

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KUNDUZ (VEZİRKÖPRÜ-SAMSUN) YÖRESİ KARAÇAM
ORMAN EKOSİSTEMLERİNİN VERİMLİLİĞİNE ETKİ EDEN BAZI YETİŞME
ORTAMI FAKTÖRLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Orm. Müh. Fatih KURT

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"Orman Yüksek Mühendisi"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 30.04.2010
Tezin Savunma Tarihi : 28.05.2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Lokman ALTUN
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Cengiz ACAR
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Murat YILMAZ**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmış bu çalışma Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü, Kunduz Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan ormanların yetiştirme ortamı ve verimlilik ilişkilerinin araştırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Her şeyden önce yüksek lisans tez konusunun belirlenmesi ve çalışmaların yürütülmesinde bana yol gösteren, çalışmanın her aşamasında içerik ve kaynak bakımından destek sağlayan ve yönlendiren tez danışmanım Sayın Hocam Prof. Dr. Lokman ALTUN'a teşekkürü borç bilirim. Yine çalışmanın yürütülmesi sırasında değerli fikir ve görüşleri ile beni yönlendiren ve yardımlarının esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Murat YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında bana her aşamada destek sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen Orman Yüksek Mühendisi Ayhan USTA'ya teşekkür ederim. Yine arazi çalışması sırasında yardımlarını esirgemeyen ve bana büyük destek veren Orman Mühendisleri arkadaşlarım İrfan ÖZTÜRK ve Ahmet Salih DEĞERMENCİ'ye, yine arazi çalışmaları sırasında toprak kesitlerinin açılması, örneklerin alınması ve taşınması çalışmalarına katılarak destek veren Kunduz Orman İşletme Şefliği personeline ayrı teşekkür ederim.

Kesilen ağaçların gövde analizlerinin yapılmasında benden desteklerini esirgemeyen Arş. Gör. Aydın KAHRİMAN'a ve hesaplamaların gerçekleştirilmesinde yardımcı olan Arş. Gör. İlker ERCANLI'ya, toprak örneklerinin laboratuvar analizleri sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Engin GÜVENDİ'ye ve Orman Mühendisi Emre BABUR'a teşekkür ederim.

Fatih KURT
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Literatür Özeti	3
1.3. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı.....	4
1.3.1. Coğrafi Konum ve Mevki Özellikleri.....	5
1.3.2. İklim	6
1.3.3. Jeolojik Yapı.....	8
1.3.4. Toprak.....	8
1.3.4. Orman Durumu.....	9
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	10
2.1. Materyal.....	10
2.2. Yöntem	10
2.2.1. Hazırlık Çalışmaları.....	10
2.2.2. Arazi Çalışma Yöntemleri.....	11
2.2.2.1. Örnek Alanların Seçilmesi	13
2.2.2.2. Konum Özelliklerinin Belirlenmesi.....	13
2.2.2.3. Bük Kapalılığının Belirlenmesi	14
2.2.2.4. Örnek Alanlardaki Ağaçlarda Yapılan Ölçümler	14
2.2.2.5. Anakaya ve Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi	15
2.2.2.5.1. Toprak Çukurlarının Açılması.....	15
2.2.2.5.2. Jeolojik Yapıya İlişkin Bilgiler ve Anakaya.....	16
2.2.2.5.3. Dış Toprak Durumu.....	17
2.2.2.5.4. Humus Tipleri ve Organik Katlar	17
2.2.2.5.5. Toprak Katmanlarının Ayrılması ve Bunların Kalınlığı.....	17
2.2.2.5.6. Toprağın Mutlak ve Fizyolojik Derinliği	17
2.2.2.5.7. Toprak Katmanlarında Toprak Türü.....	17

2.2.2.5.8.	Toprak Katmanlarının Strüktürü	17
2.2.2.5.9.	Toprak Katmanlarının Bağlılığı.....	18
2.2.2.5.10.	Toprak Katmanlarının Taşlılığı	18
2.2.2.5.11.	Toprak Katmanlarının Geçirgenliği.....	18
2.2.2.5.12.	Toprak Katmanlarının Nemi.....	18
2.2.2.5.13.	Toprak Örneklerinin Alınması.....	18
2.2.2.5.14.	Arazi Çalışmalarının Kayıt Edilmesi.....	19
2.2.3.	Laboratuarda Yapılan Çalışmalar	19
2.2.3.1.	Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması	19
2.2.3.2.	Toprak Örneklerinin Mekanik Analizi	19
2.2.3.3.	pH Tayini.....	20
2.2.3.4.	Organik Karbon (Corg) ile Organik Maddenin Tayini.....	20
2.2.3.5.	Tarla Kapasitesi ve Solma Sınırındaki (Pörsüme Sınırı) Nem Tayini	20
2.2.3.6.	Faydalanılabilir Su Kapasitesinin Tayini	20
2.2.4.	Değerlendirme Çalışmaları.....	20
2.2.4.1.	Verimlilik (Bonitet) Göstergelerinin Belirlenmesi.....	21
2.2.4.2.	Yeryüzü Biçimi (Şekli) Özelliklerinin İstatistik Analize Uygun Hale Getirilmesi	23
2.2.5.	Araştırmada Kullanılan İstatistik Yöntemler	23
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA.....	24
3.1.	Özel Konum Etmenlerine İlişkin Bulgular	24
3.1.1.	Yer Yüzü Şekli (Reliyef) Etmenine İlişkin Bulgular	24
3.1.2.	Bakı Etmenine İlişkin Bulgular	26
3.1.3.	Eğim Etmenine İlişkin Bulgular	28
3.1.4.	Yükselti Etmenine İlişkin Bulgular	31
3.2.	Toprak Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	34
3.2.1.	Humus Tipine İlişkin Bulgular	34
3.2.2.	Toprak Horizonlarına İlişkin Bulgular	35
3.2.2.2.	Toprak Taşlılığına İlişkin Bulgular	35
3.2.3.	Toprak Derinliğine İlişkin Bulgular	35
3.2.4.	Toprak Drenaj Durumuna İlişkin Bulgular	36
3.2.5.	Toprak Tepkimesine İlişkin Bulgular.....	37
3.2.6.	Topraktaki Organik Maddeye İlişkin Bulgular	38
3.2.7.	Anakayaya İlişkin Bulgular	39
3.3.	Aktüel Verimliliğe İlişkin Bulgular.....	39
3.3.1.	Verimlilik – Bakı Grupları İlişkisi	39

3.3.2.	Verimlilik – Toprak Derinliği (Mutlak Toprak Derinliği) İlişkisi	40
3.3.3.	Verimlilik – Taşlılık Sınıfı İlişkisi	41
3.3.4.	Verimlilik-Toprak Drenajı ilişkisi.....	42
3.3.5.	Verimlilik- Toprak Türü İlişkisi	43
3.4.	İstatistiki Analizlere ilişkin Bulgular ve Tartışma.....	43
3.4.1.	Özel Konum Etmenlerine İlişkin Bulguların Tartışılması.....	45
3.4.2.	Toprak Özelliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	47
3.4.2.1.	Üst Toprağa (A Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	48
3.4.2.1.1.	KBE’ne Göre Hesaplanan Verimlilik İle Üst Toprağa (A Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma	48
3.4.2.1.2.	GADA’ya Göre Belirlenen Bonitet Endeksi ile Üst Toprağa (A Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	49
3.4.2.2.	Alt Toprağa (B Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma	53
3.4.2.2.1.	KBE’ne Göre Hesaplanan Verimlilik Alt Toprağa (B Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma	53
3.4.2.1.2.	GADA’ya Göre Belirlenen Bonitet Endeksi ile Üst Toprağa (A Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma.....	54
4.	SONUÇLAR.....	60
5.	ÖNERİLER	62
6.	KAYNAKLAR.....	64
7.	EKLER	67
	ÖZGEÇMİŞ.....	71

ÖZET

Bu çalışmada, Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü, Kunduz Orman İşletme şefliği sınırları içerisinde yer alan saf Karaçam meşcerelerinin gelişimini etkileyen ekolojik etmenler araştırılmıştır. Bu amaçla, bakı, ağaç türü ve yükselti dikkate alınarak seçme örnekleme yöntemiyle 45 adet Örnek alan ve her bir örnek alan için açılan toprak çukurlarından 176 adet toprak örneği alınmıştır.

Toprak örnekleri üzerinde kum (%), toz (%), kil (%), taşlılık (%), pH, faydalanılabilir su kapasitesi (fsk), organik madde miktarı ve bitki besin elementleri (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} , K^{+} , P_2O_5) belirlenmiştir. Ayrıca alınan her bir örnek alan için 100 yaşındaki üst boy ile toprak özellikleri ve konum etmenleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak ortaya konmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, Karaçam meşcerelerinin verimliliği ile araziyüzü şekli, topraktaki toz oranı, organik madde miktarı, mutlak toprak derinliği ile B katmanı kalınlığı, pH ve B katmanı solma noktası ile pozitif; arazi eğimi, kum oranı, A katmanı solma noktası, Na^{+} , B katmanı Mg^{++} ile negatif ilişki bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Karaçam, Verimlilik göstergesi, Toprak özellikleri, Konum etmenleri

SUMMARY

In this study, it has been investigated that ecological factors under influence the development of pure Turkish Black Pine (*Pinus nigra*) stands within boundaries of Kunduz Management District in Vezirköprü Forest Management Enterprise in Amasya State Forest Administration.

In order to do this study, the forty-five sample plots were selected and 176 soil samples were taken from soil profile from each sample plots that taking into account aspect, elevation, and tree species with selection and sampling method.

Soil textures (ratio of sand, silt, and clay), pH, available water capacity (FSK), organic matter, and soil nutrient elements (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+} , K^{+} , P_2O_5) were determined in soil samples. Taken separately for each sample area relationships between with 100-year-old top-height, soil characteristics and physiographic factors revealed statistically. In the statistical analysis results; relief, the rate of soil silt, organic matter content, the absolute soil depth and B-layer thickness, pH and wilting point of layer B are positive; land slope, the sand content, wilting point of A horizon, Na^{+} , Mg^{++} B horizon negative relationship have been detected with productivity of Turkish Black Pine (*Pinus nigra*) stands.

Key Words: Torch Pine, Site index, Soil properties, Relief

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Araştırma alanının bulunduğu konumu gösteren harita	6
Şekil 2. Thorthwaite yöntemine iklim diyagramı	8
Şekil 3. Karaçam örnek alanlarından bir görünüm.....	11
Şekil 4. Karaçam Örnek alanlarından bir görünüm.....	12
Şekil 5. Karaçam Örnek alanlarından bir görünüm.....	12
Şekil 6. Karaçam Örnek alanlarından bir görünüm.....	13
Şekil 7. Toprak çukurlarından görünüm.....	15
Şekil 8. Toprak çukurlarından görünüm.....	16
Şekil 9. Toprak çukurlarından görünüm.....	16
Şekil 10. Genel cebirsel fark yaklaşımına göre elde edilen bonitet endeksi eğrileri.....	45
Şekil 11. Eğim ile verimlilik arasındaki ilişki	46
Şekil 12. Arazi yüzü şekli (reliyef) ile verimlilik arasındaki ilişki	47
Şekil 13. Üst toprağın organik maddesi ile verimlilik arasındaki ilişki	49
Şekil 14. Üst toprağın kum miktarı ile verimlilik arasındaki ilişki	50
Şekil 15. Üst toprağın toz miktarı ile verimlilik arasındaki ilişki	51
Şekil 16. Üst Topraktaki % solma noktası ile verimlilik arasındaki ilişki	52
Şekil 17. Üst topraktaki Na^+ miktarı ile verimlilik arasındaki ilişki	52
Şekil 18. Mutlak toprak derinliği ile verimlilik arasındaki ilişki	55
Şekil 19. Toprak reaksiyonu ile verimlilik arasındaki ilişki.....	56
Şekil 20. Solma noktası ile verimlilik arasındaki ilişki	57
Şekil 21. Na^+ ile verimlilik arasındaki ilişki.....	57
Şekil 22. Mg^{++} ile verimlilik arasındaki ilişki	58

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Thorthwaite yöntemine göre araştırma alanının iklim değerleri	7
Tablo 2. Örnek Alanların verimlilik (bonitet) sınıflarının yeryüzü şekline göre dağılımı ..	24
Tablo 3. Örnek Alanların eğim grupları-yeryüzü şekline (reliyeF) göre dağılımı	25
Tablo 4. Örnek alanların yeryüzü şekli (reliyeF) – taşlılık sınıfına göre dağılımı	26
Tablo 5. Örnek alanların bakı grubu- derinlik (MTD) sınıfına göre dağılımı	27
Tablo 6. Örnek alanların bakı grubu-derinlik (FTD) sınıfına göre dağılımı	27
Tablo 7. Örnek alanlarının eğim sınıfları-bakı gruplarına göre dağılımı	28
Tablo 8. Örnek Alanların Eğim grupları-Bonitet sınıflarına göre dağılımı.....	29
Tablo 9. Örnek alanların eğim grupları-derinlik (MTD) sınıflarına göre dağılımı	30
Tablo 10. Örnek alanlarının eğim grupları - taşlılık sınıflarına göre dağılımı	31
Tablo 11. Örnek alanların yükseklik sınıflarına göre dağılımı.....	32
Tablo 12. Örnek alanların yükselti kuşağı- verimlilik sınıflarına göre dağılımı	32
Tablo 13. Örnek alanların yükselti kuşakları-eğim sınıflarına göre dağılımı.....	33
Tablo 14. Örnek alanların yükselti kuşakları-derinlik sınıflarına göre dağılımı	33
Tablo 15. Örnek alanların yükselti kuşakları-taşlılık sınıflarına göre dağılımı.....	34
Tablo 16. Örnek alanların humus tiplerine göre dağılımı	34
Tablo 17. Örnek alanların ortalama taşlılık sınıflarına göre dağılımı	35
Tablo 18. Örnek alanlarının mutlak toprak derinliğine göre dağılımı.....	36
Tablo 19. Örnek alanlarının fizyolojik toprak derinliğine göre dağılımı	36
Tablo 20. Deneme alanlarının drenaj durumuna göre dağılımı.....	37
Tablo 21. Örnek alanların drenaj sınıfı-bakı gruplarına göre dağılımı.....	37
Tablo 22. Örnek alanlarının potansiyel asitlik sınıflarına göre dağılımı	38
Tablo 23. Örnek alanların humus sınıflarına göre dağılımı.....	38
Tablo 24. Verimlilik sınıfı – bakı grupları ilişkisi.....	40
Tablo 25. Verimlilik sınıfı- toprak derinliği (mutlak toprak derinliği) ilişkisi.....	40
Tablo 26. Verimlilik sınıfı- toprak derinliği (fizyolojik toprak derinliği) ilişkisi	41
Tablo 27. Verimlilik sınıfı-toprak taşlılığı ilişkisi.....	42
Tablo 28. Verimlilik sınıfı-toprak drenajı ilişkisi.....	42
Tablo 29. Verimlilik sınıfı-toprak türü ilişkisi	43

1.GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Doğal kaynaklarımız, özellikler ormanlarımız, yıllarca süren aşırı ve plansız yararlanmalar sonucu büyük ölçüde zarar görmüştür. Nüfusun çok az olduğu ilk çağlarda ormanların ekonomik değeri yoktu. Nüfus artış hızına paralel olarak ormanlar alan ve servet olarak azalmış, buna karşılık odun kullanım alanları genişlemiştir. Böylece ormanların ekonomik değeri anlaşılmıştır. Doğal kaynaklardan yararlanmayı planlarken, yenilebilir özellikte olan ormanların planlanması ayrıcalık gösterir. Gerçekten ormanlar toplumun çok çeşitli taleplerine karşılık verebilmekte; sahip olduğu biyolojik, teknik, ekonomik ve sosyal özellikleri dolayısıyla heterojen bir yapı göstermekte; çok sayıdaki çevre faktörünün etkisi altında oluşmakta ve gelişmektedir. Uzun idare süresine sahip olması ve sürekliliğin sağlanmasının birinci koşul olması nedeniyle, karmaşık metotların uygulanmasını gerektirmektedir [1].

Her canlı gibi bitkiler, dolayısı ile orman ağaçları da ekosistemi oluşturan tüm elemanların toplu etkisi altındadır. Bu hususta ölçü olarak kullanılabilecek faktörleri Canlı Çevre Faktörleri, Cansız Çevre Faktörleri, Canlı ve Cansız Ekosistem Faktörlerinin kombinasyonu olarak sıralayabiliriz [2].

Bu çalışmanın amacı Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü, Kunduz Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Karaçam ağaç türünün gelişimine etki eden yukarıda belirtilen faktörlerden bazılarının araştırılmasıdır. Çalışma alanımız için belirleyebildiğimiz etmenler ile ağaçların boy gelişimi arasındaki ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla yola çıkılarak Fizyografik ve Edafik etmenlerin Karaçamın gelişimindeki payının ne olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Türkiye ormanlarının genel durumu; 1963–1972 yılları arasında ilk defa ülke çapında tüm ormanları kapsayacak şekilde düzenlenmiş olan Orman Amenajman Planlarının Orman Genel Müdürlüğü, Amenajman ve Silvikültür Dairesi Başkanlığı, Envanter Fen Heyeti Müdürlüğü tarafından değerlendirilmesi ile tespit edilmiş ve 1980 yılında bir bültenle yayınlanmıştır. Yayınlanan ilk envanter sonuçlarının ardından 1973-1996 dönemi ikinci dönem envanter sonuçları karşılaştırılarak ülke ormanlarının gelişimi hakkında bilgiler elde edilmiştir.2000’li yıllarda ülke bazında ormanlarla ilgili yeni bilgi talepleri

artmış ve mevcut veri tabanlarındaki bilgiler ve envanter sonuçları yetersiz kalmıştır. En son 2004 yılında yapılan envanter çalışmalarıyla bugünkü ormanlık alanı belirlenmiştir.

Türkiye en son yapılan envanter çalışmalarına göre 10.621.221 Ha koru, 10.567.526 Ha bozuk orman olmak üzere toplam 21.188.747 Ha ormanlık alana sahip olup ülke genelinin % 27,2'sini kapsamaktadır. Bu envanter sonuçlarına göre ormanlık alanımızda son 30 yılda yaklaşık 990 bin hektarlık artış olduğu tespit edilmiştir. Bu rakamlar Samsun ili için 250.082,7 Ha Normal, 118.444,5 Ha Bozuk orman olmak üzere toplam 368.527,2 Ha olup il gelenilin % 38'ini kapsamaktadır. Araştırmanın yapıldığı Kunduz orman işletme Şefliği sınırları içerisinde 9945 Ha ormanlık alan, 1918,1 Ha da açıklık (orman içi açıklık, tarım, yerleşim yeri vb.) alan bulunmaktadır. 9945 Hektarlık ormanlık alanın 7680,7 hektarı koru, 2264,3 hektarı da bozuk ormanlardan oluşmaktadır.

Ülkemiz ormanlarının ağaç türü itibariyle yapılan envanterine göre Karaçam ağaç türü 4.202.298 Ha'lık alanla 3.sırada yer almaktadır [3]. Ülkemiz ormancılığında önemli bir yere sahip olan Karaçam ağaç türünün hem artan odun hammaddesinin karşılanması hem de Karaçam büklerine yapılacak olan Silvikültürel müdahalelerin doğru olması açısından Karaçamın gelişimine etki eden etmenlerin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Araştırmalar sırasında ilk önce örnek alanlara konu olan sahaların Fizyografik etmenler kapsamı içerisinde yer alan konum elemanları belirlenmiştir. Bu amaçla genel konum elemanlarından enlem-boylam, jeomorfolojik yapı hakkında bilgiler sunulmuştur. Özel konum elemanlarından ise denizden yükseklik, eğim, bakı ve arazi yüzü şekli gibi faktörler araştırılmıştır. Edafik (toprak) özelliklerden ana kaya, toprak tipi, humus formu ve tabaka kalınlıkları, toprak horizonları ayrımı ve kalınlıkları, bağlılık ve nemlilik gibi özellikler arazide belirlenerek örnek alanda 3-5 ağaçta yaş ve boy ölçümü yapılmıştır. Laboratuvar aşamasında toprakların kum, toz, kil (tekstür) oranları, taş ve ince toprak miktarı, solma noktası ve faydalı su miktarı, tarla kapasitesi, pH, faydalanılabilir fosfor tayini yapılmıştır.

Deneme alanlarında mevcut bu özelliklerin bir kısmı istatistiki analizlere sokulmuştur. Tüm etmenler içerisinde verimliliğe (bonitete) direk etki edebileceği düşünülen faktörler seçilmiştir. Bu araştırma ile ortaya çıkacak sonuçlar, araştırma bölgesinde geniş bir yayılışa sahip Karaçam ağaç türü için yapılacak olan ormancılık uygulamalarında ve benzer ekolojik koşullara sahip mıntikalarda da kullanılabilir.

1.2. Literatür Özeti

Atalay [4], “Niksar Orman İşletmesindeki Karaçam, Sarıçam, Kızılçam Ağaçlandırmalarının Değerlendirilmesi” adlı Yüksek Lisans çalışmasında; Niksar Orman İşletme Şefliği sınırlarında 54 adet deneme alanında alarak yaptığı çalışmada ağaçlandırma sahalarında verimlilik üzerine etkili olan faktörleri araştırmıştır.

Eruz, E. [5], “Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam meşçerelerinin boy gelişimi ile bazı edafik ve fizyografik özellikler arasındaki ilişkiler” adlı çalışmasında bazı fizyografik ve toprak özelliklerine ait % değerlerin karaçam büklerinin üst boy gelişimi üzerindeki toplu etkiye katılma oranı %64 kadar çıkmaktadır denilmektedir.

Çepel N. ve Arkadaşları [6], “Türkiye’nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler” adlı çalışmasında; sarıçamın saf olarak bükler oluşturduğu sahalarda, yamaç üst kenarından uzaklık, hacmen ince toprak ağırlığı, organik madde (%) ve iskelet hacminin büyüme gelişmede önemli etkilerinin olduğu bulunmuştur.

Kalay H.Z. [7] , “Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Mıntıkasında saf Doğu Ladini (Doruk Ağaç) (*Picea Orientalis*. (L) Link) Büklerinin Gelişimi İle Bazı Toprak Özelliklerinin ve Fizyografik Etmenlerin Arasındaki İlişkilerin Denel Olarak Araştırılması”

Boydak M [8], “Keşan Yöresi Saf Sarıçam Ağaçlandırmalarında Kültür Yöntemleri İle Doğal Etmenlerin Gelişim Üzerindeki Etkileri ve Dikim Aralıklarının Hesaplanması” konulu araştırmasında istatistikî analizler sonucu belirlediği etkili faktörlerin dikim aralığı üzerine ne derece etkili olduklarını araştırmış ve dikim aralıkları önermiştir.

Kalıpsız, A. [9], “Türkiye’de Karaçam (*P.nigra* Arnold) Meşçerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar” adlı çalışmasında karaçam ağaç türünün genel özellikleri, yayılışı, bakım ve işletme şekilleri, verime etki eden etmenler ve verimi artırma imkânları üzerine araştırmalar verilmiştir.

Zech, W., ve Çepel N. [10], “Güney Anadolu’daki Bazı *Pinus Brutia* Meşçerelerinin Gelişimi İle Toprak ve reliyef Özellikleri arasındaki ilişkiler” adlı çalışmada yamacın üst kenarından uzaklık ve su kapasitesi ile verim gücü arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur.

Çepel, N. [11], “Dünder, M.,Bolu Aladağ Orman Ekosistemlerinde Sarıçam (*p.Silvestris* L.) Boy Artımı İle Reliyef ve Toprak Özellikleri Arasındaki ilişkiler” adlı

alışmasında rezerve değerlerle Fizyografik faktörlerin boy gelişimi ile ilgili elde ettikleri çoğul regrasyon denklemlerinde farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Sarıçam [12], Ormancılık araştırma enstitüsü Sarıçam ağaç türü için yayınladığı 7 nolu el kitabında, sarıçam ağaç türünün genel özellikleri, ekolojisi ve hasılatı gibi pek çok konuda araştırmalar yapılmıştır.

epel, N., Dündar, M. [13], “Tipik Orman Yetişme Bölgelerinde Sarıçam ve Kızılçam Meşçerelerinde Boy Artımı İle İğne Yapraklardaki Besin Maddesi Düzeyleri Arasındaki İlişkiler” konulu araştırmalarında Sarıçam ve Kızılçam ağaç türlerinin önemli yetişme bölgelerinde iğne yapraklarındaki besin maddeleri konsantrasyon düzeyi ile boy artımı arasındaki ilişkileri regrasyon ve faktör analizleri ile araştırmışlardır.

Kantarcı, D. [14], “Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Alanındaki Uludağ Göknarı Ormanlarında Yükselti-İklim Basmaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması” konulu çalışmasında, yükseltinin etkisiyle değişen iklim özelliklerinin ormanın tür bileşimi ve Uludağ göknarının büyümesini önemli derecede etkilediğini belirlemiştir.

Kalıpsız, A. [15], “Doğu Kayını Ormanlarında Artım ve Büyüme Araştırmaları” adlı doktora çalışmasında, 35 adet örnek alan almıştır (29’u değişik yaşlı, 6’sı aynı yaşlı büklerdir).Örnek alanlardan sağlanan tek ağaç ve bük düzeyindeki verilerle artım ve büyümeyi incelemiştir. Ayrıca, daha önce Mitscherlich’in uyguladığı yöntemle benzer biçimde, değişik yaşlı büklerin optimum kuruluşlarını grafik olarak ortaya koymuştur.

1.3. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

Araştırma alanı, idari bakımdan Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü Kunduz Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Kunduz Orman İşletme Şefliğinin Karaçam sahaları araştırma alanı olarak seçilmiştir.

Kunduz ormanları 1930 yılında Emin SAZAK şirketi tarafından işletilmeye başlanmış ve bu süreç 3 yıl devam etmiş olup, 1933 yılında Kunduz ormanlarının işletilmesi Türkiye İş Bankası tarafından sürdürülmüştür. Bahsi geçen tarihlerden önce Kunduz ormanlarından ne şekilde faydalanıldığı hakkında herhangi bir kayıta rastlanmamıştır.1943 yılında Orman Revir Amirliği’nin kurulmasıyla birlikte Kunduz ormanları devlet tarafından işletilmeye başlanmıştır. Bu aşamadan sonra kuruluşu Ovacık

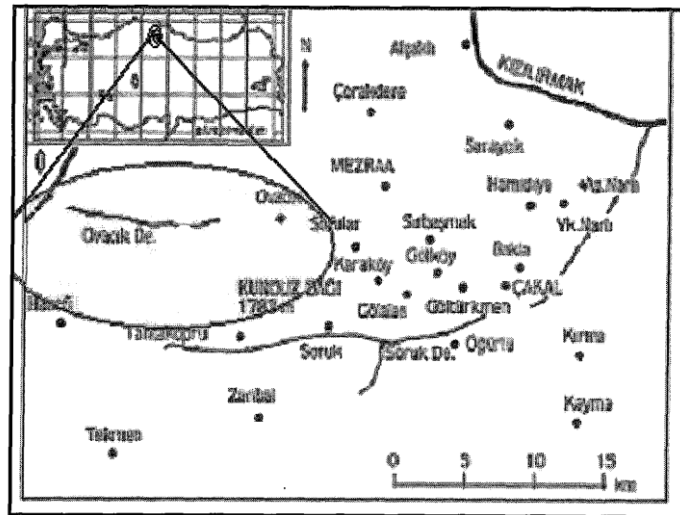
mevkii olan Kunduz Orman İşletme Şefliği kurulmuş olup ormanların işletilmesi Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü'ne geçmiştir. Kunduz Ormanlarının planlı olarak işletilmeye açılması 1968-1987 yıllarını içine alan ilk amenajman planı ile mümkün olmuştur. Yine 1988-1997, 1998-2007 yıllarını kapsayan amenajman planlarıyla ormanların işletilmesine devam edilmiştir. Son olarak 2009-2028 yıllarını kapsayan Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel amenajman planıyla Kunduz ormanlarından çok yönlü olarak faydalanılmaya devam edilmektedir. [16]

1.3.1. Coğrafi Konum ve Mevki Özellikleri

Kunduz Orman İşletme Şefliğinin başlıca yüksek noktaları; Bakacak dağı (1551 m), Yurt Tepesi (1564 m), Toprak Tepesi (1606 m), Elmalı Tepesi (1631 m), Tandırğöl Tepesi (1631 m), Koyunoluğun Tepesi (1780), Güneyçal Tepesi (1343 m), Çatmalı havuz Tepesi (1734 m), Meşe Dağı (1493), Kayalan Tepesi (1469 m) ve Balıklaya Tepesi (1219 m)'dir.

Araştırma alanının batısında Kızılırmak yer almaktadır. Bu nehre dökülen irili ufaklı kuru ve sulu dereler bulunmaktadır. Bu derelerden en önemlileri Ovacık ve Yemişli dereleridir. Bunun yanında bölgede Yukarızeytin, Aşağızeytin, Pelitçik köyleri ve bu köylere bağlı Kayalan, Yanalak ve Karargah isimli mahalleler mevcuttur. Bölgedeki köyler mülki hudut olarak Çorum İli Osmancık İlçesine bağlıdır. Araştırmaya konu alan Vezirköprüye 48 Km Samsuna ise 163 Km dir.

Batı Karadeniz Bölgesinde 41° 07' 35" - 41° 12' 36" Doğu boylamları ile 34° 49' 09"-35° 03' 30" Kuzey enlemleri arasında ve 1/25000 ölçekli topoğrafik haritada Sinop F33c1, F33 c2 ve F34 d1 kotlu paftalarında yer alan araştırma alanı, batı sınırını oluşturan Kızılırmak nehir kenarından (240 m) başlayıp, 1780 m rakımlı Koyunoluğun Tepesi'nin su ayırım çizgisine kadar devam etmektedir. Söz konusu alanın bulunduğu konum Şekil 1'de verilmiştir.[16]



Şekil 1. Araştırma alanının bulunduğu konumu gösteren harita

1.3.2. İklim

Araştırma alanı, Erinç (1984)'e göre Türkiye'nin makro iklim bölgelerinde Orta Karadeniz iklim tipi içinde yer almaktadır. Bu iklim tipi orta derecede yağışlı olup, sıcaklık bakımından da Akdeniz iklimi karakterini taşımaktadır. Yağış ve sıcaklık şartlarına göre Orta Karadeniz alt iklim tipindedir. Bu iklim tipinin özelliği; yıllık yağışın belirli bir düzeyde olması, kışları daha fazla olmak üzere yağışların mevsimlere göre nispeten düzenli olması, yazları ise nispeten yüksek sıcaklıkta ve kurak geçmesidir [17]. Fakat, söz konusu bu özellik, yükseltiye göre değişiklik göstermektedir. Alt yükseltilerde yazlar daha kurak, kışlar ılık; üst yükseltilerde ise yazlar serin, kışlar daha soğuk ve karlıdır. Yaz aylarında nem oranı düşüktür [18] .

Araştırma alanının iklim özelliklerinin belirlenmesinde Thornthwaite yöntemi kullanılmıştır.

Thornthwaite Yöntemi: Merzifon yağış ölçüm istasyonuna ait verilerden faydalanılarak, araştırma alanının iklim tipi Thornthwaite yöntemine göre incelenmiştir. Bu yöntem, yağış müessiriyeti ile birlikte toprağın nemlilik derecesi, yüzeysel akış, gerçek ve potansiyel evapotranspirasyon, su noksanı, su fazlası ve su ihtiyacı gibi çok önemli özellikleri de ortaya koymaktadır [19]. Thornthwaite tarafından geliştirilmiş formül;

$I_m = 100s-60d/n$, şeklinde olup, bu formülde;

Im = Nemlilik indeksini.

s = Yıllık su fazlasını,

d = Aylık su açığının yıllık toplamını ve

n = Potansiyel evapotranspirasyonun yıllık değerini, ifade etmektedir.

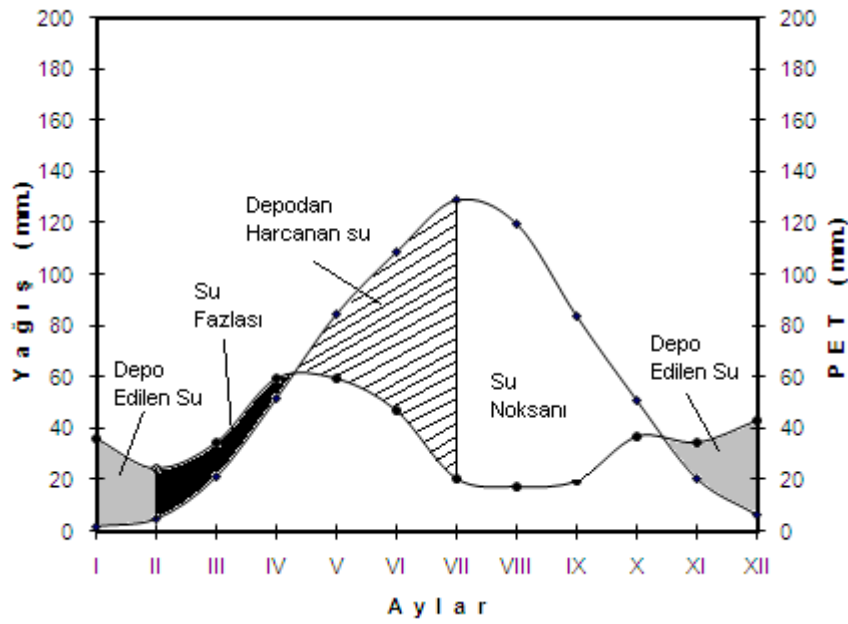
Araştırma alanı için Thornthwaite yöntemi ile su bilançosu değerleri hesaplanmış olup, söz konusu değerler Tablo 1’de ve bu değerlere bağlı olarak oluşturulan su bilançosu grafiği ise Şekil 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Thorthwaite yöntemine göre araştırma alanının iklim değerleri

Bilanço elemanları		AYLAR												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık	°C	1,1	2,2	5,9	11,4	15,2	18,5	21,1	21,0	17,6	12,7	7,0	2,8	11,4
Sıcaklık indisi	i	0,1	0,3	1,3	3,5	5,4	7,2	8,8	8,8	6,7	4,1	1,7	0,4	48,3
Düzeltilmemiş PE	mm.	2,5	6,0	20,6	47,0	67,4	86,2	101,7	101,1	81,0	53,8	25,5	8,1	
Düzeltilmiş PE	PET	2,1	5,0	21,2	52,2	84,9	108,8	129,3	120,1	84,0	51,4	21,0	6,4	686,4
Yağış	y	36,7	24,8	35,1	59,8	59,7	47,0	20,6	17,4	19,9	37,3	34,6	43,2	436,1
Depo Değişikliği	Dd	34,6	15,0	-	-	-25,2	-61,8	-13,0	-	-	-	13,6	36,8	
Depolama	D	85,0	100,0	100,0	100,0	74,8	13,0	-	-	-	-	13,6	50,4	100,0
GET	GET	2,1	5,0	21,2	52,2	84,9	108,8	33,6	17,4	19,9	37,3	21,0	6,4	409,7
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	-	95,8	102,7	64,1	14,1	-	-	276,7
Su Fazlası	Sf	-	4,9	13,9	7,6	-	-	-	-	-	-	-	-	26,4
Yüzeysel Akış	Yül	-	2,4	9,4	10,7	3,8	-	-	-	-	-	-	-	26,4

Merzifon sıcaklık ve yağış değerleri Thornthwaite yöntemine göre değerlendirildiğinde; yarı nemli, mikrotermal, su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede deniz iklimine yakın bir iklim tipine sahip olduğu görülmektedir (Şekil2). Tablo 1 ve Tablo 2’deki değerler, iklim hakkında genel bir fikir vermek amacıyla verilmektedir.

Araştırma alanındaki aylık iklim değerleri incelendiğinde, vejetasyon periyodu içerisinde Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarının nem ekonomisi bakımından en kritik aylar olduğu görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Thorthwaite yöntemine iklim diyagramı

1.3.3. Jeolojik Yapı

1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritasından incelendiğinde araştırma alanı jeolojik bakımdan mezozoik dönemde yer almakta ve genellikle Güney bakı grubunda yer alan bu alanlarda anakayayı, radiolarit, şişt, kalker ve ofiolit oluşturmaktadır [20].

1.3.4. Toprak

Araştırma alanında büyük oranda “kahverengi orman toprakları” hakimdir. Kahverengi orman toprakları intrezonal toprakların karsimorfik grubuna dahil olması nedeniyle yüksek derecede kireç muhtevasına sahip ana kayalar üzerinde gelişirler. A(B)C horizon yapısına sahip olan A horizonu iyi gelişmiş esmer rengeyle açıkça görünür. A’dan B’ye ve B’den C’ye geçişler tedricidir. A horizonu genellikle 20-30 cm , B horizonu 30-40 cm ve C horizonu 40-80cm derinliktedir. A horizonu genellikle granüler yapıda olup, pH 7,0- 7,4 dür. B horizonunu granüler veya yuvarlak köşeli yapıda olup renk esmerden kırmızımsıya sarıya değişir. pH 6,8-7,3 civarındadır. C horizonu kil veya ağır balçık karakterinde olup pH 7,3-7,5 arasında değişmektedir [21].

1.3.4. Orman Durumu

Araştırma alanı bir adet planlama birimi (seri) içinde bulunan ve aynı adı taşıyan Kunduz Orman İşletme Şefliği ormanlarından oluşmaktadır. Amenajman planı Ekonomik Fonksiyonlu 3, Ekolojik Fonksiyonlu 3, Sosyal ve Kültürel Fonksiyonlu 2 olmak üzere toplam 8 işletme sınıfından oluşmaktadır. Kunduz Orman İşletme Şefliğinin genel alanı 11863,1 Ha olup, 9945,0 hektarı ormanlık alan, 1918,1 hektarı da açıklık (Orman içi açıklık, tarım arazisi, yerleşim yeri vb.) alanlardan oluşmaktadır.9945.0 hektarlık ormanlık alanın 7680,7 hektarı koru, 2264,3 hektarı da bozuk orman niteliği taşımaktadır. Kunduz ormanları ağaç türü çeşitliği ve karışımı bakımından oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Ormanlarda halihazırda Akdeniz iklim özelliğini yansıtan Kızılırmak havzası civarında Kızılçam, yukarıya doğru çıkıldıkça Karaçam, Sarıçam, Kayın, Gürgen, Meşe gibi asli ağaç türlerinin saf veya ikili üçlü karışımlarına rastlamak mümkündür. Bunun yanında orman oluşturmamasıyla birlikte Akçaağaç, Ihlamur, Ceviz gibi ağaç türlerine de rastlamak mümkündür [22].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Araştırma materyalini topoğrafik haritalar (1/25000 ölçekli), araştırma alanına ilişkin iklim verileri, alınan 45 adet örnek alanda açılan toprak profillerinden elde edilen 176 adet toprak örneği, belirlenen her bir örnek alandaki ağaçlarda yapılan çap, üst boy ve yaş ölçüm değerleri oluşturulmaktadır. Açılan toprak çukurlarında toprak katmanlarının (horizonlarının) özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca örnek alanların konumu ve bu konumu oluşturan etmenler (eğim, bakı, yeryüzü biçimi, yükselti) ile örnek alanlarda yer alan bitkilerin örtme dereceleri belirlenmiştir. Araştırma bölgesinin jeolojik haritaları Maden Teknik Arama (MTA), topoğrafik haritalar ile Amenajman planları bük tipleri haritaları Kunduz Orman İşletme Şefliğinden temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

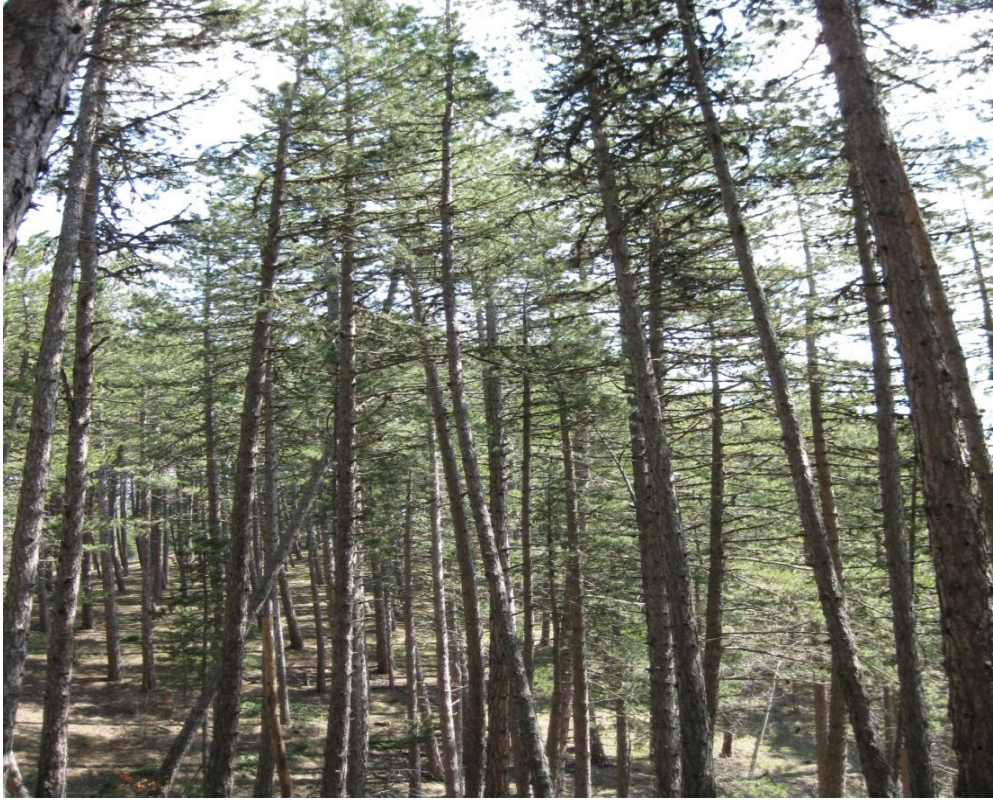
Araştırma hazırlık çalışmaları, arazi çalışmaları, laboratuvar (deneylik) çalışmaları ve değerlendirme çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Hazırlık Çalışmaları

Karaçam'ın gelişimini etkileyen ekolojik etmenlerin belirlenmesi için yapılan bu çalışmanın hazırlık aşamasında Kunduz Orman İşletme Şefliğindeki Karaçam ormanlarında örnek alınabilecek yerleri belirlemek için bir ön çalışma yapılmıştır. Arazi çalışma yönteminin seçilmesinde daha önce gerçekleştirilen benzer çalışmalar göz önünde tutulmuştur. Örnek alanlar seçilirken farklı verimlilik sınıflarındaki Karaçam büklerinden yeterli sayıda örnek alan almaya özen gösterilmiştir. Araştırma alanında saf Karaçam ormanlarının yayılış gösterdiği yükseltiden başlayarak çıkabildiği en yüksek yükseltiye kadar örnek alanların alınmasına dikkat edilmiştir.

2.2.2. Arazi Çalışma Yöntemleri

Arazi çalışmalarının ilk bölümü 2008 yılı temmuz ayı içerisinde başlatılmıştır. Bu çalışma kapsamında, araştırma alanında daha önceden örnek alan olarak alınmasına karar verilen yerlerde gerekli ekipmanlarla birlikte toprak profilleri açılarak, toprak örnekleri alınmış, örnek alan içerisindeki 3-5 ağaçta yaş ve boy ölçümleri yapılmıştır. Bunun yanı sıra bitki örtüsü analizleri gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları 2009 yılının yaz aylarına doğru bitirilmiştir.



Şekil 3. Karaçam örnek alanlarından bir görünüm
(Yükselti 1416 m; Bakı:GD Örnek alan no 3)



Şekil 4. Karaçam Örnek alanlarından bir görünüm
(Yükselti 1195; Bakı:GB Örnek alan no 7)



Şekil 5. Karaçam Örnek alanlarından bir görünüm
(Yükselti 1390; Bakı:GD Örnek alan no 10)



Şekil 6. Örnek alanlardan bir görünüm (Yükselti 1450; Bakı:G Örnek alan no 2)

2.2.2.1. Örnek Alanların Seçilmesi

Araştırma alanında öncelikle sistematik örnekleme yöntemine göre örnek alanların dağıtımı yapılmıştır. Daha sonra sistematik örnekleme yöntemiyle belirlenen örnek alanlar arasından Karaçam'ın saf bükler oluşturduğu en alt yükseltilerden başlayarak en üst yükseltilere kadar aynı yeryüzü şekli (üst yamaç, orta yamaç alt yamaç v.b.) koşullarının egemen olduğu, farklı verimlilikteki (bonitet) yerlerden seçme örnekleme yöntemiyle 45 adet örnek alan seçilmiştir.

2.2.2.2. Konum Özelliklerinin Belirlenmesi

Örnek alanların özel konum elemanları arazide yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Yeryüzü şekli özellikleri arazide belirlendikten sonra haritadaki bilgilerle denetlenmesi yapılmıştır. Örnek alanların eğimi (%) olarak eğimölçer (Klizimetre), yükselti ölçer (Altimetre) ve bakı Pusula (4 ana 4 ara yön olarak isimlendirilerek) ile saptanmış ve haritadan bulunan bilgilerle uyumlu olup olmadığı denetlenmiştir. Örnek alanların alındığı

yerlerin çevresinin özellikler, örnek alanların doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyeceğinden arazi kayıt çizelgesine not edilmiştir.

Örnek alanların eğim sınıfları aşağıda verilen aralıklar göz önüne alınarak ayrılmıştır.

EĞİM SINIFI	DEĞERİ
Az Eğimli	% 0-16
Orta Eğimli	% 17-32
Dik Eğimli	% 33-58
Sarp Eğimli	> % 58

2.2.2.3. Bük Kapalılığının Belirlenmesi

Büklerde ağaç tepelerinin birbirini etkileyecek şekilde zamanla ağaç dallarının birbirlerinin arasına girerek sıkışmalarına ve bu gelişmeye bağlı olarak toprağın bük tepe çatısı tarafından siperlenmesine “Bük kapalılığı” denir. Pratikte kapalılık için bir çok terimler kullanılır. Bu çalışmada Bük kapalılıkları ormancılıkta en çok kullanılan ve aşağıda belirtilen oranlara göre gözle taktir yöntemiyle yapılmıştır [22].

Kapalılıklar	Kapalılık Oranları
(3) Tam Kapalı (Sık)	% 71-100
(2) Gevşek Kapalı (Aralanmış)	% 41-70
(1) Seyrek Kapalı (Seyrek)	% 11-40
Serbest durum (Çok seyrek)	% 0-10

2.2.2.4. Örnek Alanlardaki Ağaçlarda Yapılan Ölçümler

Örnek alanların büyüklüğü Bük kapalılığına göre belirlenmiştir. Örnek alan büyüklükleri 400 ve 600 m² olmak üzere değişmektedir. Örnek alanların sınırları belirlendikten sonra örnek alana giren ağaçlar saat ibresi yönünden numaralandırılmış ve hepsinin dip çapı ile göğüs hizası çapı ölçülmüştür. Çap ölçümü yapılan ağaçlardan seçilen 3-5 ağaçta boy ölçümü yapılmış ve ağaçların yaşı 0,30 cm yükseklikten alınan artım kalemi sayılarak belirlenmiştir. Örnek alanların verimliliğinin tespitinde Klasik bonitet endeksinin yanında da GADA’ya göre de bonitet tayini yapılmıştır.

2.2.2.5. Anakaya ve Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi

Toprak özellikleri, anakaya ve bunların araştırma alanlarındaki dağılımı açılan toprak çukurlarından incelenmiştir. Edafik özellikler deneme alanını temsil edebilecek ve büklerin üst boyuna yükselmiş ağaçların yanında boşaltım durumu, taşlılık, toprak türü v.b gibi diğer özelliklerin belirlenebilmesi için aşağıda açıklanan yol izlenmiştir [23].

2.2.2.5.1. Toprak Çukurlarının Açılması

Toprak çukurları, 0,70 X 1,20 m boyutlarında ve dikdörtgen şeklinde açılmıştır. Toprak çukurlarının derinliği anakaya derinliğine bağlıdır. Ancak anakayanın çok derinde bulunduğu yerlerde toprağın kazılma derinliği genellikle 1,20 m ile sınırlandırılmış olup bazı yerlerde 1,30 m ve 1,40 m derinlere kadar inilmiştir. Toprak çukuru açıldıktan sonra inceleme yapılacak kesit duvarları düzeltilip bu kısımda bulunan kökler, el makası yardımı ile kesilmiştir. oprak çukurlarından elde edilmiş bilgiler hazırlanmış özel tanıtım formlarına kaydedilmiştir [24].



Şekil 7. Toprak çukurlarından görünüm (Yükselti 1416; Bakı: GB Örnek alan no 3)



Şekil 8. Toprak çukurlarından görünüm
(Yükselti 1177; Bakı GB Örnek alan no 22)



Şekil 9. Toprak çukurlarından görünüm (Yükselti 1215; Bakı: GB Örnek alan No 30)

2.2.2.5.2. Jeolojik Yapıya İlişkin Bilgiler ve Anakaya

Araştırma alanlarının Maden Teknik Arama (MTA) tarafından yapılan haritalarına sahip olmakla birlikte gerektiğinde her örnek alanda açılan toprak çukurlarından ya da çevresinden uygun yerlerden anakaya örnekleri alınarak laboratuvarında tanıları yapılmıştır.

2.2.2.5.3. Dış Toprak Durumu

Toprak üzerinde bulunan ölü ve diri örtünün tanımı, toprak yüzeyini örten ölü örtünün durumu, toprağın mutlak ve fizyolojik derinliği Irmak (1972) tarafından verilen esaslara göre yapılmıştır.

2.2.2.5.4. Humus Tipleri ve Organik Katlar

Toprak yüzeyini örten ölü örtünün durumu Irmak (1972) tarafından verilen esaslara göre incelenmiş ve humus tipi tayini yapılmıştır.

2.2.2.5.5. Toprak Katmanlarının Ayrılması ve Bunların Kalınlığı

Toprak horizonları ve bunların kalınlığı Kantarcı (2000) tarafından verilen esaslara göre incelenmiştir.

2.2.2.5.6. Toprağın Mutlak ve Fizyolojik Derinliği

Toprağın mutlak ve fizyolojik derinliği Irmak (1972) tarafından verilmiş olan esaslara göre yapılmıştır.

2.2.2.5.7. Toprak Katmanlarında Toprak Türü

Arazide el muayenesi ile toprak türü tayini yapılmıştır. Toprakta Balçıklı Kum, Kumlu Balçık, Balçık vb.gibi tespitler yapılmıştır [24].

2.2.2.5.8. Toprak Katmanlarının Strüktürü

Her bir katman üzerinde strüktür tayini yapılmıştır. Strüktür elemanlarının tayininde Kantarcı (1980-2000) verilen boyutlar esas alınmıştır.

2.2.2.5.9. Toprak Katmanlarının Bağlılığı

Toprak katmanlarında bağlılık el muayenesi ile saptanmıştır. Bunun için katmanlardan alınan bir miktar toprağın parmaklar arasında sıkıştırılması sırasında gösterdiği dirence veya parmaklara yapışıp yapışmadığına göre tayin edilmiştir. Bağlılığın tespitine Kantarcı (1980) tarafından verilen sınıflandırma kullanılmıştır.

2.2.2.5.10. Toprak Katmanlarının Taşlılığı

Toprak katmanlarının taşlılığı arazide her bir çukurlarından alınan hacim örnekleri, hava kurusu haline getirildikten sonra usulüne uygun havanda öğütülmüştür. Öğütülen toprak örnekleri, 2 mm'lik elekten geçirilerek iskelet ve ince kısım ayrılmıştır. İnce ve iskelet kısmı tartılarak ağırlıkları bulunmuştur. Daha sonra ayrılan taş kısmı tüm hacim ağırlığına oranlanarak taşlılık oranları (%) hesaplanmıştır.

2.2.2.5.11. Toprak Katmanlarının Geçirgenliği

Bütün topraklar kesitlerinde toprağın geçirgenliği (Süzekliği), topraktaki renk lekeleri ve demir konkresyonlarının ve durgun su lekelerinin bulunup bulunmadığı, varsa miktarı gözlemlere dayanarak tayin edilmiştir [25].

2.2.2.5.12. Toprak Katmanlarının Nemi

Her katmanın muayene esnasındaki nemi, el muayenesiyle yapılmıştır. İnceleme günündeki nemlilik tespiti yapılmıştır. Nem tayininde Kantarcı (1980) tarafından verilen esaslar kullanılmıştır.

2.2.2.5.13. Toprak Örneklerinin Alınması

Toprak kesitlerinde gerekli incelemeler yapıp fotoğraf çekildikten sonra, torba örnekleri alınmıştır.

Toprak kesitinde katmanların kesin sınırları çizildikten ve derinlikleri cm olarak kaydedildikten sonra, el küreği ile her katmandan yaklaşık olarak 1-1,5 kg toprak örneği

alınmıştır. Alınan bu örnekler iç içe geçirilmiş polietilen torbalara konulmuştur. Toprak profili numarası ve katmanlara ilişkin tanıtım kartı bu iki torbanın arasına yazılar dışa gelecek şekilde yerleştirilmiştir.

2.2.2.5.14. Arazi Çalışmalarının Kayıt Edilmesi

Yetiştirme ortamında incelenmesi gereken özellikler, Kantarcı (1980) tarafından geliştirilmiş olan tanıtım çizelgelerine kaydedilmiştir.

2.2.3. Laboratuarda Yapılan Çalışmalar

Laboratuarda yapılan analizler ve bu analizlerin yapılması ile ilgili bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

2.2.3.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Araziden getirilen toprak örneklerini analizlere hazır hale getirmek için öncelikle laboratuarda uygun bir yer seçilerek gazete kâğıtlarının üzerine serilmiştir. Her bir toprak örneğine ilişkin etiketler toplu iğne ile ilgili gazete kağıdına tespit edilmiştir. Bu şekilde serilen örnekler, hava kurusu haline gelince, havanda usulüne uygun olarak öğütülerek 2 mm'lik elekten geçirilip ince kısım kavanozlara, taş ve çakıl kısmı ise polietilen torbalara konulmuştur. Elde edilen 2 mm'den ince kısım ve taş ve çakıl kısımları ayrı ayrı hassas terazide tartılarak gr/lt olarak belirlenmiştir.

2.2.3.2. Toprak Örneklerinin Mekanik Analizi

Yukarıda açıklandığı şekilde hazırlanan toprak örnekleri (2 mm den ince kısım) üzerinde mekanik analiz (Bouyoucos hidrometresi ile), Gülçür (1974) ve Irmak'a (1974) göre yapılmıştır.

2.2.3.3. pH Tayini

Toprakların tepkimesi cam elektrot metodu ile ölçülmüştür. Aktüel asitlik için topraklar saf su ile ıslatılıp bir gece bekletildikten sonra ölçülerek bulunmuştur [26].

2.2.3.4. Organik Karbon (Corg) ile Organik Maddenin Tayini

Topraktaki organik karbon Walkley-Black ıslak yakma metodu ile tayin edilmiştir. Organik karbondan gidilerek toprağın organik maddesi hesaplanmıştır [27].

2.2.3.5. Tarla Kapasitesi ve Solma Sınırındaki (Pörsüme Sınırı) Nem Tayini

Tarla Kapasitesi sızıntı suyu topraktan sızıp ayrıldıktan sonra kapilar gözeneklerde tutulan suya eşdeğer nemi ifade etmektedir. Tarla kapasitesindeki nem toprakta 2,5 pF (0,33 atm)'lik bir güç ile tutulan suya eşdeğerdir. Bitki kökleri en fazla 4,2 pF (15 atm)'lik bir emme gücü ile toprak suyunu alabilirler. Kökler daha yüksek bir emme gücü geliştiremezler. Bu noktada toprağın içerdiği nem miktarı solma sınırındaki veya pörsüme sınırındaki nem olarak tanımlanır [27]. Toprak örneklerinin tarla kapasitesi ve solma sınırındaki nem tayinleri Soil Moisture Equipment Co'nun seramik levhalı basınç cihazı ile yapılmıştır [26-28].

2.2.3.6. Faydalanılabilir Su Kapasitesinin Tayini

Serbest boşaltımlı topraklarda bitkiler tarla kapasitesi sınırı ile solma sınırı arasında kapilar gözeneklerde tutulan sudan faydalanabilirler. Bu nedenle toprak örneklerinin bitkiler için faydalanılabilir su kapasiteleri, tarla kapasitesi sınırındaki nem miktarlarından solma sınırındaki nem miktarının farkı alınarak hesaplanmıştır [27].

2.2.4. Değerlendirme Çalışmaları

Arazide toplanan ve laboratuvarlarda elde edilen veriler, öncelikle örnek alan numaraları sırasına göre envanter çizelgelerine kaydedilmiştir. Elde edilen bulgular ile örnek alanların verimlilik indeksleri ve dereceleri bilgisayara aktarılmıştır. Böylece, bilgisayara aktarılmış olan verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizlerde kullanabilirliği kolaylaşmıştır.

2.2.4.1. Verimlilik (Bonitet) Göstergelerinin Belirlenmesi

Yetiştirme ortamı verim gücünün belirlenmesinde kullanılan yöntemler, “Yetiştirme Ortamı Özelliklerinden Yararlanan” ve “Meşcere Özelliklerinden Yararlanan” yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Yetiştirme Ortamı Özelliklerinden Yararlanan; “Toprak Faktörlerinden Yararlanan Yöntemler”, “İklim Verilerinden Yararlanan Yöntemler” ve “Toprak Florasından Yararlanan Yöntemler” olmak üzere kendi içinde üç gruba ayrılmaktadır. Bu yöntemlerden hiçbirinin tek başına bir meşcerenin yetiştirme ortamı verim gücünü tam olarak belirlemede yeterli olmadığı bilinmektedir. Çünkü bir meşcerenin verim gücü, tüm ekolojik etmenlerin karmaşık bir fonksiyonudur. Bu nedenle uygulamada genellikle, meşcere öğelerinden yararlanan yöntemler kullanılmaktadır [29]. Meşcere Özelliklerinden Yararlanan yöntemler ise eşityaşlı ve değişikyaşlı meşcerelerde uygulanan yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Eşityaşlı meşcereler için uygulanan dolaylı yöntemler “Anamorfik Yöntem”, “Polimorfik Yöntem” ve “Kombine Yöntem” olmak üzere üç gruba, değişikyaşlı meşcerelerde ise “Flury’nin Çap Sınıfları Yöntemi”, “Mittscherlich’in Çap-Çap Artımı İlişkisine Dayanan Yöntem” ve “Ağaçların Baskıdan Kurtulduktan Sonraki Yaş-boy İlişkisine Dayanan Yöntem” olmak üzere de üç gruba ayrılmaktadır [30].

Bu çalışmada, Yetiştirme ortamı verimliliği, ağaçların yaş-üst boy ilişkisine dayanan metotla belirlenmiştir. Bu yöntemde, ağaçların standart yaştaki üst boyu (Bonitet Endeksi), yetiştirme ortamı verimliliğinin ölçüsü olarak kabul edilmektedir [31]. Bonitet endekslerinin belirlenmesinde ise, mevcut bonitet endeks tablosu (9) ile çalışma kapsamında kesilen ağaçlarda yapılan gövde analizi verilerine bağlı olarak geliştirilmiş bonitet endeks modelleri kullanılmıştır. Mevcut bonitet endeks tablosu ile bonitet endeks tahmini için; örnek alanlarda, hektarda 100 ağaç yöntemine göre belirlenen sayıda (400 m² için 4 ağaç, 600 m² için 6 ve 800 m² için 8 adet ağaç) üst katmandaki ağaçlarda yaş boy ölçümü yapılmıştır. Bu veriler kullanılarak, karaçam için Kalıpsız (1963) tarafından oluşturulmuş bonitet endeks tablosu yardımıyla bonitet endeksleri tahmin edilmiştir. Bonitet endeks modellerinin geliştirilmesi için; üst katmanda bulunan 1 ağaç kesilerek, gövde analizi yapılmıştır. Bu gövde analizi verileri kullanılarak, Genelleştirilmiş Cebirsel Fark Yaklaşımı ile elde edilmiş bonitet endeks modeli geliştirilmiştir. *Genelleştirilmiş Cebirsel Fark Yaklaşımı (GCFY)* “Generalized Algebraic Difference Approach (GADA)” ile üretilen bonitet endeks modelleri, Cieszewski ve Bailey (2000) tarafından ormancılık

literatürüne kazandırılmış olup, yaş-boy ilişkilerinin verim gücüne bağlı olarak değişimlerine ilişkin beklenen büyüme yasaları ile uyumlu sonuçlar verebilmekte oldukça başarılıdır [32].

Yetiştirme ortamı verim gücünün bir göstergesi olarak kabul edilen yaş-boy ilişkilerinin verim gücüne bağlı olarak değişimlerinde beklenen büyüme yasalarına ilişkin özellikler ise [33];

- 1.) Bonitet endeks eğrilerine ilişkin trendin iyi ve kötü bonitet sınıfları için birbirinden farklı olması (Polimorfizm),
- 2.) Bonitet eğrilerine ilişkin maksimum boy değerlerinin yetiştirme ortamı verim gücüne göre değişmesi (çoklu asimptot),
- 3.) Eğrilerin maksimum boya ulaşma sürelerinin, verim gücü iyileştikçe küçülmesi veya değer olarak büyümesi,
- 4.) Eğrilerin orijinden geçmesi ($t=0$ yaşında $h=0$ m boy vermesi),
- 5.) Eğrilerin geniş S harfi biçimli bir trend izlemesi,
- 6.) Boy artımlarının maksimuma ulaşma sürelerinin yetiştirme ortamı verim gücü iyileştikçe küçülmesidir [32].

GCFY yaklaşımına göre elde edilen bonitet endeks modelleri, üç değişkenli, $h=f(t, t_0, h_0)$, modelleridir. Bu modellerde, t ; meşcere yaşını, t_0 ; standart yaşı, h_0 ; bonitet endeks eğrisinin değerini göstermektedir. Bu çalışmada, çalışma alanında kesilen örnek ağaçlarda yapılan gövde analizi verileri kullanılmıştır. Bu veriler ile aşağıda model yapısı verilen bonitet endeks modelinin parametre tahminleri ile modele ilişkin belirtme katsayısı ve standart hata gibi istatistiksel bilgiler, SPSS adlı istatistik paket programı (SPSS 12.0 Inc., 2003) kullanılarak yapılan Doğrusal Olmayan Regresyon (Nonliner Regresyon) ile elde edilmiştir. Kullanılan bonitet endeks modeli;

$$h = a \cdot \left(1 - \left(1 - \left(\frac{h_0}{a} \right)^{\frac{1}{c}} \right)^{\frac{t}{t_0}} \right)^c \quad (1)$$

Bu bonitet endeks modelinde, a , b , c ; bonitet endeks modellerinin parametrelerini, t_0 standart yaş, h_0 ; t_0 yaşı için boyu veya diğer bir ifadeyle de bonitet endeksini ve t ; ağaç yaşını, h ; ağacın toplam boyunu göstermektedir.

2.2.4.2. Yeryüzü Biçimi (Şekli) Özelliklerinin İstatistik Analize Uygun Hale Getirilmesi

Yeryüzü şekli bir yerin iklim özellikleri ile toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde önemli derecede etki yaparak yetiştirme ortamı verimliliğini etkilemektedir. Çeşitli yeryüzü şekillerinin sayısal hale getirilmesinde Zech ve Çepel'in (1972) önerdiği yöntem esas alınmıştır. Bu yöntemle göre; bir yamaçın üst kısmındaki kenarı (sırt çizgisi) etek kısmı arasındaki yamaç uzunluğu 100 birim kabul edilip, yamaç üst kenarından olan ortalama uzaklık yamaç uzunluğunun %'si olarak hesaplanmıştır. Buna göre aşağıdaki sınıflandırma kullanılmıştır. Yeryüzü biçimleri; etek ve alt yamaçtan üst yamaçlara ve sırtlara doğru çıktıkça verimliliğin düşeceği genel kabulü sıra sayıları (1-6 arasında) ile ifade edilmiş ve bu şekilde istatistik analizlere sokulmuştur.

Büklerin yamaç üst kenarından uzaklığını tanımlayan isimler	Yamaç üst kenarından ortalama uzaklık (yamaçın tüm uzunluğunun % si olarak)		Sayısal değeri
Sırt çizgisi	0	(%0)	1
Üst yamaç	12,5	(%0-25)	14
Orta yamaç	62,5	(%25-75)	21
Alt yamaç	87,5	(%75-100)	5
Etek (Yamaç ayağı)	100	(%100)	0

2.2.5. Araştırmada Kullanılan İstatistik Yöntemler

Yetiştirme ortamı verimliliği (Bonitet endeksi) üzerinde etkili olan yetiştirme ortamı özelliklerini belirleyebilmek amacıyla SPSS 12.0 paket programı kullanılarak korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi ile yetiştirme ortamı verimliliğinin ölçüsü olarak kabul edilen bonitet endeksi ile çeşitli yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak ortaya konulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Özel Konum Etmenlerine İlişkin Bulgular

3.1.1. Yer Yüzü Şekli (Reliyef) Etmenine İlişkin Bulgular

Bir çok araştırmada arazi yüzü şekli (Bakı, denizden yükseklik, yamaç eğim derecesi, ormanın yamaç üzerindeki lokal mevkii (üst, orta, alt yamaç), ile ağaçların gelişimi arasındaki ilişki irdelenmiş ve arazi yüzü şekli ile ağaçların gelişimi arasında önemli ilişkiler bulunmuştur. Bu nedenle arazi yüzü şekli ormanlık sahaların verimliliği tayininde dikkate alınması gereken bir etmen olarak görülmektedir [2].

Araştırma alanının arazi yüzü şekli belirlenirken, önce çalışma yapılan her bir deneme alanı için yeryüzü şekli belirlenmiş, daha sonra bu denem alanlarının yamaç durumları dikkate alınarak sınıflandırılmasıyla belirlenmiştir. Araştırma alanına ilişkin örnek alanların yeryüzü şekline göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 2. Örnek Alanların verimlilik (bonitet) sınıflarının yeryüzü şekline göre dağılımı

Bakı Grubu	Bonitet Sınıfı	Yeryüzü Şekline Göre Örnek Alanlar			Toplam	
		Sırt ve Ü.Y	Orta Yamaç	Alt Yamaç	Adet	%
Kuzey	I	-	3,25	-	2	15
	II	1,11,21	20,26	-	5	38
	III	-	29	31,38	3	23
	IV	-	-	16	1	9
	V	17	13	-	2	15
Toplam	Adet	4	6	3	13	-
	%	31	46	23	-	100
Güney	I	2,8,9,19	5,6,7,23,30,32,39,40	33,34,35,43,44	17	53
	II	4	18,22,24	36,45	6	19
	III	10	14,28,42	37,41	6	19
	IV	-	15,27	-	2	6
	V	-	12	-	1	3
Toplam	Adet	6	17	9	32	-
	%	19	53	28	-	100

Tablo 2 incelendiğinde verimlilik sınıflarının yer yüzü şekilleri ile ilişkilerinin bakı gruplarına göre sınıflandırıldıklarında, 45 adet deneme alanının % 23'ü (13 adet) Kuzey, % 71'i (32 adet) Güney bakı grubunda yer almaktadır. Kuzey bakı grubunda bulunan 13 adet örnek alanın % 15'i (2 adet) I.Bonitet, % 38'i (5 adeti) II.Bonitet, % 23'ü (3 adet)

III.Bonitet, % 9'u (1 adet) IV.Bonitet, % 15'i de (2 adet) de) V.Bonitet sınıfı içerisinde kalmaktadır.

Güney bakı grubunda bulunan 32 adet örnek alanın % 53'ü (17 adet) I. Bonitet, % 19'u (6 adet) II. Bonitet, %19'u (6 adet) III. Bonitet, % 6'sı (2 adet) IV. Bonitet, % 3'ü (1 adet) de V. Bonitet sınıfı içerisinde yer almaktadır.

Tablo 3. Örnek Alanların eğim grupları-yeryüzü şekline (reliye) göre dağılımı

Bakı	Eğim Grubu	Yeryüzü Şekline Göre Örnek Alanlar			Miktarı	
		Sırt ve Üst Yamaç	Orta Yamaç	Alt Yamaç	Adet	%
Kuzey	Hafif Eğimli (0-16)	17	-	-	1	8
	Orta Derece Eğimli (17-32)	3,11	-	-	2	16
	Dik Eğimli (33-58)	21	29	31	3	24
	Sarp Eğimli (> 58)	1	13,20,25,26	16,38	7	52
	Toplam	Adet	5	5	3	13
		%	38	38	24	-
Güney	Hafif Eğimli (0-16)	-	-	-	-	-
	Orta Derece Eğimli (17-32)	-	15	45	2	6
	Dik Eğimli (33-58)	4,8,9,10,19	5,7,18,23,30,42	33,34,43,44	15	47
	Sarp Eğimli (> 58)	2	6,12,14,22,24,27 28,32,39,40	35,36,37,41	15	47
	Toplam	Adet	6	17	9	32
		%	19	53	28	-

Tablo 3. incelendiğinde Kuzey bakı grubunda kalan 13 adet örnek alandan % 8'i (1 adet) hafif eğimli, % 16'sı (2 adet) orta derecede eğimli, % 24'ü (3 adet) dik eğimli ve % 52'si de (7 adet) de) sarp eğimli sınıf içerisinde kalmaktadır.

Güney bakı grubuna bakıldığında 32 adet örnek alandan % 6'sı (2 adet) orta derecede eğimli, % 47'si (15 adet) dik eğimli, % 47'si de (15 adet) de) sarp eğimli sınıf içerisinde yer almaktadır. Güney bakı grubunda kalan örnek alanlar içerisinde hafif eğimli sınıf içerisinde kalan örnek alan bulunmamaktadır.

Tablo 4. Örnek alanların yeryüzü şekli (reliyef) – taşlılık sınıfına göre dağılımı

Bakı Grubu	Taşlılık Sınıfı	Yeryüzü Şekline Göre Örnek Alanlar			Miktar	
		Sırt ve Üst Yamaç	Orta Yamaç	Alt Yamaç	Adet	%
Kuzey	Az Taşlı	11,21	25	38	4	31
	Taşlı	-	-	-		
	Orta Der. Taşlı	-	-	16	1	8
	Çok Taşlı	1,3,17	13,20,26,29	31	8	61
	İskelet	-	-	-	-	
Toplam	Adet	5	5	3	13	-
	%	38	38	24	-	100
Güney	Az Taşlı	9,19	18,24,27	33,41	7	22
	Taşlı	10	7	44	3	9
	Orta Der. Taşlı	4,8	5,15,22,28,39	34,35	9	28
	Çok Taşlı	2	6,12,14,23,30,32,40,42	36,37,43,45	13	41
	İskelet	-	-	-		
Toplam	Adet	6	17	9	32	-
	%	19	53	28	-	100

Tablo 4'e bakıldığında Kuzey bakı grubunda kalan 13 adet örnek alandan 4 adeti (% 31) az taşlı, 1 adeti (% 8) orta derecede taşlı, 8 adeti de (% 61) çok taşlı sınıf içerisinde yer almaktadır. Yine Kuzey bakı grubunda az taşlı sınıf içinde kalan 4 adet örnek alandan 2 adeti (% 50) sırt ve üst yamaç, 1 adeti (%25) orta yamaç, 1 adeti (%25) alt yamaç sınıfı içerisinde, çok taşlı sınıf içinde yer alan 8 adet örnek alandan 3 adeti (% 38) sırt ve üst yamaç, 4 adeti (% 50) orta yamaç, 1 adeti (% 12) alt yamaç sınıfı içerisinde kalmaktadır.

Güney bakı grubuna göz atıldığında 32 adet örnek alandan 7 adeti (% 22) az taşlı, 3 adeti (% 9) taşlı, 9 adeti (% 28) orta derecede taşlı, 13 adeti de (% 41) çok taşlı sınıf içerisinde kalmaktadır. Yine Güney bakı grubu az taşlı sınıf içerisinde yer alan 7 adet örnek alandan 2 adeti (% 29) Sırt ve üst yamaç, 3 adeti (% 42) orta yamaç, 2 adeti de (% 29) alt yamaç sınıfı içerisinde yer almaktadır. Taşlı sınıf içerisinde kalan 3 adet örnek alandan 1 adeti (% 33) sırt ve üst yamaç, 1 adeti (% 33) orta yamaç, 1 adeti de (% 33) alt yamaç sınıfında kalmaktadır. Çok taşlı sınıf içerisinde kalan 13 adet örnek alandan 1 adeti (% 8) sırt ve üst yamaç, 8 adeti (% 62) orta yamaç, 4 adeti de (% 30) alt yamaç sınıfı içinde kalmaktadır.

3.1.2. Bakı Etmenine İlişkin Bulgular

Örnek alanların arazide Kuzey ile yaptığı semt açıları GPS ile belirlenerek envanter karnelerine işlenmiş, tespit edilen açılara göre her bir örnek alanın bakı grubu tayini yapılmıştır. Yapılan tespitlere göre 45 adet örnek alanın % 29'u (13 adet) Gölge Bakı

Grubunda (Kuzey Bakı), % 71'i de (32 adet) Güneşli Bakı Grubunda (Güney Bakı) yer almaktadır.

Tablo 5. Örnek alanların bakı grubu- derinlik (MTD) sınıfına göre dağılımı

Bakı Gurupları		Derinlik Sınıfları			Miktar	
		Sığ	O.Derin	Derin	Adet	%
Kuzey		1	3,11,13,16,17,20,21,25,26 29,31,38,	-	13	100
Miktar	Adet	1	12	-	13	-
	%	8	92	-	-	100
Güney		32,37 39,41 44,	2,4,6,7,9,10,12,14,15,18,19 23,24,27,28,30,33,34,35,36 40,42,43,45	5,8,22,		
Miktar	Adet	5	24	3	32	-
	%	16	75	9	-	100
Genel Toplam	Adet	6	36	3	45	-
	%	13	80	7	-	100

Tablo 5'e bakıldığında, Kuzey bakı grubunda yer alan 13 adet örnek alandan % 8'i (1 adet) pek sığ, % 8'i (1 adet) sığ, % 62'si (8 adet) orta derin, % 22'si de (3 adet) derin sınıf içinde kalmaktadır.

Güney bakı grubunda yer alan 32 adet örnek alandan % 3'ü (1 adeti) pek sığ, %16'sı (5 adeti) sığ, % 53'ü (17 adeti) orta derin, % 19'u (6 adeti) derin ve % 9'u da (3 adeti de) pek derin sınıf içerisinde yer almaktadır.

Tablo 6. Örnek alanların bakı grubu-derinlik (FTD) sınıfına göre dağılımı

Bakı Gurupları		Derinlik Sınıfları					Miktar	
		Pek Sığ	Sığ	O.Derin	Derin	P.Derin	Adet	%
Kuzey		13	1	3,16,17,20,21 25,26,38	11,29,31	-	13	-
Miktar	Adet	1	1	8	3	-	13	-
	%	8	8	62	22	-	-	100
Güney		39	15,24,28 ,32,37	4,5,6,9,10,12,14 18,23,27,34,35, 36,40,41,42,44	2,7,30,33, 43,45	8,19,22,		
Miktar	Adet	1	5	17	6	3	32	-
	%	3	16	53	19	9	-	100
Genel Toplam	Adet	2	6	25	9	3	45	-
	%	4	13	56	20	7	-	100

Tablo 6 incelendiğinde Kuzey bakı grubunda yer alan 13 adet örnek alandan 1 adeti (% 8) sığ, 12 adeti (% 92) orta derin sınıfta, Güney bakı grubunda yer alan 32 adet örnek alandan 5 adeti (% 16) sığ, 24 adeti (% 75) orta derin, 3 adeti de (% 9) derin sınıftadır.

3.1.3. Eğim Etmenine İlişkin Bulgular

Arazi eğimi toprak erozyonu, yağış miktarı, yüzeysel akış, toprak derinliği, toprağın taşlılığı, toprak tekstürü gibi özellikleri etkilemektedir. Eğim derecesinin bahsedilen etkilerinden dolayı verimlilik üzerine etkisi olduğu akla gelmektedir. Eğimin az olduğu arazi şartlarında toprak derinliğinin yüksek olması, su tutma kapasitesinin artması, erozyonun az olması gibi olumlu özellikler yetiştirme ortamı koşullarını iyileştirmekte, dolayısıyla ağaçların gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Arazi eğiminin artmasıyla yukarıda sayılan toprak özellikleri olumsuz etkilenmekte; bu durumdan ağaçların gelişimine olumsuz yönde etki etmektedir.

Tablo 7. Örnek alanlarının eğim sınıfları-bakı gruplarına göre dağılımı

Bakı Grupları		Eğim gurupları				Miktar	
		Hafif Eğimli (%0-16)	Orta Eğimli (%17-32)	Dik Eğimli (%33-58)	Sarp Eğimli (> 58)	Adet	%
Kuzey		17	3,11	21,29,31	1,13,16,20,25 26,38	13	-
Miktar	Adet	1	2	3	7	13	-
	%	8	16	24	52	-	100
Güney		-	15,45	4,5,7,8,9,10,18,19 23,30,33,34,42,43 44	2,6,12,14,22,24, 27,28,32,35,36, 37,39,40,41,		
Miktar	Adet	-	2	15	15	32	-
	%		6	47	47	-	100
Toplam	Adet	1	4	18	22	45	-
	%	2	8	40	50	-	100

Tablo 7 incelendiğinde Kuzey bakı grubunda kalan 13 adet örnek alandan % 8'i (1 adet) hafif eğimli, %16'sı (2 adet) orta eğimli, % 24'ü (3 adet) dik eğimli, % 52'si de (7 adet) sarp eğimli sınıf içerisinde kalmaktadır.

Güney bakı grubunda yer alan 32 adet örnek alandan % 6'sı (2 adet) orta eğimli, % 47'si (15 adet) dik eğimli, % 47'si de (15 adet) sarp eğimli sınıf içerisinde kalmaktadır.

Tablo 8. Örnek Alanların Eğim grupları-Bonitet sınıflarına göre dağılımı

Bakı Grupları	Eğim Grupları	Bonitet (Verimlilik) Sınıfları					Adet	%
		I	II	III	IV	V		
Kuzey	Hafif Eğimli (%0-16)	-	-	-	-	17	1	8
	Orta Derecede Eğimli (%17-32)	3	11		-		2	16
	Dik Eğimli (%33-58)	-	21	29,31			3	24
	Sarp Eğimli (> 58)	25	1,20,26	38	16	13	7	52
Toplam	Adet	2	5	3	1	2	13	-
	%	16	36	24	8	16		100
Güney	Hafif Eğimli (%0-16)	-	-	-	-	-	-	-
	Orta Derecede Eğimli (%17-32)	-	45	-	15		2	6
	Dik Eğimli (%33-58)	5,7,8,9,19,23,30,33,34,43,44	4,18,	10,14,42	-	-	16	50
	Sarp Eğimli (> 58)	2,6,32,35,39,40	22,24,36	28,37,41	27	12	14	44
Toplam	Adet	17	6	6	2	1	32	-
	%	53	19	19	6	3	-	100
Toplam	Adet	19	11	9	3	3	45	-
	%	42	24	20	7	7	-	100

Tablo 8'e bakıldığında, Kuzey bakı grubu içerisinde kalan 13 adet örnek alandan 2 adeti (% 16) I. Bonitet, 5 adeti (% 36) II. Bonitet, 3 adeti (%24) III. Bonitet, 1 adeti (% 8) IV. Bonitet ve 2 adeti de (%16) V. Bonitet sınıfı içinde yer almaktadır. I. Bonitette kalan 2 adet deneme alanının % 50'si orta derecede eğimli, % 50'side sarp eğimli, II. Bonitette kalan 5 adet deneme alanının % 20'si orta derecede eğimli, % 20'si dik eğimli, % 60'ı sarp eğimli sınıfta kalmaktadır. Yine Kuzey bakı grubu III. Bonitet sınıfında kalan 3 adet örnek alandan % 67'si dik eğimli, % 33'ü sarp eğimli, IV-V.Bonitet sınıflarında kalan 1 er adet örnek alandan % 100'ü sarp eğimli sınıf içerisinde kalmaktadır.

Güney bakı grubunda yer alan 32 adet örnek alandan 17 adeti (% 53) I.Bonitet, 6 adeti (%19) II.Bonitet, yine 6 adeti (% 19) III.Bonitet, 2 adeti (% 6) IV. Bonitet, 1 adeti de (% 3) V.Bonitet sınıfı içerisinde yer almaktadır.I.Bonitet grubu içinde kalan 17 adet örnek alanın % 65'i Dik eğimli, % 35'i sarp eğimli, II.Bonitet grubu içinde kalan 6 adet örnek alanın % 10'u orta derecede eğimli, %20'si dik eğimli ve % 60'ı da sarp eğimli sınıf içerisinde bulunmaktadır.III.Bonitet grubu içinde kalan 6 adet örnek alandan % 50'si dik eğimli, % 50'si sarp eğimli, IV.Bonitet grubunda yer alan 2 adet örnek alandan % 50'si orta eğimli ve % 50'side sarp eğimli sınıf içerisinde yer almaktadır.V.Bonitet grubu içinde yer alan 1 adet örnek alan ise sarp eğimli sınıf içerisinde kalmaktadır.

Tablo 9. Örnek alanların eğim grupları-derinlik (MTD) sınıflarına göre dağılımı

Bakı Grupları	Eğim Grupları	Derinlik Sınıfları					Adet	%
		Pek Sığ	Sığ	Orta Derin	Derin	Pek Derin		
Kuzey	Hafif Eğimli (%0-16)	-	-	17	-	-	1	8
	Orta Der. Eğ. (%17-32)	-	-	3	11	-	2	16
	Dik Eğimli (%33-58)	-	-	21	29,31	-	3	24
	Sarp Eğimli (> 58)	13	1	16,20,25 26,38	-	-	7	52
Toplam	Adet	1	1	8	3	-	13	-
	%						-	100
Güney	Hafif Eğimli (%0-16)	-	-	-	-		-	
	Orta Der. Eğ. (%17-32)	-	15	-	45		2	6
	Dik Eğimli (%33-58)	-	-	4,5,9,10,18,2 3,34,42,44	7,30,33 43	8,19	15	47
	Sarp Eğimli (> 58)	39	24,28, 32,37	6,12,14 27,35,36 40,41	2	22	15	47
Toplam	Adet	1	5	17	6	3	32	-
	%						-	100
Toplam	Adet	2	6	25	9	3	45	-
	%	4	13	56	20	7	-	100

Yukarıdaki tablo incelendiğinde Kuzey bakı grubu hafif eğimli sınıfta yer alan 1 adet deneme alanı (% 100) orta derin, orta derecede eğimli sınıfta yer alan 2 adet örnek alanın 1 (% 50) adeti orta derin 1 adeti (% 50) de derin toprak sınıfında yer almaktadır. Dik eğimli gurup içerisinde kalan 3 adet örnek alandan 1 adeti (% 33) orta derin, 2 adeti (% 67) derin sınıf, sarp eğimli gurup içinde kalan 7 adet örnek alandan 1'er adeti pek sığ, sığ, 5 adeti (% 72) orta derin toprak sınıfı içinde bulunmaktadır.

Güney bakı grubundaki örnek alanların eğim grubu-toprak sınıfı dağılımına bakıldığında; 32 adet örnek alandan orta derecede eğim sınıfı içinde kalan 2 adet örnek alandan 1 adeti (% 50) sığ, 1 adeti (% 50) derin, dik eğim sınıfında bulunan 15 adet örnek alandan 9 adeti (% 60) orta derin, 4 adeti (% 27) derin ve 2 adeti (% 13) de pek derin toprak sınıfında yer almaktadır. Yine Güney bakı grubunda sarp eğimli arazi sınıfında kalan 15 adet örnek alandan 1 adeti (% 6) pek sığ, 4 adeti (% 29) sığ, 8 adeti (% 53) orta derin, 1 adeti (% 6) derin ve 1 adeti (% 6) da pek derin toprak sınıfı içinde yer bulmaktadır.

Tablo 10. Örnek alanlarının eğim grupları - taşlılık sınıflarına göre dağılımı

Bakı Grupları	Eğim Grupları	Taşlılık Sınıfları					Adet	%
		Az Taşlı	Taşlı	Or.Der. Taşlı	Çok Taşlı	İskelet		
Kuzey	Hafif Eğimli (%0-16)	-	-	-	17	-	1	8
	Orta Derecede Eğimli (%17-32)	11	-	-	3	-	2	16
	Dik Eğimli (%33-58)	21	-	-	29,31	-	3	24
	Sarp Eğimli (> 58)	25,38	-	16	1,13,20,26	-	7	52
Toplam	Adet	4		1	8	-	13	-
	%	31		7	62	-	-	100
Güney	Hafif Eğimli (%0-16)	-	-	-	-	-	-	-
	OrtaDer.Eğ. (%17-32)	-	-	15	45	-	2	6
	Dik Eğimli (%33-58)	9,18,19,33	7,10,44	4,5,8,34	23,30,42,43	-	15	47
	Sarp Eğimli (> 58)	24,27,41	-	22,28,53,39	2,6,12,14,32,36,37,40	-	15	47
Toplam	Adet	7	3	9	13	-	32	-
	%	22	9	28	41	-	-	100
Toplam	Adet	11	3	10	21	-	45	-
	%	24	7	22	47	-	-	100

Tablo 10 incelendiğinde Kuzey bakı grubu içinde yer alan 13 adet örnek alandan hafif eğimli sınıf içinde kalan 1 adet örnek alan çok taşlı, orta derecede eğimli sınıfta yer alan 2 adet deneme alanından 1 adeti (% 50) az taşlı, 1 adeti (% 50) çok taşlı, dik eğimli sınıfta kalan 3 adet örnek alandan 1 adeti (% 33) az taşlı, 2 adeti (% 67) ise çok taşlı sınıf içinde bulunmaktadır. Sarp eğimli grup sınırlarında yer alan 7 adet örnek alandan 2 adeti (% 28) az taşlı, 1 adeti (% 14) orta derecede taşlı ve 4 adeti (% 58) de çok taşlı sınıflandırmada yer almaktadır.

Güney bakı grubunda kalan örnek alanlara bakıldığında orta derecede eğim sınıfında kalan 2 adet örnek alandan 1 adeti (% 50) orta derecede taşlı, 1 adeti (% 50) çok taşlı, dik eğimli grupta bulunan 15 adet örnek alandan 4 adeti (% 27) az taşlı, 3 adeti (%19) taşlı, 4 adeti (% 27) orta derecede taşlı ve 4 adeti de (% 27) çok taşlı sınıf içinde kalmaktadır. Sarp eğimli grupta bulunan 15 adet örnek alandan 3 adeti (% 20) az taşlı, 4 adeti (% 27) orta derecede taşlı ve 8 adeti de (% 53) çok taşlı sınıf içinde bulunmaktadır.

Genel olarak, 45 adet örnek alandan % 24'ü az taşlı, % 7'si taşlı, % 22'si orta derecede taşlı, % 47'si de çok taşlı sınıf içerisinde yer almaktadır.

3.1.4. Yükselti Etmenine İlişkin Bulgular

Araştırmaya konu sahanın en düşük yüksekliği 1060 metre, en yüksek yüksekliği 1450 metredir. Bu değerlere bakıldığında çalışma alanında yaklaşık 400 metrelik bir

yükselti farkı mevcuttur. Örnek alanların yükseklikleri ortalaması ise 1231 metredir. Arazi jeolojik olarak dağlık arazi kuşağında yer almaktadır. Çalışma yapılan arazide genel olarak yükseklik artışı ile arazi eğimi artışı kademeli olarak artmaktadır. Bazı yerlerde de az da olsa yükseklik artışı ile birlikte ani eğim artışları ve keskin arazi şartları görmek mümkündür.

Örnek alanlar içerisinde yer alan en alçak nokta ile en yüksek nokta arasındaki 400 metrelik yükseklik farkı iki yükselti kuşağına bölünerek bu yükselti kuşaklarına düşen örnek alan numaraları ve adeti aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 11. Örnek alanların yükseklik sınıflarına göre dağılımı

Yükselti Sınıfları (m)	Örnek Alan No	Miktar	
		Adet	%
1060 – 1260	6,7,8,12,13,14,15,16,17,23,24,26,29,30,31,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45	28	62
1261 – 1450	1,2,3,4,5,9,10,11,18,19,20,21,22,25,27,28,32	17	38
TOPLAM		45	100

Tablo 11'e göz atıldığında araştırma alanı içerisinde kalan 45 adet örnek alan içerisinde % 62'si (28 adet) 1060-1260 m yükselti kuşağında, % 38'i de (17 adet) 1261-1450 m yükselti kuşağı içinde kalmaktadır.

Tablo 12. Örnek alanların yükselti kuşağı- verimlilik sınıflarına göre dağılımı

Yükselti Kuşakları (m)	Bonitet Sınıfları					Miktar	
	I	II	III	IV	V	Adet	%
1060 – 1260	6,7,8,23,30,33,34,35,39,40,43,44	24,26,36,37,38,45	14,29,31,41,42	15,16	12,13,17,	28	62
1261 – 1450	2,3,5,9,19,25,32	1,4,11,18,20,21,22,	10,28,	27	-	17	38
TOPLAM	Adet	19	13	7	3	3	45
	%	43	29	16	6	6	100

Tablo 12. incelendiğinde 1.yükselti kuşağında kalan 28 adet örnek alanın 12 adeti (% 43) I.Bonitet, 6 adeti (% 21) II.Bonitet, 5 adeti (% 18) III.Bonitet, 2 adeti (% 7) IV.Bonitet ve 3 adeti de (%11) V.Bonitet sınıfında yer almaktadır.

2. yükselti kuşağına bakıldığında ise 17 adet örnek alandan 7 adetinin (% 41) I.Bonitet, yine 7 adetinin (% 41) II.Bonitet, 2 adetinin (% 12) III.Bonitet ve 1 adetinin de (% 6) IV.Bonitet sınıfı içerisinde kaldığı görülmektedir.

Tablo 13. Örnek alanların yükselti kuşakları-eğim sınıflarına göre dağılımı

Yükselti Kuşakları (m)		Eğim Sınıfları				Miktar	
		Hafif Eğim	Orta Derecede Eğimli (%17-32)	Dik Eğimli (%33-58)	Sarp Eğimli (> 58)	Adet	%
1060 – 1260		17	15,45	7,8,23,29,30,31,33,34,42,43,44	6,12,13,14,16,24,26,35,36,37,38,39,40,41,	28	62
1261 – 1450		-	3,11	4,5,9,10,18,19,21	1,2,20,22,25,27,28,32,	17	38
Toplam	Adet	1	4	18	22	45	-
	%	2	8	40	50	-	100

Tablo 13'e bakıldığında 1.yükselti kuşağında bulunan 28 adet örnek alandan % 4'ü hafif eğimli, % 8'si orta derecede eğimli, % 39'u dik eğimli ve % 49'u da sarp eğimli sınıf içinde yer almaktadır.

2. yükselti kuşağına eğim sınıflarına göre bakıldığında 17 adet deneme alanından % 11'i orta derecede eğimli, % 41'i dik eğimli, % 48'i de sarp eğimli sınıf sınırlarında kalmaktadır.

Tablo 14. Örnek alanların yükselti kuşakları-derinlik sınıflarına göre dağılımı

Yükselti Kuşakları (m)		Derinlik Sınıfları					Miktar	
		P.Sığ	Sığ	Orta Derin	Derin	P.Derin	Adet	%
1060 – 1260		13,39	15,24,37	6,12,14,16,17,23 26,34,35,36,38,40 41,42,44	7,29,30,31,33, 43,45	8	28	62
1261 – 1450		-	1,28,32	3,4,5,9,10,18,20 21,25,27,	2,11,	19,22,	17	38
TOPLAM	Adet	2	6	25	9	3	45	-
	%	4	12	56	20	8	-	100

Yukarıdaki tabloya göz atıldığında, 1. yükselti kuşağında yer alan 28 adet örnek alandan % 7'si pek sığ, %11'i sığ, % 54'ü orta derin, % 25'i derin ve % 3'ü de pek derin sınıfta kalmaktadır.

2. yükselti kuşağı incelendiğinde 17 adet örnek alanın % 18'i sığ, % 60'ı orta derin, % 11'i derin, % 11'i de pek derin toprak sınıfı içinde kalmaktadır.

Tablo 15.'e göz atıldığında 1.yükselti kuşağında yer alan 28 adet örnek alandan % 25'i az taşlı, % 4'ü taşlı, % 25'i orta derecede taşlı, % 46'sı da çok taşlı sınıf içinde kalmaktadır.

Tablo 15. Örnek alanların yükselti kuşakları-taşlılık sınıflarına göre dağılımı

Yükselti Kuşakları (m)		Taşlılık Sınıfları					Miktar	
		Az Taşlı	Taşlı	Orta Derecede Taşlı	Çok Taşlı	İskelet	Adet	%
1060 – 1260		24,33,38,41,43,44,45	7	8,15,16,34,35,39,42	6,12,13,14,17,23,26,29,30,31,36,37,40	-	28	62
1261 – 1450		9,11,18,19,21,25,27	10	4,5,22,28	1,2,3,20,32	-	17	38
TOPLA M	Adet	14	2	11	18	-	45	-
	%	31	4	25	40	-	-	100

Yine yukarıdaki tabloda yer alan 2.yükselti kuşağı incelendiğinde 17 adet örnek alandan % 41'i az taşlı, % 6'sı taşlı, % 24'ü orta derecede taşlı, % 29'u da çok taşlı sınıfta yer almaktadır.

3.2. Toprak Özelliklerine İlişkin Bulgular

Arazide belirlenen 41 adet örnek alanda açılan toprak profillerinden elde edilen 176 adet toprak örneğinden arazide alınan verilerle, laboratuarda yapılan çeşitli analizler bir araya getirilerek toprak özellikleri tayin edilmeye çalışılmıştır.

Laboratuar aşamasında toprak tekstürü, humus tipi, toprak türü, faydalı su kapasitesi, pH, organik madde, total kireç, tarla kapasitesi, solma noktası gibi özellikler araştırılmıştır.

3.2.1. Humus Tipine İlişkin Bulgular

Araştırmaya konu örnek alanların belirlenen humus formuna ilişkin ölü örtü durumu ve kalınlığı, çürüntü tabakası kalınlığı tespit edilerek tanıtım karnelerine işlenmiştir. Örnek alanlarda tespit edilen humus tiplerine ilişkin çizelge aşağıda verilmiştir

Tablo 16. Örnek alanların humus tiplerine göre dağılımı

Deneme Alanı No	Humus Tipleri		
	Ham Humus	Mull Tipi Humus	Çürüntülü Mull
	22,43,44,45	9,12,13,16,17,26,27,29,31,33,38,39,40,41,42	1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,14,15,18,19,20,21,23,24,25,28,30,32,34,35,36,37
Adet	3	16	26
%	6	36	58

Tablo16 incelendiğinde 45 adet deneme alanından 3 adeti (% 6) Ham Humus, 16 adeti (% 36) Mull Tipi Humus, 26 adeti (% 58) Çürüntülü Mull Tipi Humus sınıfında yer almaktadır.

3.2.2. Toprak Horizonlarına İlişkin Bulgular

3.2.2.1. Toprak Bağlılığına İlişkin Bulgular

Araştırma alanında açılan toprak çukurlarında A horizonunda (Ah, Ae, AB) genel olarak gevşek, B grubu horizonunda (B, Bt, BC) yüksek oranda sıkı, az miktarda da olsa gevşek ve pek sıkı, C grubu horizon sınıfında ise genelde sıkı, bazılarında ise pek sıkı bağlılıktadır.

3.2.2.2. Toprak Taşlılığına İlişkin Bulgular

Örnek alanların taşlılık sınıfı arazide her bir örnek alan için açılan toprak profillerine bakılarak tespit edilmiştir.

Tablo 17. Örnek alanların ortalama taşlılık sınıflarına göre dağılımı

Taşlılık Sınıfları %	Örnek Alan No	Miktar	
		Adet	%
Az Taşlı < % 10	9,11,18,19,21,24,25,27,33,38,41,43,44,45	14	31
Taşlı % 10-25	7,10	2	4
Or.Der.Taşlı % 25-50	4,5,8,15,16,22,28,34,35,39,42	11	25
Çok Taşlı %50-75	1,2,3,6,12,13,14,17,20,23,26,28,30,31,32,36,37,40	18	40
TOPLAM		45	100

Tablo 17 incelendiğinde örnek alanların % 31'inin az taşlı, % 4'ünün taşlı, % 25'inin orta derecede taşlı, % 40'ının da çok taşlı sınıf içerisinde kaldığı görülmektedir.

3.2.3. Toprak Derinliğine İlişkin Bulgular

Toprak derinliği mutlak toprak derinliği ve fizyolojik toprak derinliği diye ikiye ayrılır. Mutlak toprak derinliği denince sert anataşı üzerinde bulunan ince taneli gevşek yapının kalınlığı anlaşılır. Fizyolojik toprak derinliği ise köklerin yayılabildiği derinlik olarak adlandırılır.

Toprak derinliği ana kayanın türü, bakı, yeryüzü şekli, iklim koşulları, yükselti gibi etmenlere bağlı olarak değişiklik gösterir

Tablo 18. Örnek alanlarının mutlak toprak derinliğine göre dağılımı

Derinlik Sınıfı	Örnek Alanlar	Miktarı	
		Adet	%
Pek Sığ	13,39	2	4
Sığ	1,15,24,28,32,37	6	12
Orta Derin	3,4,5,6,9,10,12,14,16,17,18,20,21,23,25,26,27,34,35,36,38,40,41,42,44	25	56
Derin	2,7,11,29,30,31,33,43,45	9	20
Pek Derin	8,19,22	3	8
TOPLAM		45	100

Yukarıdaki tabloda örnek alanların mutlak toprak derinliğine göre sınıflandırıldığında % 4'ü pek sığ, % 12'si sığ, % 56'sı orta derin, % 20'si derin, % 8'i de pek derin toprak sınıfı içinde yer bulmaktadır.

Tablo 19. Örnek alanlarının fizyolojik toprak derinliğine göre dağılımı

Derinlik Sınıfı	Örnek alan No	Miktarı	
		Adet	%
Pek Sığ	-		
Sığ	1,32,37,39,41,44	6	14
Orta Derin	2,3,4,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,23,24,25,26,27,28,29,30,31,33,34,35,36,38,40,42,43,45	36	79
Derin	5,8,22	3	7
Pek Derin	-	-	-
TOPLAM		45	100

Tablo 19'da fizyolojik toprak derinliğine göre yapılan sınıflandırmada örnek alanların % 14'ü sığ, %79'u orta derin ve % 7'si de derin toprak sınıfı içinde kalmaktadır.

3.2.4. Toprak Drenaj Durumuna İlişkin Bulgular

Drenaj, toprağın su tutma kapasitesinden aşan suyun toprak içerisindeki aşağı ve yana doğru hareketine denir. Toprağın su geçirgenliği arazide her örnek alan için açılan toprak profillerine bakılarak ayrı ayrı tespit edilerek karnelere işlenmiştir. Her bir örnek alan için tespit edilen drenaj sınıfı aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Tablo 20. Deneme alanlarının drenaj durumuna göre dağılımı

Drenaj Sınıfları	Örnek Alan No	Miktar	
		Adet	%
İyi Drenaj	2,5,6,7,12,13,14,17,21,24,25,26,27,29,30,31,33,35,36 39,40,41,42,43,44	25	56
Orta Derecede Drenaj	1,4,8,10,15,16,18,19,20,22,34	11	24
Zayıf Drenaj	3,9,11,23,28,32,37,38,45	9	20
TOPLAM		45	100

Tablo 20'ye bakıldığında 45 adet denem alanından % 56'sı (25 adet) iyi drenaj sınıfında, % 24'ü (11 adet) orta derecede drenaj sınıfında, % 20'si de (9 adet) zayıf drenaj sınıfında yer almaktadır.

Yukarıdaki Tablo 21 incelendiğinde iyi drenaj sınıfı içinde kalan 25 adet örnek alandan %28'i Kuzey bakı, % 72'si de Güney bakı, orta derecede drenaj grubunda yer alan 11 adet örnek alandan % 27'si Kuzey bakı, % 73'ü de Güney bakı grubunda yer almaktadır. Zayıf drenaj sınıfı içindeki 9 adet örnek alandan % 30'u Kuzey, % 60'ı da Güney bakı grubunda kalmaktadır.

Tablo 21. Örnek alanların drenaj sınıfı-bakı gruplarına göre dağılımı

Drenaj Sınıfları	Kuzey Bakı Grubu	Güney Bakı Grubu	Miktar	
			Adet	%
İyi Drenaj	13,17,21,25,26,29,31	2,5,6,7,12,14,24,27,30,33,35,36,39,40,41,42 43,44	25	56
Orta Derecede Drenaj	1,16,20,	4,8,10,15,18,19,22,34	11	24
Zayıf Drenaj	3,11,38	9,23,28,32,37,45	9	20
TOPLAM	Adet	13	32	45
	%	29	71	-
			-	100

Genel olarak değerlendirildiğinde 45 adet örnek alanın % 29'u Kuzey, % 71'i Güney bakı grubunda yer almaktadır.

3.2.5. Toprak Tepkimesine İlişkin Bulgular

Deneme alanlarında açılan 45 adet toprak profilinden tespit edilen toprak horizonlarından 176 adet toprak örneğinde laboratuarda saf su ile ayrı ayrı pH ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen değerler çizelge halinde aşağıda çıkarılmıştır.

Tablo 22. Örnek alanlarının potansiyel asitlik sınıflarına göre dağılımı

Toprak Reaksiyonu Sınıfları	Horizon Grupları			
	A-horizonunda		B-horizonunda	
	Sayı	%	Sayı	%
Çok Kuvvetli Asit (pH<4)	-	-	-	-
Kuvvetli Asit (4<pH<4,9)	-	-	-	-
O.Derecede Asit (5<pH<5,9)	7	16	5	11
Zayıf Asit (6<pH<6,9)	23	51	16	36
Zayıf Alkalen (7<pH<8)	15	33	24	53

Tablo 22'ye bakıldığında deneme alanları toprak örneklerini A horizonu yönünden değerlendirilecek olursa, % 51'i zayıf asit, % 33'ü zayıf alkalen, % 16'sı da orta derecede asit reaksiyon sınıfı içerisinde kalmaktadır. Deneme alanı toprakları B horizonu açısından ele alındığında, % 53'ü zayıf alkalen, % 36'sı zayıf asit, % 11'inin de orta derecede asit karakteri taşıdığı görülmektedir.

3.2.6. Topraktaki Organik Maddeye İlişkin Bulgular

Araştırma alanı sınırları içerisinde kalan örnek alanların organik madde miktarını belirlemek amacıyla açılan toprak profillerinden her horizondan toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri laboratuarda Walkey-Black ıslak yakma yöntemine göre işleme tabi tutularak organik madde miktarları ayrı ayrı tespit edilmiştir.

Her bir örnek alan ve horizon için tespit edilen organik madde miktarlarını gösteren tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 23. Örnek alanların humus sınıflarına göre dağılımı

Humus Sınıfları		Horizon Grupları			
		A- Horizonu		B- Horizonu	
		Sayı	%	Sayı	%
Pek Fakir <%1		-	-		
Fakir % 1-2		-	-	1	2
Orta Derecede Humuslu % 2-5		1	2	24	63
Zengin % 5-10		15	33	11	29
Çok Zengin % 10-15		25	56	2	4
Turbamsı % 15-30		4	9	1	2
TOPLAM	Sayı	45	-	39	-
	%	-	100	-	100

A-Horizon Grubunda kalan toprak örneklerine bakıldığında, % 2'sinin orta derecede humuslu, % 33'ünün humus bakımından zengin, % 56'sının humus bakımından

çok zengin, % 9'unun da turbamsı sınıf içerisinde kaldığı görülmektedir. A- Horizon grubunda humus sınıfları bakımından pek fakir ve fakir gurup içerisinde kalan toprak örneği bulunmamaktadır.

Aynı değerlendirme B-Horizon grubu için yapıldığında, örneklerinin % 2'si humusça fakir, %63'ü orta derecede humuslu, % 29'u humusça zengin, % 4'ü humusça çok zengin ve % 2'si de turbamsı sınıf içinde kalmaktadır. Bazı örnek alanlar için açılan toprak profillerinde A-Horizon grubundan hemen sonra C horizonu geldiğinden B-Horizon grubundan toprak örneği alınamamıştır.

3.2.7. Anakayaya İlişkin Bulgular

Araştırma yapılan arazide genel olarak şistli bir yapı mevcuttur. Ana kaya olarak Mikaşist ve kloritşist ana kayası mevcuttur.

3.3. Aktüel Verimliliğe İlişkin Bulgular

Bir Orman ekosisteminin meşcere verimliliğini yansıtan bir çok özellik bulunsa da (çap, göğüs yüzeyi, vs.) meşcere verimliliğini en iyi yansıtan özellik olarak meşcere üst boyu göze çarpmaktadır. Bu amaçla her bir örnek alanda meşcerenin üst tabakasına çıkmış tepe çatısını oluşturan 3-5 ağaçta yaş ve boy ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra bu değerler Karaçam ağaç türü için standart yaş olarak kabul edilen 100 yaşa göre tekrar hesaplanarak bonitet endeksi tablosu oluşturulmuştur. Bu değerlere bakılarak meşcerenin verimlilik sınıfı tayin edilmiştir. Bu çalışma için 5 bonitet sınıfı kullanılmıştır.

3.3.1. Verimlilik – Bakı Grupları İlişkisi

Araştırma alanı sınırlarında kalan her bir örnek alan için tespit edilen verimlilik sınıfının hangi bakı grubunda kaldığının tespiti için aşağıdaki tablo tanzim edilmiştir.

Tablo 24 incelendiğinde Kuzey bakı grubunda kalan 13 adet örnek alandan %15'i I. Bonitet, %39'u II. Bonitet, % 23'ü III. Bonitet, % 8'i IV. Bonitet ve % 15'i de V. Bonitet sınıfında kalmaktadır.

Tablo 24. Verimlilik sınıfı – bakı grupları ilişkisi

Bakı Grupları		Bonitet Sınıfları					Miktar	
		I	II	III	IV	V	Sayı	%
Kuzey		3,25	1,11,20,21,26	29,31,38	16	13,17	13	-
Toplam	Adet	2	5	3	1	2	13	-
	%	15	39	23	8	15	-	100
Güney		2,5,6,7,8,9,19,23,30,32,33,34,35,39,40,43,44	4,22,24,36,45	10,14,18,28,37,41,42	15,27	12	32	-
Toplam	Adet	17	5	7	2	1	32	-
	%	53	16	22	6	3	-	100
G.Toplam	Adet	19	10	10	3	3	45	-
	%	42	22	22	7	7	-	100

Güney bakı grubunda yer alan 32 adet örnek alandan % 53'ü I.Bonitet, % 16'sı II.bonitet, % 22'si III.Bonitet, % 6'sı IV.Bonitet ve % 3'ü de V.Bonitet sınıfında yer almaktadır.

Araştırma alanı bakı grubu ayırımı yapılmaksızın değerlendirildiğinde 45 adet örnek alanın % 42'si I.Bonitet, %22'si II.Bonitet, % 22'si III.Bonitet, % 7'si IV.Bonitet ve % 7'si de V.Bonitet sınıfında yer almaktadır.

3.3.2. Verimlilik – Toprak Derinliği (Mutlak Toprak Derinliği) İlişkisi

Mutlak toprak derinliği denince genel olarak sert anataşı üzerinde yatan ince taneli gevşek materyalin kalınlığı anlaşılır (2). Tespit edilen mutlak toprak derinliği ile verimlilik sınıfları arasındaki dağılım aşağıda tablo halinde sunulmuştur.

Tablo 25. Verimlilik sınıfı- toprak derinliği (mutlak toprak derinliği) ilişkisi

Toprak Derinlik Sınıfları		Bonitet Sınıfları					Miktar	
		I	II	III	IV	V	Sayı	%
Pek Sığ		39	-	-	-	13	2	4
Sığ		32	1,24	28,37	15		6	13
Orta Derin		3,5,6,9,23,25,34,35,40,44	4,18,20,21,26,36	10,14,38,41,42	16,27	12,17	25	56
Derin		2,7,30,33,43	11,45	29,31	-	-	9	20
Pek Derin		8,19	22	-	-	-	3	7
Toplam	Adet	19	11	9	3	3	45	-
	%	42	24	20	7	7	-	100

Yukarıdaki tabloya bakıldığında I.Bonitet sınıfında kalan 19 adet örnek alanın % 5'i pek sığ, % 5'i sığ, % 53'ü orta derin, % 27'si derin ve % 10'u da pek derin sınıfta yer almaktadır. II.Bonitet sınıfında kalan 11 adet örnek alandan % 18'i sığ, % 55'i orta derin

% 18'i derin ve % 9'u da pek derin sınıfta kalmaktadır.III.Bonitet sınıfında bulunan 9 adet örnek alandan % 22'si sığ, % 56'ı orta derin, % 22'si derin, IV.Bonitet sınıfında bulunan 3 adet örnek alandan % 33'ü sığ ve % 67'si de orta derin sınıfta kalmaktadır.Yine V.Bonitet sınıfında kalan 3 adet örnek alandan % 33'ü pek sığ ve % 67'si de orta derin sınıfta kalmaktadır.

Fizyolojik Toprak derinliği denince köklerin yayılabildiği derinlik akla gelmektedir. Örnek alanlarda açılan toprak profillerinde yapılan inceleme ve ölçümler neticesinde belirlenen fizyolojik toprak derinliği ile verimlilik sınıfları arasındaki dağılım aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 26. Verimlilik sınıfı- toprak derinliği (fizyolojik toprak derinliği) ilişkisi

Toprak Derinlik Sınıfları		Bonitet Sınıfları					Miktar	
		I	II	III	IV	V	Sayı	%
Pek Sığ		-	-	-	-	-		
Sığ		32,39,44	1	37,41	-	-	6	13
Orta Derin		2,3,6,7,9,19 23,25,30,33 34,35,40,43	4,11,18,20,21 22,24,26,36,45	10,14,28,29,31, 38,42,	15,16,27	12,13,17	37	82
Derin		5,8	-	-	-	-	2	5
Pek Derin		-	-	-	-	-	-	-
Toplam	Adet	19	11	9	3	3	45	-
	%	42	24	20	7	7	-	100

Tablo 26 incelendiğinde I.Bonitet sınıfında kalan 19 adet örnek alanın % 16'sı sığ, % 74'ü orta derin, ve % 10'u da derin sınıfta yer almaktadır. II.Bonitet sınıfında kalan 11 adet örnek alandan % 9'u sığ, % 91'i orta derin, III.Bonitet sınıfında bulunan 9 adet örnek alandan % 22'si sığ, % 78'i orta derin, IV.Bonitet sınıfında bulunan 3 adet örnek alandan % 100'ü de orta derin sınıfta kalmaktadır.Yine V.Bonitet sınıfında kalan 3 adet örnek alandan % 100'ü orta derin sınıfta kalmaktadır.

3.3.3. Verimlilik – Taşlılık Sınıfı İlişkisi

Araştırma alanı içerisinde kalan örnek alanlardan alınan toprak profili örneklerinden arazide yapılan gözlem sonucu elde edilen taşlılık sınıfları ile örnek alanlar için belirlenen verimlilik sınıfları arasındaki dağılım aşağıdaki tabloya yansıtılmıştır.

Tablo 27. Verimlilik sınıfı-toprak taşlılığı ilişkisi

Taşlılık Sınıfları		Bonitet Sınıfları					Miktar	
		I	II	III	IV	V	Sayı	%
Az Taşlı		9,19,25,33	11,18,21,24	38,41	27	-	11	24
Taşlı		7,44	-	10	-	-	3	7
Orta Der. Taşlı		5,8,34,35,39	4,22	28	15,16	-	10	22
Çok Taşlı		2,3,6,23,30,32,40,43	1,20,26,36,45	14,29,31,37,42	-	12,13,17	21	47
Toplam	Adet	19	11	9	3	3	45	-
	%	42	24	20	7	7	-	100

Yukarıdaki tabloya göz atıldığında I.Bonitet sınıfında kalan örnek alanların % 21'i az taşlı, % 11'i taşlı, % 26'sı orta derecede taşlı % 42'si çok taşlı, II.Bonitet sınıfı içinde bulunan 11 adet örnek alandan % 36'sı az taşlı, % 18'i orta derecede taşlı, % 54'ü ise çok taşlı sınıf içinde yer almaktadır.III.Bonitet sınıfında yer alan örnek alanlardan % 22'si az taşlı, % 11'i taşlı, % 11'i orta derecede taşlı, % 56'sı çok taşlı sınıfta, IV.Bonitet sınıfında yer alan örnek alanlardan % 33'ü az taşlı ve % 67'si de orta derecede taşlı sınıfta yer almaktadır.V.Bonitet sınıfında kalan örnek alanların % 100'ü ise çok taşlı sınıf içinde yer almaktadır.

3.3.4. Verimlilik-Toprak Drenajı İlişkisi

Arazi çalışması esnasında örnek alanlar için açılan her bir profilde belirlenen drenaj durumu verimlilikle ilişkilendirilerek aşağıda tablo halinde sunulmuştur.

Tablo 28. Verimlilik sınıfı-toprak drenajı ilişkisi

Drenaj Sınıfları		Bonitet Sınıfları					Miktar	
		I	II	III	IV	V	Sayı	%
Zayıf Drenaj		3,9,23,32	11,45	28,37,38	-	-	9	20
Orta Der. Drenaj		8,19,34,	1,4,18,20,22	10	15,16	-	11	24
İyi Drenaj		2,5,6,7,25,30,33,35,39,40,43,44	21,24,26,36	14,29,31,41,42	27	12,13,17	25	56
Toplam	Adet	19	11	9	3	3	45	-
	%	42	24	20	7	7	-	100

Tablo 28 incelendiğinde I.Bonitet sınıfında kalan 19 adet örnek alandan % 21'i zayıf, % 16'sı orta derecede, % 63'ü de iyi drenaj sınıfında bulunmaktadır. II.Bonitet sınıfına bakıldığında 11 adet örnek alandan % 18'i zayıf, % 45'i orta derecede drenaj, % 37'si iyi drenaj sınıfında yer almaktadır.III.Bonitet sınıfında yer alan 9 adet örnek alandan % 33'ü

zayıf drenaj, % 11'i orta derecede drenaj, % 66'sı iyi drenaj, IV.Bonitet sınıfında yer alan 3 adet örnek alandan % 67'si orta derecede drenaj, % 33'ü iyi drenaj, V.Bonitet sınıfında kalan 3 adet örnek alanın % 100'ü ise iyi drenaj sınıfında kalmaktadır.

3.3.5. Verimlilik- Toprak Türü İlişkisi

Arazide her bir örnek alan için açılan toprak profillerinden alınan toprak örneklerinin laboratuarda incelenmesi neticesinde belirlenen toprak türleri ile verimlilik sınıfı dağılımı gösterir tablo aşağıda sunulmuştur.

Tablo 29. Verimlilik sınıfı-toprak türü ilişkisi

Toprak Türü		Bonitet Sınıfları					Miktar	
		I	II	III	IV	V	Sayı	%
Kumlu Killi Balçık		3,8,9,33,40,44	1	-	16	17	9	20
Kumlu Balçık		2	4	-	-	12	3	6
Kumlu Kil		5,6,7	11	41	15	13	7	16
Balçıklı Kil		19,23,25,30,32,35,39,43	18,20,21,22,24,26,36,45	10,14,28,29,31,37,38,42	27	-	25	56
Ağır Kil		34	-	-	-	-	1	2
Toplam	Adet	19	11	9	3	3	45	-
	%	42	24	20	7	7	-	100

Tablo 29 incelendiğinde I. bonitet sınıfına düşen örnek alanların % 32'si kumlu killi balçık, % 5'i kumlu balçık, % 15'i kumlu kil, % 43'si balçıklı kil, %5'i ağır kil toprak türü sınıfına dahildir. II. bonitet sınıfı incelendiğinde örnek alanların % 9'luk kısmı kumlu killi balçık, % 9'luk kısmı kumlu balçık, % 9'luk kısmı kumlu kil, % 73'lük kısmı ise balçıklı kil sınıfı içinde bulunmaktadır. III. bonitet sınıfını değerlendirecek olursak örnek alanların % 11'i kumlu kil, % 89'u balçıklı kil, IV. bonitet sınıfındaki örnek alanların % 33.3 kumlu killi balçık, % 33,3'ü kumlu kil % 33.3'ü ise balçıklı kil sınıfında yer almaktadır. V. bonitet sınıfının toprak sınıfı verimlilik ilişkisi incelendiğinde, V. bonitette kalan 3 adet örnek alandan % 33,3'ü kumlu killi balçık, % 33,3'ü kumlu balçık ve % 33.3'ü ise kumlu kil sınıfında yer almaktadır.

3.4. İstatistiki Analizlere ilişkin Bulgular ve Tartışma

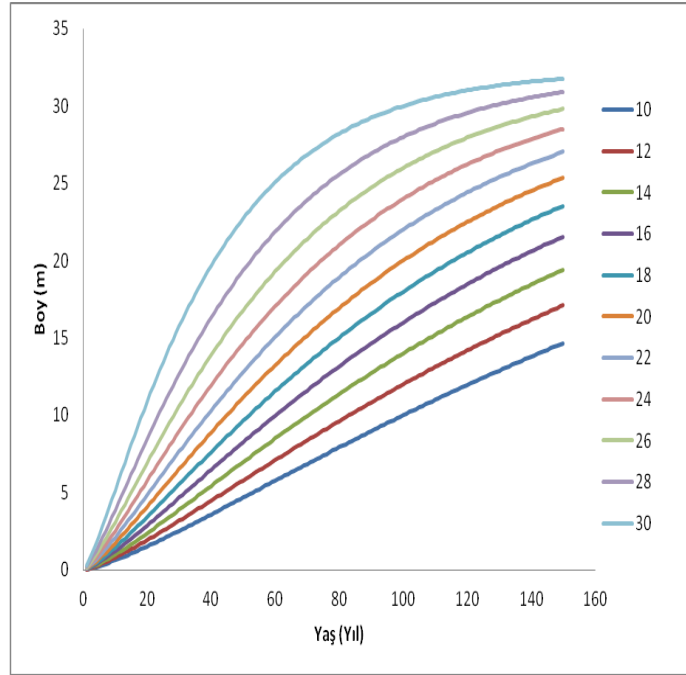
Vezirköprü-Kunduz ormanlarında Karaçamın verimliliğini tespit ederken Klasik bonitet endeksi ve Genel cebirsel fark yaklaşımına (GADA'ya) göre bonitet endeksi

değerleri belirlenmiştir. Daha sonra her iki ayrı bonitet endeksi ile yetiştirme ortamının bazı özellikleri arasındaki ilişkiler istatistiksel (korelasyon, regresyon v.b.) yönden araştırılmıştır. İstatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde; yetiştirme ortamı özelliklerinden özel konum etmenleri ve edafik (Toprak) etmenler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Toprak özellikleri ise kendi içerisinde üst toprak ve alt toprak olarak istatistiksel analize tabi tutulmuştur. İstatistiksel analiz (korelasyon) sonucunda ilişki çıkan etmenler, daha sonra regresyon analizine tabi tutularak denklemler elde edilmiştir. Klasik bonitet endeksine oranla daha fazla sayıda etmen ile ilişkiler bulunması ve daha başarılı sonuçlar vermesi nedeniyle bu çalışmada Genel cebirsel fark yaklaşımına (GADA'ya) göre hesaplanan bonitet endeksinden yararlanılmıştır. Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı sadece Cebirsel fark yaklaşımına göre verimlilikle ilişkili çıkan fizyografik ve edafik etmenlerin eğri grafikleri aşağıda verilmiştir.

Bu çalışmada, Kalıpsız (1963) tarafından geliştirilmiş bonitet endeks tablosu yardımıyla bonitet endeks tahminleri yapılmıştır. Bu bonitet endeks tablosu ile tahmin edilen bonitet endeks değerlerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla; 8.43, 35.90, 27.96 ve 8.37 m'dir. Ayrıca GCFY dayanan Bonitet endeks modeli geliştirilmiş ve bu bonitet endeks modelleri kullanılarak bonitet endeksleri tahmin edilmiştir. Geliştirilen bonitet endeks modeli;

$$h = 32.275 \cdot \left(1 - \left(1 - \left(\frac{h_0}{32.275} \right)^{\frac{1}{1.340}} \right)^{\frac{t}{t_0}} \right)^{1.340} \quad (2)$$

biçiminde gösterebilir. Bu modelde, h belirli t yaşı için tahmin edilen üst boyu, t_0 standart yaşı, h_0 ise; t_0 standart yaşındaki üst boy değerini veya diğer bir ifadeyle bonitet endeksini göstermektedir. Geliştirilen bonitet endeks modelinin belirtme katsayısı (R^2); 0.945 olup, boydaki değişimin % 94.5'i kullanılan bağımsız değişkenler ile açıklanabilmektedir. Bonitet endeks modelinin standart hatası ise; 2.464 m'dir. Yukarıda verilen bonitet endeks modeli kullanılarak, 10. m'den başlayarak, 2'şer m ara ile 30. m'ye kadar elde edilen bonitet endeks eğrileri ise Şekil 10'da verilmiştir. Geliştirilen bonitet endeks modeli yardımıyla, örnek alanların bonitet endeksleri tahmin edilmiştir. Bonitet endeks değerlerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla; 9.52, 34.0, 23.07 ve 4.87 m'dir.



Şekil 10. Genel cebirsel fark yaklaşımına göre elde edilen bonitet endeksi eğrileri

3.4.1. Özel Konum Etmenlerine İlişkin Bulguların Tartışılması

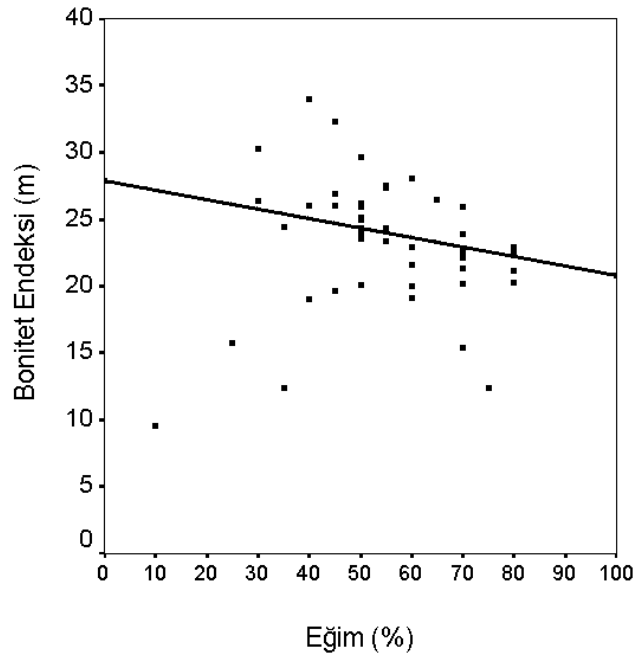
Cebirsel fark yaklaşımına (GADA) göre Karaçamın verimliliği (m) ile yetiştirme ortamının özel konum etmenlerinden eğim, bakı, relief (arazi yüzü şekli) ve yükselti etmenine ilişkin bulgular istatistiksel analize (korelasyon) sokulmuştur. Yapılan korelasyon analizi sonucunda, eğim etmeni ile verimlilik (m) arasında 0.01 önem düzeyinde negatif ($r = -0.259$) ve arazi yüzü şekli (relief) ile verimlilik (m) arasında 0.05 önem düzeyinde pozitif ($r = 0.167$) bir ilişki tespit edilmiştir (Ek Tablo 1).

Klasik bonitet endeksi (KBE) ile yetiştirme ortamı özel konum etmenleri istatistiksel analize sokulmuştur. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda eğim, bakı, relief gibi özel konum etmenleri ile verimlilik arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

Eğim, orman ağaçlarının yetiştirme ortamlarının birim alanına düşecek yağış miktarını, yağış sularının yüzey ve yüzey altı akışını ve buna bağlı olarak aşınım durumunu, güneş ışınlarının geliş açısını, güneşlenme süresi ve şiddetini, toprak derinliğini, iskelet içeriğini, ince toprak miktarını, su depolama kapasitesini, dolayısıyla besin ve su ekonomisini etkilemektedir. Sonuç olarak, eğim, orman ağaçlarının verimliliğini ve aynı zamanda bu alanın arazi kullanma şeklini de belirlemektedir [34,35].

Araştırma alanında eğim % 10 ile 80 arasında değişmekte olup ortalama eğim % 56 olarak bulunmuştur. Bu ise, araştırma alanın eğim sınıfları açısından dik eğimli (% 33 – 58) sınıf girdiğini göstermektedir.

Karaçamın yayılış gösterdiği alanlarda eğim etmeni ile karaçamın verimliliği arasında negatif ilişki belirlenmiştir. Bu da gösteriyor ki, eğimin artması karaçamın verimliliğini (Bonitet Endeksi) düşürmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. Eğim ile verimlilik arasındaki ilişki

Çeşitli ağaç türleri üzerinde yapılan araştırmalarda; eğim ile verimlilik arasında önemli ve anlamlı ilişki bulunamazken [5,10] yapılan çalışma ile benzer, yani önemli ve anlamlı negatif bir ilişki bulunan çalışmalar da mevcuttur [7,23].

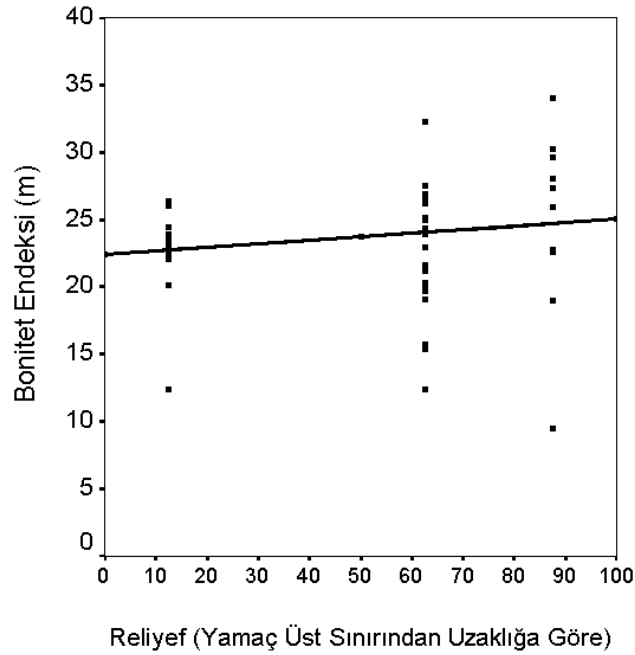
Orman yetiştirme ortamı özelliklerinden arazi yüzü şekli (yamaç üst sınırından olan uzaklık) verimlilik göstergelerinden en önemlilerinden biridir.

Sırtlarda ve üst yamaçlarda sıg, yıkanmış ve taşlılığı daha fazla olan topraklar bulunurken, yamacın aşağı kısım ve eteklerinde daha derin, ince tekstürlü ve taşlılığı daha az topraklar bulunmaktadır [7] .

Yamaç eteğine (alt yamaç) yakın yetiştirme ortamları genellikle derin, ince tekstürlü ve nem bakımından elverişlidir [36] . Nem bakımından elverişlidir, çünkü yağış dolayısıyla yamacın üst kısımlarına gelen suyun bir kısmı eğim yönünde sızıntı suyu şeklinde orta ve alt yamaçlara aktığından su ekonomisi yönünden değerlendirilirse; üst yamaçlar kuru ve

çok kuru olarak değerlendirilmekte iken alt yamaçlar ise tazece ve taze şeklinde değerlendirilmektedir [37] .

Araştırma alanında arazi yüzü şekli etmeni ile verimlilik arasında anlamlı pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Bunun ekolojik anlamı ise, yamaç üst sınırından uzaklaştıkça, yani alt yamaçlara doğru inildikçe bir verimlilik artışı gerçekleşmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Arazi yüzü şekli (reliye) ile verimlilik arasındaki ilişki

Korelasyon analizi sonucunda; Karaçamın verimliliği ile ilişkili çıkan yetiştirme ortamı özelliklerine (eğim, arazi yüzü şekli) çoğul regresyon analizi uygulanarak Karaçamın verimliliğinde etkili olan etmenler belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre, iki adet regresyon denklemi elde edilmiştir. Regresyon denklemleri sırasıyla;

1. Bonitet Endeksi (BE) (m) = 27.919 – 0.071 x Eğim (%) (r = 0.259)
2. Bonitet Endeksi (BE) (m) = 26.476 – 0.074 x Eğim (%) + 0.028 x Arazi Yüzü Şekli (Yamaç Üst Sınırından Uzaklık) (m) (r = 0.316)

3.4.2. Toprak Özelliklerine İlişkin Bulgular ve Tartışma

Toprak özellikleri ile verimlilik (BE) arasındaki ilişkilerin istatistiksel yönden değerlendirilmesinde; üst toprak (A Katmanı) ve alt toprağa (B Katmanı) ait sonuçlar ayrı

istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Bilindiği üzere; üst toprak organik maddece zengin olup, bitki beslenmesi açısından ayrı bir öneme sahiptir. Bunun nedeni ise, üst toprak üzerinde devam eden ölü örtü ayrışması söz konusu olup, üst toprağı organik madde bakımından desteklemektedir.

Alt toprak (B Katmanı) ise, orman ağaçlarının köklerinin daha çok yayılış gösterdiği solum tabakasıdır. Karaçamın kazık kök yaptığı düşünülürse, B katmanı bitki beslenmesi açısından daha çok önem taşımaktadır. Yıkanma sonucu üst topraktan (A Katmanı) gelen bitki besin elementleri daha çok bu kısımda birikmekte ve kökler aracılığıyla ağaçlara iletilmektedir. Ayrıca, alt toprağın üst toprağa oranla tekstür bakımından biraz daha ağır olması, yani % kil + toz miktarı yönünden daha fazla olmasının bazı dezavantajları olmasına rağmen belli sınırlar arasında kalmak şartıyla avantajları da bulunmaktadır. Örneğin, kil miktarının artması depo edilen su miktarını arttırdığı gibi tutulan bitki besin elementlerinin de miktarını arttırabilmektedir.

3.4.2.1. Üst Toprağa (A Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma

3.4.2.1.1. KBE'ne Göre Hesaplanan Verimlilik ile Üst Toprağa (A Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanında, Karaçamın verimliliği ile üst toprağa ait bazı toprak özellikleri (MTD, FTD, KD, % Kum, % Toz, % Kil, pH, % TK, % SN, % FSK, N, P₂O₅, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺) arasında istatistiksel (korelasyon) ilişkiler aranmıştır. Yapılan korelasyon analizi sonucunda, sadece verimlilik (BE) ile % SN arasında anlamlı ilişki belirlenmiştir (Ek Tablo 2).

Korelasyon analizine göre, verimlilik ile üst topraktaki % Solma Noktası arasında 0.01 önem düzeyinde negatif ilişki ($r = - 0.416$) belirlenmiştir. Verimlilik ile % Solma Noktası arasındaki ilişkiyi yansıtan Regresyon denklemi;

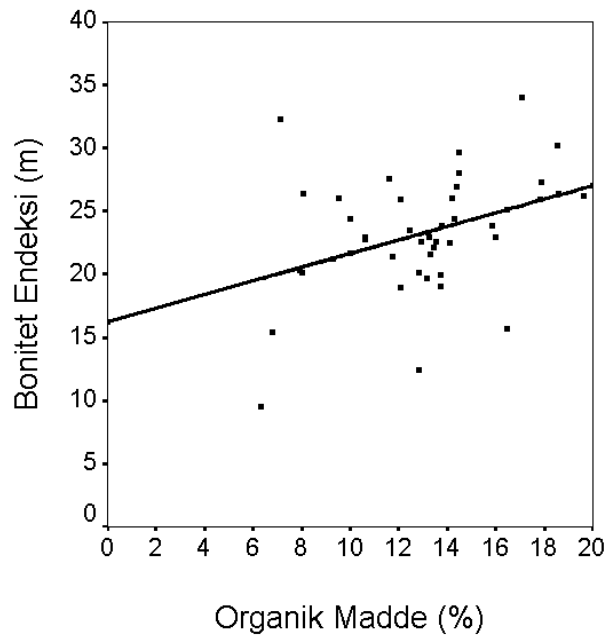
1. BE (Klasik) = $76.190 - 3.205 \times \text{Solma Noktası}$ ($r^2 = 0.153$), (standart hata = 4,31991) dir.

3.4.2.1.2. GADA'ya Göre Belirlenen Bonitet Endeksi ile Üst Toprağa (A Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanında, Karaçamın verimliliği ile üst toprağa ait bazı toprak özellikleri (MTD, FTD, KD, % Kum, % Toz, % Kil, pH, % TK, % SN, % FSK, N, P₂O₅, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺) arasında istatistiksel (korelasyon) ilişkiler aranmıştır. Yapılan korelasyon analizi sonucunda, verimlilik (BE) ile % Organik Madde, % Kum, % Toz, % SN ve Na⁺ (me/100 gr) arasında anlamlı ve önemli ilişkiler belirlenmiştir (Ek Tablo 1).

Korelasyon analizine göre, verimlilik ile üst topraktaki % organik madde arasında 0.05 önem düzeyinde pozitif ilişki ($r = 0.378$), verimlilik ile % kum miktarı arasında 0.05 önem düzeyinde negatif ilişki ($r = - 0.316$), verimlilik ile % toz miktarı arasında 0.05 önem düzeyinde pozitif ilişki ($r = 0.309$), verimlilik ile % solma noktası arasında 0.01 önem düzeyinde negatif ilişki ($r = - 0.402$) ve verimlilik ile üst topraktaki Na⁺ (me/100 gr) miktarı arasında ise 0.01 önem düzeyinde negatif bir ilişki ($r = - 0.404$) belirlenmiştir (Ek Tablo 1).

Mikroorganizma faaliyet sonucu ayrıışan organik madde suyun etkisiyle toprak derinliğine doğru inmekte, bu ise Ah horizonunun kalınlığının artmasına sebep olmaktadır. Organik madde su ve besin maddelerini tutarak bitki beslenmesinde önemli faydalar sağlamaktadır [38].

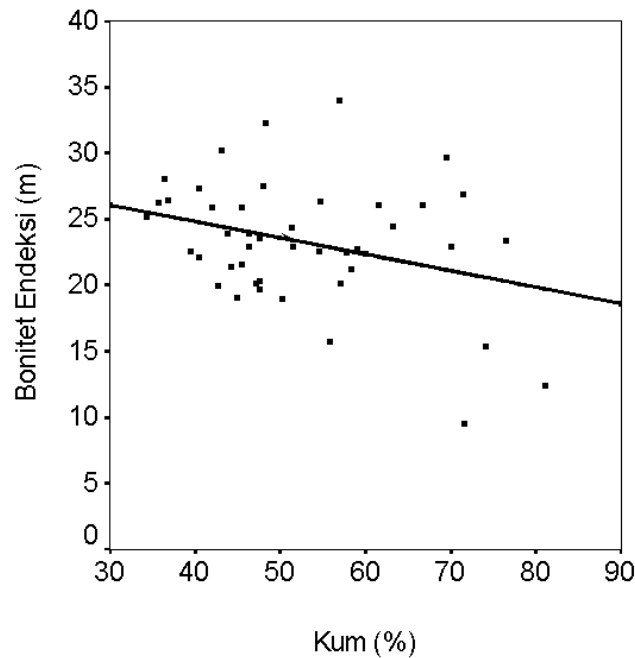


Şekil 13. Üst toprağın organik maddesi ile verimlilik arasındaki ilişki

Araştırma alanında, üst topraktaki organik madde miktarı % 6.34 – 19.60 arasında değişmekte olup, ortalama organik madde miktarı % 13.04'tür. Karaçamın verimliliği ile üst toprağın organik madde miktarı arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Bunun ekolojik anlamı ise, üst topraktaki organik madde miktarının artmasıyla Karaçamın verimliliği de artmaktadır (Şekil 13).

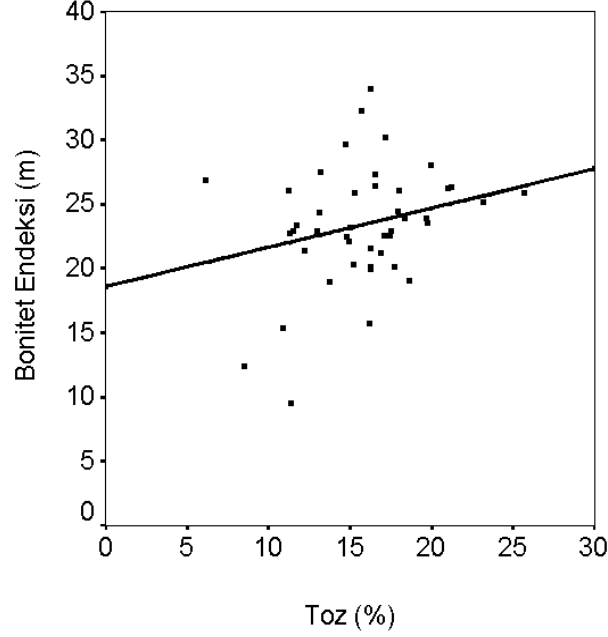
Karaçamın yayılış gösterdiği alanda, kum miktarı % 34.37 ile % 81 arasında değişmekte olup ortalama kum miktarı % 52.43'tür. Verimlilik ile % kum miktarı arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Bu ise, kum miktarının yüksek olduğu topraklarda yetişen Karaçamların verimliliğinin düşük olacağı anlamına gelmektedir (Şekil 14).

Toprakların % kum miktarı arttıkça toprakta depolanan su ve besin maddesi miktarı azalış göstermekte, bunlara bağlı olarak boy artımı azalmaktadır. Zira, kum elektriksel yük bakımından nötrdür. Bu yüzden, kumun yüzeyinde besin maddeleri tutulamamakta, su ise yüzey gerilimi ile tutulabilmektedir. Bitkiler, kum yüzeyinde tutulan sudan yararlanamamaktadır. Bu nedenle, toprakların kum miktarı arttıkça Karaçamın verimliliği olumsuz etkilenmektedir [23] . Nitekim, verimlilik ile % kum miktarı arasında elde edilen negatif ilişki, diğer bazı araştırmalarla benzerlik göstermektedir [23,38].



Şekil 14. Üst toprağın kum miktarı ile verimlilik arasındaki ilişki

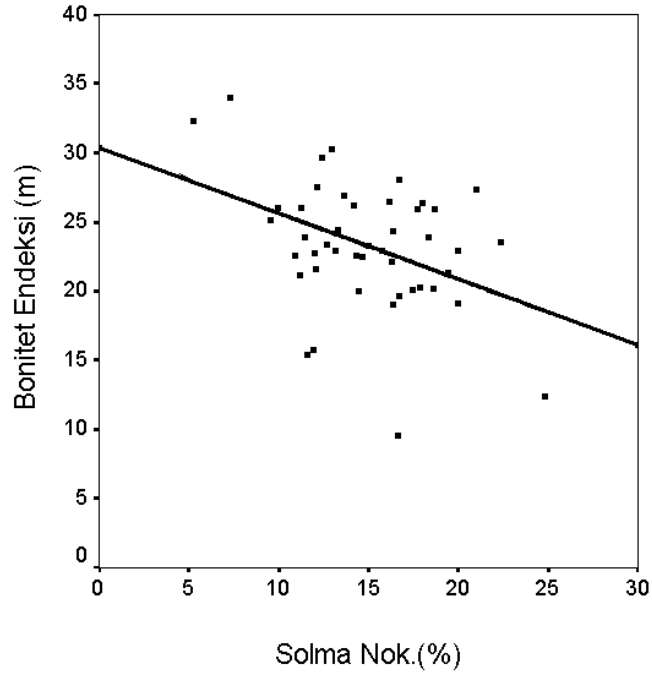
Araştırma alanında, toz miktarı % 6.17 ile 25.64 arasında değişmekte olup ortalama toz miktarı % 15.72'dir. Verimlilik ile % toz miktarı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bu da gösteriyor ki, % toz miktarının artması, ancak belli oranda artması (% 6.17-% 25.64) verimliliği olumlu yönde etkilemektedir (Şekil 15).



Şekil 15. Üst toprağın toz miktarı ile verimlilik arasındaki ilişki

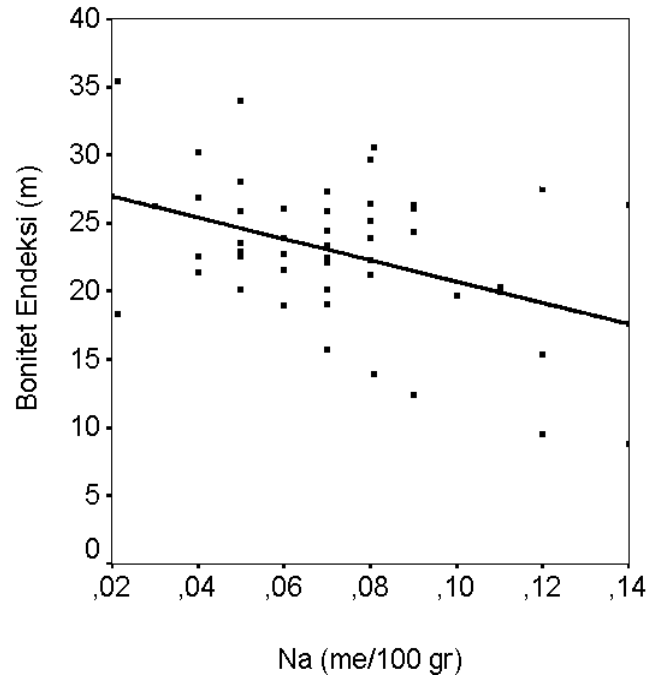
Topraktaki toz miktarının artması az da olsa kumun olumsuz etkilerini bertaraf edebilmektedir. Toprakta bulunan toz kuma oranla su ve bitki besin maddelerini tutabilmesi açısından daha avantajlıdır. Nitekim, yapılan çalışmada verimlilik ile toz miktarı arasında elde edilen pozitif ilişki ile de bu ortaya koyulmuştur. Bu konuda benzer çalışmalar da mevcuttur [38].

Araştırma alanında, üst topraktaki (A katmanı) % solma noktası miktarı % 5.24 ile 24.81 arasında değişmekte olup ortalama % 14.94 olarak tespit edilmiştir. Verimlilik ile solma noktası arasında negatif yönde bir ilişki bulunmuştur. Bu ise, % solma noktasının miktarı arttıkça verimliliğin düştüğünü göstermektedir (Şekil16). Ancak, solma noktası miktarındaki artış % 5.24 ile % 24.81 arasında gerçekleşmektedir.



Şekil 16. Üst toprağın solma noktası ile verimlilik arasındaki ilişki

Karaçamın yayılış gösterdiği araştırma alanında, üst topraktaki Na^+ (me/100 gr) miktarı 0.03 ile 0.12 arasında değişmekte olup ortalama 0.07 me/100 gr'dır. Karaçamın verimliliği (BE) ile Na^+ arasında negatif ilişki tespit edilmiştir (Şekil17).



Şekil 17. Üst toprağın Na^+ miktarı ile verimlilik arasındaki ilişki

Verimlilik (BE) ile üst topraktaki Na^+ miktarı arasındaki ilişkinin negatif çıkmasının ekolojik anlamı ise, üst topraktaki Na^+ miktarının artmasıyla (0.03-0.12 me/100 gr arasında) Karaçamın verimliliğinin düştüğünü ifade etmektedir.

Topraktaki fazla miktarda bulunan sodyum, toprağın fiziksel yapısını bozar. Kil ve organik madde üzerine dispers etkisi nedeniyle Na^+ toprak agregatlarının parçalanmasına yol açarken hava ve suyun toprağa girmesine engel olur. Bunun sonucu olarak kök gelişimi önlenirken, toprakta sert kesekler oluşur. Bu nedenle, sodyumla etkilenmiş topraklar hiçbir zaman arzu edilmez (39). Yapılan çalışmada da sodyum miktarının artmasıyla birlikte verimliliğin düştüğü belirlenmiştir.

Karaçamın verimliliği ile üst toprağa ait özelliklerin korelasyon analizi sonucunda, verimlilik ile ilişkili çıkan üst toprak özelliklerine (% kum, % toz, % organik madde, % solma noktası ve Na^+) çoğul regresyon analizi uygulanarak Karaçamın verimliliğinde etkili olan etmenler belirlenmeye çalışılmıştır. Analiz sonucuna göre, 5 adet regresyon denklemi elde edilmiştir. Regresyon denklemleri sırasıyla;

1. Verimlilik (m) = $29.286 - 0.118 \times \% \text{Kum}$ ($r = 0.314$)
2. Verimlilik (m) = $24.044 - 0.079 \times \% \text{Kum} + 0.208 \times \% \text{Toz}$ ($r = 0.370$)
3. Verimlilik (m) = $32.106 - 0.099 \times \% \text{Kum} + 0.180 \times \% \text{Toz} - 0.434 \times \% \text{Solma Noktası}$ ($r = 0.511$)
4. Verimlilik (m) = $35.972 - 0.078 \times \% \text{Kum} + 0.129 \times \% \text{Toz} - 0.427 \times \% \text{Solma Noktası} - 61.249 \times \text{Na}^+$ ($r = 0.593$)
5. Verimlilik (m) = $24.003 - 0.029 \times \% \text{Kum} + 0.164 \times \% \text{Toz} - 0.398 \times \% \text{Solma Noktası} - 32.535 \times \text{Na}^+ + 0.486 \times \% \text{Organik Madde}$ ($r = 0.653$)

3.4.2.2. Alt Toprağa (B Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma

3.4.2.2.1. KBE'ne Göre Hesaplanan Verimlilik Alt Toprağa (B Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanında, Karaçamın verimliliği ile alt toprağa ait bazı toprak özellikleri (MTD, FTD, KD, % Organik Madde, % Kum, % Toz, % Kil, pH, % TK, % SN, FSK, N, P_2O_5 , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) arasında ne gibi ilişkilerin olduğu tespit etmek amacıyla istatistiksel (korelasyon analizi) analizler yapılmıştır.

İstatistiki analizler sonucunda verimlilik ile alt topraktaki Na⁺ miktarı arasında 0.05 önem düzeyinde negatif yönde bir ilişki ($r = - 0.375$), verimlilik ile pH arasında 0.05 önem düzeyinde pozitif yönde bir ilişki ($r = 0.185$), verimlilik ile % solma noktası arasında 0.01 önem düzeyinde pozitif ilişki ($r = 0.216$) tespit edilmiştir.(Ek tablo 3)

Karaçamın verimliliği ile alt toprağa ait özelliklerin korelasyon analizi sonucunda, verimlilik ile ilişkili çıkan alt toprak özelliklerine (Na⁺, pH, % solma noktası) çoğul regresyon analizi uygulanarak Karaçamın verimliliğinde etkili olan etmenler belirlenmeye çalışılmıştır. Analiz sonucuna göre, 3 adet regresyon denklemi elde edilmiştir. Regresyon denklemleri sırasıyla;

$$1.BE \text{ (Klasik)} = 29.316 - 74.991 \times Na \text{ (me/100 gr)} \text{ (} r^2 = 0.141 \text{)}$$

$$2.BE \text{ (Klasik)} = 26.695 - 72.526 \times Na \text{ (me/100 gr)} + 0.370 \times pH \text{ (} r^2 = 0.143 \text{)}$$

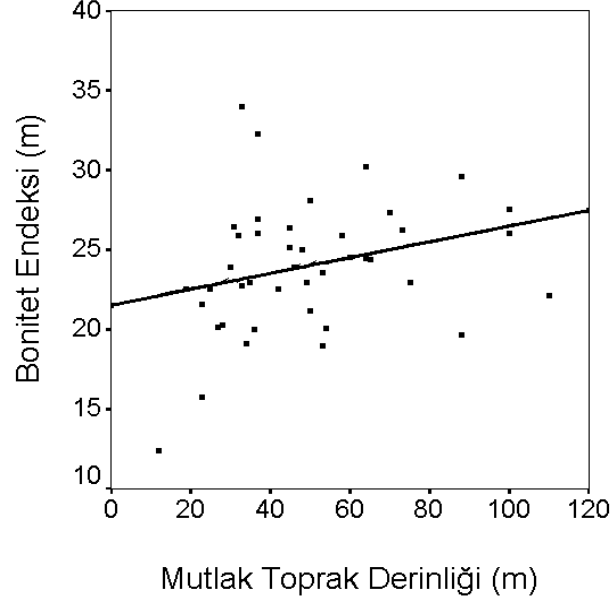
$$3.BE \text{ (Klasik)} = 21.541 - 68.071 \times Na \text{ (me/100 gr)} + 0.588 \times pH + 0.224 \times \text{Solma Noktası} \text{ (} r^2 = 0.204 \text{)}$$

3.4.2.1.2. GADA'ya Göre Belirlenen Bonitet Endeksi ile Üst Toprağa (A Katmanı) İlişkin Bulgular ve Tartışma

Karaçamın yayılış gösterdiği araştırma alanında, Karaçamın verimliliği ile alt toprağa ait bazı toprak özellikleri (MTD, FTD, KD, % Organik Madde, % Kum, % Toz, % Kil, pH, % TK, % SN, FSK, N, P₂O₅, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺) arasında istatistiksel (korelasyon analizi) ilişkiler araştırılmıştır. Yapılan korelasyon analizi sonucunda; verimlilik (BE) ile mutlak toprak derinliği arasında 0.01 önem düzeyinde pozitif ilişki ($r = 0.298$), verimlilik ile pH arasında 0.05 önem düzeyinde ilişki ($r = 0.185$), verimlilik ile % solma noktası arasında 0.01 önem düzeyinde pozitif ilişki ($r = 0.241$), verimlilik ile topraktaki Mg⁺⁺ arasında 0.05 önem düzeyinde negatif ilişki ($r = - 0.307$) ve verimlilik ile alt topraktaki Na⁺ miktarı arasında 0.05 önem düzeyinde negatif yönde bir ilişki ($r = - 0.376$) tespit edilmiştir.

Özellikle orman ağaçlarının köklerini geliştirebilecekleri toprak hacmini ve toprakta tutulan su ve bitki besin maddesi kapasitesini etkileyen bir özellik olarak, toprak derinliği; arazi yüzü şekli, bitki örtüsü, iklim özellikleri, canlılar ve anakayanın özellikleri ile zamana bağlı olarak değişim göstermektedir [34]. Toprak genetiğinde toprağın B katmanının alt sınırına kadar olan (solum) kısmı anlaşılmaktadır. Bu derinlik mutlak toprak derinliği olarak da anılmaktadır [40].

Araştırma alanında, mutlak toprak derinliği 12 ile 110 cm arasında değişmekte olup, ortalama 52.2 cm olarak belirlenmiştir. Karaçamın verimliliği ile mutlak toprak derinliği arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Bu sonuçlar gösteriyor ki, mutlak toprak derinliğinin artması verimliliği artırmakta, ancak mutlak toprak derinliğinin azalması ise verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir (Şekil 18).

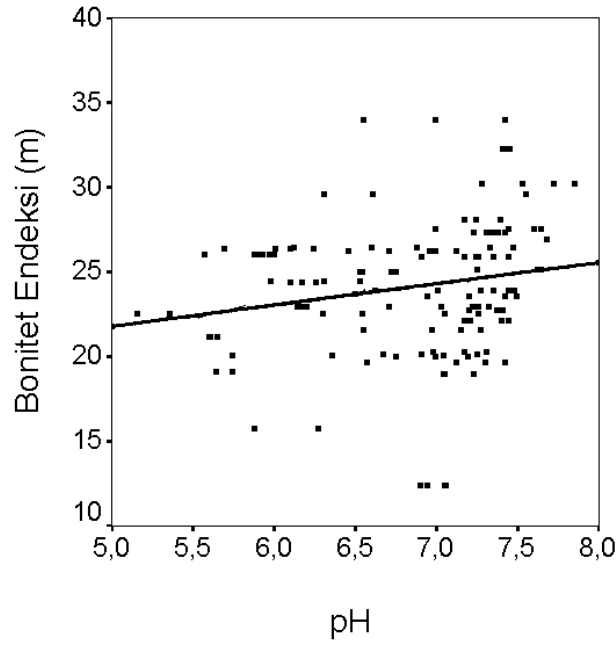


Şekil 18. Mutlak toprak derinliği ile verimlilik arasındaki ilişki

İstatistiksel analiz sonucunda, mutlak toprak derinliği ve verimlilik arasında elde edilen pozitif ilişkiye benzer çalışmalar mevcuttur [38].

Toprak reaksiyonu (pH) toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerinden olduğu kadar toprağın oluşum ve gelişimini etkileyen yeryüzü şekli, iklim, anakaya ve canlılar gibi faktörlerin de kontrolü altındadır. Toprak reaksiyonu bir yandan toprakların genetik gelişimi üzerinde, bir yandan da toprakların kimyasal ve fiziksel özellikleri hakkında bilgi edinmemizi sağlamaktadır. Topraktaki birçok kimyasal ve fiziksel oluşum ve gelişim olayları ile toprakların verimliliği ve bitkilerin yayılmaları, bitki toplumlarının tür bileşimi toprağın reaksiyonundan önemle etkilenir [27] .

Araştırma alanında, alt toprağın pH'sı 5.16 ile 7.85 arasında değişmekte olup ortalama pH 6.85'tir. Karaçamın verimliliği ile alt toprağın pH'sı arasında pozitif yönde ilişki belirlenmiştir. Bu ise, alt toprağın pH'sının yüksek olduğu alanlarda Karaçamın verimliliğinin daha iyi olduğunu göstermektedir (Şekil 19).

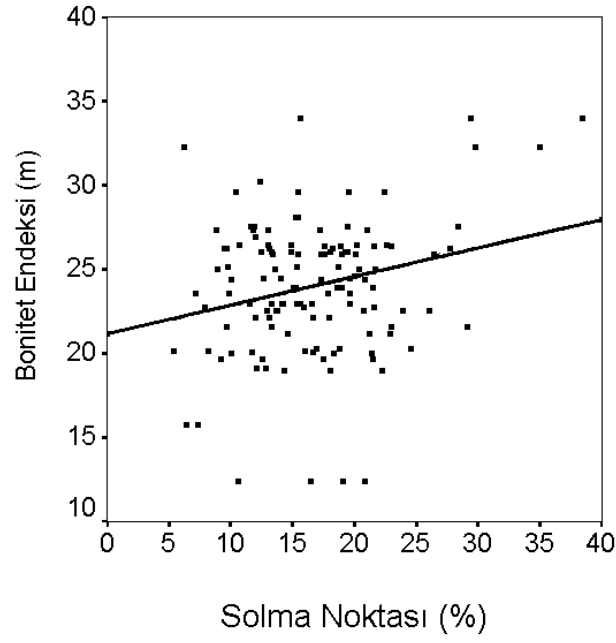


Şekil 19. Toprak reaksiyonu ile verimlilik arasındaki ilişki

Eruz tarafından Karaçam üzerinde yapılan bir çalışmada pH (saf suda) 5.3 ile 8.7 arasında tespit edilmiştir. Diğer taraftan Karaçam üzerinde yapılan bir çalışmada da toprak pH'sı ile verimlilik arasında önemli ilişkiler bulunmuştur [38].

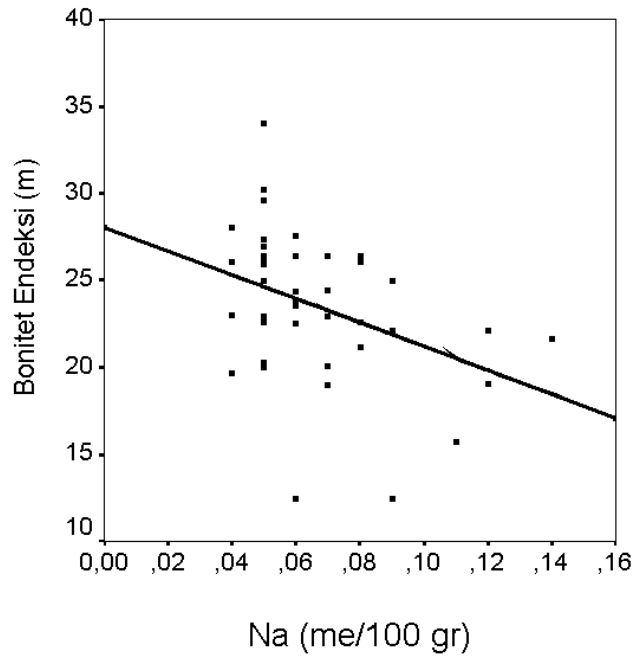
Araştırma alanında alt topraktaki (B katmanı) % solma noktası miktarı % 5.42 ile % 38.41 arasında değişmektedir. Solma noktası miktarı alt toprakta ortalama % 16.56'dır. Verimlilik (BE) ile solma noktası arasında pozitif yönde bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 20). Üst toprakta solma noktası ile verimlilik arasında negatif ilişki çıkmasına karşın alt toprakta pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Solma noktasındaki suyun toprakta tutulma basıncı (15 atm) tarla kapasitesindeki (1/3 atm) suyun toprakta tutulmasına göre daha yüksektir. Bitkiler, 15 atm basıncın daha üstünde toprakta tutulan sudan yararlanamamaktadır. Bu nedenle, solma noktasındaki toprağın rutubet miktarının yüksek olması, istenilen bir durum değildir. Ancak, belli sınırlar arasında kalmak şartıyla bu duruma müsaade edilebilir. Çünkü solma noktasındaki toprağın rutubetinin artması, faydalanılabilir su kapasitesi miktarını azaltacağından istenilmez. Ancak, belli sınırlar arasında kalmak şartıyla bu duruma müsaade edilebilir.



Şekil 20. Solma noktası ile verimlilik arasındaki ilişki

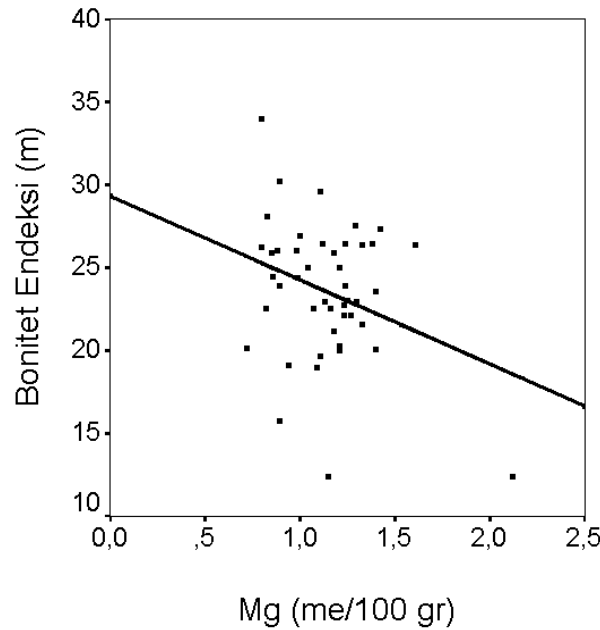
Alt toprakta solma noktası miktarının artışı daha çok topraktaki kil ve toz miktarı ile ilgilidir. Nitekim, verimlilik (BE) ile topraktaki kil miktarı arasında önemli ve anlamlı bir ilişki çıkmamasına rağmen pozitif yönde bir ilişki söz konusudur (Ek Tablo 4).



Şekil 21. Na^+ ile verimlilik arasındaki ilişki

Karaçamın yayılış gösterdiği araştırma alanında, alt topraktaki Na^+ (me/100 gr) miktarı 0.04 ile 0.14 arasında değişmekte olup, ortalama Na^+ miktarı, yaklaşık olarak üst topraktaki Na^+ miktarına yakın bulunmuştur (Şekil 21). Nitekim, alt toprağın Na^+ miktarı ile verimlilik arasında negatif ilişkinin tespit edilmesi de bunu destekler niteliktedir.

Araştırma alanında, alt topraktaki Mg^{++} miktarı 0.72 ile 2.12 me/100 gr arasında değişmekte olup, ortalama 1.13 me/100 gr'dır. Verimlilik (BE) ile alt topraktaki Mg^{++} arasında negatif yönde ilişki belirlenmiştir. Bunun ekolojik anlamı ise, alt topraktaki Mg^{++} miktarının yüksek olduğu alanlarda verimlilik (BE) düşmektedir (Şekil 22).



Şekil 22. Mg^{++} ile verimlilik arasındaki ilişki

Kimi yarı kurak alanlarındaki toprakların profillerinde magnezyum birikmesine rastlanabilir. Olağandışı hallerde kimi topraklarda fazla bulunan magnezyum bitkiler üzerinde zehir etkisi gösterebilir [39]. Araştırma alanında Mg^{++} ile verimlilik arasındaki negatif ilişkinin ortaya çıkması da bunu desteklemektedir.

Karaçamın verimliliği (BE) ile alt toprağa ait özelliklerin korelasyonu sonucunda, verimlilik ile önemli ve anlamlı ilişki çıkan alt toprak özelliklerine (MTD, pH, % solma noktası, Na^+ , Mg^{++}) çoğul regresyon analizi uygulanarak Karaçamın verimliliğinde etkili olan etmenler belirlenmeye çalışılmıştır. Regresyon analizi sonucuna göre, 5 adet regresyon denklemi elde edilmiştir. Regresyon denklemleri sırasıyla;

1. Verimlilik (m) = $21.041 + 0.051 \times \text{Mutlak Toprak Derinliği (cm)}$ ($r = 0.311$)
2. Verimlilik (m) = $17.205 + 0.050 \times \text{Mutlak Toprak Derinliği} + 0.590 \times \text{pH}$ ($r = 0.323$)
3. Verimlilik (m) = $11.640 + 0.051 \times \text{Mutlak Toprak Derinliği (cm)} + 0.798 \times \text{pH} + 0.271 \times \% \text{ SN}$ ($r = 0.461$)
4. Verimlilik (m) = $19.727 + 0.049 \times \text{Mutlak Toprak Derinliği (cm)} + 0.241 \times \text{pH} + 0.247 \times \% \text{ Solma Noktası} - 60.442 \times \text{Na}^+$ ($r = 0.561$)
5. Verimlilik (m) = $20.787 + 0.046 \times \text{Mutlak Toprak Derinliği (cm)} + 0.610 \times \text{pH} + 0.248 \times \% \text{ Solma Noktası} - 48.237 \times \text{Na}^+ - 3.651 \times \text{Mg}^{++}$ ($r = 0.598$)

4. SONUÇLAR

Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü Kunduz Orman İşletme Şefliği sınırlarında yapılan bu çalışmada Karaçam ormanlarının boy gelişimi ile bazı yerel konum (eğim, bakı, yeryüzü şekli) ve toprak (toprak derinliği, pH, bitki besin maddeleri vb. gibi) arasındaki ilişkiler önce tek tek korelasyon, sonra da kademeli regresyon analizi ile incelenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucu Karaçamın boy gelişimine etki yapan yetiştirme ortamı özelliklerinden önemli olanlar aşağıda özetlenmiştir.

1.Karaçamın verimliliği ile yetiştirme ortamının özel konum etmenlerinden eğim ile negatif (0.01 önem düzeyi, $r = - 0.259$), arazi yüzü şekli ile pozitif (0.05 önem düzeyi, $r = 0.160$) bir ilişki tespit edilmiştir.

2. Bakı ve yükselti etmenlerinin Karaçam ormanlarının gelişimi üzerindeki etkileri ile ilgili önemli ve anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

3.Karaçamın verimliliğine etki eden eğim (%) ve arazi yüzü şekli gibi yetiştirme ortamı özelliklerine çoğul regresyon analizi uygulanması ile ortaya iki adet regresyon denklemi elde edilmiştir.

$$1. \text{Bonitet Endeksi (BE) (m)} = 27.919 - 0.071 \times \text{Eğim (\%)} \quad (r = 0.259)$$

$$2. \text{Bonitet Endeksi (BE) (m)} = 26.476 - 0.074 \times \text{Eğim (\%)} + 0.028 \times \text{Arazi Yüzü Şekli (Yamaç Üst Sınırından Uzaklık) (m)} \quad (r = 0.316)$$

4. Araştırma alanında Karaçamın verimliliğine etki eden üst toprak (A katmanı) özellikleri istatistiksel analize sokulmuştur. Üst toprak (A katmanı) özelliklerinden % organik madde (0.05 önem düzeyi, $r = 0.378$) ve % toz miktarı ile verimlilik arasında (0.05 önem düzeyi, $r = 0.309$) pozitif bir ilişki, % solma noktası (0.01 önem düzeyi, $r = - 0.402$) ve üst topraktaki Na^+ ile (0.01 önem düzeyi, $r = - 0.404$) negatif bir ilişki bulunmuştur.

5. Araştırma alanındaki Karaçam ormanlarının verimliliğine etki eden üst toprak özelliklerinin toplu etkisini tespit etmek için çoğul regresyon analizi yapılmış ve bu analiz sonucun da 5 adet regresyon denklemi elde edilmiştir,

1. Verimlilik (m) = $29.286 - 0.118 \times \% \text{ Kum}$ ($r = 0.314$)
2. Verimlilik (m) = $24.044 - 0.079 \times \% \text{ Kum} + 0.208 \times \% \text{ Toz}$ ($r = 0.370$)
3. Verimlilik (m) = $32.106 - 0.099 \times \% \text{ Kum} + 0.180 \times \% \text{ Toz} - 0.434 \times \% \text{ Solma Noktası}$ ($r = 0.511$)
4. Verimlilik (m) = $35.972 - 0.078 \times \% \text{ Kum} + 0.129 \times \% \text{ Toz} - 0.427 \times \% \text{ Solma Noktası} - 61.249 \times \text{Na}^+$ ($r = 0.593$)
5. Verimlilik (m) = $24.003 - 0.029 \times \% \text{ Kum} + 0.164 \times \% \text{ Toz} - 0.398 \times \% \text{ Solma Noktası} - 32.535 \times \text{Na}^+ + 0.486 \times \% \text{ Organik Madde}$ ($r = 0.653$)

6. Yine araştırma alanında verimliliğe etki eden Alt toprak (B katmanı) özellikleri istatistiksel analize sokulmuş, mutlak toprak derinliği ile 0.01 önem düzeyinde ($r = 0.298$), pH ile 0.05 önem düzeyinde ($r = 0.185$), % solma noktası ile 0.05 önem düzeyinde ($r = 0.241$) pozitif; alt topraktaki Mg^{++} ile 0.05 önem düzeyinde ($r = -0.307$) ve Na^+ ile 0.05 önem düzeyinde ($r = -0.376$) negatif bir ilişki bulunmuştur.

7. Karaçamın verimliliği (BE) ile alt toprağa (B katmanı) ait özelliklerin korelasyonu sonucunda, verimlilik ile önemli ve anlamlı ilişki çıkan alt toprak özelliklerine (MTD, pH, % solma noktası, Na^+ , Mg^{++}) çoğul regresyon analizi uygulanarak Karaçamın verimliliğinde etkili olan etmenler belirlenmeye çalışılmıştır. Regresyon analizi sonucuna göre, 5 adet regresyon denklemi elde edilmiştir.

1. Verimlilik (m) = $21.041 + 0.051 \times \text{Mutlak Toprak Derinliği (cm)}$ ($r = 0.311$)
2. Verimlilik (m) = $17.205 + 0.050 \times \text{Mutlak Toprak Derinliği} + 0.590 \times \text{pH}$ ($r = 0.323$)
3. Verimlilik (m) = $11.640 + 0.051 \times \text{Mutlak Toprak Derinliği (cm)} + 0.798 \times \text{pH} + 0.271 \times \% \text{ SN}$ ($r = 0.461$)
4. Verimlilik (m) = $19.727 + 0.049 \times \text{Mutlak Toprak Derinliği (cm)} + 0.241 \times \text{pH} + 0.247 \times \% \text{ Solma Noktası} - 60.442 \times \text{Na}^+$ ($r = 0.561$)
5. Verimlilik (m) = $20.787 + 0.046 \times \text{Mutlak Toprak Derinliği (cm)} + 0.610 \times \text{pH} + 0.248 \times \% \text{ Solma Noktası} - 48.237 \times \text{Na}^+ - 3.651 \times \text{Mg}^{++}$ ($r = 0.598$)

8. Örnek alanların alındığı Kunduz Orman işletme Şefliği Karaçam ormanları taşlılık bakımından ağırlıklı olarak çok taşlı (% 40) ve az taşlı (% 31) sınıflar içerisinde yer almaktadır.

5. ÖNERİLER

Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü Kunduz Orman İşletme Şefliği sınırlarında kalan Karaçam Ormanlarının gelişimi üzerinde yetiştirme ortamı özelliklerinin (edafik ve fizyografik) etkisinin ne oranda olduğunu tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar neticesinde uygulayıcılara kaynak olabilecek öneriler aşağıda özetlenmiştir.

1- Kunduz Orman İşletme Şefliği Karaçam ormanlarında Rehabilitasyon programı kapsamında yapılacak olan ekim ve dikim sahalalarının tespitinde arazi eğimi ve toprak özellikleri iyi tespit edilmeli; arazi eğimi ve % kum miktarı yüksek olan sahalalara özellikle dikkat edilmelidir.

2- Araştırma alanı içerisinde kalan Karaçam ormanlarının çoğunluğu Amenajman planında 3 kapalı olarak gösterilse de; fiiliyatta grift kapalı meşçereler mevcuttur. Dolayısıyla meşçerelerin içine giren ışık miktarı yok denecek kadar azdır. Yapılan istatistiki analizler sonucunda % organik maddenin verimliliği pozitif yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle Karaçam ormanlarında yapılacak olan sıklık bakımı, bakım gibi silvikültürel çalışmalarda meşçere içerisine ışığın girmesi sağlanarak humus tabakasının ayrışması hızlandırılmalı ve mineral toprağa karışımı sağlanarak topraktaki organik maddenin artırılmasına yardımcı olunmalıdır.

3- Yine Karaçam ağaç türü için yapılacak olan Gençleştirme çalışmaları sırasında toprak çukurları açılmalı, mutlak toprak derinliği ve Alt toprak kısmının (B katmanı) pH'sı ölçülmeli, tensil çalışmalarında başarının artırılması için mutlak toprak derinliği fazla, pH'sı yüksek sahalalar seçilmelidir.

4- Araştırma alanı içerisinde kalan Karaçam bükleri genellikle aynı yaşlı tek tabakalı bir kuruluş göstermektedir. Az da olsa iki tabakalı Karaçam büklerine rastlamak mümkündür. İki tabakalı büklerde üst tabakada yaşlı ağaçlar alt tabakada ise genç fertler bulunmaktadır. Ancak bazı iki tabakalı büklerde alt tabakada ki fertler genç bireyler görünse de yapılan yaş ölçümleri neticesinde 30-50 yaşlarında olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle Karaçam büklerini amaçlanan tek tabakalı kuruluşa götürürken alt tabakadaki fertlerde mutlak suretle yaş ölçümleri yapılmalı, eğer alt tabakadaki fertler genç ve kabul edilebilir ise müdahale üst tabakaya yapılmalı; aksi halde müdahale alt tabakaya yapılarak amaç kuruluşa gidilmelidir.

5- İstatistiki analizler neticesinde elde edilen regrasyon denklemleri ile halihazırdaki Karaçam büklerinin veya yeniden tesis edilecek olan Karaçam büklerinin 100 yıl sonra ulaşabilecekleri üst boylar hesaplanabilecektir.

6. KAYNAKLAR

1. Daşdemir, İ., Türkiye’deki Doğu Ladini ormanlarında yetiştirme ortamı faktörleri-verimlilik ilişkisi, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1987.
2. Çepel, N., Orman Ekolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:399, İstanbul, 1988
3. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, www.ogm.gov.tr sayfası
4. Atalay, F., Niksar Orman İşletmesindeki Karaçam, Sarıçam, Kızılçam Ağaçlandırmalarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği bölümü, Trabzon, 1998
5. Eruz, E., Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam Meşcerelerinin Boy Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:368, İstanbul, 1984
6. Çepel N. ve Arkadaşları, Türkiye’nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler, TÜBİTAK Proje No:TOA6 154, Ankara. 1977
7. Kalay H.Z., Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Mıntıkasında saf Doğu Ladini (Doruk Ağaç) (*Picea Orientalis*. (L) Link) Büklerinin Gelişimi İle Bazı Toprak Özelliklerinin ve Fizyografik Etmenlerin Arasındaki İlişkilerin Denel Olarak Araştırılması, Doçentlik Tezi. Trabzon, 1989
8. Boydak M., Keşan Yöresi Saf Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Kültür Yöntemleri ile Doğal Faktörlerin Gelişim Üzerindeki ve Dikim Aralıklarının Hesaplanması, İ.Ü.O.F. Yayın No: 325, Taş Matbası, İstanbul, 1982.
9. Kalıpsız, A., Türkiye’de Karaçam (*P. nigra* Arnold) Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No:349, Yenilik Basımevi, İstanbul, 1963
10. Zech W. ve Çepel N. Anadolu’daki Bazı *Pinus brutia* Meşcerelerinin Boy Gelişimi ile Yeryüzü Şekli Özellikleri Arasındaki İlişkiler, İstanbul Üniv. Yayın No:1753, Orman Fak. Yayın No: 191, İstanbul, 1972.
11. Çepel N., DüNDAR, M., Bolu Aladağ Orman Ekosistemlerinde Sarıçam (*P.sylvestris* L.) Boy Artımı İle Reliyef ve Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler, İ.Ü.O.F. Dergisi, Seri A, Sayı:1, İstanbul, 1983
12. Sarıçam, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınlarının Sarıçam Adlı El Kitabı Dizisi:7 Muhtelif Yayınlar No:67, Ankara, 1994

13. Çepel, N., Dündar, M., "Tipik Orman Yetiştirme Bölgelerinde Sarıçam ve Kızılçam Meşcerelerinde Boy Artımı İle İğne Yapraklardaki Besin Maddesi Düzeyleri Arasındaki İlişkiler, İ.Ü.O.F. Dergisi, Cilt:35, Seri A, sayı:1, İstanbul, 1985
14. Kantarcı, M.D., Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklanındaki Uludağ Göknarı Ormanlarındaki Yükselti-İklim Basamaklarına Göre Bazı Ölü Örtü Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması, İ.Ü.Yayınları Yayın No:2634, O.F. Yayın No:274, İstanbul, 1979
15. Kalıpsız, A., Orman Ağaçlama Yatırımlarının Planlaması Esasları, İ.Ü.O.F. Yayınları No:153, İstanbul, 1970
16. Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü, Kunduz Orman İşletme Şefliği, Amenajman Planı, 1997
17. Erinç, S., Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis, İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Yayın No:41, İstanbul, 1965
18. Çepel, N., Orman Ekolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:3140/337, İstanbul, 1983
19. Çepel, N., Orman Ekolojisi, Dördüncü Baskı, İ.Ü. Yayın No:3886, Orman Fakültesi Yayın No:433, İstanbul, 1995b
20. Maden Teknik Arama, Türkiye Jeoloji Haritası, Ankara, 1992
21. Anonim, Samsun İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu, Köy İşleri Bakanlığı, Topraksu Gen. Müd., Ankara, 1972
22. Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü, Kunduz Orman İşletme Şefliği, Amenajman Planı, 2009-2028
23. Yılmaz, M., Doğu Karadeniz Bölümü Saf Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Kimi Ortam Etmenlerinin Kayının Gelişimine (Verimliliğine) Etkileri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2004
24. Türüdü, Ö.A., "Toprak Bilgisi", K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 2004
25. Kantarcı, M.D., Belgrad Ormanı Toprak Tipleri ve Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Haritalanması Esasları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Yayın No:2636, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:275, İstanbul, 1980
26. Gülçur, F., Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Yayınları Yayın No:1970, Orman Fakültesi Yayın No:201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 1974
27. Kantarcı, M.D., Toprak İlmi, İ.Ü. Yayınları Yayın No:4621, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:462, İstanbul, 2000

28. Özyuvacı, N., Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:233, İstanbul, 1978
29. Kapucu, F., 2004, Orman Amenajmanı, K. T. Ü. Genel Yayın No: 215, 515 s.
30. Günel, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi Ders Notları, İ.Ü. Orman 89 s.
31. Kalıpsız, A., 1998. Orman Hasılat Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fak. Yayınları, No:4060/448, İstanbul. 349 s.
32. Ercanlı, İ., 2010. Trabzon ve Giresun Orman Bölge Müdürlükleri Sınırları İçerisinde Yer Alan Doğu Ladini (*Picea Orientalis* (L.) Link)-Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) Karışık Meşçerelerine İlişkin Büyüme Modelleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
33. Cieszewski, C.J. ve Bailey, R.L., 2000. Generalized Algebraic Difference Approach: Theory Based Derivation of Dynamic Site Equations with Polymorphism and Variable Asymptotes, Forest Science, 46, 116–126.
34. Çepel, N. 1988. Orman Ekolojisi, İ.Ü. Yayınları Yay. No:3518, Orman Fak. Yay. No:399, İstanbul.
35. Altun, L., Tüfekçioğlu, A., Küçük, M., Yılmaz, M., Terzioğlu, S., Kalay, H.Z. ve Ünver, S. 2002. KTÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanında Bitki Topluluklarının Yükselti-İklim Basamaklarına Göre Değişiminin İncelenmesi, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 15-18 Mayıs, Artvin
36. Giray, N., Ormancılıkta Yetiştirme Muhitini Tanımanın Anlamı, Önemi ve İmkanları, I. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 23-25 Ekim 1995, Trabzon, Bildiriler Kitabı, Cilt : IV, 316-323.
37. Thornthwaite, C.W. and Hare, F.K., Climatic Classification in Forestry, *Mnasylyva* 9, New York (1955) 50-59.
38. Altun vd., 2007. Murat Dağı (Uşak) Yöresinde Yayılış Gösteren Ağaç Türlerinin (Kızılçam, Sarıçam ve Karaçam Verimliliğini Etkileyen Kimi Ekolojik Etmenlerin Araştırılması, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fak. Dergisi, Cilt 7, No: 1, Mayıs 2007, Kastamonu.
39. Kacar, B., 1996. Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara
40. Kalay, H.Z., Yetiştirme Ortamı Tanıtımı ve Ölçümü, Lisansüstü Ders Notu, K.T.Ü Orman Fakültesi, Trabzon, 1991.

Ek Tablo 1. Karaçamın verimliliği (GADA) ile yetiştirme ortamının özel konum etmenleri ve üst toprağın bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

[illegible]

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

Ek Tablo 2. Karaçamın verimliliği (KBE) ile yetiştirme ortamının özel konum etmenleri ve üst toprağın bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

	N	P ₂ O ₅	Ca	Mg	K	Na	Eğim	Taşlılık	Bakı	Reliyef	Kum	Toz	Kil	pH	OM	TK	SN	FSK	Yükselti
BE	,060 ,705 43	,080 ,612 43	,148 ,345 43	-,051 ,747 43	,032 ,837 43	-,274 ,075 43	-,094 ,542 44	,092 ,552 44	,199 ,195 44	,050 ,746 44	-,088 ,568 44	,060 ,699 44	,073 ,638 44	,207 ,178 44	-,199 ,195 44	-,261 ,087 44	-,416(**) ,005 44	-,033 ,832 44	,029 ,852 43
N		,286 ,063 43	,576(**) ,000 43	-,151 ,335 43	,643(**) ,000 43	-,368(*) ,015 43	,231 ,136 43	,186 ,231 43	-,103 ,511 43	,057 ,714 43	-,168 ,280 43	,083 ,598 43	,153 ,327 43	,033 ,832 43	,191 ,220 43	-,129 ,408 43	,127 ,415 43	-,215 ,166 43	,026 ,868 42
P ₂ O ₅			,381(*) ,012 43	-,291 ,058 43	,184 ,238 43	-,112 ,474 43	,030 ,846 43	,047 ,762 43	,111 ,478 43	,071 ,651 43	-,132 ,399 43	,132 ,399 43	,090 ,568 43	-,083 ,599 43	,087 ,579 43	-,121 ,441 43	-,056 ,719 43	-,100 ,526 43	-,031 ,845 42
Ca				-,133 ,396 43	,628(**) ,000 43	-,106 ,499 43	,193 ,215 43	-,121 ,440 43	-,054 ,733 43	-,170 ,276 43	-,217 ,163 43	,151 ,334 43	,177 ,257 43	-,200 ,198 43	,041 ,795 43	,054 ,731 43	,168 ,280 43	-,038 ,807 43	,181 ,251 42
Mg						,004 ,980 43	-,280 ,069 43	-,345(*) ,023 43	-,088 ,576 43	-,071 ,649 43	,301(*) ,050 43	-,062 ,695 43	-,312(*) ,042 43	-,016 ,920 43	-,203 ,192 43	-,019 ,905 43	-,066 ,675 43	,018 ,908 43	-,091 ,565 42
K						-,146 ,350 43	,033 ,831 43	,039 ,804 43	-,003 ,985 43	-,087 ,578 43	,077 ,625 43	-,155 ,322 43	-,017 ,915 43	,047 ,765 43	,061 ,696 43	-,022 ,888 43	,161 ,303 43	-,117 ,454 43	-,106 ,505 42
Na							-,182 ,244 43	-,175 ,261 43	-,280 ,069 43	-,088 ,576 43	,259 ,093 43	-,258 ,094 43	-,176 ,259 43	-,278 ,071 43	-,501(**) ,001 43	,083 ,595 43	-,001 ,994 43	,092 ,559 43	,062 ,698 42
Eğim								-,005 ,973 44	-,004 ,978 44	,028 ,859 44	-,275 ,071 44	,109 ,482 44	,261 ,087 44	-,050 ,746 44	-,043 ,781 44	,101 ,515 44	,034 ,825 44	,091 ,555 44	,021 ,891 43
Taşlılık									,027 ,861 44	,035 ,821 44	,014 ,930 44	-,125 ,420 44	,041 ,792 44	,200 ,192 44	-,018 ,908 44	,109 ,482 44	,154 ,317 44	,026 ,866 44	-,115 ,461 43
Bakı										-,088 ,571 44	,148 ,338 44	-,110 ,476 44	-,117 ,448 44	,158 ,306 44	,074 ,631 44	-,013 ,931 44	,089 ,564 44	-,072 ,640 44	-,077 ,622 43
Reliyef											-,281 ,064 44	,030 ,848 44	,305(*) ,044 44	,523(**) ,000 44	,271 ,075 44	-,053 ,732 44	-,073 ,638 44	-,013 ,933 44	-,745(**) ,000 43
Kum												-,470(**) ,001 44	-,918(**) ,000 44	-,004 ,981 44	-,398(**) ,008 44	-,294 ,053 44	-,083 ,594 44	-,280 ,065 44	,046 ,770 43
Toz													,081 ,602 44	-,127 ,413 44	,171 ,267 44	,000 1,000 44	-,015 ,924 44	,010 ,949 44	,048 ,761 43
Kil														,062 ,689 44	,372(*) ,013 44	,332(*) ,028 44	,100 ,520 44	,312(*) ,039 44	-,074 ,637 43
pH																			
OM																			
TK																			
SN																			
FSK																			

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Ek Tablo 3. Karaçamın verimliliği ile (Klasik bonitet endeksine göre) alt toprağın bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

	N	P ₂ O ₅	Ca	Mg	K	Na	Taşlılık	MTD	Kum	Toz	Kil	pH	OM	TK	SN	FSK
BE	-,036	,120	-,107	-,185	,100	-,375(*)	,115	-,025	-,015	-,008	,027	,176(*)	-,066	,093	,216(*)	-,096
	,812	,433	,485	,225	,514	,011	,189	,773	,866	,931	,755	,043	,454	,297	,014	,281
	45	45	45	45	45	45	132	132	132	132	132	132	132	129	129	129
N		,190	,391(**)	-,164	,420(**)	-,146	,222	-,055	-,214	,103	,313(*)	,157	,183	,039	-,093	,130
		,212	,008	,282	,004	,340	,144	,721	,157	,501	,036	,302	,229	,800	,545	,393
		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
P ₂ O ₅			,429(**)	-,424(**)	,220	-,116	,106	-,035	-,082	,045	,119	,014	,029	,013	,079	-,057
			,003	,004	,147	,447	,487	,821	,593	,768	,434	,927	,848	,933	,607	,708
			45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Ca				-,268	,608(**)	-,143	,218	,115	-,108	,026	,182	-,073	-,001	-,083	-,108	,000
				,075	,000	,349	,151	,453	,480	,867	,232	,633	,996	,590	,481	,999
				45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Mg					-,038	,247	-,080	-,090	-,044	,131	,023	,162	-,185	,245	-,034	,319(*)
					,803	,102	,603	,558	,776	,391	,883	,289	,224	,105	,826	,033
					45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
K						-,093	,073	,184	,145	-,238	-,013	,106	,140	,013	-,204	,202
						,542	,635	,226	,341	,116	,932	,488	,360	,930	,178	,184
						45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Na							-,143	-,055	-,169	,112	,142	-,245	-,125	,076	-,060	,145
							,349	,719	,267	,465	,353	,104	,415	,619	,694	,341
							45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Taşlılık								-,047	,025	,056	-,035	-,035	-,013	-,097	-,033	-,100
								,595	,772	,523	,688	,692	,885	,274	,711	,260
								132	132	132	132	132	132	129	129	129
MTD									-,115	,037	,134	,042	-,146	,046	-,061	,125
									,189	,673	,126	,634	,096	,605	,495	,157
									132	132	132	132	132	129	129	129
Kum										-,603(**)	-,892(**)	-,301(**)	-,114	-,079	,090	-,201(*)
										,000	,000	,000	,193	,374	,310	,022
										132	132	132	132	129	129	129
Toz											,217(*)	,299(**)	,065	,038	-,077	,130
											,012	,000	,457	,673	,389	,141
											132	132	132	129	129	129
Kil												,209(*)	,092	,074	-,088	,192(*)
												,016	,293	,408	,322	,030
												132	132	129	129	129
pH													-,051	,136	,039	,147
													,558	,125	,660	,097
													132	129	129	129
OM														-,144	-,141	-,054
														,103	,111	,547
														129	129	129
TK															,691(**)	,666(**)
															,000	,000
															129	129
SN																-,078
																,377
																129

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ek Tablo 4. Karaçamın verimliliği (GADA) ile alt toprağın bazı özellikleri arasındaki ilişkiler

	AZOT	P205	Ca	Mg	K	Na	Taşlılık	MTD	FTD	KD	Kum	Toz	Kil	pH	TK	SN	FSK
BE	-,055	,201	-,025	-,307(*)	,011	-,376(*)	-,129	,298(**)	,045	,061	-,021	-,013	,041	,185(*)	,161	,241(**)	-,026
	,720	,185	,871	,040	,943	,011	,139	,001	,606	,486	,812	,885	,645	,034	,067	,006	,767
	45	45	45	45	45	45	132	132	132	132	132	132	132	132	129	129	129
AZOT		,190	,391(**)	-,164	,420(**)	-,146	,222	-,055	-,030	,119	-,214	,103	,313(*)	,157	,039	-,093	,130
		,212	,008	,282	,004	,340	,144	,721	,845	,438	,157	,501	,036	,302	,800	,545	,393
		45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
P205			,429(**)	-,424(**)	,220	-,116	,106	-,035	,009	-,014	-,082	,045	,119	,014	,013	,079	-,057
			,003	,004	,147	,447	,487	,821	,955	,928	,593	,768	,434	,927	,933	,607	,708
			45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Ca				-,268	,608(**)	-,143	,218	,115	,094	,144	-,108	,026	,182	-,073	-,083	-,108	,000
				,075	,000	,349	,151	,453	,538	,346	,480	,867	,232	,633	,590	,481	,999
				45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Mg					-,038	,247	-,080	-,090	,086	,029	-,044	,131	,023	,162	,245	-,034	,319(*)
					,803	,102	,603	,558	,576	,850	,776	,391	,883	,289	,105	,826	,033
					45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
K						-,093	,073	,184	,217	,263	,145	-,238	-,013	,106	,013	-,204	,202
						,542	,635	,226	,153	,080	,341	,116	,932	,488	,930	,178	,184
						45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Na							-,143	-,055	,127	,149	-,169	,112	,142	-,245	,076	-,060	,145
							,349	,719	,407	,327	,267	,465	,353	,104	,619	,694	,341
							45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Taşlılık								-,047	,049	,058	,025	,056	-,035	-,035	-,097	-,033	-,100
								,595	,580	,508	,772	,523	,688	,692	,274	,711	,260
								132	132	132	132	132	132	132	129	129	129
MTD									,521(**)	,483(**)	-,115	,037	,134	,042	,046	-,061	,125
									,000	,000	,189	,673	,126	,634	,605	,495	,157
									132	132	132	132	132	132	129	129	129
FTD										,699(**)	-,152	,076	,137	,119	,030	-,026	,068
										,000	,081	,384	,116	,173	,737	,768	,446
										132	132	132	132	132	129	129	129
KD											-,222(*)	,161	,174(*)	,059	-,029	-,154	,119
											,010	,065	,046	,502	,742	,081	,180
											132	132	132	132	129	129	129
Kum												-,603(**)	-,892(**)	-,301(**)	-,079	,090	-,201(*)
												,000	,000	,000	,374	,310	,022
												132	132	132	129	129	129
Toz													,217(*)	,299(**)	,038	-,077	,130
													,012	,000	,673	,389	,141
													132	132	129	129	129
Kil														,209(*)	,074	-,088	,192(*)
														,016	,408	,322	,030
														132	129	129	129
pH															,136	,039	,147
															,125	,660	,097
															129	129	129
TK																,691(**)	,666(**)
																,000	,000
																129	129
SN																	-,078
																	,377
																	129

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ÖZGEÇMİŞ

01.10.1982 tarihinde dünyaya gelen Fatih KURT ilköğretim ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı.2001 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2006 yılında Orman Mühendisi unvanı ile bu bölümden mezun oldu.2006 yılı Eylül ayında K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2006 yılında yapılan KPSS sınavı ile Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü, Kunduz Orman İşletme Şefliğine atandı. Halen Kunduz Orman İşletme Şefi olarak görev yapmaktadır.

Evli ve bir çocuk babası olan KURT, orta derecede İngilizce bilmektedir