

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ETİBAKIR (KÜRE/KASTAMONU) AÇIK MADEN İŞLETMESİ**  
**REHABİLİTASYON ÇALIŞMALARININ EKOLOJİK AÇIDAN İRDELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Orm. Müh. Ali İPEK**

**OCAK 2016**

**TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ETİBAKIR (KÜRE/KASTAMONU) AÇIK MADEN İŞLETMESİ  
REHABİLİTASYON ÇALIŞMALARININ EKOLOJİK AÇIDAN İRDELENMESİ**

**Orm. Müh. Ali İPEK**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“ORMAN YÜKSEK MÜHENDİSİ”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29.12.2015**

**Tezin savunma Tarihi : 25.01.2016**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Lokman ALTUN**

**Trabzon 2016**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalında  
Ali İPEK tarafından hazırlanan**

**ETİBAKIR (KÜRE/KASTAMONU) AÇIK MADEN İŞLETMESİ  
REHABİLİTASYON ÇALIŞMALARININ EKOLOJİK AÇIDAN İRDELENMESİ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun .....gün ve ..... sayılı

kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Lokman ALTUN .....**

**Üye : Prof. Dr. Ömer KARA .....**

**Üye : Yrd. Doç. Dr. İsmet YENER .....**

**Prof. Dr. Sadettin Korkmaz**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

“Etibakır (Küre/Kastamonu) Açık Maden İşletmesi Rehabilitasyon Çalışmalarının Ekolojik Açıdan İrdelenmesi” isimli bu araştırma 2008-2015 yılları arasında K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın, laboratuvar analizleri ve büro çalışmaları K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Havza Amenajmanı Anabilim Dalı Laboratuvarı, Toprak İlmi Ekoloji Anabilim Dalı Laboratuvarında yapılmıştır. Harita düzenlemeleri coğrafi bilgi sistemi programında (ARCGIS) gerçekleştirilmiştir.

Çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi sayın Prof. Dr. Lokman ALTUN’ un danışmanlığında gerçekleştirilmiştir. Yüksek lisans tez konusunun seçiminde, planlanmasında, arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları esnasında ve çalışmaların yürütülmesinde her türlü yardım ve ilgisini gördüğüm, tezimin her aşamasında görüşlerinden yararlandığım değerli hocam sayın Prof. Dr. Lokman ALTUN’ a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar, büro çalışmaları ve istatistik analizleri esnasında büyük desteği ve payı olan, yardımlarını gördüğüm değerli hocam sayın Arş. Gör. Emre BABUR ve sayın Arş. Gör. Uğur KEZİK’ e çok teşekkür ederim.

Yüksek Lisans Tezimin arazi çalışmaları sırasında sağladığı katkılardan dolayı Küre Bakır İşletmeleri Genel Müdürü Sayın Ahmet TEZCAN’a ve Maden Mühendisi Sayın Serkan CİHAN’a, ayrıca Küre Orman İşletme Müdürü Sayın Ercan Şen’e, Köşreli Orman İşletme Şefi Sayın Sedat IŞIK’a ve arazi çalışmalarında yardımını esirgemeyen işletme personeline çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez çalışmam süresince her türlü desteği ve yardımlarını benden esirgemeyen aileme ve özellikle maddi ve manevi desteğini benden hiç çekmeyen babam Yakup İPEK’e, annem Zeliha İPEK’e, eşim Zübeyde Hanım İPEK’e değerli ablam Yrd. Doç. Dr. Hava AKBULUT ve eniştem Yrd. Doç. Dr. Sefa AKBULUT’a sonsuz şükranlarımı sunarım. Bu çalışmamın ülkemiz ormancılığına ve araştırmacılara yardımcı olmasını dilerim.

Ali İPEK  
Trabzon, 2016

## **TEZ ETİK BEYANNEMESİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Etibakır (Küre/Kastamonu) Açık Maden İşletmesi Rehabilitasyon Çalışmalarının Ekolojik Açıdan İrdelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Lokman ALTUN’un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 29/12/2015

Ali İPEK

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ ETİK BEYANNEMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Litaratür Özeti .....	4
1.3. Sarıçam (Pinus silvestris)'in Genel Özellikleri ve Doğal Yayılışı .....	5
1.4. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı .....	8
1.4.1. Coğrafi Konum .....	8
1.4.2. Jeolojik Özellikleri.....	12
1.4.3. Çalışma Alanının İklim Tipi .....	15
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	19
2.1. Materyal .....	19
2.2. Yöntem.....	19
2.2.1. Hazırlık Çalışmaları .....	19
2.2.2. Arazi Çalışmaları .....	19
2.2.3. Torba Örneklerinin Alınması.....	23
2.2.4. Hacim Örneklerinin Alınması.....	23
2.2.5. Laboratuvarda Yapılan Çalışmalar .....	23
2.2.5.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması.....	23
2.2.5.2. Higroskopik Nem Tayini .....	24
2.2.5.3. Toprağın Mekanik Bileşimi ve Toprak Türünün Tayini.....	24
2.2.5.4. Toprak Reaksiyonunun (pH) Tayini .....	25
2.2.5.5. Organik Madde Tayini .....	25

2.2.5.6.	Tarla kapasitesi ve Solma Sınırındaki (Pörsüme Sınırı) Nem Tayini.....	25
2.2.5.7.	Faydalanabilir Su Kapasitesi Tayini .....	26
2.2.5.8.	Mikrobiyal Karbon.....	27
2.2.5.9.	Agregat Stabilitesi.....	27
2.2.6.	Değerlendirme (Büro) Aşamasında Yapılan Çalışmalar .....	28
2.2.7.	İstatistik Analizler .....	28
3.	BULGULAR VE TARTIŞMA .....	29
3.1.	İstatistik Analizlere İlişkin Bulgular .....	33
4.	SONUÇLAR .....	52
5.	ÖNERİLER.....	54
6.	KAYNAKLAR .....	56
7.	EKLER.....	58
	ÖZGEÇMİŞ.....	60

**ÖZET**

**ETİBAKIR (KÜRE/KASTAMONU) AÇIK MADEN İŞLETMESİ REHABİLİTASYON  
ÇALIŞMALARININ EKOLOJİK AÇIDAN İRDELENMESİ**

Ali İPEK

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Lokman ALTUN  
2016, 72 sayfa, 2 (Ek Sayfalar)

Bu çalışmada, Kastamonu ili, Küre ilçesi açık madencilik işletme sahalarındaki rehabilitasyon çalışmaları kapsamında dikilmiş olan sarıçam (*Pinus sylverstris*) fidanlarının yıllık sürgün uzunlukları ve ortalama boy gelişimleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler saptanmaya çalışılmıştır.

Bu amaçla, Küre işletmesi sınırları içerisinde yer alan rehabilitasyon sahalarından seçme örnekleme metodu ile 30 adet örnek alanda iki farklı derinlik kademesinden (0-20 cm ve 20-50 cm ) toplamda 60 adet torba ve 60 adet 500 cm<sup>3</sup> lük hacim örneği alınmıştır. Toprak örnekleri üzerinde laboratuvarında bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Ayrıca her bir örnek alanda 30 adet sarıçam fidanının yıllık sürgün uzunlukları ve boyları ölçülmüş olup, her bir örnek alana ait ortalama sürün ve boy uzunlukları hesaplanmıştır.

Araştırma alanındaki sarıçam fidanlarına ait ortalama yıllık sürgün uzunlukları ve ortalama boy üzerinde toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin etkilerini ortaya koyabilmek amacıyla istatistiksel analizler yapılmıştır.

Sonuç olarak; tamamı yığma topraktan oluşan sarıçam (*Pinus sylverstris*) rehabilitasyon sahasındaki topraklara ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler ile fidanların büyüme özellikleri arasındaki etkileşimler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yüzeysel Madencilik, Rehabilitasyonu, Toprak özellikleri, kolojik ilişkiler, Verimlilik, sürgün uzunluğu, yetiştirme ortamı verimliliği.



Master Thesis

## SUMMARY

### ECOLOGICAL INVESTIGATION OF REHABILITATION STUDIES AT ETİBAKIR (KÜRE/KASTAMONU) OPEN MINNING

Ali İPEK

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Naturel and Applied Sciences  
Forestry Engineering Program  
Supervisor: Prof. Dr. Lokman ALTUN  
2016, 72 pages, 2 (Appendix)

In this study, the relationships between some soil properties and the growth of annual shoot length and mean height of Scots pine (*Pinus sylvestris*) seedlings were investigated in planted an open mining rehabilitation areas of Küre/Kastamonu. For this aim, a total of 60 pieces sacks and 500 cm<sup>3</sup> sampled with cylinder in two different soil depths (0-20 cm and 20-50 cm) of 30 different sample plots were taken with selected sampling method within the rehabilitation areas of Eti Bakır Co. Küre enterprise. Some physical and chemical analyses were carried out in the laboratory using taken soil samples. In addition, annual shoot length and height increment for 30 different Scotch pine seedlings were measured in all sample plots and mean shoot length and mean height growth were calculated.

Statistical analyses were conducted to reveal the effects of some physical and chemical properties of soils on average height increment and annual shoot length of the Scotch pine seedlings in the study area.

As a result, interactions between seedling growth characteristics and physical and chemical properties of the land area of rehabilitation composed of masonry soil (*Pinus sylverstris*) were tried to displayed.

**Keywords:** Open mining, rehabilitation, soil characteristics, ecological relationships, productivity, shoot length, site productivity.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. <i>Pinus sylvestris</i> ( 1.Yaprak,2. Tepe tacı, 3. Gövde kabuğu, 4. Sürgün kabuğu, 5. Erkek çiçek, 6. Kozalak(Roushfort 2000).....	6
Şekil 2. Sarıçam Türünün Dünya ve Türkiye’de Yayılışını Gösterir Harita (Cebel ve diğ, 1977) .....	7
Şekil 3. Çalışma alanının havadan çekilmiş görüntüsü.....	8
Şekil 4. Küre İlçesinin Türkiye’deki Yeri.....	9
Şekil 5. Aşıköy ve Toykondü Cıvarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması.....	10
Şekil 6. Toykondü Cıvarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması.....	10
Şekil 7. Aşıköy Açık Ocağı Cıvarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları.....	10
Şekil 8. Tesis Cıvarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması.....	11
Şekil 9. Tesis Cıvarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması.....	11
Şekil 10. Atık Barajı Cıvarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması.....	11
Şekil 11. Helikopter Pisti Cıvarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması.....	12
Şekil 12. Küre ve dolayının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti. (Ölçeksiz).....	15
Şekil 13. Kastamonu M.İ. verilerine (enterpole edilmiş) göre iklim diyagramı .....	16
Şekil 14. Bozulmuş Torba Örneklerinin Alınması.....	20
Şekil 15. Hacim Örneklerinin Alınması.....	20
Şekil 16. Mikrobiyal Karbon Örneklerinin Alınması .....	21
Şekil 17. Fidan Artımlarının ve Boylarının Ölçülmesi .....	22
Şekil 18. Toprağın Mekanik Bileşimi ve Toprak Türünün Tayini.....	24
Şekil 19. Organik Madde Tayini.....	25
Şekil 20. Toprakların tarla kapasitesi ve solma noktası tayininde kullanılan cihaz.....	26

Şekil 21. Fidan Kök Gelişimi Örneği.....	38
Şekil 22. Kuruyan Fidanda Kök Gelişimi.....	42
Şekil 23. Toprakların agregat stabilitesi ile FSK arasındaki ilişkiler. (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için).....	48
Şekil 24. Toprakların kum miktarları ile FSK arasındaki ilişkiler (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için).....	48
Şekil 25. Toprakların taşlılık miktarları ile FSK değerleri arasındaki ilişkiler (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için).....	49
Şekil 26. Toprakların kil miktarları ile FSK arasındaki ilişkiler (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için).....	50
Şekil 27. Ortalama boy ile FSK arasındaki ilişki (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için).....	50
Şekil 28. Ortalama boy ile TK arasındaki ilişki (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için).....	51
Şekil 29. Ortalama boy ile organik madde arasındaki ilişki (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için).....	51
Şekil 30. Ortalama Boy ile SN arasındaki ilişkiler. (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için).....	51

## TABLULAR DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. Thornthwaite Yöntemine Göre Su Bilançosu Tablosu .....	18
Tablo 2. Araştırma Alanındaki Topraklara İlişkin Ortalama Değerler .....	29
Tablo 3. Araştırma Alanındaki Fidanlara İlişkin Ortalama Sürgün Uzunluğu ve Ortalama Boy Değerleri (cm) .....	32
Tablo 4. Sürgün Uzunlukları ve Ortalama Boy ile Toprak Özellikleri Arasındaki İstatistik Analiz Sonuçları (0-20 Derinlik Kademesinde).....	34
Tablo 5. Sürgün Uzunlukları ve Ortalama Boy ile Toprak Özellikleri Arasındaki İstatistik Analiz Sonuçları (20-50 Derinlik Kademesinde).....	36

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Ülkemizde nüfus artışı ve sanayileşmeye bağlı olarak yeraltı ve yerüstü doğal kaynakların kullanımında da bir artış gözlenmektedir. Madenler ülkemizin yenilenemeyen doğal kaynakları arasında yer almaktadır. Madencilik sektörü ve madenler ülke gelişimi ve modern hayat için en önemli araçlardan biridir.

Yeraltı Kaynakları Kömürler (Taş Kömürü, Linyit Kömürü, Turbalar, Asfaltitler), Metalik Madenler (Demir, Alüminyum, Bakır, Kurşun, Çinko vb.), Endüstriyel Hammaddeler (Çimento, Seramik, Tuğla-Kiremit, Yapı Malzemesi Vs. Hammaddeleri), Taş - Agrega Kaynakları ve Yeraltı Suları olarak bilinmektedirler.

Türkiye’de 60 çeşit maden üretimi yapılmaktadır. ABD de Madencilik’in Ekonomi İçindeki Payı %5 iken, Türkiye’de madencilik’in Ekonomi İçindeki Payı % 3’ tür. Madencilik insanlığın ve ülkemizin vazgeçilmez bir faaliyetidir.

Bilindiği gibi yüzey madenciliği, yerkabuğunun bir parçası olan, yüzeye yakın bir derinlikte yataklar halinde bulunan organik ve inorganik kökenli doğal ham materyal birikimlerinin, üzerini örten taş, toprak vb. gibi materyalin açılmasından (dekabajdan) sonra çeşitli kullanımlar için kazılıp çıkartılmasıdır.

Yerkabuğu yüzeyinin doğal röliyefi bakır cevheri, değerli taşlar, turba, kum, çakıl, kil vb. gibi yararlı katı materyallerin insanlar tarafından yüzey madenciliği yöntemi ile kazılıp çıkarılması ve atık materyalin birikmesi sonucunda en çarpıcı ölçü ve biçimlerde değişikliğe uğramaktadır.

Madenin çıkarılması için kazılan bu örtü materyali çoğu kez kazıldığı noktadan oldukça uzak mesafelere taşınıp depolanmaktadır. Bunun sonucunda yerkabuğunun yüzeyi, oluşan yeni çukurlar ve atık materyal yığınları ile bir yapay formlar karmaşasına dönüşmektedir.

Yüzey madenciliğinin peyzaj üzerindeki kalıcı etkileri nedeniyle özel bir kültürel ya da endüstriyel peyzaj gelişir. “Madencilik Peyzajı” olarak adlandırılan bu peyzaj, değişikliğe uğratılmış bir röliyef, artan nüfus ve trafik yoğunluğu, ekonomik etkinliklerin artması ve doğanın orijinal potansiyelini etkileyen sonuçlar bakımından karakteristiktir. Orijinal arazinin yüzey madenciliği ve atıkların depolanması için bu şekilde total kullanımı

teknik bakımdan çoğu kez geçici bir ara kullanım olarak tanımlanırsa da, peyzaj ekolojisi bakımından bunun mevcut peyzaj sistemi üzerindeki alansal ve kompleks etkileri geçici değildir ve sadece o alanla sınırlı kalmaz. Olumsuz etkiler, kazılıp çıkarılan maden ya da depozitin ulaştığı derinlikten itibaren yakın çevrenin tüm biyosferini kapsar (Görecelioğlu, 2002).

Açık madencilik yöntemleri nedeniyle peyzajın orijinal yapısı fazlasıyla değişir. Jeolojik katmanlar, topoğrafik formlar, toprak koşulları, su ekonomisi, iklim koşulları, flora ve fauna da değişikliğe uğrar. Bu durum, teknolojik ve biyolojik yöntemlerle bir madencilik sonrası peyzajın oluşmasını gerekli kılar.

Açık madenciliğinin çevre ve peyzaj ekosistemi üzerindeki çok şiddetli etkileri çevredeki tüm canlılar, toprak, peyzajın görsel etkisi ve rekreasyonel değerler üzerinde zararlı sonuçlar doğurur. Bu zararların dikkatli ve planlı bir ıslah çalışması ile giderilmesi, çöken sistemin yeniden işlevsel ve yararlanılabilir duruma getirilmesi gerekir.

Madencilik faaliyetlerinin çevre ile ilişkisi kaçınılmazdır. Çevresel etkileri en fazla faaliyet olarak gözüken madenciliğin, ekolojik çevreye olan etkileri açık işletme veya yeraltı maden işletme tekniklerinden herhangi birinin uygulanması durumunda mutlaka kendini göstermektedir. Çünkü jeolojik yapı, bölgesel iklim, bitki örtüsü, su rejimi ve toprak maden işletmelerinin olduğu yerde zamanla değişime uğramaktadır (Anonim, 1997).

Açık madencilik uygulamalarının sona erdiği alanların hangi amaçla kullanılacağı arazinin doğasına, toprak koşullarına ve teknik, biyolojik, tarımsal önlemler ya da ormancılık uygulamaları yoluyla ıslah edilecek alanlardaki ve yakın çevredeki toplumsal yapıya bağlı olarak değişim gösterecektir. (Köseoğlu, M.; Özkan, M.B. 1984)

Rehabilitasyon (ıslah) kavramı, yüzey madenciliği sonucu bozulmuş alanların yeniden verimli, görsel açıdan çekici ve yararlanılabilir duruma getirilebilmesi için ihtiyaç duyulan tüm önlemleri kapsar. (Tandy, C. 1975)

İyileştirme (ıslah) çalışmalarının başarısı esas itibarıyla, atık materyalin kazılması, taşınması ve depolanması, atık materyal yığınlarının kitlesine, yüksekliğine ve yüzey alanına, kazılan çukurların ve oluşturulan atık materyal yığınlarının ilk formlarına bağlıdır. Bu bakımdan madencilik çalışmalarıyla fazlasıyla bozulan peyzajda oluşacak yeni arazi formlarının verimli, ekolojik açıdan uygun ve olabildiğince stabil bir yüzey strüktürü oluşturacak biçimde düzenlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, arazi formlarının

değiştirilmesinde çevre koşulları ve onarım hedefleri göz önünde tutulmalıdır (Görecelioğlu, 2002).

Eti Bakır A.Ş Küre işletmesinden kurulduğu günden bugüne kadar hiç bir zaman atıkları doğaya verilmemiş olup atıklar atık barajında depolanmaktadır. Rezervi biten ocakların doğaya yeniden kazandırılması için rehabilitasyon çalışmalarının önemli bir kısmı tamamlanmış olup geriye kalan bölümü de kısa zaman içerisinde tamamlanacaktır.

Eti Bakır A.Ş. (Küre/Kastamonu) maden işletmesinde; ormancılık (ağaçlandırma) faaliyetleri ile sürekli bir gelişmenin sağlanması hedeflenmiştir. Böylece, bir taraftan alanda depolanmış toprakların korunması ve stabil hale getirilmesi, diğer taraftan da dikilen fidanların çevredeki mevcut orman ekosistemleri ile bütünlük sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca gelecekte oluşacak orman ekosistemi içerisinde fauna için yeni yaşam ortamlarının oluşması, görsel peyzaja katkı sağlanması, oksijen üretimi ile atmosferin temizlenmesine, su döngüsüne katkı sağlanması ve doğa koruma fonksiyonlarının yerine getirilmesi ana hedefleri ön plana çıkarılmıştır.

Eti Bakır A.Ş Küre (Kastamonu) Madencilik faaliyetleri sonucu çevreye verilen zararların minimize edilmesi için rehabilitasyon (iyileştirme-peyzaj) çalışmaları planlanmış, uygulamaya başlanmış olup, çalışmalar devam etmektedir. Eti Bakır Küre işletmesinde kapatılan Aşıköy, Kızılsu, Toykondu bölgelerinde doğaya yeniden kazandırma planları kapsamında sahanın rehabilitasyonu için 2014 yılı sonu itibariyle 225.000 adet fidan dikimi yapılmış olup 2015 yılı içerisinde de 30.000 fidan dikimi gerçekleştirilmiş ve toplamda 255.000 adet fidan dikilmiştir. Dikimler esnasında 21.324 m.tül Seki Teras Uygulaması ve 10.440 m.tül Sarmaşık Uygulaması yapılmıştır.

Bitkilendirme çalışmalarını takip eden yıllar içerisinde toprak kalitesinin iyileştirilmesine yönelik olarak 60 ton Suni Gübre ( Can + Kompoze ), 2.055 ton ahır gübresi 7.200 kg Tohum ( Ayrık Otu + Korunga + Mera Tohumu ) ekimi yapılmış ve 272 ton Leonardit (organik madde) kullanılmıştır. Rehabilitasyon çalışmaları 202 hektarlık bir alanda yürütülmüş ve 9,1 milyon tl harcanmıştır.

Bu görüşlerin ışığı altında Kastamonu/Küre Eti Bakır A.Ş tarafından işletilen madencilik faaliyeti sonucu ortaya çıkan arazi bozulununun rehabilitasyon (ağaçlandırma, peyzaj) çalışmalarının başarı düzeylerinin belirlenmesi, dikilen fidanların gelişimi üzerinde etkili olan bazı toprak özelliklerinin ortaya konulması bu çalışmada amaç olarak belirlenmiştir. Bu işlem, toprak örneklerine ilişkin değerler ile fidan gelişimine ilişkin değerler arasındaki ilişkiler korelasyon analizi uygulanarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Böylece elde edilen bilgilerin ve ilişkilerin ileride bölgede yapılacak olan yeni rehabilitasyon çalışmalarına ışık tutması hedef alınmıştır.

## 1.2. Literatür Özeti

Froehlich and McNabb, 1984 yılında yaptığı bir çalışmada toprak rehabilitasyonunun orman verimliliğinin azalmasına sebep olan toprak bozulmasındaki etkiyi azaltmayı hedefleyen önemli bir orman yönetim stratejisi olduğunu belirtmiştir.

Kantarıcı 1980 tarihinde ki bir araştırmada, açık maden işletmelerinin artıklarının, işletmedeki her bir alan için ayrı ayrı düzeltilerek bölgesel özelliklere cevap verebilecek şekilde tasarlanması gerektiğinden bahsetmiş, dikkat edilmesi gereken en önemli hususun ağaçlandırmaya uygun olan materyalin üste serilmesini sağlamak olduğunu belirtmiştir. Arazinin düzeltilmesi sırasında mümkün olduğu kadar eğimin düşürülmesi gerektiğini aksi takdirde oyuntu erozyonuna maruz kalılabileceğini belirtmiştir. Ayrıca serilen topraklar ile ilgili bir keşif yapılarak arazi için ekolojik toprak serileri haritası hazırlanması gerektiği konularında önerilerde bulunmuştur.

Kantarıcı'nın (1997) sunduğu bir sempozyum bildirisinde, açık maden ocağı işletmelerinin toprak ve canlı toplumlarına etkileri özetlenmiştir. Nitelikleri ve toprak olarak kullanılabilme imkânlarına göre açık maden ocağı artıklarının Ağaçlı-Yeniköy ve Edirköy (Saray) kömür ocaklarındaki ve Esetçe (Çorlu) kum ocağındaki yeniden ağaçlandırma çalışmaları kapsamında inceleme ve araştırma sonucunda yapılanlar ve yapılması gerekenler ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Nakoman (1988), madende sıyrılıp atılan örtü tabakası önemli miktarlarda istihsal yapılan yataklarda büyük hacimler teşkil eder. Bu malzeme kömür alındıktan sonra meydana gelen çukurluklara doldurulur. Örtü tabakasının en üst kısmını teşkil eden tarım toprağı selektif olarak önceden ayırdığı takdirde, dekapajın üstüne yayılarak saha tekrar tarıma elverişli hale getirilir.

Ürgenç (1986) tarafından yazılan, "Ağaçlandırma Tekniğı" adlı ders kitabının "Kömür ve Diğer Sanayi Artık Yığınlarının Stabilizasyonu Amacı ile Ağaçlandırmalar" başlıklı bölümünde bu tip sahalarda dikkat edilmesi gereken hususları ve uygulanması gereken metotları ve teknikleri açıklamıştır.

Holmberg'in (1983) "Arazi Kullanımı, Topraklar ve Yeniden Bitkilendirme" başlıklı yazdığı kitap bölümünde arazi kullanım planlamasında ve madencilik faaliyetleri yürütülen



arazilerde yapılması gerekenler konusundaki düşünceleri anlatmıştır. Besin maddelerinin test edilmesi ve maden toprağının üretime dönük olarak yeniden inşa edilmesi için iyileştirici olarak neler ilave edilmesi gerektiği konusunda yapılacak testler ve izleme çalışmaları hakkında çerçeve bilgi verilmiştir.

Güney ve Şimşir'in (2000) "Türkiye'de Açık Maden Ocakları ve Peyzaj Onarım Çalışmaları" adlı tebliğde madencilik faaliyetleri sonucu bozulan alanlarda peyzaj onarım çalışmalarının zaten yasalar gereği yapılmasının zorunlu olduğu, ancak arazi ıslahını planlamanın çok disiplinli bir şekilde ele alınmasıyla kolay ve ekonomik bir şekilde başarılı olabileceği vurgulanmıştır. Toprak ve bitki örtüsünden yoksun bu gibi çıplak alanlarda orman ağacı türlerinin fidanlarıyla doğrudan ağaçlandırmaya göre biyomühendislik tedbirlerin ve otsu bitkilerle ekim ve dikim yapılmasının daha etkili olacağı ifade edilmiştir. Güney ve Şimşir (2000) resmi ve özel kuruluşlar tarafından işletilen maden alanlarının çevre onarımı bakımından mevcut durumlarını kısaca gözden geçirerek eksikliklerin ve ihmallerin olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç bölümünde ise madencilik sonrası arazi kullanım amacı belirlenen arazilerin rehabilitasyonu için peyzaj onarım planlarının ve uygulamalarının nasıl yapılması gerektiği konusunda bazı anahtar bilgiler verilmiştir.

### **1.3. Sarıçam (*Pinus silvestris*)'in Genel Özellikleri ve Doğal Yayılışı**

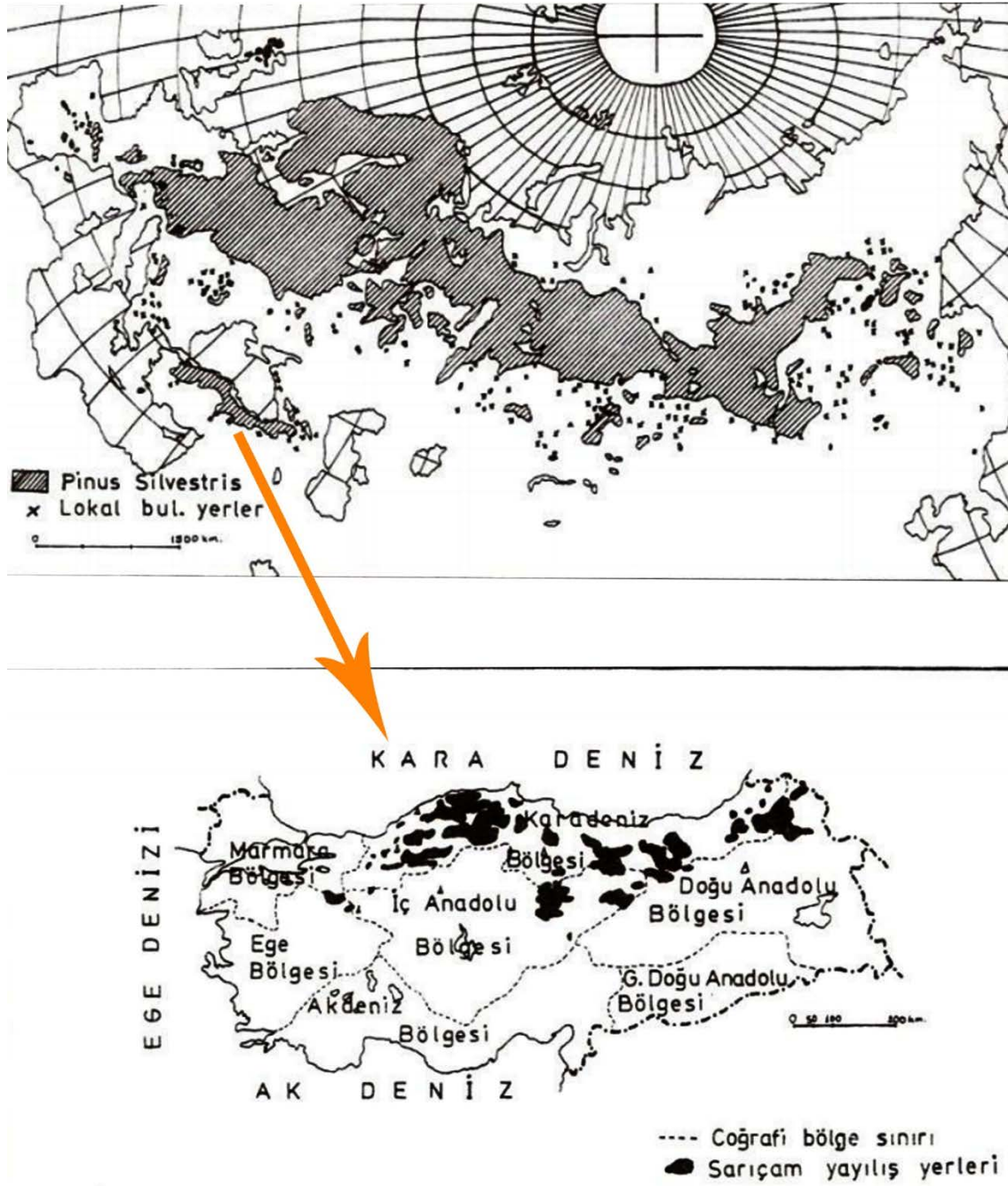
Sarıçam Gymnospermae sınıfından, Pinaceae familyasının Pinus (Çam) cinsinin bir türüdür. Yetiştirme ortamına göre 20-25 metreye kadar boylanabilir. Narin ve silindirik gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı yahut dolgun gövdeli yayvan tepeli ve kalın dallı bir ağaçtır. Genç gövdelerde, yaşlı ağaçların yukarı kısımlarında, kalın dallarda "tilki sarısı" rengindeki kabuk gayet ince levhalar halinde ayrılır. Yaşlı gövdeler ise gri kahverengi, kalın ve çatlaklıdır (Anonim., 1994). Sarıçam hafif kumlu toprakların ağacıdır. Mineral madde ve nem istekleri yüksek değildir. Kurak, fakir ve kayalık yerlerde bile yetişebilmektedirler. Ancak, hafif ve kumlu derin toprakları çok sevmekle beraber, tuz konsantrasyonu fazla olan topraklardan kaçındıkları belirtilmektedir. Işık gereksinimleri yüksektir (Anşin ve diğ., 1993)

Ülkemizde Sarıçam, Kızılçam ve Karaçamdan sonra en fazla yayılış gösteren (1.239.578ha) ibreli ağaç türümüzdür. Sarıçam ülkemizdeki toplam orman alanının % 5,5'ini oluşturmaktadır. Türkiye'deki iğne yapraklılar içinde kapladığı alan itibarıyla

sarıçam, kızılçam (*Pinus brutia*) ve karaçam (*Pinus nigra*)’dan sonra 3. sırada gelmektedir. Dikili ağaç serveti olarak da tüm iğne yapraklılara katılma oranı % 18’dir (Anşin ve diğ., 1993). Sarıçam ormanları, batıda Kütahya ve Sündiken Dağlarından başlayarak Kuzey Anadolu Dağlarının güneye bakan yamaçları boyunca Sarıkamış’a kadar uzanır. Burada 2700– 2800 m yükseltiye kadar çıkar. Amasya, Sinop, Ayancık, İnebolu, Boyabat, Tosya, Kastamonu Ilgaz dağlarında, Bolu Seben, Köroğlu ve Abant çevresinde saf ya da Göknar-Kayınla karışık durumda, 700– 2000 m yüksekliklerde geniş bir yayılış gösterir. Orta Anadolu’da Refahiye’nin Dumanlı Dağında, Sivas çevresinde Yıldız Dağlarında, Akdağmadeni’nin Akdağ’ında saf orman kuruluşunda 1000-2300 m yüksekliklerde, Tokat ve Afyon-İhsaniye çevresinde, Yozgat dolaylarında, Kayseri’nin Pınarbaşı ilçesinin batısında, Kızılcahamam dolaylarında Mihaliççık- Eskişehir ve Eskişehir- Kütahya arasındaki dağlık yerlerde saf ya da karışık orman kuruluşlarında görülmektedir. Çoruh vadisinde 700 m ye kadar inen Sarıçam, Kuzeydoğu Anadolu’da Ardahan, Göle, Şenkaya ve Sarıkamış dolaylarında çoğunlukla saf olarak 2700 m’ye kadar yükselebilmektedir. Karadeniz bölgesinde, Sürmene- Çamburnu civarında deniz kıyısına kadar inmekte, Zigana Dağlarında, Gümüşhane ve Giresun dolaylarında yayılış göstermektedir (Kayacık, 1963; Saatçioğlu, 1976; Genç ve Güner, 1998)



Şekil 1. *Pinus sylvestris* ( 1.Yaprak,2. Tepe tacı, 3. Gövde kabuğu, 4. Sürgün kabuğu, 5. Erkek çiçek, 6. Kozalak(Roushfort 2000).



Şekil 2. Sarıçam Türünün Dünya ve Türkiye’de Yayılışını Gösterir Harita (Cebel ve diğ, 1977)

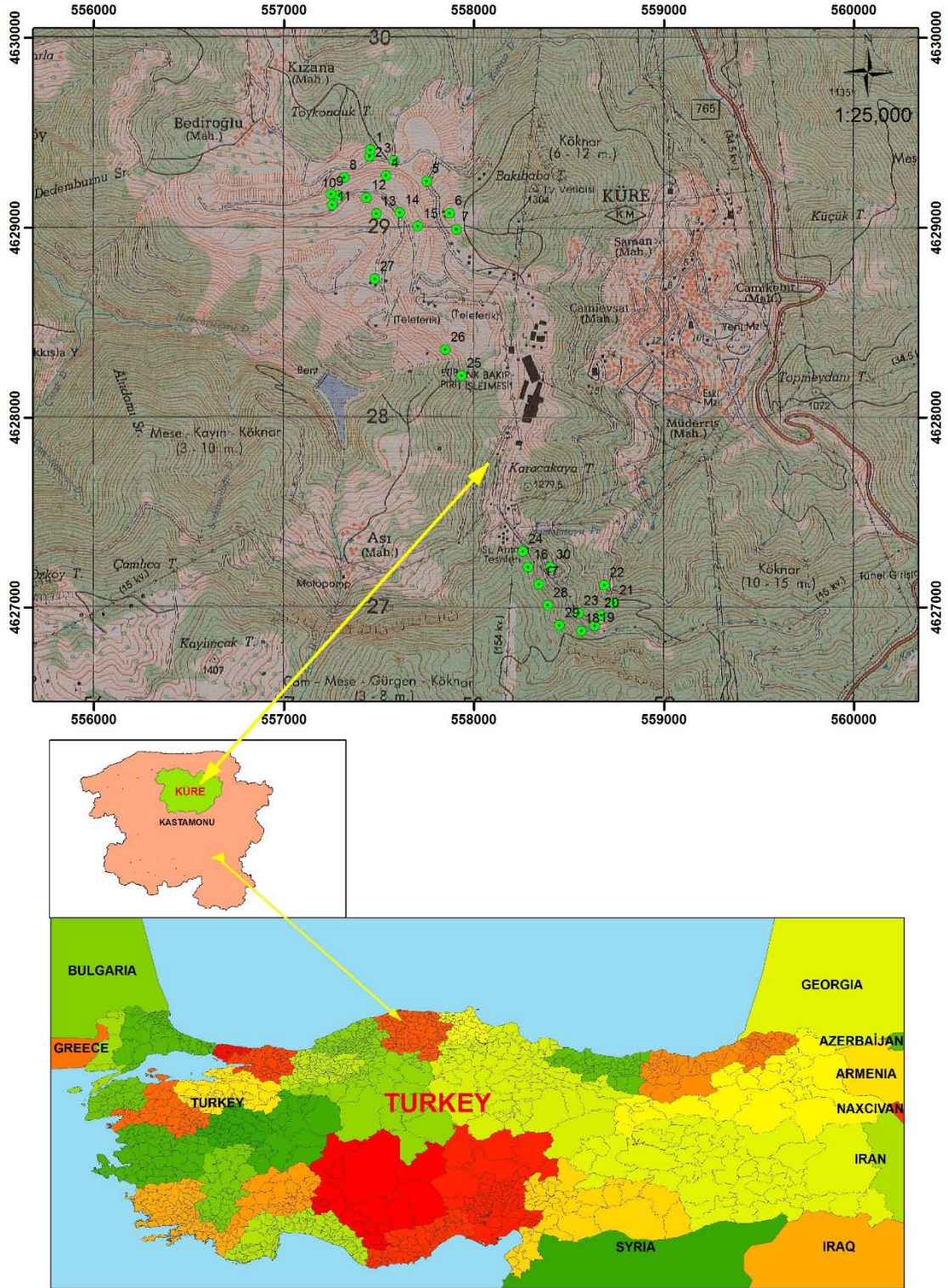
## 1.4. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

### 1.4.1. Coğrafi Konum

Bu araştırma, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümünde yer alan Kastamonu İli Küre İlçesi sınırları içerisinde Kastamonu E31-a3 numaralı 1/25000 ölçekli paftası içinde Küre Bakır A.Ş. Rehabilitasyon sahasında yer almaktadır (Şekil 3 ve 4). Çalışma alanı Karadeniz bölgesi olması sebebiyle saha engebeli bir yapı sergiler ve kuzey-güney yönünde derin vadiler arasında yer almaktadır. Başlıca yükseltiler Bakibaba tepesi (1304 m) ve Tokyonduk tepesi (1280 m)' dir. Küre yerleşim merkezine yaklaşık 400 metre uzaklıkta olan tesisin Kuzeyinde 30 km uzaklıkta Karadeniz sahili, güneyinde 60 km uzaklıkta Kastamonu bulunur. Araştırma alanı 44° 48' Kuzey enlemleri ve 33° 41' Doğu boylamları arasında yer alan yaklaşık 203 ha lık arazide yaklaşık 255,000 adet sarıçam fidanı kullanılarak rehabilite edilmiştir. Yaklaşık 21,324 m.tül seki teras, 10,440 m.tül sarmaşık uygulaması, 10,440 m.tül damla sulama sistemi, 7,200 kg tohumlama yapılmıştır



Şekil 3. Çalışma alanının havadan çekilmiş görüntüsü



Şekil 4. Küre İlçesinin Türkiye'deki Yeri



Şekil 5. Aşıköy ve Toykondü Civarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması



Şekil 6. Toykondü Civarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması



Şekil 7. Aşıköy Açık Ocağı Civarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları



Şekil 8. Tesis Civarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması



Şekil 9. Tesis Civarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması



Şekil 10. Atık Barajı Civarı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması



Şekil 11. Helikopter Pisti Cıvırı Rehabilitasyon ve Ağaçlandırma Çalışmaları Eski Hali ve Yeni Hali Karşılaştırması

### 1.4.2. Jeolojik Özellikleri

Derin nakliye şaftı alanında yer alan kayalar alttan üste doğru; ultramafik kayalar, Liyas öncesi-Liyas yaşlı Küre formasyonu ve Üst Dogger-Alt Malm yaşlı Karadana formasyonudur. Ayrıca bunların bazılarında sokulum yapmış olan gabro-diyorit, bazaltik dayklar ve dasit gibi volkanik kayalar da bulunmaktadır. Formasyon isimlendirmeleri çalışma sahasındaki tipik örneklerin görüldüğü yerlere göre verilmiştir.

**Küre formasyonu :** Küre formasyonu, derin nakliye şaftının en yaygın kayaç topluluğunu oluşturan ultramafik kayalar üstüne ters bir fayla gelmiştir ve altta bazaltik volkanik kayalar ile başlar, üste doğru kalın bir çökel istifine geçer. Alt düzeylerde masif olan Bazaltik volkanik kayalar, yukarı doğru yastık lav ve en üst seviyelerde ise breşik karakterdedir. Çökel kayalar ise siyah şeyl, silttaşı, kumtaşı ile ender olarak da üst bölümlerde Kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı seviyelerinden ibarettir. Bu dizinin alt kesimleri çok ince taneli siyah şeyl, üst kesimleri ise kumtaşı ağırlıklı olup, üste doğru tane büyümesi görüldüğünden regresif karakterli olduğu anlaşılmaktadır.

**Bazaltik kayalar:** Cevher yatakları içermesi açısından özel bir önem taşıyan bazaltik volkanik Kayalar alt düzeylerde masif, yukarı doğru yastık lav yapısı gösterir, en üst seviyelerde de breşik karakterdedir. Yer yer de dayklarla kesilmiştir. Breşik bazaltlar yoğun bir şekilde hidrotermal alterasyona uğramışlardır. Masif bazaltlar; yeşil, siyahımsı yeşil, çok ince taneli ve subofitik dokuludur. Hâkim mineral plâjiyoklaz olup, plâjiyoklazlar aralarında klinopiroksen izlenmektedir. Kuvars mineralleri ile birlikte çatlaklar boyunca gelişmiş ikincil kuvars oluşumları da yer alır. Plajiyoklazlarda albitleşme, serisitleşme ve az miktarda killeşme görülmektedir. Ayrıca kayacda yaygın



olarak spilitleşme ile az miktarda epidot, prehnit ve opak mineraller görülür. Denizaltı püskürmesinin belirtisi olan yastık lavlar yeşilimsi gri, yeşilimsi siyah renklidir. Uzun eksenleri 3-5 cm.'den 2-3 m.'ye kadar değişir. Yastıkların uzun eksenleri kısa eksenlerinin birkaç katı uzunlukta olabilmektedir. Yastık lavlar başlıca plâjiyoklaz (labrador) ve klinopiroksenlerden oluşmuştur. Plâjiyoklazlar çok ince taneli, prizmatik, yer yer latalar ve mikrofenokristaller halinde izlenmekte ve plâjiyoklaz mikrolitleri albitleşme ve kalsitleşme göstermektedir. Yer yer serisitleşme ve kloritleşme de izlenmektedir. Plajiyoklazların arasına klorit ve karbonatlar dolmuştur. Kayaç lökoksen içermektedir. En üst seviyelerde breşik bazaltlar yer almaktadır. Yastık lavlar ile yanal ve düşey yönde geçişler söz konusudur. Yeşilimsi gri renkli breşik yapıda, çatlaklar kalsit, klorit, albit, çört, jips, demiroksit ve pirit dolguludur.

Siyah şeyl: İşletme sahasında geniş yayılım sunarlar ve tipik örnekleri Aşıköy, Bakibaba ve Kızılsu yataklarında cevherin üst dokanağında görülmektedir. Siyah, koyu gri renkli, içerdikleri bitümlü maddeye göre renginin siyahlığı değişen, genellikle milimetrik kalınlıkta yapraklanma ve parlak kayma yüzeyleri gösteren, elle parçalanabilen dayanıksız kayalar olarak gözlenir. Siyah şeyller, öncel çalışmaların çoğunda arjilit olarak adlandırılmıştır. (Bailey ve diğ., 1966 ; Çağatay ve Arda, 1984). Siyah şeyl tanımı, ilk defa Güner (1980) tarafından kullanılmıştır. Küre ofiyolitinin bazalt dizilimini örttüğü (Pehlivanoğlu, 1985) kabul edilse de Küredeki bazalt ve siyah şeyl ilişkileri daha ayrıntılı çalışmalara gereksinimi olan bir konudur. Zira Aşıköy'de açık işletmenin tabanında ağsal-saçınımlı cevher içeren bir bazalt, onun üzerinde masif pirit ve kalkopiritten oluşan masif cevher, masif cevherin üzerinde siyah şeyl ve siyah şeylin üzerinde ise diğer bir bazalt akıntısı izlenmektedir. Burada siyah şeyller, masif sülfid kütesini yok sayarsak, iki bazalt arasında yer almaktadır. Yani şeyl bazaltların sadece eski olanını örtmektedir. Diğer taraftan Aşıköy'de ve özellikle Bakibaba'da bazalt akıntıları arasında yer yer önemli sayılabilecek sayıda ve kalınlıklarda siyah şeyl seviyeleri izlenmektedir. Siyah şeyller Dogger yaşlı granitik sokulumlar ve dasit daykları tarafından kesilmişlerdir. Pehlivanoğlu (1985), tarafından masif cevherin tavan kayacını oluşturdukları vurgulansa da Bakibaba yatağında, masif cevherin hem tavan ve hemde taban kayacı konumunda da bulunmaktadır. Siyah şeyl Aşıköy'de 150 m. kalınlıktadır (Çağatay ve Arda, 1984). Koyu gri-siyah renkli, çok ince taneli ve ince tabakalıdır. Bazalt dizilimi ile dokanağında bazalt çakıl ve blokları içerdiği gözlenmiştir. Üst düzeyleri dereceli olarak kumtaşına geçiş gösterir (Çağatay ve Arda, 1984). Petroğrafik ve x- ışınları kırınım çalışmaları ile maden

mikroskobisi çalışmaları bu kayacın illit, kuvars, klorit, siderit ve muskovitten oluştuğunu ve ikincil olarak kömürsü malzeme, grafit, pirit, kalkopirit, krom spinel, ilmenit, ve hematit içerdiğini göstermektedir (Güner, 1980; Çağatay ve Arda, 1984).

Demir şapka: Bakibaba ocağındaki demir şapka yayılımı maden çalışmaları ve Küre ilçesinin büyümesi sebebiyle ilksel durumunu koruyamamıştır. Demir şapka bölgede otokton olarak yerleşmiştir. Yer yer yamaçlarda gözlenen demir şapka maden işletmesi sırasında akmıştır. Demir şapkaların büyüklükleri ana cevher kütlesi ile orantılı değildir. Normalde maden sahalarındaki tüm demir şapkaların cevher yatakları ile ilişkileri doğrudan karşılaştırılabilir ve genelde üzerinde yapay örtü oluşturdukları cevher kütlelerin sınırlarını aşmazlar. Limonitik demir şapka kayaların kalınlıkları yaklaşık 1 metreden 120 metreye kadar uzanır. Demir şapkalar bazı küçük, izole edilmiş piritik cevher kütleleri içerebilirler. Bakibaba sahasındaki demir şapkanın belirgin iki türü grimsi kırmızı, ağır, masif limonit ve açık kırmızı, hafif, zayıf gözenekli limonittir. Bu her iki cins de genellikle çok serttir ve yerel breş yapıları sergilerler. Breş parçaları, ortalama 5 cm büyüklükte, ya yerel olarak bazı götütli topraksı limonit ya da ince taneli kuvarslardan oluşur. Bunlar bazı tali kuvars ile birlikte limonit matriks içine yerleşmişlerdir.

Karadana formasyonu: Birim gri, beyaz veya açık renkli, masif, yer yer resifal karakterli, orta-kalın katmanlı fosilli kireçtaşlarından ibaret olup, Küre formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Kalınlığı 100 m.'nin üzerindedir. Bazı yerlerde kumtaşı katmanları da içermektedir. Yer yer 50 m.'ye varan dik yarlar oluşturur. Kayacın çoğunluğu kriptokristalin kalsit tanelerinden oluşmuştur. Az miktarlarda da klorit, opak mineraller ve fosil kavkı içermektedir.

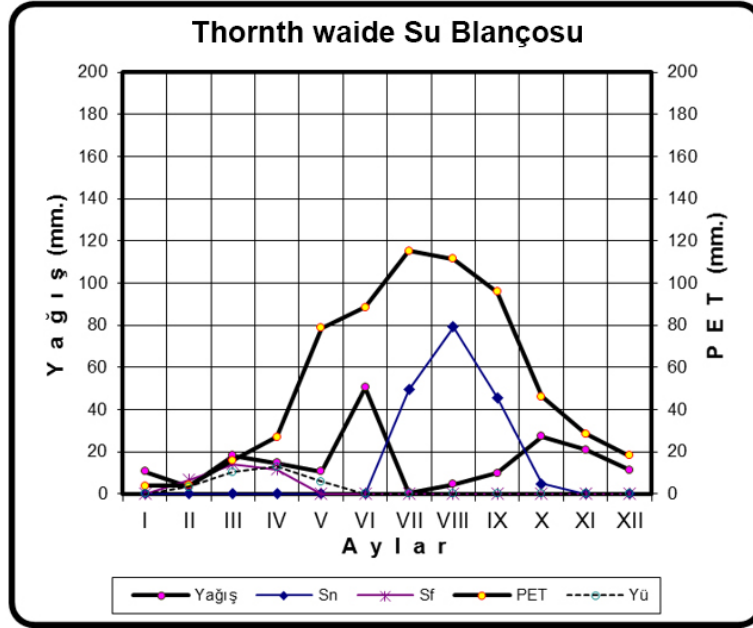
Gabro-diyorit: Küre formasyonuna sokulum yapan Dogger yaşlı (Yılmaz, 1979) bu birimler, tipik olarak, Kastamonu- Küre yol yarmalarında görülmektedir. Burada yüzeyleyen kayaların çoğunluğu diyorittir. Diyoritler orta büyüklükte plâjiyoklaz, hornblend ve epidot minerallerinden oluşmuş olup, yer yer çok az miktarda kuvars içerirler. Şekil 12' de stratigrafik olarak sıralanmış jeolojik formasyonlar gösterilmiştir. Buna göre en yaşlı birimler liyas öncesi ultramafikler, Küre formasyonu liyas yaşlı olarak ultramafikler üzerine uyumsuz olarak yerleşmiştir. Karadana formasyonu üst doggermalm yaşlı olarak uyumsuz olarak yerleşmiştir.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENEZOİK	Kuvaterner				<p>Dolgu</p> <p>Yamaç Molozu</p>
MESOZOİK	Jura	Üst Dogger-Malm	KARADANA FORMASYONU		<p>Kireçtaşı: Orta-kalın tabakalı fosilli resifal kireçtaşı</p> <p>Yer yer kumtaşı seviyeleri içermektedir.</p>
		Liyas	KÜRE FORMASYONU		<p><b>Uyumsuzluk</b></p> <p>Gabro-diyorit : Küre formasyonuna sokulum yapmaktadır.</p> <p>Siyah şeyl ara seviyeli kumtaşı: Kumtaşı kırıklı ve çatlaklı olup çatlaklar kalsit dolguludur.</p> <p>Siyah Şeyl</p> <p>Masif bakır cevheri</p> <p>Bazalt, lav ve piroklastikleri: Üst kesimlerde cevherleşmeye bağlı yoğun ayrışma izlenir. Cevherleşmenin ana kayacıdır ve içerisinde disemine cevher bulunmaktadır.</p> <p>Diyorit: Küre formasyonuna sokulum yapmaktadır.</p> <p><b>Uyumsuzluk</b></p>
		Liyas Öncesi			<p>Ultramafik kayalar: Genellikle serpantinleşmiş peridotit ile az miktarda piroksen ve dunitten oluşmaktadır.</p>

Şekil 12. Küre ve dolayının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti. (Ölçeksiz)

### 1.4.3. Çalışma Alanının İklim Tipi

Küre ilçesine meteoroloji istasyonu 2015 yılında kurulmuştur. Çalışma alanına en yakın olarak, uzun süreli gözlem ve ölçümlerin yapıldığı çalışma sahasının yakınında olan Kastamonu meteoroloji istasyonu verileri çalışmaya yardımcı olması açısından seçilmiştir. Meteoroloji istasyonlarından elde edilen verilerden (Anonim, 2015) yararlanılarak Thornthwaite yöntemine göre iklim diyagramı çizilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Kastamonu M.İ. verilerine (enterpole edilmiş) göre iklim diyagramı

Bölgeye ait ortalama yükseltinin aritmetik ortalamalarına göre hesaplanan ortalama yükseltisine (1157 m) ait yağış ve sıcaklık değerleri enterpolasyonla bulunmuştur. Yağış değerlerinin enterpolasyonunda Schreiber'e atfedilen formül esas alınmıştır (Erinç, 1984; Ardel, 1969; Çepel, 1988). Ancak, formülde 54 olarak verilen katsayının Türkiye için yıllık 45, aylık 3,75 olarak kullanılmasının uygun olacağı belirtilmektedir (Erinç, 1984). Bu nedenle enterpolasyon hesaplamalarında bu değerler kullanılmıştır.

Herhangi bir yöredeki vejetasyon sürelerinin saptanmasında değişik görüşler vardır. Çepel (1988)'e göre sıcaklık ortalamasının 10 °C'nin üzerinde olduğu günleri vejetasyonun başlangıç sıcaklığı olarak kabul edilmiştir.

Çalışma alanı olan Kastamonu Küre ilçesine ait aşağıdaki değerlendirmeler, 2000-2014 yılları arasında yaptığı rasatlara (Tablo 1) dayanmaktadır.

Kastamonu Meteoroloji İstasyonu verileri doğrultusunda sıcaklık yönünden yapılan değerlendirmeye göre bölgede yıllık ortalama sıcaklık 10,2 °C iken maksimum sıcaklık Ağustos ayında ölçülmüş olup 19,2 °C değerini almaktadır. Ortalama yağış ölçümlerinde ise, Küre'de yıllık ortalama yağış 183,5 mm. iken, bu miktarın büyük bir kısmının Nisan-Mayıs-Haziran aylarında ölçüldüğü tespit edilmiştir.

Küre için çizilen grafiğe (Şekil 13) bakıldığında alanda en yüksek buharlaşma (PET) değerlerine Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ulaşılırken, en fazla yağışın Haziran ayında olduğu görülmekte ve alanda su noksanlığı Haziran ayının ortası ile Ekim ayının ortasına kadar olan dönemde gözlenmektedir. Araştırma sahası C1 B'1 d b'3 simgeleri ile ifade edilen Yarı nemli-Yarı kurak, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su fazlası yok veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim (Tablo 1).

Tablo 1 Thornthwaite Yöntemine Göre Su Bilançosu Tablosu

Thornthwaite Yöntemine Göre Su Bilançosu Tablosu																	
İli.....:		Kastamonu										Enlemi.....:		41.48			
İlçesi.....:		Küre										Boylamı.....:		33.41			
Rakım (m).....:		1157															
Ölçme yılları.....:		2010-2014															
Blanço elemanları		A Y L A R												Vejetasyon devresi		YILLIK	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İçi	Dışı		
Sıcaklık	°C	1.4	1.5	4.0	5.9	13.5	14.9	18.6	19.2	19.0	10.8	8.1	5.6			10.2	
Sıcaklık indisi	i	0.1	0.2	0.7	1.3	4.5	5.2	7.3	7.7	7.5	3.2	2.1	1.2			41.0	
Düzeltilmemiş PE	mm.	4.7	5.1	15.5	24.3	62.5	70.0	90.3	93.6	92.5	48.4	34.9	22.8				
Güneşlenme süresine göre PE tashih emsali		0.82	0.83	1.03	1.11	1.26	1.26	1.28	1.19	1.04	0.96	0.82	0.79				
Düzeltilmiş PE	PET	3.9	4.2	16.0	27.0	78.8	88.6	115.1	111.4	95.9	46.3	28.6	18.1	536.1	97.8	633.9	
Yağış	y	10.7	3.4	18.3	14.7	10.7	50.6	0.7	4.6	9.9	27.4	21.0	11.5	103.9	79.6	183.5	
Depo Değişikliği	Dd	30.4	15.5	-	-	-8.9	-49.5	-41.6	-	-	-	17.2	36.9				
Depolama	D	84.5	100.0	100.0	100.0	91.1	41.6	-	-	-	-	17.2	54.1			100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon	GET	-	1.5	17.6	46.9	81.2	106.1	78.0	35.7	30.7	39.8	14.8	1.4	371.5	82.3	453.8	
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	-	49.5	79.2	45.6	4.8	-	-	179.2	0.0	179.2	
Su Fazlası	Sf	-	6.6	14.3	11.8	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	32.6	32.6	
Yüzeysel Akış	Yü1	-	3.3	10.4	13.0	5.9	-	-	-	-	-	-	-	5.9	26.7	32.6	
" "	Yü2	0.0	3.3	8.8	10.3	5.1	2.6	1.3	0.6	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	32.6	32.6	
Nemlilik Oranı	Ne	1.8	-0.2	0.1	-0.5	-0.9	-0.4	-1.0	-1.0	-0.9	-0.4	-0.3	-0.4				
Günlük PET		0.1	0.1	0.5	0.9	2.5	3.0	3.7	3.6	3.2	1.5	1.0	0.6			1.7	
Kurak gün Sayısı								12.0	21.4	17.9	3.4					54.7	
Kuraklık indisi İn=12*GET/Tom						46.9	52.2	33.8	15.5	15.5	27.1					15.9	
Su Bilançosu (D.KANTARCI) s.75	mm.	Su noksanı var															-141.7
D.Kantarıcı (İklim)						N.	N.	Y.N	Y.K	Y.K	Y.N					Y.K	
<b>İklim Tipi</b>		<b>C1 B'1 d b'3 : Yarı nemli-Yarı kurak, Orta sıcaklıkta (Mezotermal), Su fazlası yok veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim</b>															
		Y : Yarı			Ç : Çok			T : Tam			K : Kurak			S : Serin-Nemli			

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Materyal**

Araştırma materyalini, topoğrafik haritalar (1/25.000 ölçekli), hava fotoğrafları, iklim verileri, ETİ-Bakır yüzey madencilik rehabilitasyon sahasında seçme örnekleme yöntemiyle alınan 30 adet örnek alana ait 120 adet toprak örneği, her bir örnek alandaki fidanlar üzerinde ölçülen sürgün ve boy değerlerine ilişkin özellikler oluşturmaktadır.

### **2.2. Yöntem**

Bu çalışma hazırlık çalışması, arazi çalışması, laboratuvar ve büro çalışması olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir.

#### **2.2.1. Hazırlık Çalışmaları**

Bu aşamada, konu ile ilgili bilimsel dökümanlar temin edilmiş ve çalışma alanına ait jeolojik ve topoğrafik haritalar temin edilmiştir. Ayrıca arazi aşamasında yapılacak çalışmalarda ihtiyaç duyulacak malzeme (polietilen torba, sırt çantası, kazma, kürek vb.) ve teçhizat (fotoğraf makinesi, GPS) temin edilmiştir.

#### **2.2.2. Arazi Çalışmaları**

Araştırmanın gerçekleştirildiği alan Kastamonu İli, Küre İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. ETİ Bakır açık maden işletmesinde ki rehabilitasyon sahasıdır. Bu alanda rehabilitasyon çalışmaları kapsamında arazi hazırlığı ve buna bağlı olarak fidan dikimi çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Rehabilitasyon çalışmalarının gerçekleştirilmiş olduğu bu alanda seçme örnekleme yöntemine dayalı olarak 30 adet örnek alan alınmıştır. Her bir örnek alanda toprak çukurları açılarak, 0-20 cm ve 20-50 cm toprak derinliklerinden bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. (Şekil 14,15).



Şekil 14. Bozulmuş Torba Örneklerinin Alınması



Şekil 15. Hacim Örneklerinin Alınması



Ayrıca mikrobiyal karbon analizi için yeterli miktarda toprak örneği alınmıştır. Bu örneklerin alımı sırasında bozulmuş toprak örneği 2 mm lik elekten geçirildikten sonra yeterli miktarda polietilen torba içerisine konulmuş ve saf su ile ıslatılarak torbanın ağzı hava almayacak şekilde bağlanmıştır (şekil 16).



şekil 16. Mikrobiyal Karbon Örneklerinin Alınması

Toprak örneklerinin alındığı örnek alanlardaki 30 ar adet sarıçam fidanının yıllık artımları ve toplam boyları ölçülmüştür (şekil 17).



Şekil 17. Fidan Artımlarının ve Boylarının Ölçülmesi

### **2.2.3. Torba Örneklerinin Alınması**

Açılan toprak kesitinde derinlik kademeleri (0-20, 20-50) kesin sınırlarla ayrıldıktan sonra el küreği ile her bir derinlik kademesinden yaklaşık olarak 1- 1.5 kg toprak örneği alınmıştır. Alınan bu örnekler çift katlı polietilen torbalara konulmuştur. Örnek alan numarası ve derinlik kademesine ait tanıtm etiketleri bu iki torba arasına yerleştirilmiştir (Şekil 14).

### **2.2.4. Hacim Örneklerinin Alınması**

Hacim örneklerinin alınmasında 500 cm<sup>3</sup> 'lük silindirler kullanılmıştır. Her bir toprak derinliğinin mümkün olduğunca ortaya yakın yerden silindir düşey yönde çakılarak toprak örnekleri alınmıştır. Alınan bu örnekler çift katlı polietilen torbalara konulmuştur. Örnek alan numarası ve derinlik kademesine ait tanıtm etiketleri bu iki torba arasına yerleştirilmiştir (Şekil 15).

### **2.2.5. Laboratuvarda Yapılan Çalışmalar**

Laboratuvarda yapılacak analizler ve bu analizlere ait bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

#### **2.2.5.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması**

Araziden getirilen toprak örnekleri laboratuvarın uygun bir yerinde gazete kağıtları üzerine serilmiştir. Her bir toprak örneğine ait etiketler toplu iğne ile ilgili gazete kağıdına tesbit edilmiştir. Bu şekilde serilen örnekler hava kurusu haline gelince, havanda usulüne uygun olarak öğütülerek 2 mm lik elekten geçirilip ince kısım ve iskelet kısmı ayrı ayrı polietilen torbalara konulmuştur. Silindir örnekleri için benzer işlemler yapılmış 2mm' lik elekten geçirildikten sonra ince kısım, taş ve çakıl kısımları ayrı ayrı hassas terazide tartılarak gr/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir.

### 2.2.5.2. Higroskopik Nem Tayini

Karelere ayırma metodu ile yaklaşık 10 gr hava kurusu ince toprak ( $0 < 2$  mm) önceden  $105^{\circ}\text{C}$  de kurutuldu ve darası alınmış tartı kabına konuldu. Tartı kabıyla toprak kurutma dolabına yerleştirildi ve tartı kabının kapağı açıldı. Kurutma dolabı  $105^{\circ}\text{C}$  ye ayarlandı ve çalıştırıldı. Örnekler dolapta bir gece kurutuldu. Örnekler tartı kaplarının kapağı kapatılarak desikatörde soğutuldu ve tartıldı. Toprak nemi, iki tartım arasındaki farkın mutlak kuru ağırlığa oranlanmasıyla yüzde (%) olarak belirlenmiştir (Gülçur, 1974).

### 2.2.5.3. Toprağın Mekanik Bileşimi ve Toprak Türünün Tayini

Analize hazır hale getirilmiş ince toprak örnekleri, Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre mekanik analize tabi tutularak kum, toz, kil oranları bulunmuştur. Bulunan bu oranlar; toprak türü sınıfları için hazırlanmış olan E.C.Tormnerup'a göre uyarlanarak, toprak türü belirlenmiştir (Gülçur, 1974) (Şekil 18).



Şekil 18. Toprağın Mekanik Bileşimi ve Toprak Türünün Tayini

#### 2.2.5.4. Toprak Reaksiyonunun (pH) Tayini

Analize hazır hale getirilmiş toprak örneklerine ilişkin reaksiyon (pH), Jenway marka cihaz yardımıyla cam elektrot yöntemiyle belirlenmiştir. Bu işlem, aktüel asitlik için 1/2.5 oranında arı su ile değişim asitliği için ise yine 1/2.5 oranında 0,1 N KCl çözeltisi ile yapılmıştır (Gülçur, 1974).

#### 2.2.5.5. Organik Madde Tayini

Topraktaki organik karbon Walkley-Black ıslak yakma metodu ile tayin edilmiştir, Organik karbondan gidilerek toprağın organik maddesi hesaplanmıştır (Gülçur,1974)(Şekil 19).



Şekil 19. Organik Madde Tayini

#### 2.2.5.6. Tarla kapasitesi ve Solma Sınırındaki (Pörsüme Sınırı) Nem Tayini

Tarla kapasitesi sızıntı suyu topraktan sızıp ayıldıktan sonra kapilar gözeneklerde tutulan suya eşdeğer nemi ifade etmektedir. Tarla kapasitesindeki nem toprakta 2,5 pF (0.33 at)' lik bir emme gücü ile tutulan suya eşdeğerdir Bitki kökleri en fazla 4.2 pF (15 at)' 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 (Kantarıcı, 2000). Toprak örneklerinin tarla kapasitesi ve solma sınırındaki nem tayinleri Soil Moisture Equipment co. 'nun seramik levhalı basınç cihazı ile yapılmıştır (Gülçur, 1974) (Şekil 20).



Şekil 20. Toprakların tarla kapasitesi ve solma noktası tayininde kullanılan cihaz

#### **2.2.5.7. Faydalanabilir Su Kapasitesi Tayini**

Serbest boşaltımlı topraklarda bitkiler tarla kapasitesi sınırı ile solma sınırı arasında kapılar gözeneklerde tutulan sudan faydalanabilirler. Bu nedenle toprak örneklerinin bitkiler için faydalanılabilir su kapasiteleri, tarla kapasitesi sınırındaki nem miktarından solma sınırındaki nem miktarının farkı alınarak hesaplanmıştır (Kantarıcı, 2000).

### 2.2.5.8. Mikrobiyal Karbon

Toprak mikrobiyal C kloroform-fumigasyon-ekstraksiyon yöntemine göre belirlenir. 2 mm'lik elekten geçmiş (<2 mm) % 40–50 su tutma kapasitesinde 30 g taze toprak örneği 25 °C sabit sıcaklıkta 24 saat süre ile kloroform (CHCl<sub>3</sub>) ile fumigasyona tabi tutulur. Fumigasyon işleminden sonra hem fumigasyonlu hem de fumigasyonsuz toprak örnekleri 1:4 oranında 0.5 M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (30 g toprak 120 ml K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ile sulandırılarak ekstraksiyon işlemi uygulanır. Topraklar ve 30 dakika dairesel çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Toprakların mikrobiyal biyokütle C içerikleri bu çözeltiler kullanılarak bulunur. (Fumigasyonlu – Fumigasyonsuz) farkından yararlanarak toprakların mikrobiyal biyokütle C içerikleri hesap edilir. (Brookes ve ark., 1985; Vance ve ark., 1987; Anderson ve Ingram, 1996).

### 2.2.5.9. Agregat Stabilitesi

Toprakların parçalanmaya karşı göstermiş olduğu direncin ölçüsü olan agregat stabilitesi ya da makro agregat stabilitesinin laboratuvar ortamında aşağıda gösterildiği şekilde belirlenmektedir.

1. 1 ile 2 mm elek çapları arasında elenmiş hava kuru topraktan 4 gr tartılarak 8'li ve 0,25 mm çaplı bir elek takımından oluşan deney düzeneğine yerleştirilir.
2. Agregat'lar su zerrecikleri serpiştirilerek ıslak eleme öncesinde ıslatılır ve elekler alete yerleştirilerek alttaki metal kaplar saf su ile doldurulur ve dakikada 34 kez 1.3 cm darbe mesafesinde dikey yönde salınım yapan düzenekte 3 dakika süreyle ıslak eleme gerçekleştirilir. Eleme sona erdiğinde, alta yerleştirilen su dolu hazneye gelen toprak materyali alınarak fazla su buharlaştırılarak ortamdan uzaklaştırılır ve örnekler hava kuru duruma getirilir.

Toprak pH sına göre deney iki ayrı işlem ile devam etmektedir. Toprak örnekleri pH derecelerine bağlı olarak ya Na-Hekza-Meta-P (pH > 7) ya da NaOH (pH < 7) ile işleme tutulur. Tekrardan düzenek yardımıyla, 3 dakikalık eleme sonucunda elek üstünde kalan toprak materyalinin hazırlanan bu çözelti içerisinde elenmesi işlemine devam edilir. Elemenin sonlandırılması için belirlenmiş bir süre bulunmamakla beraber, elek üstünde dayanıklı kum tanecikleri ve bitki kökleri kalana kadar elemeye devam edilir. Burada amaç, dayanıklı toprak agregatlar'ının dağılmasının sağlanmasıdır. Kümeleşme tamamen ortadan kalktığında ve kum taneleri ve bitki kökleri açığa çıktığında deney düzeneği

durdurulur ve metal kaplara toplanan toprak materyalinin hava kuru duruma getirilmesi sağlanır ve eşitlik yardımıyla dayanıklı agregatların belirlenir.

$$AD = \frac{mb}{ma + mb}$$

AD: agregat dayanımlılığı; ma: suda çözünen toprak miktarı; mb: dağıtıcı çözültide çözünen toprak miktarı (Anonim).

### **2.2.6. Değerlendirme (Büro) Aşamasında Yapılan Çalışmalar**

Arazide toplanan ve laboratuvarında elde edilen veriler, öncelikle örnek alan numaraları sırasına göre envanter tablolarına kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler örnek alan sıralarına bağlı kalınarak bilgisayara aktarılmıştır. Böylece, bilgisayara yüklenmiş olan bu verilerin değerlendirme çalışmalarında ve istatistiksel analizlerde kullanılabilirliği kolaylaşmıştır.

### **2.2.7. İstatistik Analizler**

İstatistik analizlerin (Correlations) gerçekleştirilmesinde IBM SPSS paket programı kullanılmıştır. Bu amaçla yıllık sürgün uzunlukları ve ortalama boylar bağımlı değişken olarak alınmış, diğer veriler (kum, toz, kil, organik madde...vb gibi) bağımsız değişken olarak alınmıştır. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri istatistiksel olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır.



### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma alanından alınan topraklar üzerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ilişkin veriler Tablo 2 ve ek Tablo 3’de (tüm sonuçlar) verilmiştir.

Tablo 2. Araştırma Alanındaki Topraklara İlişkin Ortalama Değerler

0-20 İÇİN;	MAX	ORT.	MİN	20-40 İÇİN;	MAX	ORT.	MİN
<b>pH</b>	7.62	6.12	3.23	<b>pH</b>	7.98	5.97	3.24
<b>Kum %</b>	78.50	59.92	42.64	<b>Kum %</b>	78.24	59.61	44.73
<b>Kil %</b>	48.89	30.01	17.58	<b>Kil %</b>	42.44	29.88	15.50
<b>Toz %</b>	16.91	10.05	3.09	<b>Toz %</b>	17.19	10.51	4.71
<b>TKSM (%)</b>	40.10	22.92	9.79	<b>TKSM (%)</b>	61.26	25.99	12.34
<b>SNSM (%)</b>	27.17	13.32	6.38	<b>SNSM (%)</b>	26.91	13.28	2.65
<b>FSK</b>	33.73	9.60	1.42	<b>FSK</b>	58.61	12.71	2.31
<b>OM</b>	3.52	2.11	0.43	<b>OM</b>	4.06	2.00	0.11
<b>Biyomas C 2.64*Ec(µg g)</b>	627.81	219.28	25.49	<b>Biyomas C 2.64*Ec(µg g)</b>	520.76	160.30	24.12
<b>Taşlılık &gt; 2.00 mm (%)</b>	50.00	62.97	74.00	<b>Taşlılık &gt; 2.00 mm (%)</b>	44.00	66.72	81.00
<b>Taşlılık &lt; 2.00 mm (%)</b>	26.00	37.02	50.00	<b>Taşlılık &lt; 2.00 mm (%)</b>	19.00	33.28	56.00
<b>Hacim Ağırlığı</b>	8.72	2.05	0.02	<b>Hacim Ağırlığı</b>	6.23	1.97	0.14
<b>Agregat Stabilitesi</b>	2.91	0.62	0.16	<b>Agregat Stabilitesi</b>	3.91	0.46	0.18

0-20	FSK MAX	ORT.	FSK MİN
<b>Ağır Kil</b>	6.16	6.16	6.16
<b>Balçıklı Kil</b>	11.04	8.47	4.61
<b>Kumlu Kil</b>	8.25	5.41	1.59
<b>Kumlu Killi Balçık</b>	33.73	14.55	1.42

20-40	FSK MAX	ORT.	FSK MİN
<b>Balçıklı Kil</b>	38.31	10.50	3.07
<b>Kumlu Kil</b>	11.67	7.32	2.66
<b>Kumlu Killi Balçık</b>	58.61	21.04	2.31

Açık maden işletmeciliği sırasında maden damarını örten malzemenin moloz ya da atık olarak yüzeyde depolandığını biliyoruz. Bu alt katman materyalinin bazıları toksiktir ya da bitki büyümesini olumsuz yönde etkileyen daha başka özelliklere sahiptir. Bölgede yer alan topraklar sülfür içerdiği için asit karakterlidir.

Yukarıdaki Tablo 2 incelendiğinde; araştırma alanındaki toprakların 0-20 cm derinlik kademesindeki pH'ları 3.23-7.62 arasında, 20-50 cm derinlik kademesinde ise 3.24-7.98

arasında değişmektedir. Ortalama değer ise sıra ile 6,12 ve 5,97 dir. Bu sonuçlardan da görüleceği üzere toprakların pH değişimleri aşırı asit ile hafif bazik özellikler arasında değişim göstermektedir. Toprak pH'sı bitki besin maddesi alımını etkisi altında bulunduran bir toprak özelliğidir. İbrelili ağaç türleri için ideal pH'nın 5.5-6.5 arasında olması gerekmektedir. Bölgedeki topraklarda en önemli sorun, asit drenajına bağlı olarak gelişmiş olan yüksek asitliğin giderilmesidir. Bölge topraklarında mevcut olan asitliğin giderilmesine yönelik olarak yapılan çalışmalarda araziye serilen topraklara  $\text{CaCO}_3$  serpilmiştir. Bu uygulama sayesinde toprağın iyon dengesinin düzeltilmesi, H iyonu doygunluğunun azaltılması, toprağın absorpsiyon koşullarının iyileştirilmesi ve su tutma kapasitesinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ca iyonlarının aynı zamanda toprağın agrega stabilitesi ve pH değerlerinin düzenlenmesinde olumlu etkiler meydana getireceği düşünüldükten bu uygulamalara yer verilmiştir. Bu uygulamalar sayesinde alanın büyük bölümünde başarılı sonuçlar elde edilmiş ve pH istenilen düzeylere çıkarılmıştır. Buna karşın bazı alanlarda ise beklenen sonuçlar elde edilememiştir. Zira topraklar üzerinde yapılan pH ölçümlerinin bazılarında pH'nın çok düşük değerler aldığı görülmüştür. Bu bölgelerde (ÖA.22 (20-50), ÖA: 26 (0-20), ÖA: 27 (0-20, 20-50), ÖA: 28 (0-20, 20-50) ) yeniden  $\text{CaCO}_3$  takviyesi yapılarak toprakla karıştırılması gerekmektedir. Aksi halde dikilen fidanların gelecekte besin maddelerini topraktan almaları güçleşecektir.

Araştırma alanındaki toprakların 0-20 cm derinlik kademesindeki kum miktarları % 42.64-78.50 arasında, kil miktarları %17.58-48.89 arasında ve toz miktarı ise % 3.09-16.91 arasında bir değişim göstermektedir. Ortalama değerler ise sıra ile 59.92, 30.01, 10.05 olarak bulunmuştur. Bu değişimler içerisindeki toprak türleri ağır kil, balçıklı kil, kumlu kil ve kumlu killi balçık olarak tespit edilmiştir. Toprakların 20-50 cm derinlik kademesindeki kum miktarları % 44.73-78.24 arasında, kil miktarları %15.50-42.44 arasında ve toz miktarları ise % 4.71-17.19 arasında bir değişim göstermektedirler. Ortalama değerler ise sıra ile 59.61, 29.88, 10.51 olarak bulunmuştur. Bu derinlikteki topraklarda üst topraklardan farklı olarak ağır kil toprak türünün bulunmadığı görülmüştür (Tablo 2).

Araştırma alanındaki toprakların 0-20 cm derinlik kademesinde tarla kapasitesinde depolamış oldukları nem miktarı % 9.79-40.10 arasında, solma noktasındaki nem % 6.38-27.15 arasında ve faydalı su kapasitesi ise % 1.42-33.73 arasında değişim göstermektedir. Ortalama değer ise; Tarla kapasitesinde %22.92, solma noktasında %13.32, faydalı su kapasitesinde %9.60 olarak bulunmuştur. Toprakların 20-50 cm derinlik kademesinde tarla

kapasitesinde depolamış oldukları nem miktarı %12.34-61.26 arasında, solma noktasındaki nem %2.65-26.91 arasında ve faydalı su kapasitesi ise %2.31-56.61 arasında değişim göstermektedir (Tablo 2). Ortalama değer ise; Tarla kapasitesinde %25.99, solma noktasında %13.28, faydalı su kapasitesinde %12.71 olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında 0-20 cm derinlik kademesindeki toprakların organik madde miktarları % 0.43-3,52 arasında değişirken, 20-50 cm derinlik kademesindeki topraklarda ise organik maddeye ilişkin bu değerler % 0,11-4.06 arasında değişim göstermektedir (Tablo 2). Ortalama organik madde değerleri ise 0-20 derinlik kademesinde %2.11 ve 20-50 derinlik kademesinde %2.00 olarak bulunmuştur.

Çalışma alanında 0-20 cm derinlik kademesindeki toprakların silindir örneklerindeki iskelet miktarları (kaba kısım) %74-50 arasında, ince kısımlar %50-26 arasında değişmektedir. 20-50 cm derinlik kademesindeki iskelet miktarları (kaba kısım) %81-44 arasında, ince kısımlar ise %56-19 arasında değişim göstermektedir. Ortalama değerlerine bakıldığında ise 0-20 derinlik kademesinde kaba kısım %62.97, ince kısım %37.02 ve 20-50 derinlik kademesinde kaba kısım %66.72, ince kısım %33.28 olarak bulunmuştur.

Araştırma alanındaki üst toprakların (0-20 cm) agregat stabilite değerleri 0.16-0.94 arasında, ortalama 0.62, alt topraklarda (20-50 cm) ise agregat stabilite değerleri 0.09-91 arasında ortalama 0.46 olarak değişim göstermektedir.

Çalışma alanındaki üst topraklarda tespit edilen toprak türlerinin faydalanılabilir su kapasiteleri (FSK) incelendiğinde ağır kil topraklarındaki FSK değerleri % 6.16, ortalama 6.16 civarındadır. Balçıklı kil FSK değerleri % 4.61-11.04 arasında, ortalama 8.47, kumlu kil % 1.59-8.25 arasında, ortalama 5.41 ve kumlu killi balçık %1.42-33.73 arasında, ortalama 14.55 olarak değişim göstermektedir. Alt topraklarda ağır kil toprak türüne rastlanmamıştır. Balçıklı kil topraklarındaki FSK değerleri % 3.07-38.31 arasında, ortalama 9.14, kumlu kil % 2.66-11.67 arasında, ortalama 7.32 ve kumlu killi balçık % 2.31-58.61 arasında, ortalama 21.04 olarak değişim göstermektedir.

Araştırma alanındaki üst topraklarda biomas C değerleri 25.49-627.81 iken, alt topraklarda ise 24.12-520.76 olarak tespit edilmiştir. Ortalama olarak bakıldığında, üst toprakta 219.28 ve alt toprakta 160.30 olarak tesbit edilmiştir.

Tablo 3. Araştırma Alanındaki Fidanlara İlişkin Ortalama Sürgün Uzunluğu ve Ortalama Boy Değerleri (cm)

Örnek Alan No	1. yıl ort. Sürgün uzunluğu	2. yıl ort. Sürgün uzunluğu	3. yıl ort. Sürgün uzunluğu	4. yıl ort. Sürgün uzunluğu	Fidan Boyu
1	11	19	20	16	65
2	9	19	21	14	63
3	9	19	19	14	61
4	10	18	18	15	62
5	10	18	19	15	61
6	9	18	16	16	59
7	11	19	19	17	66
8	9	22	18	15	64
9	10	18	17	15	60
10	10	17	19	15	61
11	9	17	19	14	59
12	9	19	18	14	61
13	9	15	19	16	60
14	11	17	18	19	63
15	10	16	19	16	61
16	9	18	19	17	63
17	9	17	19	14	59
18	11	18	18	18	65
19	10	17	16	15	59
20	9	16	19	15	59
21	9	18	19	15	62
22	9	16	16	16	57
23	9	17	19	16	60
24	9	15	17	18	58
25	9	18	18	15	59
26	9	16	18	14	57
27	10	19	16	13	59
28	9	18	17	14	58
29	10	15	16	16	57
30	9	17	17	17	60

Yukarıdaki tablo 3' de örnek alanlarda ki ortalama sürgün uzunlukları ve ortalama boy değerleri verilmiştir.

### **3.1. İstatistik Analizlere İlişkin Bulgular**

Araştırma alanından alınan topraklar üzerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ile Sürgün Uzunlukları ve Ortalama Boy ile Toprak Özellikleri Arasındaki İstatistik Analiz Sonuçları Tablo 4 ve 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Sürgün Uzunlukları ve Ortalama Boy ile Toprak Özellikleri Arasındaki İstatistik Analiz Sonuçları (0-20 Derinlik Kademesinde)

		YIL1	YIL2	YIL3	YIL4	ortart	kum	kil	toz	pH	TK	SN	FSK	OM	MC	HA	Tas	Agr_Day
YIL1	Pearson Correlation	1	.646(**)	.325	.206	.753(**)	.080	-.094	-.021	.187	-.138	-.141	-.025	.198	-.094	-.140	-.203	.113
	Sig. (2-tailed)		.000	.079	.275	.000	.676	.622	.910	.322	.466	.456	.898	.294	.623	.461	.283	.552
	N		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
YIL2	Pearson Correlation		1	.862(**)	-.325	.936(**)	.390(*)	-.403(*)	-.243	.246	-.419(*)	-.585(**)	.044	.373(*)	-.319	.085	.112	.338
	Sig. (2-tailed)			.000	.080	.000	.033	.027	.195	.191	.021	.001	.819	.042	.086	.655	.555	.068
	N			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
YIL3	Pearson Correlation			1	-.360	.832(**)	.505(**)	-.490(**)	-.392(*)	.173	-.428(*)	-.558(**)	.015	.475(**)	-.154	.099	.137	.349
	Sig. (2-tailed)				.051	.000	.004	.006	.032	.361	.018	.001	.935	.008	.416	.602	.470	.059
	N				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
YIL4	Pearson Correlation				1	-.027	-.409(*)	.381(*)	.356	-.263	-.098	.593(**)	-.541(**)	.214	.166	.041	-.406(*)	.177
	Sig. (2-tailed)					.889	.025	.038	.054	.161	.607	.001	.002	.256	.382	.831	.026	.350
	N					30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ortart	Pearson Correlation					1	.347	-.359	-.214	.182	-.429(*)	-.440(*)	-.076	.455(*)	-.197	.073	-.009	.350
	Sig. (2-tailed)						.060	.051	.255	.336	.018	.015	.691	.011	.296	.700	.964	.058
	N						30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
kum	Pearson Correlation						1	-.968(**)	-.781(**)	.132	-.113	-.593(**)	.341	-.177	-.058	.231	.253	-.067
	Sig. (2-tailed)							.000	.000	.487	.553	.001	.065	.348	.760	.220	.177	.725
	N							30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
kil	Pearson Correlation							1	.598(**)	-.046	.081	.574(**)	-.357	.170	.087	-.223	-.212	.103
	Sig. (2-tailed)								.000	.810	.672	.001	.053	.370	.649	.236	.260	.589
	N								30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
toz	Pearson Correlation								1	-.305	.159	.464(**)	-.200	.144	-.029	-.181	-.278	-.042
	Sig. (2-tailed)									.101	.402	.010	.290	.449	.880	.339	.137	.825
	N									30	30	30	30	30	30	30	30	30
pH	Pearson Correlation									1	-.078	-.550(**)	.342	-.099	.037	.018	.304	.009
	Sig. (2-tailed)										.683	.002	.064	.602	.847	.924	.103	.962
	N										30	30	30	30	30	30	30	30
TK	Pearson Correlation										1	.330	.701(**)	-.549(**)	.294	-.273	.008	-.518(**)
	Sig. (2-tailed)											.075	.000	.002	.115	.145	.966	.003
	N											30	30	30	30	30	30	30
SN	Pearson Correlation											1	-.442(*)	.078	.291	-.194	-.424(*)	-.181
	Sig. (2-tailed)												.014	.682	.118	.305	.020	.338
	N												30	30	30	30	30	30
FSK	Pearson Correlation												1	-.580(**)	.059	-.113	.328	-.355
	Sig. (2-tailed)													.001	.757	.553	.077	.054
	N													30	30	30	30	30
OM	Pearson Correlation													1	.048	-.064	-.322	.380(*)
	Sig. (2-tailed)														.801	.738	.083	.038
	N														30	30	30	30
MC	Pearson Correlation														1	-.427(*)	-.265	-.256
	Sig. (2-tailed)															.019	.158	.173
	N															30	30	30
HA	Pearson Correlation															1	.282	.170
	Sig. (2-tailed)																.131	.368
	N																30	30
Tas	Pearson Correlation																1	-.223
	Sig. (2-tailed)																	.237
	N																	30
Agr_Day	Pearson Correlation																	1
	Sig. (2-tailed)																	
	N																	

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

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

Yukarıdaki Tablo 4 incelendiğinde, araştırma alanında 0-20 cm derinlik kademesindeki topraklara ait özellikler ile 1. yıl sürgün uzunlukları arasında herhangi bir ilişki bulunmazken, 2.yıl sürgün uzunlukları ile kum, kil, tarla kapasitesi, solma noktası, organik madde ve 3. yıl sürgün uzunlukları kum, kil, toz, tarla kapasitesi, solma noktası, organik madde arasında, 4. yıl sürgün uzunluğu ile kum, solma noktasındaki nem ve faydalı su kapasitesi arasında ilişkilerin olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan ortalama fidan boyu ile organik madde, tarla kapasitesi ve solma noktasındaki nem arasında ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. 2. yıl sürgün uzunluğu ile kum ve organik madde arasında pozitif ( $<0,05$ ), kil, tarla kapasitesi ( $<0,05$ ) ve solma noktasındaki nem arasında ise negatif ( $<0,01$ ) ilişkiler belirlenmiştir. 3. yıl sürgün uzunluğu ile kum ve organik madde arasında pozitif ( $<0,01$ ), kil, solma noktasındaki nem ( $<0,01$ ), toz ve tarla kapasitesindeki nem arasında ise negatif ( $<0,05$ ) ilişki ortaya çıkmıştır. 4. yıl sürgün uzunluğu ile kum ( $<0,05$ ), kil ( $<0,05$ ) ve faydalı su kapasitesi ( $<0,01$ ) arasında negatif ve solma noktasındaki nem ( $0,01$ ) arasında ise pozitif ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Ortalama fidan boyu ile tarla kapasitesi ve solma noktası arasında ( $<0,01$ ) negatif, organik madde arasında ( $<0,05$ ) ise pozitif ilişkilerin var olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Sürgün Uzunlukları ve Ortalama Boy ile Toprak Özellikleri Arasındaki İstatistik Analiz Sonuçları (20-50 Derinlik Kademesinde)

		YIL1	YIL2	YIL3	YIL4	ortart	kum	kil	toz	pH	TK	SN	FSK	OM	MC	HA	Tas	Agr_Day
YIL1	Pearson Correlation	1	.646(**)	.325	.206	.753(**)	.151	-.176	-.047	.181	-.145	-.099	-.087	-.023	-.299	-.495(**)	.009	.224
	Sig. (2-tailed)		.000	.079	.275	.000	.427	.354	.807	.339	.446	.602	.646	.902	.108	.005	.961	.234
	N		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
YIL2	Pearson Correlation		1	.862(**)	-.325	.936(**)	.341	-.369(*)	-.178	.224	.064	-.485(**)	.258	-.001	-.329	-.308	-.001	.285
	Sig. (2-tailed)			.000	.080	.000	.065	.045	.346	.235	.735	.007	.169	.997	.076	.098	.994	.127
	N			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
YIL3	Pearson Correlation			1	-.360	.832(**)	.410(*)	-.401(*)	-.319	.162	.096	-.414(*)	.256	.177	-.139	-.225	-.075	.308
	Sig. (2-tailed)				.051	.000	.024	.028	.086	.393	.615	.023	.172	.348	.464	.231	.693	.098
	N				30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
YIL4	Pearson Correlation				1	-.027	-.357	.352	.270	-.277	-.302	.623(**)	-.526(**)	.285	-.023	-.279	-.098	-.024
	Sig. (2-tailed)					.889	.053	.056	.149	.139	.105	.000	.003	.127	.902	.135	.605	.899
	N					30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ortart	Pearson Correlation					1	.314	-.324	-.201	.169	-.042	-.318	.094	.108	-.329	-.439(*)	-.061	.299
	Sig. (2-tailed)						.091	.080	.286	.372	.825	.087	.621	.570	.076	.015	.751	.109
	N						30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
kum	Pearson Correlation						1	-.969(**)	-.795(**)	.067	.143	-.562(**)	.359	-.034	-.129	.276	.049	.000
	Sig. (2-tailed)							.000	.000	.727	.452	.001	.051	.860	.496	.140	.797	.999
	N							30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
kil	Pearson Correlation							1	.622(**)	-.042	-.168	.561(**)	-.381(*)	.063	.140	-.254	-.023	-.011
	Sig. (2-tailed)								.000	.827	.375	.001	.038	.741	.461	.176	.903	.956
	N								30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
toz	Pearson Correlation								1	-.110	-.041	.408(*)	-.205	-.048	.067	-.252	-.099	.025
	Sig. (2-tailed)									.564	.830	.025	.277	.801	.726	.178	.603	.894
	N									30	30	30	30	30	30	30	30	30
pH	Pearson Correlation									1	.092	-.533(**)	.302	-.370(*)	-.261	-.310	-.193	-.048
	Sig. (2-tailed)										.630	.002	.105	.044	.164	.095	.306	.801
	N										30	30	30	30	30	30	30	30
TK	Pearson Correlation										1	-.054	.911(**)	-.404(*)	-.010	.088	.321	-.103
	Sig. (2-tailed)											.777	.000	.027	.960	.644	.083	.589
	N											30	30	30	30	30	30	30
SN	Pearson Correlation											1	-.462(*)	.286	.227	-.111	.018	.027
	Sig. (2-tailed)												.010	.126	.227	.560	.923	.886
	N												30	30	30	30	30	30
FSK	Pearson Correlation												1	-.477(**)	-.102	.124	.278	-.102
	Sig. (2-tailed)													.008	.590	.514	.137	.590
	N													30	30	30	30	30
OM	Pearson Correlation													1	.353	.119	-.383(*)	.211
	Sig. (2-tailed)														.055	.533	.037	.262
	N														30	30	30	30
MC	Pearson Correlation														1	.115	-.025	.087
	Sig. (2-tailed)															.543	.896	.647
	N															30	30	30
HA	Pearson Correlation															1	.260	-.489(**)
	Sig. (2-tailed)																.166	.006
	N																30	30
Tas	Pearson Correlation																1	-.199
	Sig. (2-tailed)																	.292
	N																	30
Agr_Day	Pearson Correlation																	1
	Sig. (2-tailed)																	
	N																	

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

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



Yukarıdaki Tablo 5 incelendiğinde, araştırma alanında 20-50 cm derinlik kademesindeki topraklara ait özellikler ile 1. yıl sürgün uzunlukları ve ortalama boy ile toprak özellikleri arasında herhangi bir ilişki bulunmazken, 2. yıl sürgün uzunlukları ile toprakların kil ve solma noktasındaki nem miktarları, 3. yıl sürgün uzunlukları ile toprakların kum, kil ve solma noktasındaki nem miktarları arasında, 4. yıl sürgün uzunluğu ile solma noktasındaki nem ve faydalı su kapasitesi arasında ilişkilerin var olduğu tespit edilmiştir. 2. yıl sürgün uzunluğu ile kil ( $<0,05$ ) ve solma noktasındaki nem ( $<0,01$ ) arasında negatif ilişkiler belirlenmiştir. 3. yıl sürgün uzunluğu ile kum ( $<0,05$ ) pozitif, kil ve solma noktasındaki nem ( $<0,05$ ) miktarları arasında ise negatif ilişkiler ortaya çıkmıştır. 4. yıl sürgün uzunluğu ile solma noktasındaki nem ve faydalı su biriktirme kapasitesi ( $<0,01$ ) arasında negatif ilişkiler tespit edilmiştir.

Toprak derinliği, yetiştirme ortamının verimliliğini yakından etkileyebilecek bir etmendir. Çalışma alanında iki derinlik kademesinden (0-20 ve 20-50 cm) toprak örnekleri alınmıştır. Bu topraklar üzerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 2 de ve istatistik analiz sonuçları ise Tablo 3 ve 4'te verilmiştir.

Araştırma alanındaki topraklar arazi rehabilitasyonu amacıyla dışardan taşınarak alana getirilmiştir. Doğal yapıları, drenaj ve havalanma koşulları değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla bu topraklar belli bir anakayadan gelişmiş genetik toprak yapısını yansıtmamaktadır. Toprak derinliği, taşlılık, organik madde içeriği vb. gibi özellikler bakımından farklılıklar arz etmektedirler.

Toprak derinliği, ağaç köklerinin gelişebileceği toprak hacmini, bu toprakta tutulan su ve bitki besin maddesi kapasitesini etkilemektedir. Rehabilitasyon sahasına dikilen fidanların yaşları 5-6 yaşları arasında olduğu için köklerini fazla derine indirememişlerdir.



Şekil 21. Fidan Kök Gelişimi Örneği

İlerleyen yıllarda fidanların büyümesine bağlı olarak kök gelişimi de devam edecektir. Toprak derinliği gelecekte fidanların verimliliğini daha fazla etkileyebilecektir.

Toprak verimliliği ile ağaçların verimliliği arasındaki ilişkileri ortaya koymak için birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda, toprak derinliği ile verimlilik arasında önemli ilişkiler bulunmuştur (Çepel ve diğ.1977, Atasoy ve diğ.1985). Bunun ekolojik anlamı ise; derin toprakların daha fazla su ve besin maddesi depolayarak, orman ağaçlarının beslenme ortamlarını genişletmesidir (Altun, L. 1995.).

Kum içeriği yüksek olan toprakların fiziksel özellikleri iyidir. Bu nedenle uygun drenaj ve havalanma koşullarına sahiptirler. Bu yönüyle araştırma alanı toprakları değerlendirildiğinde; kilin yüksek olduğu bu topraklarda kum, havalanma koşullarını olumlu yönde etkilediği için fidanların sürgünlerinin uzaması üzerinde olumlu yönde etkiler meydana getirmiştir. Buna karşıt olarak kumun kimyasal özellikleri kötüdür. Çünkü, besin maddelerini, özellikle potasyum ve amonyum iyonlarını adsorbe etmeleri zayıftır (Çepel, 1985). Bu yüzden bu iyonların su ile birlikte yıkanmaları çok kolay olur. Dolayısıyla su ve besin maddelerini tutarak bitkilerin beslenmesine olumlu yönde katkı sağlamaları istenilen düzeyde değildir.

Kil yüksek bir gözenek hacmine sahip olmakla birlikte, kaba gözenekler bakımından fakirdir. Toprakta havalanmayı sağlayan kaba gözeneklerdir. Kaba gözenek miktarı % 10'un altına düşerse kritik bir durum ortaya çıkmakta ve havalanma koşulları olumsuz yönde etkilenmektedir. Kil oranı yüksek olan topraklarda orta gözenek sınıfındaki gözenekler de düşük bir oranda temsil edildiğinden yararlanılabilir tarla kapasitesi nemi de düşüktür. Bu nedenle havalanma ve kök gelişimi iyi olmadığı yerlerde kil bitki gelişimini olumsuz yönde etkiler. Kil içeriği yüksek olan topraklar soğuk ve ıslak olduğu için termal vejetasyon süresi geç başlar. Bütün bu özellikler bitkilerin gelişimi üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. 0-20 toprak derinliğinde kil 2, 3. ve 4., 20-40 toprak derinliğinde 2 ve 3. yıl sürgün uzunluklarının gelişimlerini olumsuz yönde etkilemiştir.

Kilin kimyasal karakteristikleri, özellikle besin maddesi zenginliği bakımından iyi özelliklere sahip bulunmaktadır. . Çünkü kolloidal boyutlarda oldukları için kuvvetli bir adsorpsiyon yetenekleri vardır. Çalışma alanında pH'nın çok düşük olduğu yerlerde kile bağlı bulunan besin maddelerinin alımı güçleşmektedir. Her ne kadar pH ile bağımlı değişkenler arasında ilişki çıkmamış olsa da, pH'nın kile bağlı bulunan besin maddelerinin bitki tarafından alınımı olumsuz yönde etkilediği anlaşılmaktadır.

Toz ve balçık toprakları orta derecede kil miktarına sahip topraklardır. Strüktürleri genellikle iyidir. Tüm fiziksel ve kimyasal özellikleri, iyi bir bitki gelişimi için elverişlidir. Yüksek bir yararlanılabilir tarla kapasitesine sahiptirler. Besin, su ve hava ekonomileri iyidir. Toz topraklarında kil içeriği % 15'ten aşağı olması halinde kırıntı dayanıklılığının iyi olmadığı, bu toprakların yıkanarak erozyonla taşınabileceği ifade edilmektedir (Çepel, 1985).

Balçık topraklarının en önemli olanları, kumlu balçık ile balçıklı kil arasında olan balçık türündeki topraklardır. Bu toprak türlerinin hem fiziksel, hem de kimyasal özellikleri iyidir. Bitki gelişimi için en elverişli özelliklere sahiptirler. Üst ve alt topraklarda kumlu killi balçık türünden oluşan toprak türlerinde geniş sınırlar içerisinde faydalı su kapasitesi değişim göstermektedir.

Topraktaki kil mineralleri ve kolloidal humus maddeleri geniş özgül yüzeyleri ve karakteristik kimyasal bileşimlerinden dolayı toprağın en önemli aktif katı parçacıklarıdır. Toz ve kum tane boyutu sınıfları bu bakımdan önemli bir aktivite göstermezler. Bu durum, toz ve kumun sadece özgül yüzeylerinin az oluşundan kaynaklanmaz; bunların kimyasal ve mineralojik özellikleri de bu hususta önemli etkindir. Gerçekten toz ve kumlar, genellikle kuvars veya ayrışmamış diğer minerallerden oluşur. Bu nedenle su ve besin maddesi tutma,

toprağa yapışkanlık ve plastiklik kazandırma gibi hususlarda önemli etkilere sahip değillerdir.

Strüktürü karakterize etme bakımından, gözenek büyüklüğü sınıflarının toplam gözenek hacmine kıyasla daha önemli olduğu vurgulanmaktadır. Killer, kumlara göre daha yüksek bir toplam gözenek hacmine sahiptir. Fakat killerin gözeneklerinin büyük bir kısmı çok küçüktür. Onun için büyük bir su tutma kapasitesine sahiptir ve infiltrasyon hızı, bu topraklarda düşüktür. Kumlar ise çok büyük gözeneklere sahiptirler ve su tutma güçleri azdır. Onun için optimum toprak strüktürü özelliklerini, kapillar gözeneklerle kapillar olmayan gözenekler arasındaki oranın en iyi şekilde göstereceği ifade edilmektedir(Çepel, N., 1985).

Kapillar olmayan gözeneklilik, suyu kapillar olarak tutmayan büyük gözenek hacimlerinin toplamıdır. Bunlar hava ile doludur. Bunlardan su hızlı bir şekilde sızar. Kapillar gözeneklilik ise, toprakta suyu kapillar olarak tutan küçük gözenek hacimlerinin toplamıdır. Bunlar toprağın su kapasitesini belirleyen gözenekleridir. Gözenek büyüklüğü, aynı zamanda kök gelişimi ve mikrobiyal aktivite için çok önemlidir. Çünkü kök tüyleri yalnız kaba gözeneklerde, mantar miselleri ve bakteriler ise orta orta gözeneklerde yaşayabilirler. İnce gözeneklerde mikroorganizmalar yaşayamazlar. Toprak derinliğine bağlı olarak gözeneklerin boyutları düzenli bir dağılışı göstermemektedir.

Araştırma alanına getirilen topraklar farklı anakaya ve anamateryaller üzerinde gelişmiş olup, buldukları yetiştirme ortamlarından alınıp taşınarak alana serilmiştir. Dolayısıyla araştırma alanına taşınan toprakların sekonder gözenekleri bozulmuştur. Toprakların gözenek hacimleri ve gözenek büyüklüğü dağılışı ile toprakların strüktür kapasiteleri arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Kapillar olan veya olmayan gözeneklerin, araştırma alanındaki topraklarda düzenli dağılmadığı ve miktarlarının birbirine yakın olmayışı bu toprakların hem su hem de hava kapasitelerinin iyi olmadığını göstermektedir. Bu bozulma, toprak içerisine infiltrasyon ile girecek suyun miktarını, toprak içerisindeki hareket hızını ve beslenme ilişkilerini olumsuz yönde etkilemiştir. Zira bitki gelişiminde toprağın gevşekliği ve sekonder gözeneklerin varlığı itici bir güç olarak görülmektedir. Özellikle Helikopter Pistinin olduğu bölgede (düz alanda) toprakların sık oturmuş olması, yüzeysel akışla toprağın taşınması ve üst toprağın gevşekliğini kaybetmiş olması, bu bölgede yüzeysel akışı artırmakta ve infiltrasyon kapasitesini azalmaktadır. Bu durum toprak içerisine girebilecek su miktarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu alanda

dikilmiş olan fidanların sürgünlerinde gelişim eksikliği ve deformasyon belirtilen olumsuzlukların bir neticesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sıkı oturmuş topraklarda su ve hava kapasitesi iyi değildir. Bazı topraklarda yeterli besin maddesi, elverişli yağış ve sıcaklık koşullarına sahip olmasına karşın, verimin düşük olmasından, elverişsiz havalanma ve su tutma özelliklerinin başlıca etken olduğu, araştırmalarla kanıtlanmıştır (Altun, L. ve diğ. 2002). Bu da birçok hallerde toprak strüktürünün toprak verimlilik indeksi olacak kadar önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Gerçekten, su ve hava ekonomisi iyi olmayan topraklardaki mevcut besin maddeleri bitkiye yararlı olamaz. Dolayısıyla yukarıda bahsedilen bölgede fidanların gelişiminin diğer bölgelere göre düşük olması üzerinde bu bölgelerdeki strüktürün etkili olduğu kanaatini kuvvetlendirmektedir. Bu alanlara verilecek olan suni gübrelerden bitkilerin yararlanmasının mümkün olmayacağı akıldan çıkarılmamalıdır. Diğer taraftan toprağa dikilen bir fidanın büyüüp gelişmesi birinci derecede topraktaki yeterli hava ve neme bağlıdır. Bunun dışında, topraktaki normal bir mikroorganizma faaliyeti için optimum nem ve hava koşullarına ihtiyaç vardır. Bu nedenle iyi bir gelişim için iyi bir toprak strüktürü vazgeçilmez bir toprak özelliğidir.

Araştırma alanında Helikopter pisti bölgesinde kil bakımından zengin oturmuş topraklar mevcuttur. Bu bölgede yer alan fidanlarda kurumalar başlamıştır. Ayrıca kuruyan fidanların yerlerine tamamlama maksadıyla dikilen fidanlarda da tutma başarısı düşüktür. Bunda, strüktür faktörünün önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Üst toprakta kırlınlık meydana getirebilecek bir organik madde varlığından söz etmek mümkün değildir. Toprakların verimliliğini artırmak için fidan dikim çukurlarının çevresine ekimi yapılan korunga vb. gibi (köklerindeki azot bağlayıcı bakteriler bulduran) bitkiler büyüdüklerinde fidanların ışık, ve suyuna ortak olduklarından yarardan daha çok zararlı olmaktadır. Bu ekimleri fidan sıralarının arasına yapmak ve fidan dikim çukurlarının üzerine ise ölü örtü sermek (Malçlama=saman) daha sağlıklı sonuçlar doğuracaktır. Zira ölü örtü bir taraftan topraktan meydana gelebilecek evaporasyonu engellerken, diğer taraftan da yağmurun darbe etkisini azaltıp, toprağın erozyona uğramasını önleyecektir. Diğer taraftan zaman içerisinde ayrışarak toprağa karışacak ve üst toprağın strüktürünü olumlu yönde etkileyecektir.

Bitki gelişimi bakımından toprakta optimal kök gelişimini sağlayacak optimal bir gözeneklilik, kırlıntı oluşumu ve su tutma kapasitesi arzu edilir. Bitki yetiştirilmede, tüm kök mekanında hem strüktür, hem de strüktür dengesi önemlidir. Fakat her ikisi de üst ve alt

toprak için farklı derecede önem taşımaktadır. Gözenek büyüklüklerinde ve gözenek hacminde meydana gelecek bir değişim kök gelişimini büyü ölçüde engellemektedir. Bu nedenle kök gelişimi toprak strüktüründeki ifadesini bulmaktadır.



Şekil 22. Kuruyan Fidanda Kök Gelişimi

Üst topraktaki gözenek değişmezliği veya dayanıklılığı çok önemlidir. Çünkü optimal bir gözenek sistemi organik madde takviyesi ve toprağa karıştırılması (toprak işleme ile) ile temin edilebilir ve zamana bağlı olarak değişimi üst toprakta en yüksek düzeyde olur. Alt toprakta ise bunun aksi bir durum söz konusudur.

Kurak koşullar altında yüksek oranda orta gözenekler bitki tarafından yararlanılabilir suyu bol miktarda tutar ve bitkiye verir. Bu iki bölgede topraktaki orta gözeneklerin oranının artırılması gerekmektedir. Bunun için toprağa organik madde verme ve gübreleme, malçlama, drenaj önlemleri alma ve özel toprak koruma önlemleri almak gerekir. Toprak koruma önlemleri bakımından ise toprak taşınmasının en düşük indirgeyecek bir kısıntı dayanıklılığı, optimum bir infiltrasyon ve perkolasyon kapasitesi oluşturacak önlemlere ihtiyaç bulunmaktadır.

Hayvansal ve bitkisel organizma artıklarından kaynaklanan toprak organik maddesi, özellikle orman ekosistemlerindeki madde dolaşımı ve enerji akımı üzerinde çok yönlü etkilere sahip bulunmaktadır. Bunun dışında, tüm toprakların asal öğelerinden biridir. Organik maddenin, toprak ve bitkiler üzerindeki etkileri çok yönlüdür. Organik madde varlığı ile toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri önemli ölçülerde değişir. Çünkü organik madde, toprakların su, hava ve besin ekonomisi üzerinde önemli rollere sahiptir. Buna bağlı olarak da mikroorganizma yaşamı ve bitki fizyolojisi ile sıkı ilişkiler içerisinde bulunur. Araştırma alanının üst topraklarında 2 ve 3. Yıllık sürgün gelişimi ve ortalama boy üzerinde organik madde miktarının pozitif yönlü etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Organik artıkların ayrışması sırasında ortaya çıkan bazı organik asitlerin topraktaki bazı mineralleri çözüldürdüğü ve böylece toprak oluşumuna katkı sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca organik asitler, toprakta çok az da olsa dispersiyon yolu ile iyon haline gelmiş bulunan  $Fe^{+3}$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$  gibi iyonları fenolik hidroksil grupları arasına alarak kısıkaç gibi tutarlar. Buna “chelate oluşumu” denir. Kitlelerin etkisi yasasına göre eksilen elementlerin yerini dissosiasyon yolu ile yenileri alır; bundan da yeni chelat’ lar meydana gelir. Böylece organik madde etkisi ile bazı elementlerin ayrıştığı, bunun sonucunda da kayaların dağılmasında, minerallerin ayrışmasında önemli roller oynadığı anlaşılmaktadır (Irmak, ve diğ. 1974).

Toprak organik maddelerinin, toprak taneciklerinin bir araya gelerek kısıntı (agregat) oluşmasını sağladığı ve bunların dayanıklılığı (agregat stabilitesi) için gerekli materyalleri verdiği ifade edilmektedir (Çepel, 1985). Toprak içerisinde kısıntıyı dayanıklı hale getiren esas faktörün fulvo asitler içinde bulunan Polisakkaridler olduğu bildirilmektedir. Hatta humin maddelerine dönüşmemiş bazı organik maddelerin de bazı hallerde kısıntı oluşumunu etkilediği saptanmıştır. Bunlardan yumurta albüminleri, kazein, bazı yağlar,

munlar ve reçinelerin topraktaki strüktür dayanıklılığının yükselttiği bazı araştırmalarla ortaya konulmuştur (Çepel, 1985)

Topraktaki minerallerden bir kısmı organik maddelerle moloküler büyüklükten, kolloidal büyüklüğe kadar değişen “Organo-mineral” bileşikler meydana getirmektedirler. Birçok organik maddenin killerle bağlandığı ortaya çıkarılmıştır. Bunlar arasında alkolller, şekerler, amino asitleri, aminler, proteinler, enzimler, benzol ve fenol gibi aromatik bileşikler bulunmaktadır. Topraktaki çeşitli organik maddelerin kil minerallerine bağlanması, bunların mikrobiyel aktivite ile ayrıştırılmalarına karşı bir direnç kazandırmaktadır. Bu da toprakta oluşan kırıntılara bir dayanıklılık özelliği sağlamaktadır. Bu şekilde bağlı organik maddelerin mikrobiyel ayrışmaya karşı daha dirençli oluşlarının nedenlerinden biri, bu organik maddelerin minerallere, özellikle kile bağlanmalarının enzimler aracılığı ile olmasıdır. Bu enzimler organik maddelerin ayrışmasını durdurmaktadırlar. Kırıntı oluşumunda rol oynayan organik maddelerin ayrışmasının durması veya engellenmesi ise kırıntı içindeki çimento maddesinin sürekliliği anlamına gelir. Bu da organik maddeler tarafından strüktür stabilitesi sağlandığını gösterir.

Humın maddeleri kolloidal disperziyon ile, suyu kuvvetli bir şekilde tutarak bağlamaktadır. Gerçekten humusun tuttuğu su miktarı, tüm pF derecelerinde, anorganik katı parçacıklarının tuttuğu suyun 5-10 katı kadardır. Toprakların su tutma kapasitelerinin, humus ile doğrusal bir ilişki gösterdiği belirlenmişti (Çepel, 1985 ). Toprak organik maddesi hem ince hem de kaba tekstürlü toprakların su tutma kapasitesini, dolayısıyla yararlanabilir su miktarını artırmaktadır. Gerçekten ağır topraklarda fiziksel bakımdan önemli olan husus, humusla gevşek istiflenme ve kırıntı strüktürü sağlayarak fazla suyun akıtılmasıdır. Bunun aksine hafif topraklarda ise aşırı drenajın önüne geçilerek humus aracılığı ile bitkiler tarafından yararlanılabilecek su miktarının artırılması büyük bir önem taşımaktadır. Kum topraklarına % 1-2 humus karıştırılması durumunda yararlanılabilir su miktarı 2 katına kadar çıkabilmektedir.

Toprakların hava ekonomisi, toplam gözenek hacmi ve gözenek boyutlarına göre değişmektedir. Humus, toprağın kırıntılılığı, dolayısıyla boşluk hacmi üzerinde etkili olmaktadır. Gerçekten humus, kum topraklarında ince gözenek, kil topraklarında da kapillar olmayan gözenek miktarını artırmaktadır. Hatta toprağa humus verilerek hem toplam gözenek hacmi, hem de hava ile dolu gözeneklerin hacmi iki katına kadar çıkarılabilmektedir.



Kolloidal boyuta kadar ayrılmış koyu renkli amorf haldeki yüzey humusunun humus maddeleri tabakası, koyu renginden dolayı güneş ışınlarının absorpsiyonunu artırır ve ısınmayı kolaylaştırır. Fakat humusun özgül ısısı mineral toprak maddelerinden yüksek olduğu için organik madde içeren toprakların ısınması için daha yüksek ısı enerjisine ihtiyaç duyulur. Ayrıca humuslu topraklar genellikle daha fazla su tuttuklarından (suyun özgül ısısının 1.0 cal./gr), humus bakımından zengin toprakların ısınmalarında olumsuz etki olarak karşımıza çıkmaktadır.

Humus maddeleri topraktaki besin maddelerine ait iyonları yüzeylerinde adsorpsiyon yolu ile tutarak toprağın besin maddesi ekonomisini, dolayısıyla bitki beslenmesini etkiler. Gerçekten humus yüksek bir iyon değiştirme kapasitesine sahip olduğundan (300 me/100 gr) toprağın besin ekonomisi için önemi kolayca anlaşılır.

Bir toprakta su, 2.5 pF derecesinde yani 1/3 atmosfer (yaklaşık 1/bar) basınçla tutuluyorsa bu toprak tarla kapasitesindeki nem derecesindedir. Bu sudan bitkiler yararlanabilir. Tarla kapasitesi toprak suyunun denge durumuna, profil derinliğine, tekstüre, organik madde içeriğine, strüktür ve horizon sırasına bağlı olarak değişim göstermektedir.

Toprak tanecikleri tarafından 15 atmosferlik (4.2 pF) basınçla tutulan su solma noktasındaki nem miktarıdır. Buna pörsüme noktasındaki su da denilmektedir. Toprakta tutulacak su 15 atmosferlik (4.2 pF) basınçla tutulacak derecede azalmış ise, toprak parçacıklarının etrafında su moleküllerinden oluşan ancak 5-6 tabaka vardır.

Bitkiler, toprakta bulunan suyun tümünden yararlanamazlar. O nedenle yararlanılabilir su deyimini, bitkilerin topraktan alabileceği su miktarını ifade etmektedir. Bu miktar, bir toprağın tarla kapasitesinde tutabildiği su miktarı ile solma noktasında tutabileceği su miktarı arasındaki fark olarak belirlenir. Toprakta suyun tutulma enerjisi, dolayısıyla bitkilerin alabileceği miktar, toprak türlerine göre değişmektedir. Belgrad ormanında yapılan bir çalışmada toprak türlerine bağlı olarak yararlanılabilir nem miktarları Kum ve balçıklı kum toprağında % 6-7, kumlu balçık ve kumlu killi balçık toprağında % 8-14, killi balçık toprağında % 10-14 ve kil toprağında ise % 10-14 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çepel, 1965).

Kırıntıların, yağmur damlalarının çarpma etkisi altında veya su içinde kalmaları, ya da su içine daldırılıp çıkarılmaları halinde şekil ve büyüklüklerini koruyup koruyamadıklarına göre de sınıflandırma yapılmaktadır.

Toprak tanecikleri yön, şiddet ve kaynakları çok farklı olan çeşitli kuvvetlerin etkisi altındadır. Toprak tanecikleri adhezyon, kohezyon, yüzey gerilimi, organomineral

maddelere özgü pıhtılaşma ve peptizasyon olayları sonucu meydana gelen kuvvetler, kil tanecikleri tarafından adsorbe edilen karşıt iyonların etkisini içeren kimyasal kuvvetler, toprak taneciklerinin üzerinde bulunan başka taneciklerin ağırlığından kaynaklanan basınç kuvvetleri ve toprak içindeki suyun akıntı basıncından kaynaklanan kuvvetler şeklinde özetlenebilir.

Yağmur taneciklerinin vurma etkisi, sızıntı suları ile toprak profilinin yıkanması, nem ve eskrem sıcaklığın ortak etkisiyle büzülüp genişleme, insanlar ve hayvanlar tarafından toprağın gevşetilip sıkıştırılması gibi olaylar sonucunda toprağın strüktürü sürekli değiştirilir. İşte toprak strüktürünün, bu kuvvetlerin değiştirme etkisine karşı olan direncine strüktür stabilitesi veya agregat stabilitesi (dayanıklılık) denir.

Strüktür dayanıklılığı hakkında bir yargıya varabilmek için, yukarıda bahsedilen kuvvetlerin bileşkesinin sıfır olup olmadığına bakmak gerekir. Fakat böyle bir sonuç genellikle gerçekleşmez veya sürekli değildir. Bu kuvvetlerin değişimine göre strüktür özellikleri de bir dinamizm gösterir. Toprağın sıkışması, ya hacminin küçülmesi, yani toprağın oturması ile veya gözeneklerin katı maddeler ile tıkanması madde taşınması ve birikmesi sonucunda meydana gelir. Toprakların sıkışması aynı zamanda, gözenek hacminin azalması anlamına geldiğinden, sıkışma ile toprağın suyu geçirgenliği de azalmaktadır.

Teknolojinin ilerlemesi ile hasat, toprak işleme, taşıma, ulaşım ve üretim gibi çalışma alanlarında mekanizasyona gidilmiştir. Sözü edilen çalışmaların yapılması için kullanılan alet, araç ve gereçler toprağın sıkışması üzerinde çok çeşitli etkiler meydana getirebilmektedir. Bunun yanında piknik alanlarında insanların gezintileri sırasında toprağa yapmış oldukları baskılar sonucunda da toprak sıkışması meydana gelmektedir. Çalışma alanında da düz alanlara yapılan toprak taşınması ve tesviyesi sırasında meydana gelen ağır taşıt araçları baskısı toprakların aşırı derecede sıkışmasına sebep olmuştur.

Toprağın sıkıştırılması ile genel olarak gözenek hacmi ve aynı zamanda kaba gözeneklere ait % si azalmaktadır. Orta ve ince gözeneklerde meydana gelen değişim ise azdır. Kaba gözenekler infiltrasyon ile suyun çabuk bir şekilde iletişimini, havalanmayı ve böylece ısınmayı sağladıklarından, bu gözeneklerin azalması bitki gelişimini de etkilemektedir.

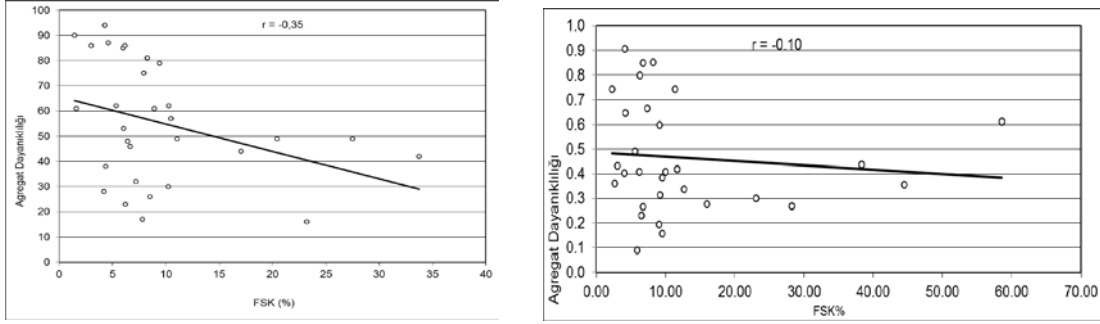
Su, bitki yapısını oluşturan önemli bir madde olması, bitki beslenmesini ve organik madde üretimini sağlaması, birçok biyokimyasal olayların temelini oluşturması bakımından orman ağaçları için son derece önemlidir. Bundan dolayı bitki topluluklarının

yatay-dikey yayılışı ve gelişimi üzerinde sıcaklıkla birlikte önemli rol oynamaktadır. Toprakta depolanan su miktarı; toprak derinliği, taşlılığı, toprak türü ve organik madde içeriği tarafından etkilenmektedir. Bitkilerin topraktaki sudan yararlanabilmeleri su miktarına bağlı olmakla birlikte, su miktarı bu hususta rol oynayan tek faktör değildir.

Bitkiler, suyun farklı kuvvetlerle tutulduğu topraklarda yetiştirilirse, aynı bitki türünün, suyun en gevşek kuvvetlerle tutulduğu toprakta en yüksek verimi verdiği görülür. Yalnız, toprakta suyun düşük kuvvetlerle tutulması ile ürün verimi arasındaki bu pozitif ilişkinin de bir sınırı vardır. Eğer su toprakta yerçekimine eşit olacak derecede düşük kuvvetlerle tutulursa, çok yüksek su miktarından dolayı oksijen miktarı azalır. O nedenle, suyun tutulma gücünün alt sınır ile ilgili olarak ürün artımının bir maksimum noktası vardır. Bu maksimum noktadan sonra, suyun tutulma gücü azalsa da, çoğalsa da ürün verimi hızı düşer.

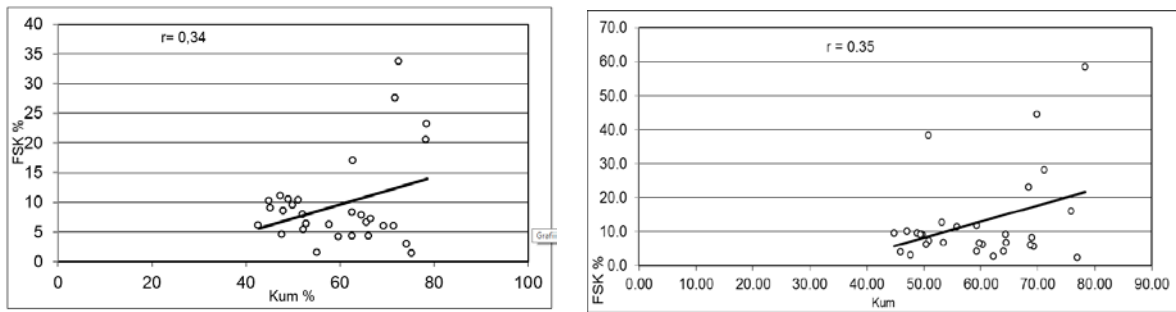
Araştırma alanındaki üst toprakların agregat stabilitesi ile FSK arasında ter ilişkiler çıkmıştır. Yani toprakların agregat stabilitesi arttıkça FSK değerleri azalmaktadır. Agregatların birbirine sıkıca bağlanması toprakların gözenek boyutlarının küçülmesine, ince gözeneklerin artmasına ve suyun tutulma enerjisinin yükselmesine sebep olmuş olabilir. Bu da TK ile SN arasındaki su miktarının (FSK) değişimini etkilemiş olabilir. Çalışma alanındaki üst topraklardaki FSK değerlerinin % 1.42-33.73 arasında bir değişim göstermiş olması bu bölge topraklarının çok değişken özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. Zira rehabilitasyon sahasına taşınarak serilen toprakların çok çeşitli yetişme ortamlarından (farklı anakaya, iklim etkisi) alındığı ifade edilmektedir. Bu farklılık, toprak özelliklerine de yansımış olabilir.

Alt topraklarda ise agregat stabilitesi ile FSK arasında pozitif ilişkiler çıkmıştır. Yani agregat stabilitesi arttıkça FSK değerinde de bir artış gözlenmektedir. Bu sonucun ortaya çıkmasında; alt topraklardaki agregat stabilitesinin (0,09-0,91) üst topraklara (0,16-0,94) göre daha düşük değerler almasının etkisi olabilir. Alt topraklardaki FSK değerleri %2.31-58.61 arasında bir değişim göstermektedir (Şekil 23).



Şekil 23. Toprakların agregat stabilitesi ile FSK arasındaki ilişkiler. (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için)

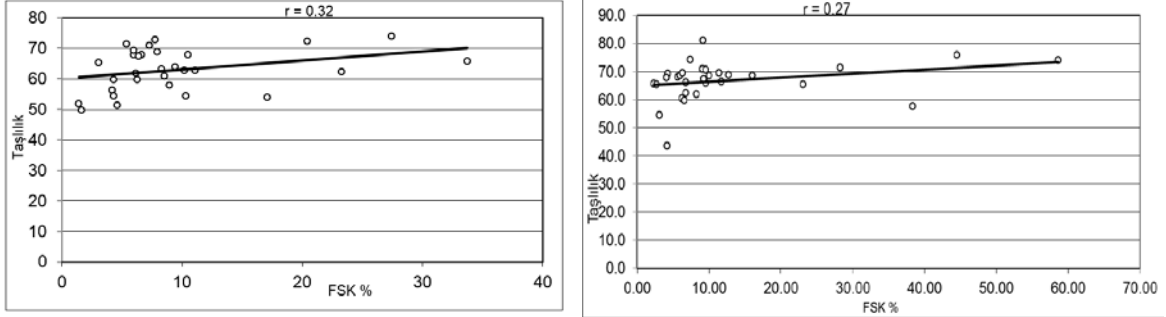
Üst topraklardan farklı olarak FSK değerleri daha yüksek değerler almıştır. Gözenek boyutları, miktarları, suyun toprakta tutulma enerjisi ve FSK yönünden alt toprakların üst topraklara göre daha iyi koşullara sahip olduğu anlaşılmaktadır. Üst topraklarda FSK kapasitesinin alt topraklara göre düşük olması üzerinde kil miktarının üst topraklarda daha yüksek olmasının etkisi olabilir. Zira üst topraklarda TK nem miktarı maksimum % 40.10 iken, SN nem ise % 27.17 civarındadır. Buna karşın alt topraklardaki TK nem miktarı maksimum % 61.26 iken, SN nem ise % 26.91'dir. Bu sonuçlardan da görüleceği üzere alt topraklarda daha yüksek bir FSK değeri elde edilmektedir. Bu sonuç, alt topraklarda suyun tutulma enerjisinin daha düşük olduğunu göstermektedir. Bitkisel üretimin yalnız toprakta suyun tutulma enerjisine bağlı olmadığı, bu hususta toprak türünün de önemli derecede rol oynadığı bilinmektedir.



Şekil 24. Toprakların kum miktarları ile FSK arasındaki ilişkiler (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için)

Araştırma alanı alt ve üst topraklarının taşlılık ve kum değerleri ile FSK arasında pozitif ilişkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Bölge topraklarında kil içeriği yüksek olduğu için taşlılık ve kum toprakların fiziksel özelliklerini (hava-su dengesi) iyileştirerek

(gözenek hacmini düzenleyerek) su tutma kapasitesini olumlu yönde etkilemiş, bu da topraklardan yararlanılacak su miktarını artırmıştır (Şekil 24, 25 ).



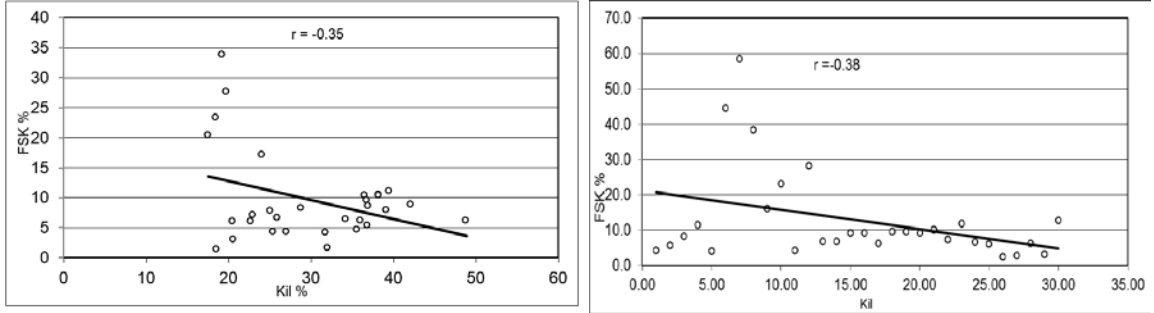
Şekil 25. Toprakların taşlılık miktarları ile FSK değerleri arasındaki ilişkiler (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için)

Bitkilerin topraktan alma enerjisi, suyun toprakta tutulma enerjisi ile doğru orantılıdır. Suyun tutulma enerjisi ne kadar az ise, kökler tarafından suyun alınması için harcanan enerji de o derece az olacak, dolayısıyla da ürün miktarı da buna göre artacaktır. Fakat bu doğru orantılı ilişki belli sınırlara sahiptir. Suyun tutulma gücü, toprakta durgunsu koşulları meydana getirecek kadar azalmışsa, kökler için gerekli oksijen kıtlığı başlayacağından üretim azalmaya başlayacaktır. Çünkü, topraktaki çok bol bulunan su, oksijenin difüzyon hızını etkileyerek, hava noksanlığı meydana getirir. Bu koşullarda ise kökler fizyolojik görevlerini tam anlamıyla yapamayarak, bitki gelişiminin yavaşlamasına neden olur.

Toprağı oluşturan tane boyutu sınıfları, toprakların suyu geçirgenliğini, su tutma kapasitesini, havalanmasını, kök yayılışını ve besin maddesi ekonomisini etkiler. İnce taneli topraklar, içindeki kil miktarının artışına paralel olarak drenajı engeller, su tutma kapasitesini artırır, havalanma koşullarını kötüleştirir kök yayılışını engeller. Buna karşın yüksek bir kation değişim kapasitesine sahip olduklarından dolayı, besin maddeleri bakımından zengin topraklardır. Kaba tekstürlü topraklar ise, bu sayılan özelliklerin aksine sahiptir (Çepel, 1995).

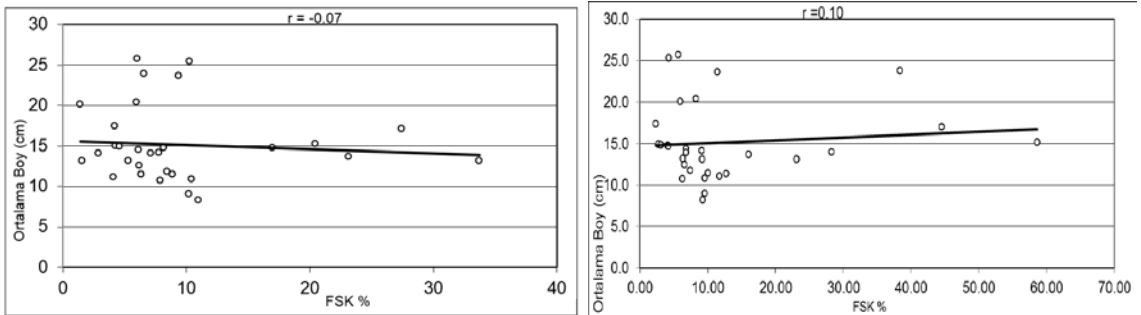
Topraktaki su miktarı, her zaman için bitkilerin bundan yararlanıp yararlanamayacağı hakkında bir fikir edinmemizi sağlayamaz. Toprak gözeneklerinde tutulan sudan bitkilerin yararlanması toprakların çeşitli faktörlerine bağlı olarak değişim gösterir. Bu faktörler toprağın tane yapısı ve türüne bağlı olmakla birlikte aynı zamanda kil minerallerinin cinsine, toprağın organik madde miktarına, kireçli olup olmayışına,

taşlılığına ve köklenme sıklığına göre değişen gözenek hacmine ve gözeneklerin çaplarına da bağlı olarak değişir. Bu konuda yapılan çalışmalarda balçık toprakların en fazla faydalanılabılır su kapasitesine sahip oldukları tespit edilmiştir (Kantarıcı, 2000).



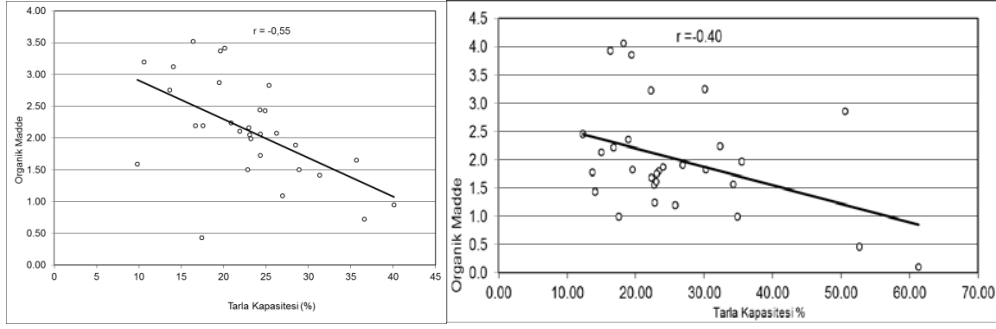
Şekil 26. Toprakların kil miktarları ile FSK arasındaki ilişkiler (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için)

Araştırma alanındaki topraklarda kil oranının yüksek olması yukarıda bahsedilen koşulların oluşmasına sebep olmuş olabilir. Zira, kil ile FSK arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Kil oranı arttıkça FSK değeri azalmaktadır. Bu da bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemiş olabilir. Araştırma alanındaki toprakların TK ve SN nem değerlerinin fidanların ortalama boyları ile ters yönlü bir ilişki göstermesi bu düşüneyi kuvvetlendirmektedir (Şekil 26, 27, 28, 29).



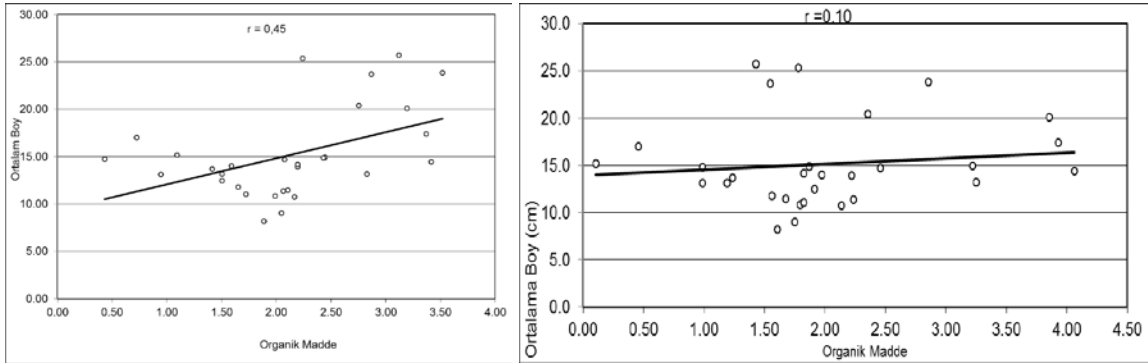
Şekil 27. Ortalama boy ile FSK arasındaki ilişki (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için)

Faydalı su kapasitesi tarla kapasitesi ile solma noktası nem miktarları arasındaki nem miktarı olup bitkiler bu sudan doğrudan yararlanabilirler. Yararlanmanın başlangıcı, tarla kapasitesinin üst sınırı olan 2,4 pF (0,33 atm) nem potansiyelinden başlamakta, alt sınır 4,2 pF (15 atm) solma noktasına kadar devam etmektedir (Çepel, 1966; Kantarıcı, 2000).

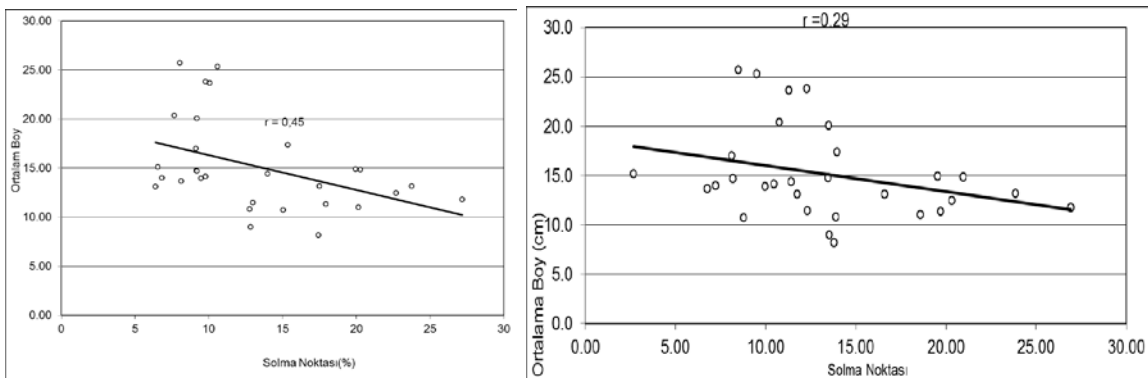


Şekil 28. Ortalama boy ile TK arasındaki ilişki (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için)

Araştırma alanındaki üst topraklarındaki organik madde miktarı ile ortalama fidan boyu arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile topraktaki organik madde artışına bağlı olarak fidanların boyları da artmaktadır. Organik madde, toprağın su tutma kapasitesini artırması, besin maddesi kaynağı olması, toprağın granüler yapısını düzenlemesi vb. gibi etkileri dolayısıyla bitkilerin gelişimini olumlu yönde etkileyebilmektedir.



Şekil 29. Ortalama boy ile organik madde arasındaki ilişki (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için)



Şekil 30. Ortalama Boy ile SN arasındaki ilişkiler. (Sıra ile 0-20 ve 20-50 derinlik kademeleri için)

#### 4. SONUÇLAR

Kastamonu İli Küre İlçesi sınırları içerisindeki ETİ-Bakır açık maden işletme sahasında gerçekleştirilen rehabilitasyon çalışmalarının ekolojik yönden incelenmesi amacıyla yapılmış bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Toprakların 0-20 cm derinliğinde;

1. Fidanların 2. yıl Sürgün uzunluğu ile toprakların organik madde miktarları ve kum ile pozitif, kil, TK, SN ile negatif ilişkiler çıkmıştır.
2. Fidanların 3. yıl Sürgün uzunluğu ile toprakların organik madde miktarları ve kum ile pozitif, kil, toz, TK, SN ile negatif ilişkiler çıkmıştır.
3. Fidanların 4. yıl Sürgün uzunluğu ile toprakların kum, FSK ve taşlılık ile negatif kil, SN pozitif ilişkiler çıkmıştır.
4. Fidan boyu kum ve organik madde ile pozitif, TK ve SN ile negatif ilişkiler belirlenmiştir.

Toprakların 20-50 cm derinliğinde;

5. Fidanların 1. yıl Sürgün uzunluğu ile hacim ağırlığı arasında negatif ilişkiler çıkmıştır.
6. Fidanların 2. yıl Sürgün uzunluğu ile kil ve SN nem ile negatif ilişkiler çıkmıştır.
7. Fidanların 3. yıl Sürgün uzunluğu ile kil ve SN nem ile negatif ilişkiler çıkmıştır.
8. Fidanların 4. yıl Sürgün uzunluğu ile SN arasında pozitif ve FSK nem ile negatif ilişkiler çıkmıştır.
9. Fidan boyu ile SN ve hacim ağırlığı ile negatif ilişkiler belirlenmiştir.
10. Araştırma alanındaki toprakların 0-20 cm derinlik kademesindeki kum miktarları % 42.64-78.50 arasında, kil miktarları %17.58-48.89 arasında ve toz miktarı ise % 3.09-16.91 arasında bir değişim göstermektedir. Bu değişimler içerisindeki toprak türleri ağır kil, balçıklı kil, kumlu kil ve kumlu killi balçık olarak tespit edilmiştir. Toprakların 20-50 cm derinlik kademesindeki kum miktarları % 44.73-78.24 arasında, kil miktarları %15.50-42.44 arasında ve toz miktarları ise % 4.71-17.19 arasında bir değişim göstermektedirler.



11. Araştırma alanındaki toprakların 0-20 cm derinlik kademesinde tarla kapasitesinde depolamış oldukları nem miktarı % 9.79-40.10 arasında, solma noktasındaki nem % 6.38-27.15 arasında ve faydalı su kapasitesi ise % 1.42-33.73 arasında değişim göstermektedir. Toprakların 20-50 cm derinlik kademesinde tarla kapasitesinde depolamış oldukları nem miktarı %12.34-61.26 arasında, solma noktasındaki nem %2.65-26.91 arasında ve faydalı su kapasitesi ise %2.31-56.61 arasında değişim göstermektedir.
12. Çalışma alanında 0-20 cm derinlik kademesindeki toprakların organik madde miktarları % 0.43-3,52 arasında değişirken, 20-50 cm derinlik kademesindeki topraklarda ise organik maddeye ilişkin bu değerler % 0,11-4.06 arasında değişim göstermektedir.
13. Çalışma alanında 0-20 cm derinlik kademesindeki toprakların silindir örneklerindeki iskelet miktarları (kaba kısım) 346,75-678,36 gr/(1/2)lt arasında, ince kısımlar 205,98-395,95 gr/(1/2)lt arasında değişmektedir. 20-50 cm derinlik kademesindeki iskelet miktarları (kaba kısmı) 298,40-647,56 gr/(1/2)lt arasında, ince kısımlar ise 118,17-386,88 gr/(1/2)lt arasında değişim göstermektedir.
14. Araştırma alanındaki üst toprakların (0-20 cm) agregat stabilite değerleri 0.16-0.94 arasında, alt topraklarda (20-50 cm) ise agregat stabilite değerleri 0.09-91 arasında değişim göstermektedir.
15. Çalışma alanındaki üst topraklarda tespit edilen toprak türlerinin faydalanılabilir su kapasiteleri (FSK) incelendiğinde ağır kil topraklarındaki FSK değerleri % 6.16 civarındadır. Balçıklı kil FSK değerleri % 4.61-11.04 arasında, kumlu kil % 1.59-8.25 arasında ve kumlu killi balçık %1.42-33.73 arasında değişim göstermektedir. Alt topraklarda ağır kil toprak türüne rastlanmamıştır. Balçıklı kil topraklarındaki FSK değerleri % 3.07-38.31 arasında, kumlu kil % 2.66-11.67 arasında ve kumlu killi balçık % 2.31-58.61 arasında değişim göstermektedir.
16. Araştırma alanındaki üst topraklarda biomas C değerleri 25.49-627.81 iken, alt topraklarda ise 24.12-520.76 olarak tespit edilmiştir.

## 5. ÖNERİLER

1. Bölgedeki topraklarda en önemli sorun yüksek asitliğin giderilmesidir. Bu amaca yönelik olarak CaO kullanılmıştır. Bu uygulama sayesinde toprağın iyon dengesinin düzeltilmesi, H iyonu doygunluğunun azaltılması, toprağın absorpsiyon koşullarının iyileştirilmesi ve su tutma kapasitesinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ca iyonlarının aynı zamanda toprağın agrega stabilitesi ve pH değerlerinin düzenlenmesinde olumlu etkiler meydana getireceği düşünülerek bu uygulamalara yer verilmiştir.
2. Zayıf topraklı şevler üzerinde toprağı yerinde tutmak amacıyla eşyükselti eğrilerine paralel hatlar boyunca yapılan teras, kordon ve benzeri tesislere ek olarak, bu sıralar arasında kalan çıplak şev yüzeylerinin de toprağı koruyup zenginleştirecek türden otsu bitkilerle (korunga-ot) yeşillendirilmesi çalışmaları yapılmıştır.
3. Çoğu durumlarda, şev ve yamaçlar üzerindeki bu koruyucu vejetasyonun, yapılan ağaçlandırma ve diğer arazi kullanımları için bir koruyucu şerit görevi göreceği düşüncesi ağırlık kazandığından bu biyolojik uygulamalara yer verilmelidir.
4. Aşırı derecede stres altında bulunan dik şev ve yamaçlarda yüzeyin korunması, toprağın sağlam zemine tespit edilmesi amacıyla canlı ve cansız materyalin kombinasyonu ile iyileştirme önlemleri olarak örme çitler, teras ve fidan dikimleri tercih edilmelidir. Fidan dikim çukurlarına organik maddece zengin mineral toprak takviyesi yapılmalıdır.
5. Eti Bakır A.Ş. (Küre/Kastamonu) maden işletmesinde; ormancılık (ağaçlandırma) faaliyetleri ile sürekli bir gelişmenin sağlanması hedeflenmiştir. Böylece, bir taraftan alanda depolanmış toprakların korunması ve stabil hale getirilmesi, diğer taraftan da dikilen fidanların çevredeki mevcut orman ekosistemleri ile bütünlük sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca gelecekte oluşacak orman ekosistemi içerisinde fauna için yeni yaşam ortamlarının oluşması, görsel peyzaja katkı sağlanması, oksijen üretimi ile atmosferin temizlenmesine, su döngüsüne katkı sağlanması ve doğa koruma fonksiyonlarının yerine getirilmesi ana hedeflerine devam edilmelidir.
6. Dikimle getirilen sarıçam (*Pinus sylvestris*) gençliklerinin gelişimine bağlı olarak meydana gelecek sıklık bakımlarının ve idare süresi sonucunda oluşacak doğal gençleştirme işlemlerinin uzmanlar tarafından yapılması konusunda Eti Bakır A.Ş yetkililerinin Orman İşletme Müdürlüğü teknik elemanları ile iletişim içerisinde olması gerekmektedir.

7. Eti Bakır A.Ş Küre (Kastamonu) Madencilik faaliyetleri sonucu çevreye verilen zararların minimize edilmesi için rehabilitasyon (iyileştirme-peyzaj) çalışmaları planlanmış, uygulamaya başlanmış olup, çalışmalar devam etmektedir. Bitkilendirme çalışmalarını takip eden yıllar içerisinde toprak kalitesinin iyileştirilmesine yönelik olarak ahır gübresi alana serilerek toprakla karıştırılması gerekmektedir. Ayrıca, yonca tohumu ekimi yapılarak atmosfer azotunun toprağa bağlanması sağlanmalıdır. Diğer taraftan yoncanın biyolojisi gereği toprağı tam olarak örttüğü için yüzey erozyonunu önlemesi sağlanmalıdır.
8. Fidanlar arasına (4 fidanın orta kısmına) akasya fidanları dikilerek bir taraftan toprakta azot bağlanmasını sağlarken, diğer taraftan da toprakta bağlanan azot sayesinde sarıçam fidanlarının gelişimine olumlu yönde etki edilecektir.
9. Özellikle eğimli alanlarda toprağın erozyona karşı direncini artırmak ve yağmur suyunun kinetik enerjisini azaltmak için ahır gübresi (bir yıl bekletilmiş) saman ve orman artıkları ile toprak üzerine serilerek (malçlama) toprakların erozyona karşı korunması sağlanmalıdır.
10. Özellikle helikopter pistinin bulunduğu yerler gibi düz alanlarda ve şevlerde yüzeysel akışı çevirme hendekleri ile belli merkezlere yönlendirme zorunluluğu vardır. Böylece yüzeysel akışın toprakları kolayca taşınmasına engellenmiş olacaktır

## 6. KAYNAKLAR

- Altun, L., Yavuz, H., Başkent, E.Z. ve Yılmaz, M., 2002. Evaluating Tree Mortality In A Pure Spruce Stand With Ecological and Dendroclimatic Factors. Journal of Balkan Ecology, 5, 2.
- Anonim 1997: Guidelines and Manual on Land-Use Planning and Practices in Watershed Management and Disaster Reduction. United Nations Publications ST/ESCAP/1781
- Anonim, 1994. Sarıçam El Kitabı Dizisi:7, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi:67, Ankara.
- Anşin, R. ve Özkan, Z.C., 1993. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunu Taksonlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel yayın No:167, Fakülte Yayın No:19, Trabzon.
- Atasoy, H., Tekin E. Ve Küçük M., 1985, Meryemana Araştırma Ormanının Toprak Özellikleri ve Haritaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi, Ankara.
- Çepel, N., 1965. Orman Topraklarının Rutubet Ekonomisi Üzerine Araştırmalar ve Belgrad Ormanı'nın Bazı Karaçam, Kayın, Meşe Meşçerelerinde İntersepsiyon, Gövdeden Akış, Toprak Rutubeti Miktarlarının Sistemik Ölçümlerle Tespiti. OGM Yayını Seri No:4 Ankara.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İ.Ü. Yayınları, Üniversite Yayın No:3886, Sosyal B.M.Y.O. Yayın No:433, İstanbul.
- Çepel, N., Dündar, M. ve Günel A., 1979. Tütkiye'nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler. TÜBİTAK Yay. No:274, İstanbul.
- Çepel, N. (1985), Toprak Fiziği, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3313, O.F. Yayın No: 374, İstanbul.
- Darmer, G. 1985. Lanscape and Surface Mining. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Görecelioğlu, E. 2002. Peyzaj Onarım Tekniği, İstanbul, Üniversitesi Yayınları, Yayın No:4351, Orman Fakültesi Yayın No: 470, İstanbul.
- Kantarıcı, D., 1988. Orman Fak. Dergisi Toprak İlimi, İÜ. Seri: A, 38, 1. İstanbul.
- Kantarıcı, M., D., 2000. Toprak İlimi, İ.Ü. Yayın No: 4261, Orman Fak. Yayın No: 462, İstanbul.
- Köseoğlu, M.; Özkan, M.B. 1984 Peyzaj onarım tekniği-1 Bornova İzmir
- Oruç, M., 2012. Kastamonu Küre Derin Maden Kuyusunun Yerleşim Yeri ve Dolayının Mühendislik Jeolojisi ve Jeomekanik Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Plotnikoff, M.R., Bulmer, C.E., Schmidt, M.G., 2001. Soil properties and tree growth on rehabilitated forest landings in the interior cedar hemlock biogeoclimatic zone: British Columbia.

Tandy, C. 1975: Landscape of Industry. Leonard Hill Books, London

Ulusoy, Y., Ayıılıgil, T., 2012. Açık Maden Ocaklarının Rehabilitasyonu ve Doğaya yeniden Kazandırılmasının “Şile-Avcıkoru” Örneğinde İrdelenmesi, Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University, 62, 21-36, İstanbul.

## 7. EKLER

Ek 1 Araştırma alanından alınan (0-20 Derinlik Kademesinde ) topraklar üzerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ilişkin veriler

TOPRAK NO	DERİNLİK KADEMESİ	Kum %	Kil %	Toz %	Toprak Türü	pH	TKSM (%)	SNSM (%)	FSK	OM	Biyomas C 2.64*Ec(µg g)	Hacim Ağırlığı	Agregat Dayanıklılığı	Taşlılık	Ortalama Boy	% Kaba Kısım	% İnce Kısım	Artımlar			
																		1	2	3	4
1	0-20	51.16	36.48	12.35	Balçıklı Kil	7.31	20.86	10.59	10.28	2.24	122.748	1.86	62.00	54.57	25	55	45	11	19	20	16
2	0-20	71.48	20.58	7.94	Kumlu Killi Balçık	7.31	14.06	8.02	6.03	3.12	63.311	2.27	53.00	67.88	26	68	32	9	19	21	14
3	0-20	69.33	22.71	7.96	Kumlu Killi Balçık	6.41	13.65	7.67	5.97	2.75	25.486	2.15	85.00	69.52	20	70	30	9	19	19	14
4	0-20	49.98	36.81	13.21	Balçıklı Kil	6.42	19.46	10.04	9.42	2.87	133.420	2.08	79.00	63.93	24	64	36	10	18	18	15
5	0-20	62.60	28.77	8.63	Kumlu Kil	5.47	17.41	9.15	8.25	0.43	115.875	2.27	81.00	63.14	15	63	37	10	18	19	15
6	0-20	71.86	19.77	8.38	Kumlu Killi Balçık	5.19	36.60	9.11	27.49	0.72	99.744	2.05	49.00	73.72	17	74	26	9	18	16	16
7	0-20	78.25	17.58	4.17	Kumlu Killi Balçık	7.61	26.95	6.52	20.43	1.09	165.132	2.21	49.00	72.20	15	72	28	11	19	19	17
8	0-20	65.74	25.93	8.34	Kumlu Kil	7.34	16.41	9.77	6.64	3.52	350.565	1.89	46.00	67.69	24	68	32	9	22	18	15
9	0-20	78.50	18.41	3.09	Kumlu Killi Balçık	7.62	31.32	8.12	23.20	1.41	349.508	2.30	16.00	62.47	14	62	38	10	18	17	15
10	0-20	72.49	19.32	8.19	Kumlu Killi Balçık	7.55	40.10	6.38	33.73	0.94	268.979	1.77	42.00	66.05	13	66	34	10	17	19	15
11	0-20	62.75	24.15	13.10	Kumlu Killi Balçık	6.19	26.26	9.20	17.06	2.08	627.805	1.76	44.00	53.71	15	54	46	9	17	19	14
12	0-20	74.23	20.65	5.12	Kumlu Killi Balçık	7.03	9.79	6.81	2.98	1.59	26.873	2.02	86.00	65.55	14	66	34	9	19	18	14
13	0-20	42.64	48.89	8.47	Ağır Kil	7.46	20.13	13.97	6.16	3.41	388.343	1.89	86.00	61.89	14	62	38	9	15	19	16
14	0-20	66.66	22.98	10.37	Kumlu Killi Balçık	6.6	16.66	9.46	7.19	2.19	242.480	2.16	32.00	70.74	14	71	29	11	17	18	19
15	0-20	64.42	25.16	10.42	Kumlu Kil	4.54	17.58	9.78	7.80	2.19	50.853	2.06	17.00	72.98	14	73	27	10	16	19	16
16	0-20	52.31	36.89	10.80	Balçıklı Kil	6.11	22.86	17.51	5.35	1.50	405.247	1.98	62.00	71.43	13	71	29	9	18	19	17
17	0-20	52.14	39.19	8.67	Balçıklı Kil	6.4	22.96	15.04	7.92	2.16	171.453	2.09	75.00	68.65	11	69	31	9	17	19	14
18	0-20	49.03	38.27	12.70	Balçıklı Kil	6.27	23.23	12.77	10.46	1.99	99.396	2.14	57.00	67.90	11	68	32	11	18	18	18
19	0-20	44.86	38.23	16.91	Balçıklı Kil	6.59	23.06	12.82	10.24	2.05	60.768	1.98	30.00	62.73	9	63	37	10	17	16	15
20	0-20	47.31	39.56	13.13	Balçıklı Kil	6.46	28.48	17.44	11.04	1.89	273.595	2.11	49.00	62.92	8	63	37	9	16	19	15
21	0-20	45.20	42.19	12.61	Balçıklı Kil	6.05	21.90	12.98	8.92	2.11	48.472	2.08	61.00	57.95	11	58	42	9	18	19	15
22	0-20	47.86	36.98	15.16	Balçıklı Kil	4.38	35.67	27.17	8.49	1.65	80.573	2.01	26.00	60.83	12	61	39	9	16	16	16
23	0-20	59.71	31.85	8.45	Kumlu Kil	6.17	24.33	20.15	4.18	1.72	406.599	1.80	28.00	56.14	11	56	44	9	17	19	16
24	0-20	57.61	36.06	6.33	Kumlu Kil	6.39	28.92	22.71	6.21	1.50	378.583	1.93	23.00	60.06	12	60	40	9	15	17	18
25	0-20	75.29	18.57	6.14	Kumlu Killi Balçık	5.95	10.59	9.18	1.42	3.19	126.666	2.20	90.00	51.91	20	52	48	9	18	18	15
26	0-20	66.09	25.47	8.43	Kumlu Kil	3.78	19.60	15.35	4.25	3.37	243.419	2.00	94.00	54.17	17	54	46	9	16	18	14
27	0-20	62.52	27.12	10.37	Kumlu Kil	3.44	24.28	19.96	4.33	2.44	349.003	2.09	38.00	59.90	15	60	40	10	19	16	13
28	0-20	55.18	32.06	12.76	Kumlu Kil	3.23	25.35	23.76	1.59	2.83	275.905	1.94	61.00	49.74	13	50	50	9	18	17	14
29	0-20	47.70	35.62	16.68	Balçıklı Kil	6.19	24.88	20.28	4.61	2.43	230.966	2.17	87.00	51.54	15	52	48	10	15	16	16
30	0-20	52.91	34.29	12.80	Balçıklı Kil	6.28	24.34	17.94	6.40	2.06	396.767	2.20	48.00	67.24	11	67	33	9	17	17	17

Ek 2 Araştırma alanından alınan (20-50 Derinlik Kademesinde ) topraklar üzerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ilişkin veriler

TOPRAK NO	DERİNLİK KADEMESİ	Kum %	Kil %	Toz %	Toprak Türü	pH	TKSM (%)	SNSM (%)	FSK	OM	Biyomas C 2.64*Ec(µg g)	Hacim Ağırlığı	Agregat Dayanıklılığı	Taşlılık	% ince Kısım	% Kaba Kısım	Ortalama Boy	Artımlar			
																		1	2	3	4
1	20-40	59.22	28.37	12.41	Kumlu Kil	7.19	13.70	9.48	4.22	1.78	25.187	1.74	0.65	69.36	31	69	25	11	19	20	16
2	20-40	69.30	22.36	8.34	Kumlu Killi Balçık	7.21	14.09	8.48	5.61	1.43	48.703	1.87	0.49	68.19	32	68	26	9	19	21	14
3	20-40	68.98	25.08	5.94	Kumlu Kil	4.51	18.95	10.76	8.19	2.36	192.172	1.89	0.85	62.05	38	62	20	9	19	19	14
4	20-40	55.82	32.94	11.23	Kumlu Kil	6.77	22.66	11.29	11.37	1.55	24.115	1.69	0.74	69.52	30	70	24	10	18	18	15
5	20-40	45.86	41.51	12.63	Balçıklı Kil	6.79	17.51	13.46	4.05	0.99	213.392	1.88	0.40	67.82	32	68	15	10	18	19	15
6	20-40	69.82	19.73	10.45	Kumlu Killi Balçık	4.61	52.62	8.11	44.51	0.46	338.527	1.99	0.36	76.02	24	76	17	9	18	16	16
7	20-40	78.24	15.50	6.25	Kumlu Killi Balçık	7.98	61.26	2.65	58.61	0.11	24.415	2.07	0.61	74.14	26	74	15	11	19	19	17
8	20-40	50.73	35.89	13.38	Balçıklı Kil	6.98	50.57	12.26	38.31	2.86	74.095	1.91	0.44	57.75	42	58	24	9	22	18	15
9	20-40	75.80	19.49	4.71	Kumlu Killi Balçık	7.47	22.76	6.75	16.01	1.24	116.885	1.97	0.28	68.69	31	69	14	10	18	17	15
10	20-40	68.39	23.42	8.19	Kumlu Killi Balçık	7.47	34.86	11.75	23.11	0.99	191.146	1.93	0.30	65.44	35	65	13	10	17	19	15
11	20-40	63.95	24.77	11.28	Kumlu Killi Balçık	7.27	12.34	8.19	4.15	2.46	37.350	1.74	0.91	43.54	56	44	15	9	17	19	14
12	20-40	71.09	20.69	8.21	Kumlu Killi Balçık	6.95	35.45	7.22	28.23	1.97	104.546	2.09	0.27	71.52	28	72	14	9	19	18	14
13	20-40	53.42	38.14	8.44	Balçıklı Kil	7.12	18.19	11.42	6.78	4.06	520.759	1.86	0.85	62.39	38	62	14	9	15	19	16
14	20-40	64.41	24.13	11.46	Kumlu Killi Balçık	5.58	16.74	9.96	6.77	2.22	174.247	2.25	0.27	66.34	34	66	14	11	17	18	19
15	20-40	64.34	25.22	10.44	Kumlu Kil	4.33	19.54	10.44	9.10	1.83	96.547	2.19	0.20	71.02	29	71	14	10	16	19	16
16	20-40	49.74	37.20	13.07	Balçıklı Kil	6.07	25.76	16.60	9.16	1.19	120.293	1.80	0.60	81.19	19	81	13	9	18	19	17
17	20-40	60.34	27.19	12.47	Kumlu Kil	5.05	14.99	8.78	6.21	2.14	235.673	2.07	0.41	60.44	40	60	11	9	17	19	14
18	20-40	48.77	38.46	12.76	Balçıklı Kil	6.52	23.41	13.89	9.52	1.80	198.636	2.08	0.38	70.69	29	71	11	11	18	18	18
19	20-40	44.73	40.43	14.83	Balçıklı Kil	6.15	23.09	13.54	9.55	1.75	204.077	2.08	0.16	66.07	34	66	9	10	17	16	15
20	20-40	49.42	37.43	13.15	Balçıklı Kil	6.54	23.01	13.77	9.24	1.61	96.520	2.14	0.31	67.44	33	67	8	9	16	19	15
21	20-40	47.00	42.44	10.57	Balçıklı Kil	5.64	22.30	12.30	10.00	1.68	36.722	2.03	0.41	68.61	31	69	11	9	18	19	15
22	20-40	50.85	38.50	10.65	Balçıklı Kil	3.53	34.25	26.91	7.34	1.56	103.024	1.95	0.66	74.44	26	74	12	9	16	16	16
23	20-40	59.24	32.21	8.54	Kumlu Kil	6.36	30.23	18.56	11.67	1.83	263.855	1.96	0.42	66.44	34	66	11	9	17	19	16
24	20-40	59.74	31.82	8.44	Kumlu Kil	6.52	26.87	20.33	6.55	1.91	129.148	1.99	0.23	59.73	40	60	12	9	15	17	18
25	20-40	68.69	25.08	6.23	Kumlu Kil	5.45	19.41	13.48	5.93	3.86	112.103	2.03	0.09	68.59	31	69	20	9	18	18	15
26	20-40	76.89	16.85	6.26	Kumlu Killi Balçık	4.31	16.27	13.96	2.31	3.93	230.008	2.29	0.74	65.77	34	66	17	9	16	18	14
27	20-40	62.17	29.46	8.37	Kumlu Kil	3.24	22.20	19.55	2.66	3.22	185.019	2.00	0.36	65.43	35	65	15	10	19	16	13
28	20-40	50.40	32.41	17.19	Balçıklı Kil	3.48	30.12	23.85	6.27	3.25	270.422	1.88	0.80	69.59	30	70	13	9	18	17	14
29	20-40	47.64	35.66	16.70	Balçıklı Kil	6.42	24.01	20.94	3.07	1.87	196.104	1.67	0.43	54.57	45	55	15	10	15	16	16
30	20-40	53.17	34.11	12.73	Balçıklı Kil	5.48	32.36	19.68	12.68	2.24	245.326	2.13	0.34	68.79	31	69	11	9	17	17	17

## **ÖZGEÇMİŞ**

18.11.1982 tarihinde Trabzon'da dünyaya gelen Ali İPEK, ilk ve orta öğretimini Trabzon' da tamamladıktan sonra 2002 Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesini kazanan Ali İPEK 2008 yılında buradan mezun oldu. 09.12.2014 tarihinde yüksek lisansa başlayan Ali İPEK özel sektörde Orman Mühendisi olarak çalışmaktadır. Evli olan İPEK orta derecede İngilizce bilmektedir.