6	1,05^{i}±0,12	4,6^{bc}±2,2	60,6^{ij}±13,3
Toplam	**0-30**	**3,6^{gh}±0,9**	**8,4^{m}±0,08**	**155,2^{ijk}±26,3**	**0,90^{g}±0,11**	**10,3^{cde}±4,7**	**60,1^{f}±12,6**
Çsb	0-10	9,0^{n}±2,4	5,9^{ef}±0,2	16,1^{a}±7,7	0,58^{b}±0,12	19,9^{j}±6,1	73,8^{lm}±6,4
	10-20	6,3^{kl}±2,4	5,9^{ef}±0,2	21,7^{ab}±18,9	0,68^{c}±0,10	13,2^{ij}±1,9	81,4^{m}±4,8
	20-30	5,5^{hi}±1,8	5,6^{cd}±0,02	165,2^{mn}±179	0,70^{c}±0,13	10,2^{h}±1,4	71,5^{lm}±13,2
Toplam	**0-30**	**6,9,1^{gh}±2,2**	**5,8^{de}±0,14**	**67,7^{ijk}±68,5**	**0,65^{g}±0,12**	**14,4^{cde}±3,1**	**75,6^{f}±8,1**
Çsc	0-10	8,9^{mn}±0,8	5,3^{ab}±0,9	80,3^{gh}±56,0	0,61^{b}±0,11	14,3^{ij}±4,2	68,9^{l}±7,7
	10-20	5,2^{gh}±0,3	6,6^{ij}±0,1	34,7^{bc}±16,9	0,84^{gh}±0,1	9,8^{gh}±2,4	68,5^{l}±4,7
	20-30	5,4^{h}±2,0	5,9^{ef}±0,5	45,5^{cd}±41,8	1,08^{i}±0,1	6,8^{ef}±2,9	56,7^{i}±11,2
Toplam	**0-30**	**6,5^{gh}±1,0**	**5,9^{ef}±0,5**	**53,5^{ijk}±38,2**	**0,84^{g}±0,10**	**10,3^{cde}±3,1**	**64,7,2^{f}±7,9**
Çsd	0-10	4,9^{gh}±0,2	5,9^{ef}±0,1	79,7^{gh}±34,9	0,90^{i}±0,15	17,4^{j}±22,4	49,4^{g}±17,2
	10-20	2,9^{bc}±0,1	6,0^{efg}±0,1	57,8^{ef}±11,8	0,95^{i}±0,18	8,7^{g}±4,9	47,4^{fg}±6,5

Tablo 4.4 Devamı

	20-30	3^{bc}±0,9	$6,7^{ij}$±0,01	$50,8^{cde}$±12,7	$1,05^{i}$±0,26	$6,0^{de}$±1,6	$46,3^{f}$±14,9
Toplam	**0-30**	**$3,6^{gh}$±0,4**	**$6,2^{gh}$±0,07**	**$62,8^{ijk}$±19,8**	**$0,97^{g}$±0,20**	**10,7±9,6**	**$47,7^{f}$±12,86**
Çka	0-10	$3,9^{cde}$±1,3	$5,9^{ef}$±1,0	$11,7^{a}$±2,2	$0,87^{h}$±0,1	$11,1^{hi}$±4,9	$46,4^{f}$±10,6
	10-20	$5,4^{h}$±3,3	$5,0^{a}$±0,6	$55,7^{e}$±47,6	$0,85^{gh}$±0,12	$12,3^{i}$±15,4	$43,6^{ef}$±12,3
	20-30	$2,7^{b}$±0,8	$5,9^{ef}$±0,0	$11,7^{a}$±12,6	$0,91^{i}$±0,16	$5,0^{bcd}$±1,2	$37,2^{cd}$±7,6
Toplam	**0-30**	**$4,0^{gh}$±1,8**	**$5,6^{cd}$±0,2**	**$26,4^{ijk}$±20,8**	**$0,88^{g}$±0,13**	**$9,5^{cde}$±7,2**	**$42,4^{f}$±10,16**
Çkb	0-10	$4,6^{fg}$±2,7	$5,9^{ef}$±0,1	$102,7^{jk}$±24,7	$0,99^{i}$±0,17	$6,6^{ef}$±2,4	$45,8^{f}$±7,9
	10-20	$2,1^{ab}$±0,7	$5,9^{ef}$±0,1	$109,4^{kl}$±19,1	$0,99^{i}$±0,18	$3,2^{ab}$±1,3	$36,1^{cd}$±7,4
	20-30	$1,7^{a}$±0,3	$5,9^{ef}$±0,5	$65,7^{fg}$±20,2	$1,10^{i}$±0,16	$2,9^{a}$±0,8	$37,1^{cd}$±9,1
Toplam	**0-30**	**$2,8^{gh}$±1,2**	**$5,9^{ef}$±0,2**	**$92,6^{ijk}$±21,3**	**$1,02^{g}$±0,17**	**$4,2^{cde}$±1,5**	**$39,7^{f}$±8,1**
Çkc	0-10	$10,5^{no}$±3,3	$6,6^{ij}$±0,5	$318,5^{o}$±29,0	$0,53^{a}$±0,12	$14,7^{ij}$±2,6	$43,6^{ef}$±8,8
	10-20	$3,9^{cde}$±0,8	$6,8^{j}$±0,4	$100,4^{ijk}$±28,3	$0,81^{fg}$±0,12	$18,1^{j}$±7,6	$31,8^{ab}$±8,7
	20-30	$4,7^{fg}$±0,4	$6,8^{j}$±0,02	$81,9^{ghi}$±6,1	$0,77^{f}$±0,2	$15,3^{ij}$±4,5	$35,5^{bc}$±11,5
Toplam	**0-30**	**$6,4^{gh}$±1,5**	**$6,7^{ij}$±0,3**	**$166,9^{ijk}$±21,3**	**$0,70^{g}$±0,15**	**$16,0^{cde}$±4,9**	**$37,0^{f}$±9,7**
Çkd	0-10	$7,3^{lm}$±1,6	$6,3^{h}$±0,2	$154,3^{m}$±65,5	$0,84^{gh}$±0,15	$14,0^{ij}$±2,5	$42,4^{e}$±8,9
	10-20	$4,9^{gh}$±0,8	$7,0^{jk}$±0,2	$95,1^{ij}$±16,0	$0,82^{g}$±0,1	$11,9^{i}$±1,7	$39,3^{de}$±1,9
	20-30	$4,4^{ef}$±0,4	$6,4^{hi}$±0,2	$28,5^{b}$±68,8	$0,85^{gh}$±0,3	$17,3^{j}$±10,4	$29,1^{a}$±7,5
Toplam	**0-30**	**$5,5^{gh}$±0,9**	**$6,6^{ij}$±0,2**	**$92,6^{ijk}$±50,1**	**$0,84^{g}$±0,18**	**$14,4^{cde}$±4,86**	**$36,9^{f}$±6,1**

4.4.1 Toprak Organik Maddesi

Toprak organik maddesi bakımından en yüksek değer Ga meşceresi topraklarının 0-10 cm derinliğinde (%11,3o±2,2) tespit edilmiştir. En düşük toprak organik maddesi değeri ise; Çkb meşceresi toprakları 20-30 cm derinliğinde (%1,7a±0,3) tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Toprağın 0-30 cm derinliği incelendiğinde en yüksek toprak organik madde miktarı Ga meşceresi topraklarında en düşük toprak organik madde miktarı Çkb meşceresi topraklarında tespit edilmiştir. Genel bir eğilim olarak toprak derinliği arttıkça organik madde miktarının azaldığı söylenebilir.

Toprağın 0-30 cm derinliği incelendiğinde göknar türünde meşcere gelişim çağlarına göre Ga da en yüksek toprak organik madde miktarı Gb'da azalmış Gc'da tekrar artmış Gd'da tekrar azalararak en düşük değere sahip olmuştur.

Toprağın 0-30 cm derinliğinde sarıçam türü için Çsa'da en az olan toprak organik maddesi değeri Çsb'da artarak en yüksek değere sahip olmuş, Çsc'da azalmış, Çsd da tekrar azalmıştır.

Toprağın 0-30 cm derinliğinde karaçam türü için Çka'dan Çkb'na azalma gösteren toprak organik maddesi Çkc'da artarak en yüksek değere ulaşmış, Çkd'da tekrar azalmıştır.

4.4.2 Toprak pH'ı

Toprak pH değerleri bakımından en yüksek değer Çsa meşceresi topraklarının 10-20 cm derinliğinde (8,5m±0,0) tespit edilmiştir. En düşük pH değeri Çka meşceresi topraklarının 10-20 cm derinliğinde (5,0a±0,6) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Toprağın 0-30 cm derinliği incelendiğinde en yüksek pH değeri Çsa topraklarında, en düşük pH değeri Çka meşceresi topraklarında tespit edilmişitir.

4.4.3 Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenliği ölçülen farklı gelişme çağlarına ait meşcere topraklarında en düşük elektriksel iletkenlik değeri Çka meşceresi topraklarının 0-10 cm derinliğinde (11,7a±2,2 µS cm^{-1}) tespit edilmiştir. En yüksek elektriksel iletkenlik değeri Ga meşceresi topraklarının 0-10 cm derinliğinde (200,5n±27,9µS $cm^{-1)}$ tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Toprağın 0-30 cm derinliği incelendiğinde en yüksek elektriksel iletkenlik değeri Gb topraklarında en düşük elektiriksel iletkenlik değeri Gc topraklarında tespit edilmiştir.

4.4.4 Hacim Ağırlığı

Farklı gelişme çağlarına ait meşcere topraklarında en yüksek hacim ağırlığı değeri Çkb meşceresi toprakları 20-30 cm derinliğinde (1,10i±0,16 g cm^{-3}) tespit edilmiştir. En düşük hacim ağırlığı değeri Çkc meşceresi toprakları 0-10 cm derinliğinde (0,53a±0,12 g cm^{-3}) tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Toprağın 0-30 cm derinliği incelendiğinde en yüksek hacim ağırlığı değeri Çkb topraklarında en düşük hacim ağırlığı değeri Çsb topraklarında tespit edilmiştir.

4.4.5 Maksimum Su Tutma Kapasitesi

Farklı gelişme çağlarına ait meşcere topraklarına maksimum su tutma kapasiteleri değerlendirildiğinde en yüksek değer Gc meşceresi toprakları 0-10 cm derinliğinde (%20,8j±9,2) tespit edilmiştir. En düşük maksimum su tutma kapasitesi Çkb meşceresi toprakları 20-30 cm derinliğinde (%2,9a±0,8) tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Toprağın 0-30 cm derinliği incelendiğinde en yüksek su tutma kapasitesi Çkc topraklarında en düşük su tutma kapasitesi Çkb topraklarında tespit edilmiştir.

4.4.6 İskelet Miktarı

Farklı gelişme çağlarına ait meşcere topraklarında iskelet miktarı yüzdesi değerlendirildiğinde en yüksek değer Çsb meşceresi toprakları 10-20 cm derinliğinde (%81,4m±4,8) tespit edilmiştir. En düşük değer ise; Çkd meşceresi toprakları 20-30 cm derinliğinde (%29,1a±7,5) tespit edilmiştir (Tablo 4.4). Toprağın 0-30 cm derinliği incelendiğinde en yüksek iskelet miktarı Çsb topraklarında en düşük iskelet miktarı Çkd topraklarında tespit edilmiştir.

4.5 Toprak Organik ve Toplam Azot Miktarı ve Stoku

Toprak organik karbon (TOK) ve toplam azot (TA) miktarı ve stoklarının farklı ağaç türlerinin farklı meşcere gelişme çağlarına ve toprak derinlik kademelerine göre değişimi Tablo 4.5 verilmiştir. TOK ve TA miktarlarının farklı ağaç türleri ve meşcere gelişme çağlarına göre farklılığı, toprak derinliği ve her ikisinin etkisine bağlı değişimlerinin istatistiksel olarak önem düzeyi Tablo 4.6'te verilmiştir.

Yapılan ölçümler sonucu toprak profilleri dikkate alındığında (0-30 cm), en yüksek ortalama TOK miktarı Ga meşceresi topraklarında (%4,97) tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla; Gc meşceresi toprakları (%4,2), Çsb meşceresi toprakları (%4,03), Çsc meşceresi toprakları (%3,79), Çkc meşceresi toprakları (%3,75), Çkd meşceresi toprakları (%3,22), Gb meşceresi toprakları (%2,68), Gd meşceresi toprakları (%2,42), Çka meşceresi toprakları (%2,33), Çsd meşceresi toprakları (%2,11), Çsa meşceresi toprakları (%2,06), Çkb meşceresi toprakları (%1,65) takip etmiştir.

Toplam organik karbon stoku bakımından en yüksek değer Ga meşceresi topraklarında (52,44 ton C ha^{-1}) tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla Gc meşceresi toprakları (46,73 ton C ha^{-1}), Çsc meşceresi toprakları (44,94 ton C ha^{-1}), Çkd meşceresi toprakları (39,92 ton C ha^{-1}), Çsb meşceresi toprakları (37,71 ton C ha^{-1}), Çkc meşceresi toprakları (36,3 ton C ha^{-1}), Çsd meşceresi toprakları (30,17 ton C ha^{-1}), Çkd meşceresi toprakları (29,86 ton C ha^{-1}), Gd meşceresi toprakları (28,2 ton C ha^{-1}), Çsa meşceresi toprakları (27,94 ton C ha^{-1}), Gb meşceresi toprakları (27,18 ton C ha^{-1}), Çkb meşceresi toprakları (24,86 ton C ha^{-1}) takip etmiştir.

Toplam azot miktarına bakıldığında en yüksek değer Çsb meşceresi topraklarında (6,46 ton N ha^{-1}) tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla; Ga meşceresi toprakları (5,48 ton N ha^{-1}), Çsa meşceresi toprakları (2,93 ton N ha^{-1}), Gd meşceresi toprakları (2,92 ton N ha^{-1}), Çsc meşceresi toprakları (2,86 ton N ha^{-1}), Çka meşceresi toprakları (2,7 ton N ha^{-1}), Gc meşceresi toprakları (2,62 ton N ha^{-1}) Çkd meşceresi toprakları (2,59 ton N ha^{-1}), Çsd meşceresi toprakları (2,43 ton N ha^{-1}), Gb meşceresi toprakları (2,31 ton N ha^{-1}), Çkb meşceresi toprakları (2,15 ton N ha^{-1}), karaçam türünün oluşturduğu "c" ince ağaçlık çağı meşceresi toprakları (1,66 ton N ha^{-1}) takip etmiştir.

Tablo 4.5 Farklı meşcere gelişme çağlarında ağaç türleri altındaki toprakların derinlik kademelerine göre toprak organik karbon (TOK) ve toplam azot (TA) miktarı (%) ile stoku (ton ha^{-1})

Meşcere Gelişim Çağları	**Toprak Derinlik Kademesi (cm)**	**TA miktarı (%)**	**TOK miktarı (%)**	**TA Stoku (ton N ha^{-1})**	**TOK Stoku (ton C ha^{-1})**
Ga	0-10	$0,59^{cd}$±0,3	$6,55^{p}$±1,3	$2,16^{f}$±1,22	$23,40^{k}$±5,02
	10-20	$0,42^{b}$±0,2	$4,69^{l}$±1,7	$1,54^{de}$±0,82	$16,78^{i}$±5,63
	20-30	$0,43^{b}$±0,3	$2,93^{d}$±1,2	$1,78^{ef}$±1,22	$12,26^{ghi}$ ±6,14
Toplam	**0-30**	**0,49±0,3**	**4,97±1,9**	**5,48**	**52,44**
Gb	0-10	$0,26^{a}$±0,03	$3,92^{i}$±0,6	$0,77^{ab}$±0,17	$11,36^{gh}$±2,20
	10-20	$0,19^{a}$±0,04	$2,07^{a}$±0,7	$0,77^{ab}$±0,15	$7,94^{d}$±2,82
	20-30	$0,19^{a}$±0,07	$2,06^{a}$±0,9	$0,77^{ab}$±0,30	$7,88^{cd}$±2,84
Toplam	**0-30**	**0,22±0,06**	**2,68±1,2**	**2,31**	**27,18**
Gc	0-10	$0,27^{a}$±0,07	$4,98^{m}$±1,3	$0,86^{b}$±0,22	$17,22^{j}$±4,94
	10-20	$0,23^{a}$±0,05	$4,06^{j}$±0,7	$0,97^{bc}$±0,29	$15,83^{ij}$±4,27

Tablo 4.5 Devamı

	20-30	0,19^{a}±0,07	3,43^{g}±1,2	0,79^{b}±0,28	13,68^{i}±4,98
Toplam	**0-30**	**0,23±0,07**	**4,2±1,2**	**2,62**	**46,73**
Gd	0-10	0,26^{a}±0,03	3,08^{d}±1,2	0,92^{bc}±0,19	10,51^{efg}±2,65
	10-20	0,24^{a}±0,02	1,83^{a}±0,6	1,03^{bc}±0,18	9,61^{f}±3,93
	20-30	0,24^{a}±0,01	2,35^{a}±0,8	0,97^{bc}±0,13	8,08^{de}±3,15
Toplam	**0-30**	**0,25±0,02**	**2,42±1,0**	**2,92**	**28,2**
Çsa	0-10	0,19^{a}±0,04	2,07^{a}±0,1	0,75^{ab}±0,17	7,83^{cd}±0,91
	10-20	0,21^{a}±0,05	2,34^{a}±0,9	0,96^{bc}±0,23	10,61^{fg}±4,70
	20-30	0,23^{a}±0,02	1,79^{a}±0,4	1,22^{cd}±0,20	9,50^{ef}±2,94
Toplam	**0-30**	**0,21±0,04**	**2,06±0,6**	**2,93**	**27,94**
Çsb	0-10	0,63^{d}±0,19	5,23^{n}±1,4	2,26^{f}±0,89	14,72^{ij}±2,32
	10-20	0,63^{d}±0,35	3,67^{h}±1,4	2,08^{ef}±1,15	12,16g^{hi} ±4,43
	20-30	0,49^{bc}±0,30	3,20^{f}±1,1	2,12^{ef}±1,17	10,83^{g}±3,24
Toplam	**0-30**	**0,58±0,28**	**4,03±1,5**	**6,46**	**37,71**
Çsc	0-10	0,25^{a}±0,01	5,21^{n}±0,5	0,75^{ab}±0,12	15,59^{ij}±1,64
	10-20	0,19^{a}±0,01	3,02^{d}±0,2	0,83^{b}±0,09	12,69^{ghi}±1,06
	20-30	0,24^{a}±0,05	3,14^{e}±1,2	1,28^{cd}±0,23	16,66^{i}±5,64
Toplam	**0-30**	**0,23±0,04**	**3,79±1,2**	**2,86**	**44,94**
Çsd	0-10	0,16^{a}±0,02	2,86^{c}±0,1	0,73^{ab}±0,12	12,84^{hi}±2,01
	10-20	0,15^{a}±0,04	1,72^{a}±0,1	0,71^{ab}±0,21	9,18^{ef}±2,79
	20-30	0,19^{a}±0,02	1,74^{a}±0,1	0,99^{bc}±0,32	8,15^{de}±1,55
Toplam	**0-30**	**0,17±0,03**	**2,11±0,6**	**2,43**	**30,17**
Çka	0-10	0,23^{a}±0,06	2,31^{a}±0,7	0,97^{bc}±0,24	12,73^{ghi}±7,08
	10-20	0,22^{a}±0,03	3,11^{e}±1,9	0,93^{bc}±0,15	9,92^{f}±3,19
	20-30	0,17^{a}±0,04	1,56^{a}±0,5	0,80^{b}±0,28	7,21^{bc}±2,97
Toplam	**0-30**	**0,21±0,05**	**2,33±1,3**	**2,7**	**29,86**
Çkb	0-10	0,16^{a}±0,04	2,70^{c}±1,5	0,78^{b}±0,24	13,25^{i}±8,43
	10-20	0,14^{a}±0,07	1,25^{a}±0,4	0,67^{ab}±0,29	6,08^{ab}±1,62
	20-30	0,13^{a}±0,05	1,00^{a}±0,2	0,70^{ab}±0,26	5,53^{a}±1,21
Toplam	**0-30**	**0,14**±0,05	**1,65±1,2**	**2,15**	**24,86**
Çkc	0-10	0,25^{a}±0,06	6,09^{o}±1,9	0,68^{ab}±0,32	16,42^{i}±6,98
	10-20	0,12^{a}±0,02	2,27^{a}±0,5	0,51^{a}±0,14	10,58^{fg}±3,34
	20-30	0,12^{a}±0,02	2,73^{c}±0,3	0,47^{a}±0,19	9,30^{ef}±2,86

Tablo 4.5 Devamı

Toplam	**0-30**	**0,17±0,07**	**3,75±2,1**	**1,66**	**36,3**
Çkd	0-10	$0,22^{a}$±0,02	$4,24^{k}$±0,9	$0,92^{bc}$±0,15	$17,34^{j}$±2,35
	10-20	$0,19^{a}$±0,004	$2,84^{c}$±0,5	$0,80^{b}$±0,09	$11,74^{gh}$±2,97
	20-30	$0,20^{a}$±0,005	$2,57^{b}$±0,3	$0,87^{b}$±0,29	$10,84^{g}$±3,08
Toplam	**0-30**	**0,21±0,02**	**3,22±0,9**	**2,59**	**39,92**

Tablo 4.6 Toprak organik karbon miktarlarının ağaç türlerine, farklı meşcere gelişim çağlarına, toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin iki yönlü ANOVA değerleri (%)

Kaynak	**Kareler Toplamı**	**df**	**OrtalamaKaresi**	**F**	**Önem Düzeyi**	**Eta Karesi**
Düzeltilmiş model	$374,778^{a}$	35	10,708	11,573	0,000	0,697
Sabit	1988,651	1	1988,651	2149,356	0,000	0,924
Ağaç türü (AT)	21,300	2	10,650	11,511	0,000	0,116
Meşcere gelişme çağı (MGÇ)	52,147	3	17,382	18,787	0,000	0,243
Derinlik (D)	117,342	2	58,671	63,412	0,000	0,419
AT * MGÇ	114,440	6	19,073	20,615	0,000	0,413
AT* D	2,288	4	0,572	0,618	0,650	0,014
MGÇ * D	23,905	6	3,984	4,306	0,000	0,128
AT * MGÇ * D	34,018	12	2,835	3,064	0,001	0,173
Hata	162,841	176	0,925			
Toplam	2532,083	212				
Düzeltilmiş toplam	537,619	211				

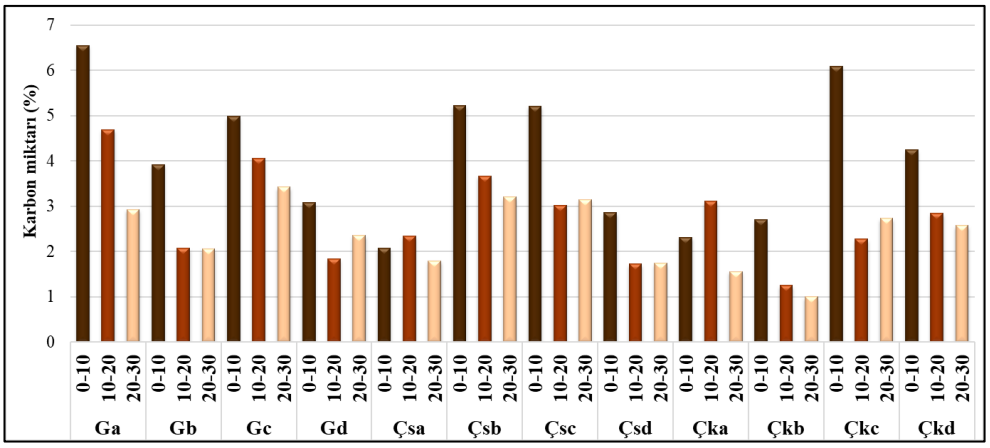
4.6 Ağaç Türlerine, Farklı Meşcere Gelişme Çağlarına Göre TOK Miktarı Değişimi

Toprak organik karbon miktarlarının farklı ağaç türlerinin farklı gelişme çağlarına ait meşcerelerinde toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin etkileri gösterilmiş ve istatistiksel olarak Tablo 4.6'da verilmiştir.

Göknar, sarıçam ve karaçam meşcereleri topraklarının toprak organik karbon değişim miktarları ağaç türü, meşcere gelişme çağı ve derinliğe göre önemli derecede (söz edilen sıralamaya göre P<0,001) farklılıklar göstermiştir. Ağaç türü ve derinlik faktörlerinin birlikte yaptığı etkinin istatistiksel olarak anlamsız çıkması (P>0,05) ağaç türüne ve derinliğe göre toprak organik karbon miktarlarının farklılık göstermediği, aynı yönde etki ettiği anlamındadır. Göknar, sarıçam ve karaçam meşcereleri topraklarının toprak organik karbon değişim miktarları ağaç türü, meşcere gelişme çağı ve derinliğe göre önemli derecede (P<0,001) farklılıklar göstermiştir. Ağaç türü ve derinlik faktörlerinin birlikte yaptığı etkisinin istatistiksel olarak anlamsız çıkması (P>0,05) ağaç türüne ve derinliğe göre toprak organik karbon miktarlarının farklılık göstermediği, aynı yönde etki ettiği anlamındadır. Ağaç türü ve meşcere gelişme çağı ile meşcere gelişme çağı ve derinlik faktörlerinin birlikte yaptığı etkisinin istatistiksel olarak anlamlı çıkması (P<0,001) toprak organik karbon miktarı değişiminde meydana gelen farklılıkların önemli derecede etkisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca ağaç türü, meşcere gelişme çağı ve derinlik faktörlerimin her üçünün yaptığı etkisinin istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır (p<0,05, Tablo 4.6).

Toprak organik karbon miktarları incelendiğinde her bir ağaç türünün farklı meşcere gelişme çağına göre toprak profillerinin derinlik kademeleri (0-10 cm, 10-20 cm), (20-30 cm) arttıkça toprak organik karbon miktarlarının azaldığı görülmüştür (Şekil 4.2).

Toprak profilinin 0-10 cm aralığındaki derinlik kademesinde en yüksek toprak organik karbon miktarına Ga meşceresi sahip olmuştur. Toprak profilinin 10-20 cm aralığındaki derinlik kademesinde en yüksek toprak organik karbon miktarına Ga meşceresi sahip olmuştur. Toprak profilinin 20-30 cm aralığındaki derinlik kademesinde en yüksek toprak organik karbon miktarına Gc meşceresi sahip olmuştur.



Şekil 4.2 Toprak organik karbon miktarlarının, ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına ve toprak profili derinlik kademelerine göre değişimi

4.7 Ağaç Türlerine, Farklı Meşcere Gelişme Çağlarına Göre TA Miktarı Değişimi

Toprak azot miktarlarının farklı ağaç türlerinin farklı gelişme çağlarına ait meşcerelerinde toprak derinliğine her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin etkileri gösterilmiş ve istatistiksel olarak Tablo 4.7'de verilmiştir.

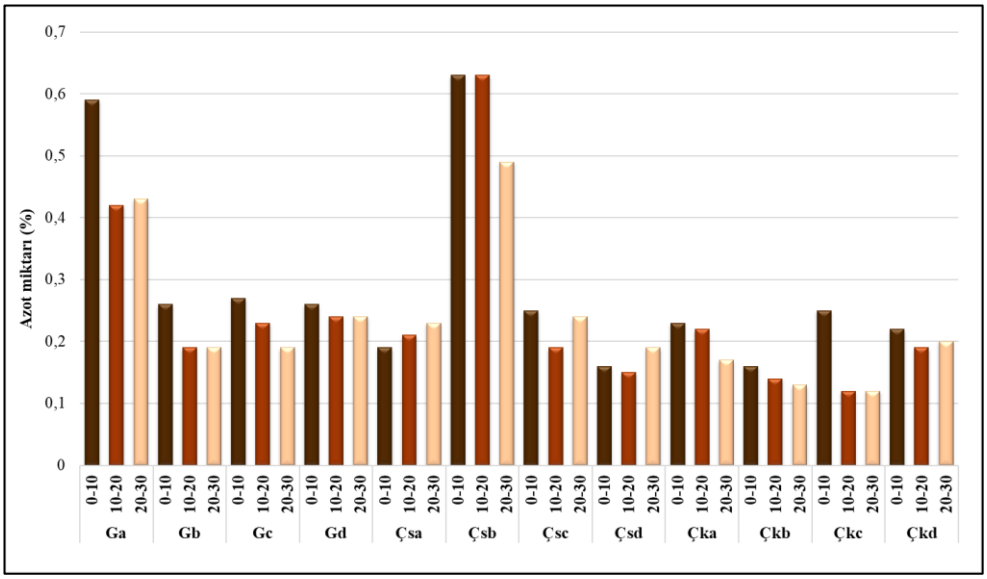
Göknar, sarıçam ve karaçam meşcereleri topraklarının toplam azot miktarı değişimi; ağaç türü, meşcere gelişme çağı, derinliğe göre önemli derecede (söz edilen sıralamaya göre P<0,001, P<0,001, P<0,05) farklılıklar göstermiştirGöknar, sarıçam ve karaçam meşcereleri topraklarının toplam azot miktarı; ağaç türü, meşcere gelişme çağı, derinliğe göre önemli derecede (söz edilen sıralamaya göre P<0,001, P<0,001, P<0,05) farklılıklar göstermiştir. Ağaç türü ve derinlik; meşcere gelişme çağı ve derinlik faktörlerinin her ikisinin birlikte yaptığı etkisi ile ağaç türü, meşcere gelişme çağı ve derinlik faktörlerinin her üçünün birlikte yaptığı etkinin istatistiksel olarak anlamsız çıkması (P>0,05) toprak azot miktarı değişiminde meydana gelen farklılıkların ağaç türüne meşcere gelişme çağına ve derinlik faktörlerine göre farklılık göstermediği aynı yönde etki ettiği anlamındadır (Tablo 4.7).

Toprak profilinin 0-10 cm derinlik kademesinde en yüksek toprak azot miktarına Çsb meşceresi sahip olmuştur (Şekil 4.3). Toprak profilinin 10-20 cm derinlik kademesinde en yüksek toprak azot miktarına Çsb meşceresi sahip olmuştur (Şekil

4.3). Toprak profilinin 20-30 cm derinlik kademesinde en yüksek toprak azot miktarına Çsb meşceresi sahip olmuştur (Şekil 4.3).

Tablo 4.7 Toprak azot miktarlarının ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin iki yönlü ANOVA değerleri (%)

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Önem Düzeyi	Eta Karesi
Düzeltilmiş model	3,767[a]	35	0,108	8,388	0,000	0,625
Sabit	13,953	1	13,953	1087,518	0,000	0,861
Ağaç türü (AT)	0,640	2	0,320	24,930	0,000	0,221
Meşcere gelişme çağı (MGÇ)	0,539	3	0,180	13,996	0,000	0,193
Derinlik (D)	0,117	2	0,059	4,560	0,012	0,049
AT * MGÇ	2,270	6	0,378	29,493	0,000	0,501
AT* D	0,028	4	0,007	0,545	0,703	0,012
MGÇ * D	0,048	6	0,008	0,626	0,709	0,021
AT * MGÇ * D	0,123	12	0,010	0,800	0,650	0,052
Hata	2,258	176		0,013		
Toplam	19,873	212				
Düzeltilmiş toplam	6,025	211				



Şekil 4.3 Toprak azot miktarlarının ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine göre değişimi

4.8 Ağaç Türlerine, Farklı Meşcere Gelişme Çağlarına Göre TOK Stoku Değişimi

Toprak organik karbon stoku (TOK) farklı ağaç türlerinin farklı gelişme çağlarına ait meşcerelerinde toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin etkileri gösterilmiş ve istatistiksel olarak Tablo 4.8'de verilmiştir.

Göknar, sarıçam ve karaçam meşcereleri topraklarının toprak organik karbon (TOK) stoku ağaç türü ve meşcere gelişme çağı faktörlerine göre önemli derecede (söz edilen sıralamaya göre P<0,001) farklılıklar göstermiştir. Ağaç türü ve derinlik; meşcere gelişme çağı ve derinlik, ağaç türü, meşcere gelişme çağı ve derinlik her üçünün TA stokları üzerinde önemli derecede etkisi olduğu olduğu gözlemlenmiştir (P<0,05). Göknar, sarıçam ve karaçam meşcereleri topraklarının organik karbon (TOK) stoku sadece ağaç türü, meşcere gelişme çağı ve derinlik faktörlerine göre önemli derecede (P<0,05) farklılıklar göstermiştir. Ağaç türü ve derinlik; meşcere gelişme çağı ve derinlik faktörlerinin birlikte yaptığı etkisi istatistiksel olarak anlamsız çıkması (P>0,05) TA stokları üzerinde farklılık göstermediği aynı yönde etki ettiği anlamındadır (Tablo 4.8). Ayrıca ağaç türü ve meşcere gelişme çağı faktörünün birlikte yaptığı etkisi ile ağaç türü, meşcere gelişme çağı ve derinlik faktörlerinin her üçünün yaptığı etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,01) (Tablo 4.8).

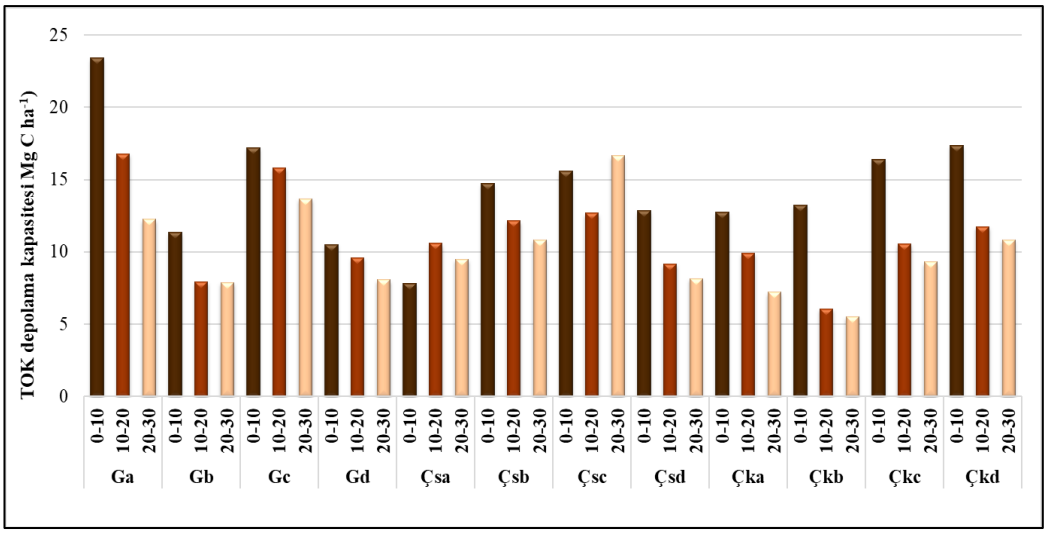
Toprak profillerinin 0-10 cm aralığındaki derinlik kademesinde en yüksek TOK stokuna Ga meşceresi sahip olmuştur (Şekil 4.4). Toprak profillerinin 10-20 cm aralığındaki derinlik kademesinde en yüksek TOK stokuna Ga meşceresi sahip olmuştur (Şekil 4.4.). Toprak profilinin 20-30 cm aralığındaki derinlik kademesinde TOK stokuna Gc meşceresi sahip olmuştur (Şekil 4.4).

Toprağın 0-30 cm derinliği incelendiğinde en yüksek TOK stoku Ga meşceresi topraklarında (52,44 ton C ha^{-1}), en düşük miktar ise Çkb meşceresi topraklarında tespit edilmiştir (24,86 ton C ha^{-1}) (Şekil 4.5).

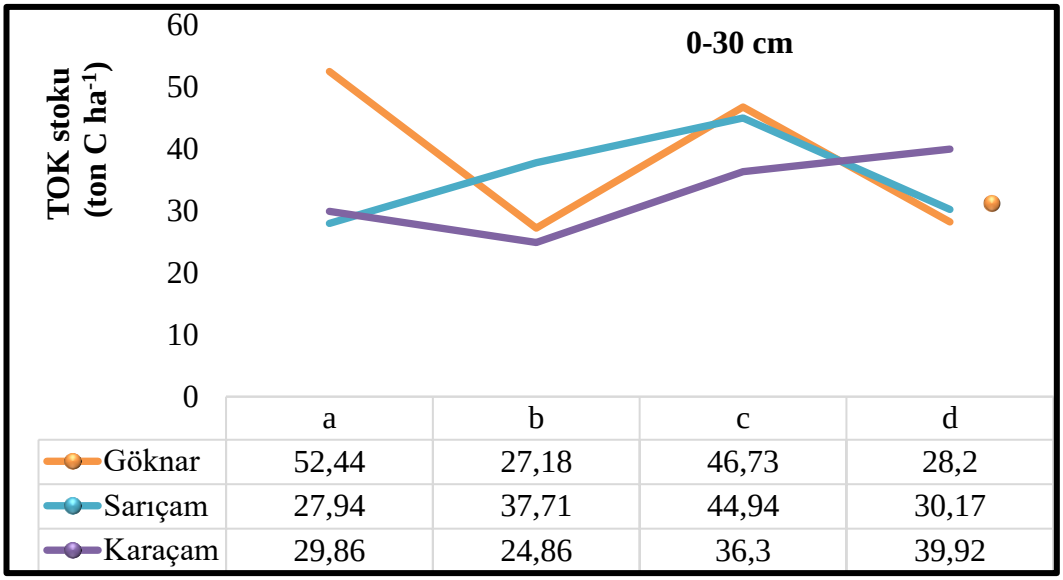
Tablo 4.8 Toprak organik karbon stokunun ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin iki yönlü ANOVA değerleri (%)

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Önem Düzeyi	Eta Karesi
Düzeltilmiş model	3045,880[a]	35	87,025	5,625	0,000	0,528
Sabit	29546,561	1	29546,561	1909,617	0,000	0,916
Ağaç Türü (AT)	135,370	2	67,685	4,375	0,014	0,047
Meşcere Gelişme Çağı (MGÇ)	541,419	3	180,473	11,664	0,000	0,166
Derinlik (D)	557,433	2	278,717	18,014	0,000	0,170
AT * MGÇ	1003,515	6	167,253	10,810	0,000	0,269
AT * D	133,173	4	33,293	2,152	0,076	0,047
MGÇ * D	151,645	6	25,274	1,633	0,140	0,053
AT * MGÇ* D	431,587	12	35,966	2,324	0,009	0,137
Hata	2723,161	176	15,473			
Toplam	35386,531	212				
Düzeltilmiş Toplam	5769,041	211				

a. R^2 = ,528 (Düzeltilmiş R^2 = ,434)



Şekil 4.4 Farklı ağaç türlerine ait meşcere gelişme çağlarında TOK stoklarındaki değişimler



	a	b	c	d
Göknar	52,44	27,18	46,73	28,2
Sarıçam	27,94	37,71	44,94	30,17
Karaçam	29,86	24,86	36,3	39,92

Şekil 4.5 Farklı ağaç türlerine ait meşcere gelişme çağlarında TOK stoklarındaki değişimler

4.9 Ağaç Türlerine Farklı Meşcere Gelişme Çağlarına Göre TA Stoku Değişimi

Toprak toplam azot stoku (TA) farklı ağaç türlerinin farklı gelişme çağlarına ait meşcerelerinde toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin etkileri gösterilmiş ve istatistiksel olarak Tablo 4.9'da verilmiştir.

Göknar, sarıçam ve karaçam meşcereleri topraklarının TA stoku ağaç türü ve meşcere gelişme çağı ve derinliğe göre önemli derecede (söz edilen sıralamaya göre P<0,05, P<0,001, P>0,001) farklılıklar göstermiştir. Ağaç türü ve derinlik; meşcere gelişme çağı ve derinlik, ağaç türü, meşcere gelişme çağı ve derinlik faktörlerinin anlamsız çıkması (P>0,05) TA stoku üzerinde etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır (Tablo 4.8)

Tablo 4.9 Toplam azot stokunun ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine ve her üçünün etkisine bağlı olarak değişiminin iki yönlü ANOVA değerleri (%)

Kaynak	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Önem Düzeyi	Eta Karesi
Düzeltilmiş model	45,577[a]	35	1,302	5,867	0,000	0,538
Sabit	223,703	1	223,703	1007,800	0,000	0,851
Ağaç Türü (AT)	8,357	2	4,178	18,824	0,000	0,176

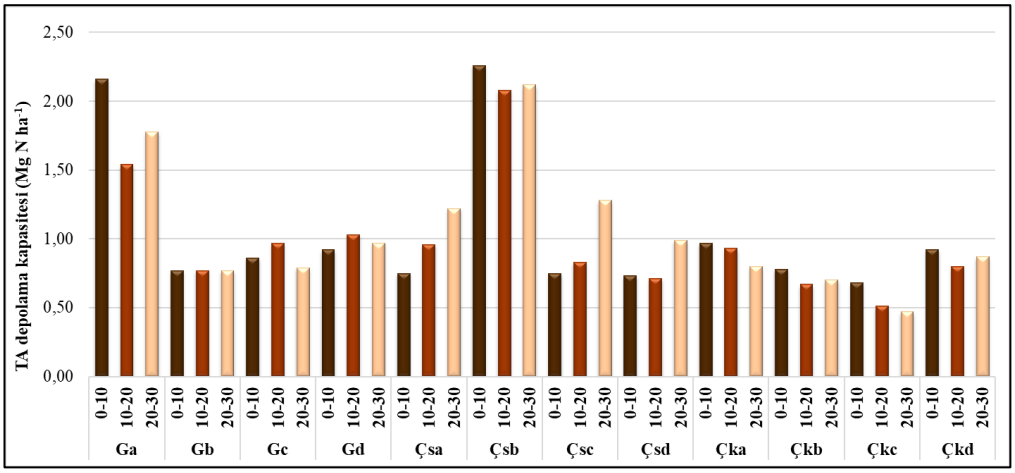
Tablo 4.9 Devamı

Meşcere Gelişme Çağı (MGÇ)	8,122	3	2,707	12,197	0,000	0,172
Derinlik (D)	0,252	2	0,126	0,568	0,568	0,006
AT * MGÇ	25,785	6	4,298	19,361	0,000	0,398
AT * D	1,274	4	0,318	1,435	0,224	0,032
MGÇ * D	0,237	6	0,040	0,178	0,982	0,006
AT * MGÇ* D	1,832	12	0,153	0,688	0,762	0,045
Hata	39,067	176	0,222			
Toplam	306,742	212				
Düzeltilmiş Toplam	84,644	211				

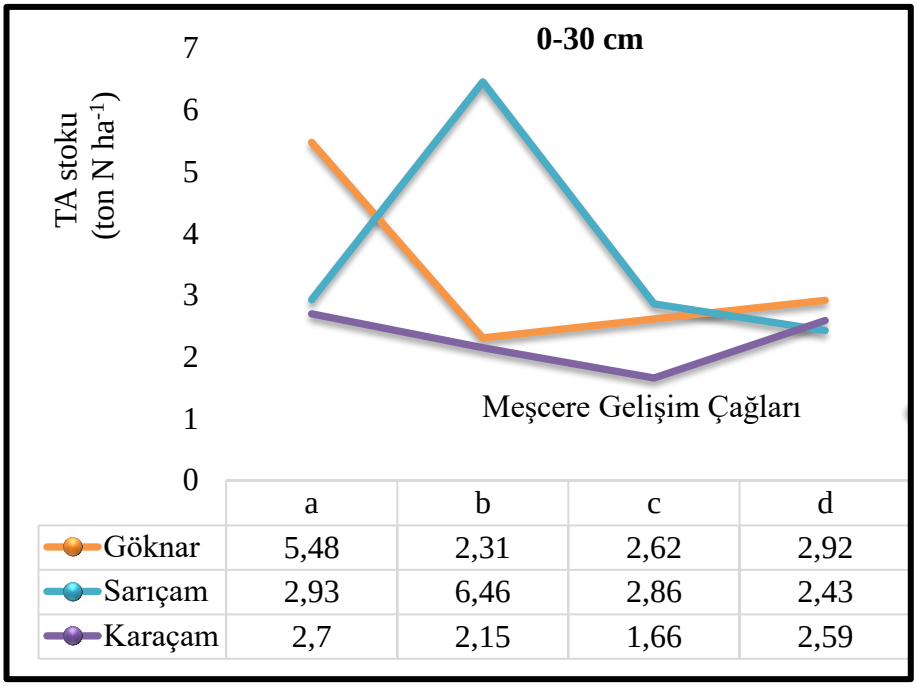
a. R^2 = 0,538 (Düzeltilmiş R^2 = ,447)

Toprak profilinin 0-10 cm derinlik kademesinde en yüksek TA stokuna Çsb meşceresi sahip olmuştur (Şekil 25). Toprak profillerinin 10-20 cm aralığındaki derinlik kademesinde en yüksek TA miktarına Ga meşceresi sahip olmuştur (Şekil 4.6). Toprak profilinin 20-30 cm derinlik kademesinde en yüksek TA stokuna Çsb meşceresi sahip olmuştur (Şekil 4.6).

Toprağın 0-30 cm derinliği incelendiğinde TA stoku en yüksek olan Çsb meşceresi toprakları (6,46 ton N ha^{-1}), en düşük olan ise Çkc meşceresi toprakları (1,66 ton N ha^{-1}) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.6 Toplam azot stokunun ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine göre değişimi



	a	b	c	d
Göknar	5,48	2,31	2,62	2,92
Sarıçam	2,93	6,46	2,86	2,43
Karaçam	2,7	2,15	1,66	2,59

Şekil 4.7 Toplam azot stokunun ağaç türlerine, farklı meşcere gelişme çağlarına, toprak derinliğine göre değişimi.

5. TARTIŞMA

5.1 Toprak Organik Karbon Stoku

Bu tezde, ağaç türlerinin farklı meşcere gelişim çağlarında ve toprak derinliği değişikliklerinde TOK stoku üzerinde önemli etkisi olabileceğini göstermiştir. Karaçam türlerinin çapa bağlı olarak 0-30 cm toprak derinliğinde TOK stokunun önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir ve bu artış özellikle orta ağaçlık çağındaki meşcereler (d) altındaki topraklarda daha fazladır. Cao vd., 2012; Li vd., 2015; Miao vd., 2014; Sarıyıldız vd., 2015 çalışmalarında benzer şekilde sonuçlara ulaşmışlardır. Benzer şekilde Davis vd.'nin (2003), Yeni Zelanda 'da yalancı kayın türünde yaptıkları çalışmada TOK stokunun meşcere gelişim çağlarına göre değiştiğini bulmuşlardır. Bu artışın sebebi kapalılık, meşcere yoğunluğu, toprak özellikleri ve aralama müdehaleleri gibi faktörler arasındaki etkileşimler ile açıklanabilir. Sarıçam ve göknar meşcereleri altındaki topraklarda, "a" gençlik ve sıklık çağı meşcerelerinden, "d" orta ağaçlık meşcerelerine doğru TOK stoklarında doğrusal bir artışın olmadığı ancak, artma-azalma veya azalma-artma eğiliminde göstermiştir. Benzer şekilde Davis vd.'nin (2003), Yeni Zelanda 'da yalancı kayın türünde yaptıkları çalışmada TOK stokunun meşcere gelişim çağlarına göre değiştiğini bulmuşlardır. Bu artışın sebebi kapalılık, meşcere yoğunluğu, toprak özellikleri ve aralama müdehaleleri gibi faktörler arasındaki etkileşimler ile açıklanabilir. Sarıçam türünde tüm meşcere gelişim çağlarındaki topraklarda TOK stoku gençlik ve sıklık çağında en düşük (27,94 ton C ha^{-1}) değere sahip olurken, sırıklık ve direklik gelişim çağında artış göstermiş (37,71 ton C ha^{-1}), ince ağaçlık gelişim çağında en fazla (44,94 ton C ha^{-1}) artış gözelemlenmiş, orta ağaçlık çağında ise azalma (30,17 ton C ha^{-1}) göstermiştir. Bunun sebebi olgunluğa ulaşan ağaçlardaki verimliliğin azalmasıdır (Chen vd., 2013; Jandl vd., 2007). Göknar ve sarıçam türlerinin meşcerelerinde orta ağaçlık çağındaki meşcere altındaki ölü örtü miktarının; ince ağaçlık çağındaki meşcerelerine göre daha düşük olduğu çalışmamızda kanıtlanmıştır. Sarıçam türünde tüm meşcere gelişim çağlarındaki topraklarda TOK stoku gençlik ve sıklık çağında en düşük (27,94 ton C ha^{-1}) değere sahip olurken, sırıklık ve direklik gelişim çağında artış göstermiş (37,71 ton C ha^{-1}), ince ağaçlık gelişim çağında en fazla (44,94 ton C ha^{-1})

artış gözelemlenmiş, orta ağaçlık çağında ise azalma (30,17 ton C ha^{-1}) göstermiştir. Bunun sebebi olgunluğa ulaşan ağaçlardaki verimliliğin azalmasıdır (Chen vd., 2013; Jandl vd., 2007). Göknar ve sarıçam türlerinin meşcerelerinde orta ağaçlık çağındaki meşcere altındaki ölü örtü miktarının; ince ağaçlık çağındaki meşcerelerine göre daha düşük olduğu çalışmamızda kanıtlanmıştır. Orta ağaçlık çağındaki meşcerelerin toprak üst kısmında ölü örtü miktarındaki azalmalar TOK stokunda düşüş meydana getirmiş olabilir. Harmon vd., (1990) ve Zimmermann vd., (2000), ABD'deki olgun ve yaşlı sarıçam meşcerelerinin genç sarıçam meşcerelerine kıyasla topraklarda daha yüksek oranda karbon (C) transferi edidiğinden toprakta TOK stokunun yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Peichl ve Arain (2006) yaptıkları çalışmada Veymut çamı türü meşcerelerinin 2 ile 65 yaşları arasında toprakta karbon (C) birikiminin 30,1 ile 37,2 ton C ha^{-1} ile arasında değiştiğini belirtmişlerdir, yapılan bu çalışmanın yaptığımız çalışmadaki karaçam ve sarıçam meşcereleri ile uyumlu olduğu anlaşılmıştır. Savacı ve Sarıyıldız (2020), göknar meşcerelerinde 0-30 cm toprak derinliğinde ortalama TOK stokunun 166,7 ton C ha^{-1} (57 yaşında) ile 94,1 ton C ha^{-1} (90 yaşında) arasında değiştiğini bulmuşlardır.

5.2 Toplam Azot Stoku

Tez çalışması sonuçlarına göre; mineral topraktaki TA stoku değişkenlik göstermektedir. Üç farklı ağaç türünün gençlik ile orta ağaçlık çağları altındaki topraklardaki TA stoku genellikle farklılık göstermiştir. Gençlik ve sıklık çağından, orta ağaçlık çağına doğru karaçam, sarıçam ve göknar türlerinin 0-30 cm'deki toprakları incelendiğinde TA stoku 1,66 ile 6,46 ton ha^{-1} arasında değişmiştir. Karaçam ve göknar türleri için en yüksek TA stoku, karaçamda 2,7 ton ha^{-1} ve göknarda 5,48 ton ha^{-1} olma üzere gençlik ve sıklık çağı meşcereleri altı topraklarında tespit edilmiştir. Sarıçam türü için en yüksek TA stoku sırıklık ve direklik çağındaki meşceleri altındaki topraklarda belirlenmiştir (6,46 ton ha^{-1}). Bununla birlikte orta ağaçlık çağındaki ağaçlarda TA stoku en düşük değerdedir. Bunun sebebi ağaç türlerinin toprak üstündeki biriken organik madde miktarındaki değişimin etkisi olmuş olabilir (Sarıyıldız vd., 2015). Ayrıca gençlik çağındaki meşcerelerde düşük organik madde birikiminin etkisi olabilir (Peichl ve Arain, 2006). Yuan ve Chen (2010) yaptıkları çalışmada titrek kavak için meşcere gelişimi ile toprakta TA stoku bir artış

olduğunu gözlemlemişlerdir. Azot fiksasyonu ve birikmiş atmosterik azot birikiminin biyolojik girdilerinin yanı sıra meşcere gelişimi ile topraktaki azot miktarının arttığını belirtmişlerdir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı ağaç türlerine ait farklı gelişme çağındaki meşcerelerin oluşturduğu topraklarda toprak özellikleri, toprak organik karbon TOK ve toplam azot TA ile stokları ile ölü örtü miktarları değerlendirilmiş olup, sonuçlara göre;

- Farklı ağaç türlerine ait farklı meşcere gelişme çağlarının oluşturduğu topraklarda TOK ve TA stokları farklı olduğu tespit edilmiştir.
- Sarıçam, karaçam ve göknar meşcerelerinin TOK ve TA stokları farklı gelişim çağlarında artış göstermiştir. Bu artışlar irdelendiği zaman;
  -TOK stoku göknar meşcerelerinde gençlik ve sıklık çağı meşceresinden orta ağaçlık meşceresine doğru azaldığı gözlemlenmiştir.
  -Karaçam ve sarıçam meşcerelerinde ise TOK stoku artma-azalma ve azalma-artma eğilimi göstermiştir.
- TA stoku göknar meşceresinde gençlik çağında, sarıçam meşceresinde ince ağaçlık çağında karaçam meşceresinde orta ağaçlık çağında daha fazla bulunmuştur.
- 0-30 cm toprak derinliğinde TA stoku 1,66 ile 6,46 ton ha^{-1} arasında değişmektedir. En yüksek TA stoku sarıçam (6,46 ton ha^{-1}), göknar (5,48 Mg ha^{-1}) ve en düşük karaçam (1,66 ton ha^{-1}) meşcerelerinde gözlendi.

Öneri olarak; Karaçam, sarıçam ve göknar türlerinin farklı meşcere gelişim çağları arasındaki TOK ve TA ile stokları arasındaki ilişki için daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Sonuçlar, tüm meşcere gelişim çağları için üç ağaç türünde C ve N'un ana deposunun toprak olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

Akbaş, B., Akdeniz, N., Aksay, A., Altun, İ.E., Balcı, V., Bilginer, E., Bilgiç, T., Duru, M., Ercan, T., Gedik, İ., Günay, Y., Güven, İ.H., Hakyemez, H.Y., Konak, N., Papak, İ., Pehlivan, Ş., Sevin, M., Şenel, M., Tarhan, N., Turhan, N., Türkecan, A., Ulu, Ü., Uğuz, M.F., Yurtsever, A., (2011). 1:1.250.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara-Türkiye (in Turkish publication).

Alptekin, B.L. (2013). Torosların iç kısmında kermes meşesi makilik alanların toprak üstü biokütle ve karbon depolama kapasitesi. Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı*, Isparta.

Armolaitis, K., Kabasinskiene, I. V., Stupak, I., Kukkola, M., Miksys, V., & Wojcik, J. (2013). Carbon and nutrients of scots pine stands on sandy soils in Lithuania in relation to bioenergy sustainability. *Biomass and Bioenergy*, 54, 250-259. doi:10.1016/j.biombioe.2013.03.034

Asan, Ü. (2012). Türkiye ormanlarındaki yllık karbon stok değişimi trendinin irdelenmesi ve 2023 yılındkai durumunun kestirilmesi. *KSÜ Doğa Bil. Der., Özel Sayı, 109-120*

Başaran, M. (2004). Türkiye Organik Karbon Stoğu. *HR. Ü.Z.F. Dergisi 8 (3/4): 31-36*

Blake, G.R., Hartge, K.H. (1986). Bulk density. In:Page, A. L., Miller, R.H., Keeney, D.H. (Eds.) Methods of soil analysis. Part I. Physical and mineralogical methods, second ed. *Am. Soc. Agron.*, Madison. *Agronomy*, 363-375

Bouyoucos, G.J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agron. J.*, 54, 595-622.

Birdsey RA, Lewis GM (2003) Carbon in U.S. Forest and Wood Products, 1987-1997: State –by-State Estimates, United States Department of Agriculture, Northeastern Research Station, *General Technical Report NE-310, 42p*.

Brown, S., ve 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.

Cao, J., Wang, X., Tian, Y., Wen, Z., & Zha, T. (2012). Pattern of carbon allocation across three different stages of stand development of a Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*) forest. Ecological Research, 27(5), 883-892. https://doi.org/10.1007/s11284-012-0965-1

Canadell, J., Le Quere, C., Raupacha, M., Fielde, C., Buitenhuisc, E., Ciasif, F. vd. (2007) Contributions to accelerating atmospheric CO_2 grownth from economic

activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks, in: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(47), 18866-18870.

Ciais, P. Sabine, C., Bala, G. Bopp, L. Brovin, V., Canadell, J., (2013) Carbon and other biogeochemical cycles. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis.* Contribution of Working Group I to the Fifth Assesment Report of the Intergovernmetal Panel on Climate Change. [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A.Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. *Cambridge University Press,* Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Chen, G. S., Yang, Z. J., Gao, R., Xie, J. S., Guo, J. F., Huang, Z. Q., & Yang, Y. S. (2013). Carbon storage in a chronosequence of Chinese fir plantations in southern China. Forest Ecology and Management, 300, 68-76. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.046

Çapel, N. (2002). Ekolojik Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Tübitak Yayınları, No:180. Ankara.

Çömez, A. (2010) Sündiken Dağlarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinde Karbon birikimin belirlenmesi. Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.*

Güner, E.D., ve Turan, E. S. (2017). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Küresel İklim Değişikliği Üzerine Etkisi. Artvin Çoruh Üniversites, Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 10 (13): 1-10.

Davis, M. R., Allen, R. B., & Clinton, P. W. (2003). Carbon storage along a stand development sequence in a New Zealand Nothofagus forest. Forest Ecology and Management, 177(1-3), 313-321. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00333-X

Durkaya, B., ve Durkaya, A. (2008). Türkiye toprak üstü tek ağaç ve meşcere biyokütle tabloları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi,* 10 (13): 1-10.

Gülçur, F. (1974). Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları*, İ.Ü. Yayın No: 1970, O.F. Yayın No: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

Harmon, M. E., Ferrell, W. K., & Franklin, J. F. (1990). Effects on carbon storage of conversion of old-growth forests to young forests. Science, 247(4943), 699-702. https://doi.org/10.1126/science.247.4943.699

Hobbie, S. E. (2008). Nitrogen effects on decomposition: A five-year experiment in eight temperate sites. Ecology, 89(9), 2633-2644.

Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., & Byrne, K. A. (2007). How strongly can forest management influence soil carbon sequestration?. Geoderma, 137(3-4), 253-268. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2006.09.003

Janzen, H. H. (2004). Carbon cycling in earth systems-a soil science perspective *Agriculture , Ecosystems and Environment*, 104,399-417.

Jackson, M.L. (1962). *Soil chemical analysis, constable and company Ltd*. London England.

Jiang, C. M., Yu, G. R., Fang, H. J., Cao, G. M., & Li, Y. N. (2010). Short-term effect of increasing nitrogen deposition on CO2, CH4 and N2O fluxes in an alpine meadow on the Qinghai- tibetan Plateau, China. Atmospheric Environment, 44, 2920-2926.

Kantarcı, M. D., 2000. *Toprak İlmi* (2. Baskı), İ.Ü. Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, Çantay Basımevi, İstanbul

Karatepe, Y. (2004) Gölcük (Isparta)'Te Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. supsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) Meşcerelerinin Topraklarındaki Toplam Azot ve Organik Karbon ile Ölü Örtülerindeki Toplam Azot ve Organik Madde Miktarlarının Araştırılması. *Turkish Journal of Forestry* 5.2, 1-16.

Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Cabuk, Y., & Kurt, R. (2011). Utilizations of biomass as an energy source in Turkey. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13(19).

Lee, J., Hopmans, J. W., Rolston, D. E., Baer, S. G., & Six, J. (2009). Determining soil carbon stock changes: simple bulk density corrections fail. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 134(3), 251-256.

Leuschner, C., Wulf, M., Bauchler, P., Hertel, D. (2013). Soil C and nutrient stores under Scots pine afforestations compared to ancient beech forests in the German Pleistocene: The role of tree species and forest history. *Forest Ecology and Management*, 310, 405-415, http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.08.043

Li, Y., Xia, Y., Lei, Y., Deng, Y., Chen, H., Sha, L., Cao, M., Deng, X. (2015). Estimating changes in soil organic carbon storage due to land use changes using a modified calculation method. *iForest*, 8, 45-52.

Maddock, J.E., Dos Santos, M. B., De Sá, S. R. A., Pedro, L. D. A (2004). Soil respiration and carbon storage of an acrisol under forest and different cultivations in Rio de Janeiro State, Brazil. In Tropical Agriculture in 152 Transition-Opportunities for Mitigating.

Makineci, E. (1999). Araştırma Ormanındaki Baltalıkların Koruya Dönüştürülmesi İşlemlerinin Ölü Örtü ve Topraktaki Azot Değişimine Etkileri. Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.

Makineci, E., Ozdemir, E., Caliskan, S., Yilmaz, E., Kumbasli, M., Keten, A., ... & Yilmaz, H. (2015). Ecosystem carbon pools of coppice-originated oak forests at different development stages. European Journal of Forest Research, 134(2), 319-333. https://doi.org/10.1007/s10342-014-0854-y

Mao, R., Zeng, D. H., Hu, Y. L., Li, L. J., & Yang, D. (2010). Soil organic carbon and nitrogen stocks in an age-sequence of poplar stands planted on marginal

agricultural land in Northeast China. Plant and Soil, 332(1), 277-287. https://doi.org/10.1007/s11104-010-0292-7

Marumoto, T., Anderson, J.P.E., Domscg, K.H., (1982). Mineralization of nutrients from soil microbial biomass. Soil Biol. Biochem. 14, 469–475.

Miao, J., Zhou, C. Y., Li, S. J., & Yan, J. H. (2014). Accumulation of soil organic carbon and total nitrogen in *Pinus yunnanensis* forests at different age stages. Ying Yong Sheng tai xue bao= The Journal of Applied Ecology, 25(3), 625-631.

Peichl, M., & Arain, M. A. (2006). Above-and belowground ecosystem biomass and carbon pools in an age-sequence of temperate pine plantation forests. Agricultural and Forest Meteorology, 140(1-4), 51-63. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.08.004

Pennanen, T., Liski, J., Bååth, E., Kitunen, V., Uotila, J., Westman, C. J., & Fritze, H. (1999). Structure of the microbial communities in coniferous forest soils in relation to site fertility and stand development stage. *Microbial Ecology*, *38*(2), 168-179.

Ramanathan, V., Carmichael, G. (2008) Global and regional climate changes due to black carbon *Nature geoscience, 1*(4), 221-227.

Sariyildiz, T., Anderson, J.M. & Kucuk, M. (2005) Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality and decomposition in Northeast Turkey, *Soil Biology and Biochemistry*, 37(9), 1695-1706.

Sariyildiz, T. (2008). Effects of gap size on long-term litter decomposition rates of Beech, Oak and Chestnut species in a high-elevation of northeast Turkey, *Ecosystems*, 11(6), 841-853.

Sariyildiz, T. (2015). Effects of tree species and topography on fine and small root decomposition rates of three common tree species (*Alnus glutinosa, Picea orientalis and Pinus sylvestris*) in Turkey, *Forest Ecology and Management,* 335, 71-86.

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. https://doi.org/10.3832/ifor1567-008

Sariyildiz, T., Savaci, G. & Kravkaz, I. S. (2016). 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.

Savacı, G. & Sarıyıldız, T. (2020). Determination of Changes in Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Stocks under Different Stand Age of Kazdağı Fir (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* (Steven) Spach). Bartın Orman Fakültesi Dergisi , 22 (2) , 532-543 . https://doi.org/10.24011/barofd.668329

Sevgi, O., Makineci, E., Karaoz, O. (2011). The forest and mineral soil carbon pools of six different forest tree species. *Ekoloji, 20*(81),8-14. doi:10.5053/ekoloji.2011.812

Sevim, M., (1956). Belgrad Ormanı Bazı Meşçerelerinde Üst Toprağın Fizik ve Şimik Özellikleri Üzerine Araştırmalar *İ.Ü. Orman Fak. Derg.,* 6(1), 114-126. İstanbul.

Tolunay, D., Çömez, A. 2008. Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye'deki durum. Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar.13-14 Aralık 2007, İstanbul, 97-108.

Tolunay, D., Çömez, A. (2008). Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları, *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu*, 22-25 Ekim, pp: 750-765, Hatay.

T.S. 8332 (1990). Topraklar-Toprak Reaksiyonu (pH) Tayini. Soils-Determination of Soil pH. TS 8332/Nisan 1990 Ankara

Tüfekçioğlu, A., Güner, S. (2008). Artvin-Murgul yalancı akasya ağaçlandırmalarının odun üretimi, biyokütle, karbon depolama, toprak ıslahı ve erozyonu önleme yönlerinden araştırılması.

Tüfekçioğlu, A., Küçük, M. (2010). Saf sarıçam meşcerelerinde kök kütlesi, kök üretimi ve kök karbon depolama miktarlarının yaş sınıflarına göre değişimi. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mayıs 2010, s.1030-1037. Artvin.

URL-1. Resmi İstatistik Programı Kapsamında Yer Alan " Ormancılık İstatistikleri 2021", https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler. Erişim Tarihi 15/07/2022.

Wilson, B., & Puri, G. (2001). A comparison of pinewood and moorland soils in the Abernethy Forest Reserve, Scotland. *Global Ecology and Biogeography*, *10*(3), 291-303.

Yan, T., Lü, X. T., Zhu, J. J., Yang, K., Yu, L. Z., & Gao, T. (2018). Changes in nitrogen and phosphorus cycling suggest a transition to phosphorus limitation with the stand

Zimmermann, R., Schulze, E. D., Wirth, C., Schulze, E. E., Mcdonald, K. C., Vygodskaya, N. N., & Ziegler, W. (2000). Canopy transpiration in a chronosequence of Central Siberian pine forests. Global Change Biology, 6(1), 25-37. https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2000.00289.x[x1]

EKLER

EKLER

EK A. Uludağ Göknarı "a" Çapları

Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) "a" Gençlik Ve Sıklık Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
G	1	14	G	28	10	G	55	6
G	2	8	G	29	10	G	56	10
G	3	16	G	30	14	G	57	18
Çs	4	6	G	31	8	G	58	10
G	5	24	G	32	8	G	59	16
G	6	18	G	33	16	G	60	18
G	7	18	G	34	14	G	61	8
G	8	16	G	35	16	G	62	6
G	9	18	G	36	14	G	63	6
G	10	16	G	37	12	G	64	10
Çs	11	6	G	38	16	G	65	10
G	12	4	G	39	10	G	66	8
Çs	13	6	G	40	10	G	67	16
G	14	6	G	41	8	Çs	68	0
G	15	8	G	42	16	Çs	69	4
G	16	10	G	43	8	Çs	70	4
G	17	20	G	44	6	Çs	71	4
G	18	20	G	45	22	G	72	8
G	19	6	G	46	8	G	73	6
G	20	6	G	47	10	G	74	4
G	21	8	G	48	8	G	75	4
G	22	6	G	49	8	G	76	8
G	23	6	G	50	10	G	77	8
G	24	10	G	51	6	G	78	12
G	25	6	G	52	8	G	79	16
G	26	16	G	53	8	G	80	6
G	27	10	G	54	10	G	81	10

EK B. Uludağ Göknarı "b" Çapları

Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) "b" Sırıklık Ve Direklik Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
G	1	22	G	13	18	G	25	12
G	2	24	G	14	32	G	26	20
G	3	20	G	15	18	G	27	18
G	4	28	G	16	10	G	28	12
G	5	24	G	17	18	G	29	22
G	6	28	G	18	24	G	30	20
G	7	20	G	19	32	G	31	18
G	8	24	G	20	14	G	32	12
G	9	10	G	21	20	G	33	10
G	10	8	G	22	10	G	34	28
G	11	22	G	23	20	G	35	10
G	12	12	G	24	6	G		

EK C. Uludağ Göknarı "c" Çapı

Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) "c" İnce Ağaçlık Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
G	1	36	G	10	32	G	19	36
G	2	28	G	11	30	G	20	50
G	3	28	G	12	46	G	21	38
G	4	44	G	13	38	G	22	30
G	5	30	G	14	20	G	23	20
G	6	42	G	15	26	G	24	24
G	7	34	G	16	34	G	25	20
G	8	36	G	17	54			
G	9	42	G	18	46			

EK D. Uludağ Göknarı "d" Çapı

Uludağ Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmuelleriana*) "d" Orta Ağaçlık Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,3}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
G	1	42	G	10	56	G	19	8
G	2	58	G	11	40	G	20	48
G	3	6	G	12	14	G	21	36
G	4	52	G	13	8	G	22	62
G	5	44	G	14	8	G	23	48
G	6	42	G	15	32	G	24	40
G	7	38	G	16	34	G	25	40
G	8	42	G	17	40	G	26	70
G	9	58	G	18	62			

EK E. Sarıçam “a” Çapı

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) “a” Gençlik ve Sıklık Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
Çs	1	6	Çs	34	4	Çs	67	14
Çs	2	6	Çs	35	4	Çs	68	6
Çs	3	6	Çs	36	12	Çs	69	6
Çs	4	6	Çs	37	14	Çs	70	6
Çs	5	6	Çs	38	6	Çs	71	6
Çs	6	4	Çs	39	6	Çs	72	6
Çs	7	4	Çs	40	6	Çs	73	6
Çs	8	4	Çs	41	6	Çs	74	10
Çs	9	4	Çs	42	6	Çs	75	6
Çs	10	10	Çs	43	6	Çs	76	12
Çs	11	10	Çs	44	6	Çs	77	8
Çs	12	10	Çs	45	4	Çs	78	8
Çs	13	10	Çs	46	4	Çs	79	6
Çs	14	12	Çs	47	4	Çs	80	10
Çs	15	6	Çs	48	4	Çs	81	10
Çs	16	6	Çs	49	4	Çs	82	8
Çs	17	6	Çs	50	4	Çs	83	6
Çs	18	6	Çs	51	4	Çs	84	6
Çs	19	6	Çs	52	4	Çs	85	4
Çs	20	6	Çs	53	4	Çs	86	4
Çs	21	6	Çs	54	4	Çs	87	4
Çs	22	6	Çs	55	4	Çs	88	4
Çs	23	6	Çs	56	4	Çs	89	4
Çs	24	6	Çs	57	6	Çs	90	4
Çs	25	10	Çs	58	6	Çs	91	6
Çs	26	10	Çs	59	6	Çs	92	6
Çs	27	10	Çs	60	6	Çs	93	6
Çs	28	12	Çs	61	6	Çs	94	8
Çs	29	12	Çs	62	8	Çs	95	8
Çs	30	10	Çs	63	10	Çs	96	8
Çs	31	10	Çs	64	10	Çs	97	8
Çs	32	4	Çs	65	10	Çs	98	8
Çs	33	4	Çs	66	12			

EK F. Sarıçam "b" Çapı

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) "b" Sırıklık ve Direklik Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
Çs	1	24	Çs	29	20	Çs	57	16
Çs	2	14	Çs	30	16	Çs	58	20
Çs	3	16	Çs	31	12	Çs	59	16
Çs	4	14	Çs	32	22	Çs	60	12
Çs	5	14	Çs	33	18	Çs	61	16
Çs	6	12	Çs	34	14	Çs	62	18
Çs	7	22	Çs	35	16	Çs	63	12
Çs	8	12	Çs	36	16	Çs	64	18
Çs	9	16	Çs	37	14	Çs	65	16
Çs	10	10	Çs	38	14	Çs	66	16
Çs	11	24	Çs	39	18	Çs	67	14
Çs	12	16	Çs	40	20	Çs	68	14
Çs	13	16	Çs	41	14	Çs	69	18
Çs	14	10	Çs	42	14	Çs	70	24
Çs	15	18	Çs	43	16	Çs	71	16
Çs	16	20	Çs	44	20	Çs	72	16
Çs	17	10	Çs	45	20	Çs	73	16
Çs	18	14	Çs	46	24	Çs	74	18
Çs	19	16	Çs	47	24	Çs	75	16
Çs	20	14	Çs	48	16	Çs	76	8
Çs	21	14	Çs	49	18	Çs	77	8
Çs	22	18	Çs	50	16	Çs	78	18
Çs	23	14	Çs	51	18	Çs	79	10
Çs	24	18	Çs	52	18	Çs	80	10
Çs	25	14	Çs	53	22	Çs	81	16
Çs	26	12	Çs	54	18	Çs	82	20
Çs	27	18	Çs	55	20	Çs	83	10
Çs	28	16	Çs	56	18			

EK G. Sarıçam "c" Çapı

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) "c" İnce Ağaçlık Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
Çs	1	32	Çs	23	22	Çs	45	28
Çs	2	28	Çs	24	20	Çs	46	28
Çs	3	24	Çs	25	30	Çs	47	34
Çs	4	30	Çs	26	30	Çs	48	28
Çs	5	20	Çs	27	28	Çs	49	36
Çs	6	20	Çs	28	24	Çs	50	34
Çs	7	28	Çs	29	22	Çs	51	16
Çs	8	20	Çs	30	22	Çs	52	24
Çs	9	26	Çs	31	30	Çs	53	28
Çs	10	30	Çs	32	26	Çs	54	22
Çs	11	20	Çs	33	24	Çs	55	20
Çs	12	26	Çs	34	24	Çs	56	28
Çs	13	22	Çs	35	28	Çs	57	24
Çs	14	28	Çs	36	20	Çs	58	18
Çs	15	24	Çs	37	20	Çs	59	30
Çs	16	28	Çs	38	28	Çs	60	30
Çs	17	28	Çs	39	26	Çs	61	28
Çs	18	26	Çs	40	18	Çs	62	24
Çs	19	26	Çs	41	22	Çs	63	20
Çs	20	24	Çs	42	26	Çs	64	18
Çs	21	18	Çs	43	30	Çs	65	30
Çs	22	18	Çs	44	24			

EK H. Sarıçam "c" Çapı

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) "c" İnce Ağaçlık Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
Çs	1	32	Çs	23	22	Çs	45	28
Çs	2	28	Çs	24	20	Çs	46	28
Çs	3	24	Çs	25	30	Çs	47	34
Çs	4	30	Çs	26	30	Çs	48	28
Çs	5	20	Çs	27	28	Çs	49	36
Çs	6	20	Çs	28	24	Çs	50	34
Çs	7	28	Çs	29	22	Çs	51	16
Çs	8	20	Çs	30	22	Çs	52	24
Çs	9	26	Çs	31	30	Çs	53	28
Çs	10	30	Çs	32	26	Çs	54	22
Çs	11	20	Çs	33	24	Çs	55	20
Çs	12	26	Çs	34	24	Çs	56	28
Çs	13	22	Çs	35	28	Çs	57	24
Çs	14	28	Çs	36	20	Çs	58	18
Çs	15	24	Çs	37	20	Çs	59	30
Çs	16	28	Çs	38	28	Çs	60	30
Çs	17	28	Çs	39	26	Çs	61	28
Çs	18	26	Çs	40	18	Çs	62	24
Çs	19	26	Çs	41	22	Çs	63	20
Çs	20	24	Çs	42	26	Çs	64	18
Çs	21	18	Çs	43	30	Çs	65	30
Çs	22	18	Çs	44	24			

EK I. Sarışam "d" Çapı

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) "d" Orta Ağaçlık Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
Çs	1	40	G	11	18	Çs	21	54
Çs	2	50	Çs	12	40	Çs	22	40
Çs	3	50	Çs	13	50	Çs	23	40
Çs	4	30	Çs	14	46	Çs	24	36
Çs	5	50	Çs	15	44	Çs	25	34
Çk	6	44	Çs	16	38	Çs	26	50
Çs	7	36	Çs	17	30	Çs	27	50
Çs	8	36	Çs	18	38	G	28	12
Çs	9	44	G	19	12	Çs	29	18
Çs	10	48	Çs	20	30	Çs	30	48

EK J. Karacam "a" Çapı

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) "a" Gençlik Ve Sıklık Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
Çk	1	14	Çk	17	12	Çk	33	14
Çk	2	14	Çk	18	12	Çk	34	12
Çk	3	12	Çk	19	14	Çk	35	14
Çk	4	12	Çk	20	16	Çk	36	10
Çk	5	14	Çk	21	14	Çk	37	12
Çk	6	12	Çk	22	12	Çk	38	16
Çk	7	14	Çk	23	14	Çk	39	14
Çk	8	12	Çk	24	14	Çk	40	12
Çk	9	12	Çk	25	12	Çk	41	12
Çk	10	12	Çk	26	14	Çk	42	12
Çk	11	10	Çk	27	12	Çk	43	12
Çk	12	14	Çk	28	12	Çk	44	10
Çk	13	12	Çk	29	10	Çk	45	12
Çk	14	12	Çk	30	12	Çk	46	10
Çk	15	12	Çk	31	12	Çk	47	12
Çk	16	18	Çk	32	14			

EK K. Karaçam "b" Çapı

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) "b" Sırıklık Ve Direklik Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
Çk	1	28	Çk	16	20	Çk	31	22
Çk	2	12	Çk	17	20	Çk	32	28
Çk	3	26	M	18	10	Çk	33	22
Çk	4	20	M	19	10	Çk	34	10
Çk	5	18	M	20	10	Çk	35	12
Çs	6	10	Çk	21	8	Çk	36	20
Çk	7	20	Çk	22	24	Çk	37	6
Çk	8	10	Çk	23	22	M	38	6
Çk	9	10	Çk	24	22	M	39	8
Çk	10	22	Çk	25	22	M	40	24
Çk	11	20	Çs	26	20	Çk	41	22
Çk	12	20	Çk	27	20	Çk	42	16
Çk	13	8	Çk	28	20	Çk	43	20
Çk	14	20	Çk	29	24			
Çk	15	22	Çk	30	24			

EK L. Karaçam "c" Çapı

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) "c" İnce Ağaçlık Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
Çk	1	32	Çk	18	24	Çk	35	28
Çk	2	32	Çk	19	26	Çk	36	34
Çk	3	26	Çk	20	22	Çk	37	24
Çk	4	28	Çk	21	22	Çk	38	26
Çk	5	26	Çk	22	30	Çk	39	30
Çk	6	32	Çk	23	26	Çk	40	26
Çk	7	22	Çk	24	26	Çk	41	32
Çk	8	24	Çk	25	24	Çk	42	26
Çk	9	34	Çk	26	26	Çk	43	22
Çk	10	22	Çk	27	24	Çk	44	24
Çk	11	30	Çk	28	28	Çk	45	28
Çk	12	30	Çk	29	22	Çk	46	34
Çk	13	24	Çk	30	30	Çk	47	32
Çk	14	28	Çk	31	26	Çk	48	32
Çk	15	24	Çk	32	30	Çk	49	28
Çk	16	32	Çk	33	26	Çk	50	26
Çk	17	22	Çk	34	32			

EK M. Karaçam "d" Çapı

Karaçam (*Pinus nigra Arnold.*) "d" Orta Ağaçlık Çağı Deneme Alanı Ağaçları Göğüs Yüzeyi Çapları ($d_{1,30}$)

Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı	Ağaç Türü	Ağaç No	$d_{1,30}$ Çapı
Çk	1	46	Çk	12	40	Çk	23	34
Çk	2	40	Çk	13	14	Çk	24	38
Çk	3	48	Çk	14	46	Çk	25	20
Çk	4	12	Çk	15	36	Çk	26	38
Çk	5	58	Çk	16	42	Çk	27	42
Çk	6	34	Çk	17	38	Çk	28	58
Çk	7	50	Çk	18	38	Çk	29	52
Çk	8	44	Çk	19	10	Çk	30	46
Çk	9	44	Çk	20	40	Çk	31	38
Çk	10	36	Çk	21	42	Çk	32	36
Çk	11	38	Çk	22	40			