
SERİ		CİLT		SAYI		
SERIES	B	VOLUME	32	NUMBER	2	1982
SERIE		BAND		HEFT		
SÉRIE		TOME		FASCICULE		

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



AĞAÇLANDIRMA ALANLARINDA ARAZİ HAZIRLIĞI VE TOPRAK İŞLEMESİNİN ORMAN YETİŞME ORTAMI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Doç. Dr. M. Doğan KANTARCI¹

Kı s a Ö z e t

Ağaçlandırma alanlarında arazinin hazırlanması için bitki örtüsü temizlenmekte ve toprak işlenmektedir. Bu işlemler için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Ağaçlandırmaların başarısı, yetiştirme ortamının özelliklerine uygun ve bu özellikleri iyileştirici, aynı zamanda dikilecek türün ekolojik isteklerini de sağlayabilecek bir arazi hazırlığı ve toprak işlemesine büyük ölçüde bağlıdır. Yanlış uygulamalar yetiştirme ortamının ve toprağın özelliklerini bozmaktan da ileri orman ekosistemini tahrib edici sonuçların alınmasına sebep olmaktadır. Amaç ortam koşullarının iyileştirilmesi için arazinin hazırlanması ve toprağın işlenmesi ise, kullanılacak yöntemin de bu koşullara uygun olarak seçilmesi gerekir. Bilgisizce uygulanan bitki örtüsü temizliği ve toprak işlemleri yapılan yatırımların sonuçsuz kalmasına sebep olmaktadır.

1. Giriş

Türkiye'de ağaçlandırma çalışmalarında yakın zamana kadar çukur dikimi, terasta çukur veya terasta plantuvar dikimi her türlü arazide uygulanmakta idi. İşçi bulunması veya işçi çalıştırmamasından gelen zorlukların yanı sıra iş makineleri alıp çalıştırma olanaklarının artması arazi hazırlıklarında ve toprak işleminde makina gücünden yararlanma eğilimini arttırmıştır. Makinalı çalışmaların olumlu bazı tarafları ile işçi çalıştırmaya nispetle daha ekonomik oluşları da bizleri makina gücünden yararlanmaya zorlamaktadır. Gerçekten makinalı çalışmaların yapıldığı bazı ağaçlandırma alanlarında başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Bazı ağaçlandırma alanlarında ise orman ekosistemini dengesi bozulduğu gibi, yapılan arazi hazırlığı işlemleri tahrib ölçüsüne varmıştır. Makinaların iş saatlerinin ayarlanmadığı bazı yerlerde zaman ve işgücü kaybı nedeniyle umulan ekonomik yarar da sağlanamamıştır. Öte yandan seçilen arazi işleme yönteminin ve kullanılan ekipmanın toprağın özelliklerine uymadığı yerlerde, fayda umulan çalışmaların zararlı olduğu ve ağaçlandırma çalışmalarını da başarısızlığa götürdüğü görülmüştür. Arazinin ağaçlandırmaya hazır veya uygun duruma getirilmesi için yapılan hazırlık çalışmaları toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini olumsuz yönde etkilememelidir. Toprağın olumsuz yönde etkilenmesi orman ekosistemini su ekonomisini olduğu kadar besin ekonomisini de olumsuz yönde etkiler. Söz konusu olumsuz etkilerin sonucunda ağaçlandırmaların tamamen başarısızlığa uğraması veya dikilen fidanların yetersiz su ve besin maddesi kapasitesi

¹) I. O. Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Ana Bilim Dalı, Bahçeköy - İstanbul.

karşısında kötü büyümeleri beklenir. Bu durum ise yapılan yatırımın sonuçlarının alınmasında gecikmeler ve zaman + para kaybına sebep olur. Diğer taraftan arazi hazırlığının, orman ekosistemindeki canlıları ve özellikle oradaki doğal bitki örtüsünü ortadan kaldıracak bir şiddette yapılmaması gerekir. Bütün bu olumsuz sonuçların elde edilmemesi, başarılı sonuçlara ulaşılması ve ağaçlandırmalar için yatırılan paranın en yüksek şekilde faizlendirilmesi bir çok faktörün yanında yetiştirme ortamına uygun bir arazi hazırlığı ve toprak işleme yönteminin seçimine de bağlıdır. Açık arazi işletmesi olan ormancılıkta yetiştirilen bitkiler yani ağaçlar her şeyden önce toprağa kök salmakta ve onun verebildiği su + besin maddesi ile beslenip büyüebilmektedirler .

2. İşlenme açısından önemli toprak özellikleri

Toprak özellikleri çeşitli yönlerden bitkilerin yaşayışını ve büyümesini etkilemektedirler. Bunları kısaca şöyle sıralayabiliriz :

(1) Toprak bitkilerin kök sistemlerini geliştirdikleri bir ortamdır. Bu açıdan toprakların mutlak derinlikleri değil fizyolojik derinlikleri üzerinde durulur.

(2) Toprakta depo edilen su bitkinin terlemesi (transpirasyon) ve diğer hayatı faaliyetlerini yürütebilmesi için gereklidir. Toprak suyu aynı zamanda bitki kökü ile besin maddelerini tutan mübadele kompleksi (kil + humus) arasında iletici bir görev yapar.

(3) Toprakta depo edilen bitki besin maddeleri bitkinin beslenme ve büyümesini sağlamaktadırlar. Besin maddelerinin azlığı veya aralarındaki dengenin bozukluğu bitkide büyüme bozukluklarına veya yavaş büyümeye yol açar. Besin maddelerinin artması ile bitkide büyüme de hızlanır. Ancak besin maddelerinin artışı ile bitkinin büyümesi arasında devamlı doğrusal bir ilişki söz konusu değildir (Mitscherlich Kanunu).

(4) Bu nedenlerle birim alanda (1 m² veya hektar) toprağın fizyolojik derinliğine göre söz konusu olan hacimdeki ince toprak miktarı, toprağın türü ve taşlılığı çok önemlidir.

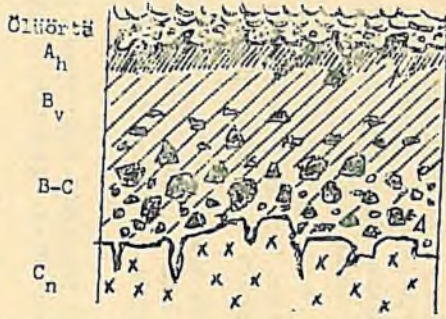
Sığ veya taşlı topraklarda orman ağaçları da sığ ve yetersiz kök sistemleri geliştirmektedirler. Toprağın sığlığından veya taşlılığından ileri gelen yetersiz su ve besin maddesi kapasitesi bitkilerin de yavaş büyümelerine sebep olmaktadır. Ayrıca sığ kök sistemi ağaçların fırtınaya karşı dayanma gücünü azaltmakta ve rüzgâr devrikleri ortaya çıkmaktadır (Şekil 1, 2, 3).

Derin olsa da çok sıkı yapıda kil veya balçıklı kil türündeki topraklarda ağaçlar derin kök sistemi geliştiremedikleri için sığ topraklardaki olumsuz etkilerle karşılaşmaktadırlar. Durgun su toprakları da bu gruba girerler (Şekil 5, 7 ve 8)².

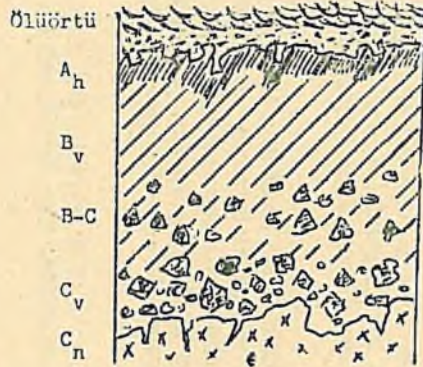
Derin ve gevşek yapılı topraklarda ağaçlar derinlere ulaşan kök sistemi geliştirdikleri için yeterli veya mümkün olan en yüksek su ve besin maddesini sağlayabilmekte ve diğer ortam faktörlerinin elverdiği ölçüde büyüebilmektedir (Şekil 4 ve 6).

Kireç taşları tabakalı ve çatlaklı yapılarına bağlı olarak kök sisteminin gelişmesi için ayrı bir özellik göstermektedirler. Ağaçlar kireç taşları üstündeki sığ

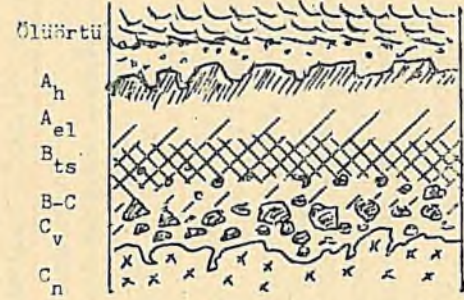
²⁾ Durgun su toprakları hakkında fazla bilgi için Kantarcı, M. D., 1980'e bakınız.



Şekil 1. Makinalı işleme uygun olmayan, silikat anakayası üstünde oluşmuş siğ toprak (Genellikle Ranker veya Esmer Orman Toprağı).



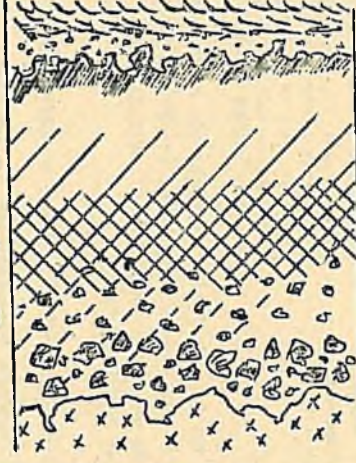
Şekil 2. Makinalı işleme uygun olmayan, silikat anakayası üstünde oluşmuş orta derin toprak (Genellikle Esmer Orman Toprağı).



Şekil 3. Makinalı işleme uygun olmayan, silikat anakayası üstünde oluşmuş, yıkanma ve birikme horizonları gelişmiş orta derinlikte bir toprak (Genellikle Solgun Esmer Orman Toprağı, Boz Esmer Orman Toprağı veya podsolleşmiş Boz Esmer Orman Toprağı).

Ölü örtü

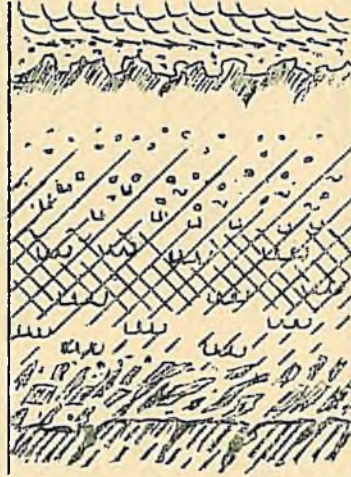
A_h
A_{el}
A-B
B_{ts}
B-C
C_v
C_n



Şekil 4. Silikat anakayası üstünde oluşmuş, yıkanma ve birikme horizonları gelişmiş, makina ile işlenebilir derin (veya pek derin) toprak (Genellikle Solgun Esmer Orman Toprağı, Boz Esmer Orman Toprağı veya podsollaşmış Boz Esmer Orman Toprağı).

Ölü örtü

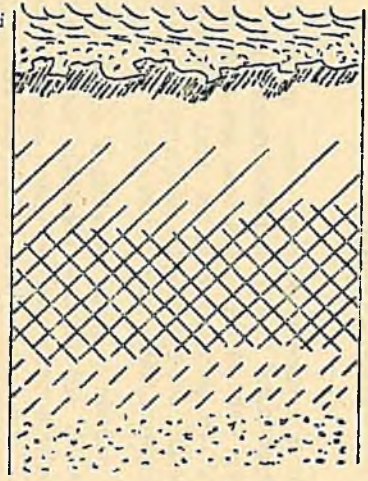
A_h
A_{el}
A-B/Sw
B_{ts}-Sw/Sd
B-C/Sd
C_v
C_n



Şekil 5. Kil birikme horizonu (B_t) veya demir-alüminyum birikme horizonu (B_s) veya her iki birikimin birlikte olduğu (B_{ts}) horizonu gelişmiş olan ve kök gelişiminin, suyun derinlere sızmasını zorlaştıran bu horizonun gevşetilmesi gereken toprak. Bu tip topraklarla kıllı alt toprağın etkisi ile genellikle durgun su oluşumu ve rahatsızlıkları görüldür (Genellikle pseudogleyli topraklar).

Ölü örtü

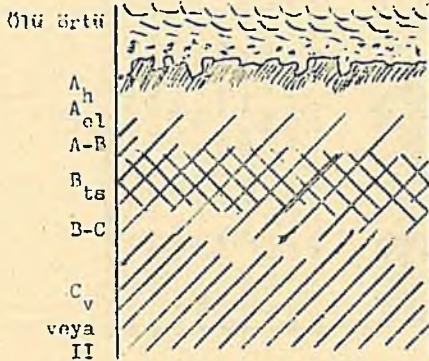
A_h
A_{el}
A-B
B_{ts}
B-C
C_v



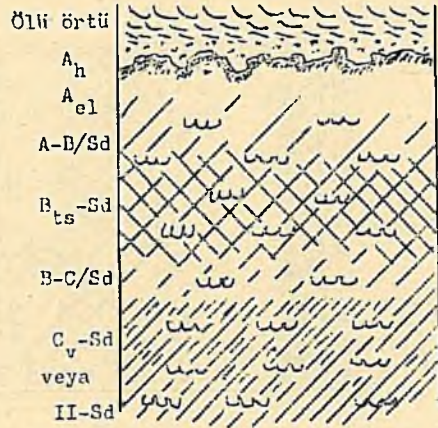
Şekil 6. Kumlu balçık veya balçık türünde, gevşek yapıda ve süzek tortul materyallerden oluşmuş, yıkanma ve birikme horizonları gelişmiş pek derin toprak (Genellikle Solgun Esmer Orman Toprağı, Boz Esmer Orman Toprağı, podsollaşmış Boz Esmer Orman Toprağı).

topraklarda her ne kadar sığ bir kök sistemi geliştiriyorlarsa da, kökler taşların çatlakları arasına da nüfuz ederek daha derinlere ulaşabilmektedirler (Şekil 9). Kireç taşlarının üstünde oluşmuş daha derin topraklarda ağaçların kök sistemleri taşların arasındaki yarıklar ve çatlaklar boyunca daha derinlere ulaşabilmektedir (Şekil 10 ve 11). Toprağın derinliğine göre ağaçların sağlayabileceği su ve besin miktarının artması ağaçların daha hızlı büyümelerini sağlamaktadır.

Fliş yapısında bir anakaya üstünde oluşmuş topraklarda durum flişin tabaka eğimine bağlıdır. Yatay tabaklı bir fliş üstünde genellikle toprak daha sığdır. Flişin sertleşmiş tabakaları köklerin derinlere ulaşmasını engeller (Şekil 12-a). Eğimli bir fliş tabakası üstünde toprak daha derin olduğu gibi kökler gevşek fliş tabakaları arasında gelişebilmekte, derinlerde su ve besin maddelerine ulaşabilmektedir (Şekil 12-b).



Şekil 7. Killi ve kireçli, sıkı istiflenmiş gevşek tortul bir anamateryalden (marn gibi) oluşmuş, yıkanma ve birikme horizonları gelişmiş pek derin toprak. Kireçten dolayı drenaj serbesttir. Altta ki pek sıkı materyal veya II. tabaka kök gelişimini zorlaştırır (Karakepir - Vertisol).



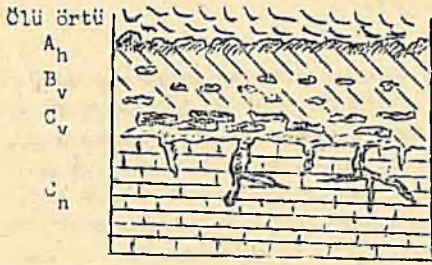
Şekil 8. Sıkı istiflenmiş, killi ve kireçsiz gevşek tortul bir anamateryalden (plesen ağır balçıkları veya klliler) oluşmuş, yıkanma ve birikme horizonları gelişmiş pek derin toprak. Anamateryalin sıkı oluşu veya sıkı bir II. tabakadan dolayı drenaj engellenmiştir. Durgun su ve sıkı toprak kök gelişimini zorlaştırır (pseudogleyli Solgun Esmir Orman Toprağı veya Paleosol).

Yukarıda kısaca sıralanan bu toprak özellikleri daha da arttırılabilir³. Önemli olan husus bu gibi özelliklere sahip çeşitli topraklar üstünde toprağın yapısına uygun ve yetiştirme ortamının su ve besin ekonomisini olumlu yönde geliştirecek yöntemin, makina ve ekipmanın seçilmesidir.

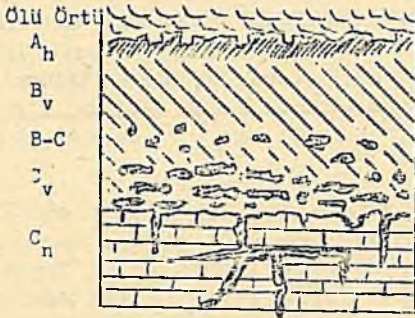
3. Toprak işleminde kullanılan aletler, makina ve ekipmanlar

Ağaçlandırma alanlarında arazinin hazırlanması ve toprağın işlenmesi için çeşitli araç ve gereçler kullanılmaktadır. İşçi gücü ile yapılan çalışmalarda bal-

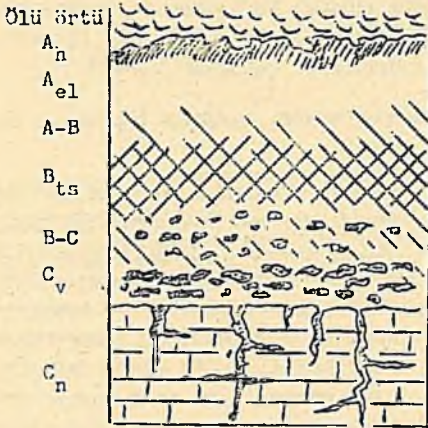
3) Konudan uzaklaşmamak için toprak özellikleri hakkında fazla ayrıntıya girilmemiştir. Fazla bilgi için İrmak, A., 1970; Kantarcı, M. D., 1980'e bakınız.



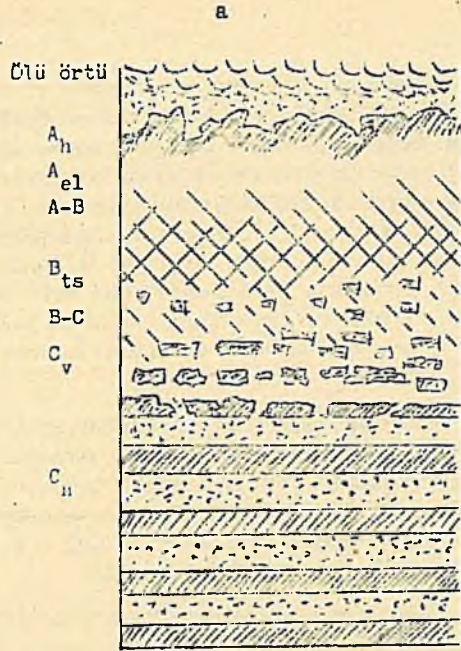
Şekil 9. Kireç taşı üstünde oluşmuş sıg ve tağı toprak (Genellikle Rendsina, Esmer Orman Toprağı, Terra Rosa veya Terra Fuska tipinde).



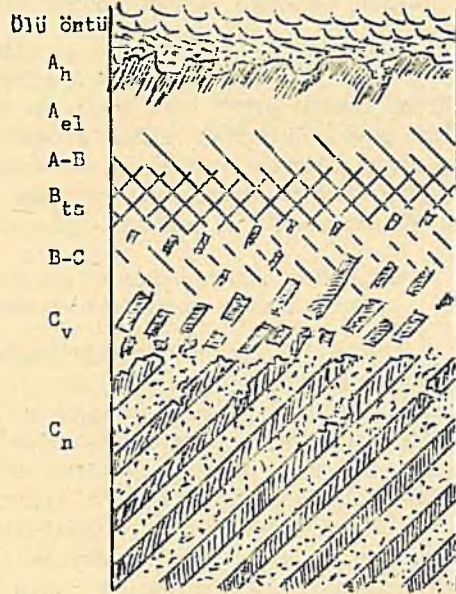
Şekil 10. Kireç taşı üstünde oluşmuş orta derin toprak (Genellikle Rendsina, Esmer Orman Toprağı, Terra Rosa veya Terra Fuska).



Şekil 11. Kireç taşı üstünde oluşmuş, yıkanma ve birikme horizonları gelişmiş derin (veya pek derin) toprak. Genellikle Solgun Esmer Orman Toprağı, Boz Esmer Orman Toprağı veya bunların Terra Fuska'ya geçiş tipleri).



b



Şekil 12. Fliş yapıdaki anakayadan oluşmuş, yıkanma ve birikme horizonları gelişmiş toprak. Kök sisteminin gelişmesi sertleşmiş fliş tabakalarının yatay (a) veya eğik (b) durumuna bağlıdır (Genellikle Solgun Esmer Orman Toprağı, Boz Esmer Orman Toprağı).

ta, tahra, çalakov, motorlu testereler, kazma, kürek, çapa ve tırmık gibi aletler kullanılır. Makinalı çalışmalarda arazideki diri örtünün temizliği için önceleri dozer bıçağı veya dozer bıçağına benzer dişli bıçak (taraklı bıçak) ve kesici bıçaklar kullanılmıştır. Bu ekipmanların kullanılmasının mahzurları görülmüş ve prensip olarak terkedilmişlerdir. Ancak bu ekipmanların halen bazı yerlerde kullanıldıkları gözlenmiştir. Daha sonraları geliştirilen uzun dişli ve yarı kafes veya tam kafes tabanlı traktör toprağın taşınmasını bir ölçüde önlemektedirler. Bu uzun dişli traktörlerle dahi arazide diri örtü temizliğinin yapılması her halde toprağın özelliklerine ve diri örtünün sıklığına bağlı olmalıdır (bak. bölüm 4). Uygun eğimli ve toprak yüzeyinin de müsait olduğu yerlerde çalı doğrayıcılarından da yararlanılabilir.

Toprağın işlenmesi için kullanılan teraslama veya sadece çukur açma usulleri bugün genellikle arazi eğiminin makinalı çalışmaya uygun olmadığı yerlerde uygulanmaktadır. Bu gibi uygulamalarda kazma, kürek çapa gibi aletler kullanılmaktadır. Makinalı çalışmaların mümkün olduğu yerlerde paletli veya lastik tekerlekli araçlarla kullanılan pulluk, riper (veya pabuçlu riper) ve diskaro gibi ekipmanlardan yararlanılmaktadır.

Toprağın işlenmesinde kullanılan pulluklar kulaklı ve diskli pulluklar olmak üzere iki çeşittir. Özellikle teraslama benzer bir toprak işleme yapabilen kulaklı pulluklar küçük kulaklı ve büyük kulaklı olmak üzere ikiye ayrılır. Toprağın derinliğine veya arzu edilen işleme derinliğine göre küçük veya büyük kulaklı pulluklar kullanılır. Kulaklı pulluk tek veya çift olarak kullanılabilir.

Riper toprağın alt kesiminin işlenmesi için kullanılan bir ekipmandır. Riperler tek, çift veya üçlü olarak amaca göre kullanılır. Gereken yerlerde riperin ucuna takılan pabuç (kaz ayağı) ile toprağın alt kesiminde geniş bir işleme imkânı elde edilmektedir. Eğimli arazide dozer bıçağı ile riperin birlikte kullanılması yağış sularının tutulmasını ve suyun riperin işlediği derinlikte depolanmasını sağlamaktadır. Ayrıca riper çekilmiş arazide toprak pullukla sürülüp (gerektiğinde diskaro ile de işlenerek) yüzeyde bir homojenlik sağlanabilmektedir.

4. Çeşitli arazi hazırlığı ve toprak işleme yöntemleri, bunların toprak ve yetiştirme ortamı üzerindeki etkileri

Ağaçlandırma çalışmalarında dikilecek fidanların isteklerine ve özelliklerine göre arazinin önceden hazırlanması ve toprağın işlenmesi fidanların dikimini, tutma başarısını, hızlı büyümesini ve daha sonra yapılacak bakım çalışmalarını sağlayacak veya kolaylaştıracak işlemler olarak öngörülmektedir. Benzer sebeplerle ekim veya doğal gençleştirme alanlarında da arazinin hazırlığı ve toprağın işlenmesi gerekli görülmektedir. Arazinin hazırlanması ve toprağın işlenmesi için kullanılan yöntemler eğer yetiştirme ortamının özelliklerini olumlu yönde iyileştirmeyi sağlayabiliyorlarsa bu işlemleri «yetiştirme ortamının islahı ve bakımı» olarak nitelendirmekteyiz. Seçilen yöntemlerin yetiştirme ortamı özelliklerini olumsuz yönde etkilemesi ve orman ekosistemini tahrib etmesi de söz konusudur. Örnek olarak; bir yamaç üzerinde yapılan teraslama işlemi yüzeysel akışa geçen suların toprağı taşınmasına yani toprak erozyonuna engel olduğu gibi, suyun toprakta depo edilerek yetiştirme ortamının su ekonomisini de olumlu yönde etkilemektedir. Teraslama işlemi riper ile kombine ederek kök sisteminin gelişmesine kolaylık sağlayabiliriz. Ancak bu ikinci işlem eğer kireç taşları gibi tabakalı anakayalar

üstündeki topraklarda yapılırsa, toprakta depo edilmesi öngörülen suyun çatlak sis-
teminden kaybını hızlandırdığı gibi, kaya tabakalarını da oynatarak arada büyük
boşlukların oluşmasına ve dikilen fidanların kurumasına sebep olur.

Bu yönde birçok örneği sayıp dökmek mümkündür. Bu işlemlerin yetiştirme or-
tamı özelliklerini ve orman ekosistemini olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde
seçimi ve uygulanması gerekir.

4.1. Arazi hazırlığı ve kullanılan bazı yöntemler

Ağaçlandırma alanlarında arazinin hazırlığı ve toprağın işlenmesine uygun bir
duruma getirilmesi başarıyı arttıran bir işlemdir. Arazinin hazırlanması yerine
ve şartlarına göre;

- (1) İnsan gücü (el emeği) ile
- (2) Makina gücü ile veya
- (3) İnsan gücü ve makina gücü bir arada kullanılarak yapılmaktadır.

Ayrıca arazinin hazırlanmasında diri örtünün etkisiz duruma getirilmesi için
kimyasal maddeler de kullanılabilir. Ancak kimyasal maddelerle öldürülen ot ve
çalıkların da temizlenmesi insan veya makina gücü ile yapılacaktır. Kimyasal mad-
delerin kullanılmasının bir çok mahzurları ve tehlikeleri de söz konusu olabilir.
En azından bazı kimyasal maddelerin orman ekosisteminde veya suda eriyip ta-
şınarak ulaştıkları dere ırmak, göl ve denizlerdeki ekosistemlerde zararlı etkiler
yapmaları beklenir⁴.

4.1.1. İnsan gücü ile arazinin hazırlanması

Bitki örtüsünün kesilmesi balta, tahra, çalakop (gürebi) ve çeşitli motorlu
testereleler kullanılarak yapılır. Kesim işlemi tam alanda veya şeritler halinde, çalı-
şılan yerin özelliklerine ve amaca göre yapılmaktadır. Özellikle kök sürgünü ve-
rebilen türlerin (meşe türleri gibi) bulunduğu ve şeritler halinde çalışılması ön-
görölmüş olan alanlarda kesim işi bir nevi baltalık imarı şeklinde yürütölmek-
tedir.

Kesilen bitkilerin değerlendirilebilecek olan kısımları odun, sıvık, direk sa-
nayilik tomruk olarak sahadan çıkarılmaktadır. Sahadan çıkarma işlemi orman-
cılıkta kullanılan çeşitli usullerle taşıma veya sürütme şeklinde yapılmaktadır.

Kalan ve değerlendirilemeyen bitki artıkları öbekler veya şeritler halinde yı-
ğılabilir. Bu tür artıklar ağaçlandırma alanlarında genellikle öbekler halinde
yığılarak yakılmaktadır. Yakma işlemi yetiştirme ortamı özellikleri ve orman eko-
sisteminde biriktirilmiş besin maddesi miktarı üzerinde bazı etkiler yapmaktadır.
Bitki artıklarının yakılması ağaçlandırma alanlarında daha sonra yapılacak olan
çalışmaları kolaylaştırdığı gibi, zararlı böceklerin ve mantarların afet halinde
üreyebilecekleri bir ortamı da yok etmektedir. Ancak kesim artıklarının yaprak
ve yumuşak sürgün kısımlarında depo edilmiş olan azot ve fosfor gibi çok önemli
bitki besin maddeleri yanma esnasında gaz haline (NO, NO₂, P₂O₅ gibi) kaybedil-
mektedirler. Bu olay yetiştirme ortamının bitki besin maddesi ekonomisinde çok
önemli sayılabilecek kayıplara sebep olmaktadır. Kaybedilen azot ve fosforun da-
ha sonra gübre olarak verilmesinin gerektiği yetiştirme ortamları ölkemizde pek

⁴ Fazla bilgi için; İrmak, A. 1954 ve Saatçioğlu, F. 1970'e bakınız.

lerin buralarda yayılmış olması sayesinde günümüze ulaşabilmiştir. Geniş alanlarda yapılan arazi hazırlıkları ve ağaçlandırmalarla monokültürlerin tesisi yoluna gidilmektedir. Genellikle çam türleri ile kurulan bu monokültürlerin koruma bakımından olduğu kadar toprak özelliklerini kötüleştirme ve buna bağlı olarak yetersiz beslenme sonucunda artımın düşmesi gibi önemli mahzurları vardır. Bu nedenle ağaçlandırma alanlarında, alanın özelliklerinin elverdiği ölçüde şeritler üzerinde çalışılması, tam alan hazırlıklarının «şeritte tam alan hazırlığı» şeklinde yapılması ve şeritler arasında doğal bitki örtüsünün muhafaza edilmesi gereklidir. Şerit genişlikleri, arazinin özellikleri yanında, dikimle getirilecek türün ışık isteği de göz önüne alınarak kararlaştırılmalıdır.

(2) Kesilen bitki örtüsünün yığılması veya yakılması

Özellikle kesici bıçak kullanılarak kesilen bitki örtüsünün makina gücü ile itirilerek veya sürütülerek yığılması işleminden yukarıda bahsedilmiştir. Kesimden elde edilen ve değerlendirilemeyen materyalin yığılması ve yakılması da söz konusu olabilir. Yakma işlemi için endişelerimiz ve alınması gereken tedbirlerden daha önce bahsedilmiştir (bölüm 4.1.1.).

(3) Köklerin sökülmesi veya bitki örtüsünün köklenmesi

Doğal bitki örtüsünün muhafazası için kütük sürgünü verebilen köklerin sökülmemesi gerekir. Ancak toprakta depo edilen suyu kullanarak dikilen fidanların kurumalarına sebep olabilecek kök sistemlerinin ve yeniden verecekleri sürgünlerle fidanların ışık almasını önleyecek ve onları boğacak olan kütüklerin muhtemel etkileri yokedilmelidir. Köklerin sökülmesi işlemi kesim esnasında veya kesimden sonra ayrıca yapılmaktadır.

Kesici bıçakla bitki örtüsü temizlenmiş olan alanlarda köklerin çıkarılması için çeşitli aletler kullanılabilirse de riper veya tarak takılmış iş makineleri ile geniş alanda kısa sürede işin bitirilmesi tercih edilir. Çıkarılan köklerin yığılmak üzere itirilmesi işlemi de önemli bazı tehlikeler arzeder. Çıkarılan köklerin bir süre açıkta bırakılması, odun olabilecek kısımlarının alınıp değerlendirilmesi, bu esnada köklere yapışmış olan toprağın da dökülüp yerinde kalması sağlanmalıdır. Kökleme işlemi ancak ve ancak tav halinde nemli olan topraklarda yapılır. Islak toprakta bu işlemden kaçınılmalıdır.

Kesim ile birlikte köklerin de sökülmesi işlemi sadece bir kesim işlemi olarak nitelenemez. Bu işlem bitki örtüsünün köklenmesi ve itirilerek yığılması işlemidir. Kesim ve kökleme işleminin bir arada yürütülmesi söz konusu olduğu takdirde ağaçlandırma alanındaki bitki örtüsünü kök sistemi ile birlikte değerlendirmek gerekir. Ağaçlandırma alanında bitki örtüsü;

- Sığ köklü ve seyrek otlar ve çalılar halinde,
- Sığ köklü ve pek sık ot örtüsü halinde,
- Sığ ve odunsu köklü sık çalı örtüsü halinde,
- Derin ve pek sık köklü sık çalı örtüsü halinde,
- Derin ve sık köklü çalı ve ağaç- ağaççık- baltalık elemanları halinde bulunabilir.

Sığ köklü otlardan ve bodur çalılardan oluşmuş seyrek bitki örtüsünün temizlenmesi için ayrıca masraf yapılmamalıdır. Temizleme işlemi, toprağın insan

güçlü, pulluk veya dozer bıçağı + ripper ile işlenmesi sırasında birlikte yürtülebilir (bak. bölüm 4.2.1. ve 4.2.2.). Sığ köklü pek sık ot örtüsü de söz konusu toprak işlemleri ile birlikte temizlenebilir.

Sığ ve odunsu köklü sık çalı örtüsü pulluğu çalışmasını etkilediği için, arazinin hazırlanması ve köklerin de tarak veya ripper ile çıkarılması gerekebilir. Bu tip arazide bitki örtüsü ve bunların kökleri dozer bıçağı + ripper ile çalışılarak yapılacak toprak işleme sırasında temizlenebilir (bak. bölüm 4.2.2.).

Derin ve pek sık köklü sık çalı örtüsü ile derin ve sık köklü çalı ve ağaç-ağaççık-baltalık elemanlarından meydana gelmiş bitki örtülerinin kökleri ile birlikte temizlenmesi, kafesli tarak kullanılmasını gerektirir.

Bitki örtüsünün köklenmesi için kısa dişli bıçakların kullanılması toprağın çok fazla miktarda taşınmasına sebep olur. Uzun dişli ve kafes şeklindeki tarakların kullanılması toprağın daha az taşınmasını sağlayabilmektedir. Tarak iş makinasının önüne takılarak kullanılmakta ve köklenen bitki örtüsü de itirilerek yığılmaktadır. Tarağın kullanılması daha az zararlı görülmekte ise de uygun-suz yer ve toprak özelliklerinde kullanılması çok mahzurludur. Islak ve bundan dolayı köklere iyice yapışmış topraklar işleme esnasında çamur halinde sıvaşır ve sıkışır. Islak toprak sökülen köklerin arasından dökülmez. Köklerle birlikte taşınıp gider. Tarak ile kökleme işlemi için toprağın tavrda olması ve sökülen köklerin arasından itirme sırasında dökülmesi ve yerinde kalması gerekir. Bu işlem için toprak özelliklerine dikkat edilmesi gerektiği kadar makineyi kullanan kişi de iyi yetiştirilmiş olmalıdır. Köklerin yığılma itirilmesi sırasında, itirme uzaklığının da iyi seçilmesi ve ayarlanması gerekir. Yığılma itirme mesafesi uzun tutulduğunda sökülen kökler ve aralarındaki ince bitkisel materyal ile dökülmemiş olan toprak tarağın kafesini kapatmakta ve toprak kafesin arkasına dökülemeden sürülüp götürülmektedir. Bu durumda tarağın kafes kısmı hemen hemen bir dozer bıçağının tabanı gibi çalışmaktadır. Özellikle toprağın kil türünde veya ıslak oluşu bu mahzurak daha da arttırmaktadır. Sökülen bitki örtüsünün kısa mesafelerde ve sarsılarak itirilmesi gerekir. Ancak bu şekilde üst toprağın önemli miktarda taşınması önlenemez.

Sonuç olarak; Arazinin hazırlanması sırasında yapılan makinalı kesim, kökleme, yığılma, yakma ve diğer benzeri işlemlerin toprağın taşınmasına sebep olmaması, toprağı bitki besin maddelerince fakirleştirici etkiler yapmaması, orman ekosistemini tahribedici ölçü ve kapsamda olmaması gerekir. Amaç tertemiz ve dümdüz hazırlanmış bir ağaçlandırma alanı yaratmak değildir. Aksine en iyi dikim işlemi, en yüksek tutma başarısı yanında en hızlı büyümenin ve en yüksek üretimin sağlanması da amaç olmalıdır. Bunun için de yetiştirme ortamının su ve besin maddeleri ekonomisini zayıflatacak işlemlerden kaçınılmalıdır. Yetiştirme ortamını tahrib edici bazı işlemler, başlangıçta başarılı sonuçlar verebilirler. Ancak ilerideki yıllarda üretimin düşmesi, bütün ağaçlandırmanın yangın, böcek afeti, rüzgâr devriği ve benzeri olaylarla mahvolması gibi sonuçların ortaya çıkması yapılan yatırımın yok olup gitmesine yol açar.

4.2. Toprağın işlenmesi ve kullanılan bazı yöntemler

Uygun görülen yöntemlerle bitki örtüsü kesilerek ve gerekirse köklenerek veya bunlara hiç lüzum kalmadan hazırlanmış arazide toprağın işlenmesi ayrı bir

konudur. Toprağın işlenmesi kararı ve işleme yöntemlerinin seçilmesi için arazinin ve toprağın özellikleri, dikilecek fidanların istekleri yanında, yetiştirme ortamının diğer özellikleri (meselâ; iklim ve su bilançosu gibi) de göz önünde tutulmalıdır. Toprak işlenmesinde temel amaçlar aşağıda sıralanmıştır.

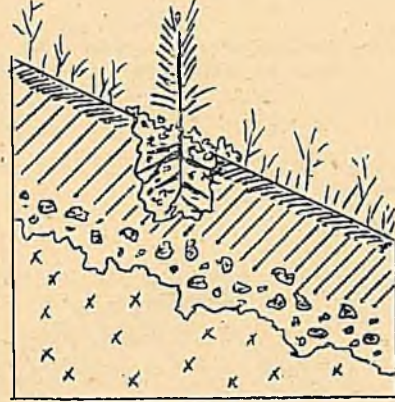
- (1) Fidan dikimi için gevşek bir toprak yapısını sağlamak
- (2) Kök sisteminin gelişmesi için toprağı derinlemesine gevşetmek
- (3) Yağış sularının yüzeysel akışa geçerek akıp gitmesini ve bu arada toprağı taşımasını önlemek.
- (4) Yağış sularının toprakta depo edilmesini sağlayarak yetiştirme ortamının su bilançosunu iyileştirmek.
- (5) Kurak muntıkalarda derin toprak işlenmesi ile yağış sularının alt toprakta depo edilmesini sağlamak. Böylece üst toprak bir yalıtım zonu olarak iş görür.
- (6) Alt toprakta depo edilen suyun toprağın çatlak sisteminden buharlaşıp kaybını önlemek.
- (7) Alt toprakta durgun su varsa, durgun suyu tutan veya birikimine sebep olan toprak tabakasını veya horizonunu işleyip parçalamak.
- (8) Yüksek seviyede su (taban suyu dahil) bulunan yetiştirme ortamlarında suyun akıtılmasını sağlamak.
- (9) Alt toprakta demir-aluminyum çimentolaması (pas taşı) veya kireç çimentolaması veya kil birikimi ile meydana gelmiş olan su geçirmez ve kök sisteminin derinlemesine gelişmesini engelleyen horizonları parçalamak.
- (10) Ham humus oluşumu görülen yerlerde bu oluşumu önleyerek ölü örtünün ayrışmasını sağlamak.
- (11) Gerekli yerlerde verilen gübrelerin veya bitkisel materyalin toprağına karışmasını sağlamak.

Yukarıda sıralanan amaçlardan birinin veya birkaçının gerçekleştirilmesi için toprağın insan gücü, makina gücü veya ikisi birden kullanılarak işlenmesi gerekir. Her üç iş gücünün de kendisine göre uygulanabilecekleri ve uygulanamayacakları alanlar vardır.

Toprağın işlenmesi için uygun bir nem durumuna (tav hali) gelmesi beklenmelidir. Islak, çamurlaşan ve işleme aletine yapışan toprağı işlememelidir. Bu durumda toprağın işlenmesi fayda yerine zarar getirir. Toprağın işlenmesi için uygun durum sonbahar yağmurlarından sonra toprak tav haline geldiğinde elde edilir. Toprak yaz devresinde de işlenebilir. Ancak kuru toprağın işleme sırasında yaratacağı güçlükler göz önüne alınmalıdır. Sonbahardaki toprak işlenmesi kış aylarında yağın yağışın toprağın derinliklerine sızıp orada depo edilmesini sağlar. Ayrıca yüzeyde meydana gelen iri kesekler de kış mevsiminde don ve diğer çeşitli etkenlerle ufalanırlar.

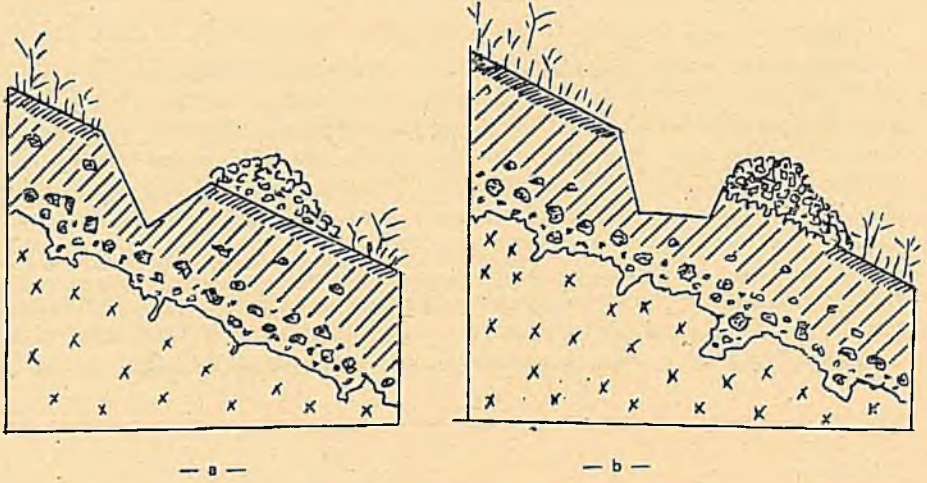
4.2.1. Toprağın insan gücü ile işlenmesi

Toprağın insan gücü (veya el ile) işlenerek arazinin dikime hazır duruma getirilmesi işlemi arazinin eğimine, toprağın özelliklerine, dikilecek (veya ekilecek) türün ekolojik isteklerine ve işçi bulma olanaklarına bağlıdır. Toprağın insan gücü ile işlenmesi için kazma, kürek, çapa ve tırmık gibi aletler kullanılır. Yapılan işlem genellikle çukur açılması veya amaca uygun teraslamaadır. Çukurlar dikilecek fidanların türüne, topraklı olup olmayışlarına, kök sisteminin büyüklüğüne göre değişik çap ve derinlikte açılır (Şekil 13). İşlenmesi gereken toprağın türü ve diğer özellikleri de çukurların ölçüsünü etkiler. Arazi eğiminin fazla olduğu yerlerde, toprağın taşınmasını önlemek ve yağış sularını toprakta depo edebilmek maksadı ile teraslama yapılır. Terasların devamlı veya kesikli oluşu, derin veya sığ oluşu, akıtıcı veya suyu tutucu oluşu, çalışma alanındaki yağış - buharlaşma ilişkilerine (yani su bilançosuna), yağış şiddetine bağlı olduğu kadar,

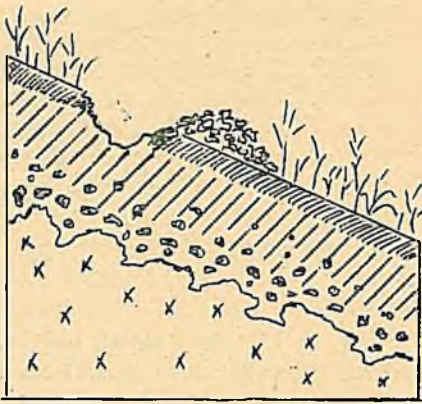


Şekil 13. Dik eğimli arazide ve teras açılması tehlikeli olan topraklarda çukur açılarak toprak işlenmesi yapılır.

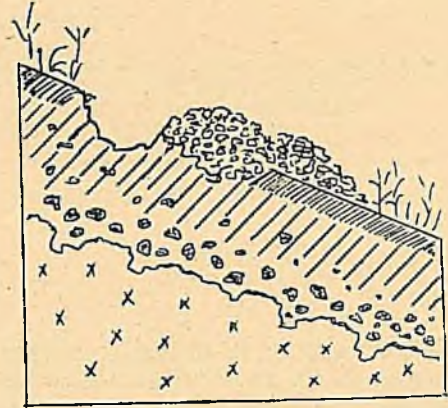
erozyonu arttırıcı faktörlere ve erozyon derecesine de bağlıdır. Şiddetli yağışlarda yüzeysel akışa geçen suyun sellere dönüşmesini önlemek üzere gerekli su tutma kapasitesine ve sıklığa sahip bir teras sistemi kurulur. Burada bizi ilgilendiren konu terasların yamaçta yüzeysel akışa geçen suyu tutup, yetiştirme ortamının su ekonomisini iyileştirme görevleridir. Terasların tuttuğu yağış suları toprakta depolanarak vejetasyon devresinde bitkilerin ihtiyacını karşılamak üzere kullanılır. Toprakta depolanan su vejetasyon devresindeki kuraklığın atlatılması için çok değerlidir. Özellikle makineli çalışmaların yapılamayacağı yerlerde (eğimli arazide ve sığ topraklarda) teraslama yapılması gerekmektedir (Tablo 1, Şekil 14). Ancak alt toprağın killi ve sıkı olduğu yerlerde terasların tuttuğu su genellikle üst toprak kesiminde depolanabildiğinden ilk yaz sıcaklarında buharlaşarak kaybedilir. Özellikle kurak mntıkalarda suyun alt toprağa sızması ve orada depolanması, ayrıca köklerin de derine kolaylıkla ulaşabilmesi için teras kanallarının derin olarak işlenmesi veya mümkün olan yerlerde pabuçlu ripper ile teraslama işleminin kombine edilmesi gerekir. Bu işlem için önce ripper çekmek (eş yükselti eğrilere paralel) sonra teras açmak uygundur.



Şekil 14. Dik eğimli arazide, a) yağış sularını tutmak amacıyla, b) yüksek (sağanak) yağışları tutmak amacıyla ile çeşitli ölçüde ve sıklıkta teras açılarak toprak işlenir.



Şekil 15. Arazi eğiminin uygun olduğu yerlerde büyük kulaklı pulluk kullanılarak toprak işlenir. Sürüm eş yükselti eğrilerine paralel olarak yapılır. İşlem bir cins teraslama değildir.



Şekil 16. İki tane büyük kulaklı pulluk kullanarak toprağın işlenmesi kök gelişimi için geniş bir kesimi gevşetir. Ayrıca otların fidanın çevresinde sık olarak yetişmesi ve toprağın suyunu kullanması da önlenir.

4.2.2. Toprağın makina ve insan gücü ile işlenmesi

Toprağın makina gücü ile işlenmesi yeterli olmadığı için insan gücü ile işleme daima yardımcı olarak kullanılır. Bu nedenle yukarıda ayrı ayrı belirlenmiş olan toprak işleme usûlleri burada birleştirilerek incelenmiştir. Arazi eğiminin paletli veya lastik tekerlekli (veya zincirli) makinaların çalışmasına uygun olduğu

yerlerde iş makinaları kolaylık, fayda ve ucuzluk sağlayabilmektedir. Makinalı çalışmalar, kullanılan ekipmanlar da göz önüne alınarak şöyle sıralanabilir.

- (1) Pulluk ile toprağın işlenmesi
- (2) Riper (dip kazıcı) ile toprağın işlenmesi
- (3) Pabuçlu riper ile toprağın işlenmesi
- (4) Dozer bıçağı + riper ile toprağın işlenmesi
- (5) Riper (pabuçlu riper) + pulluk ile toprağın işlenmesi
- (6) Diskaro ile toprağın işlenmesi

(1) Toprağın pulluk ile işlenmesi

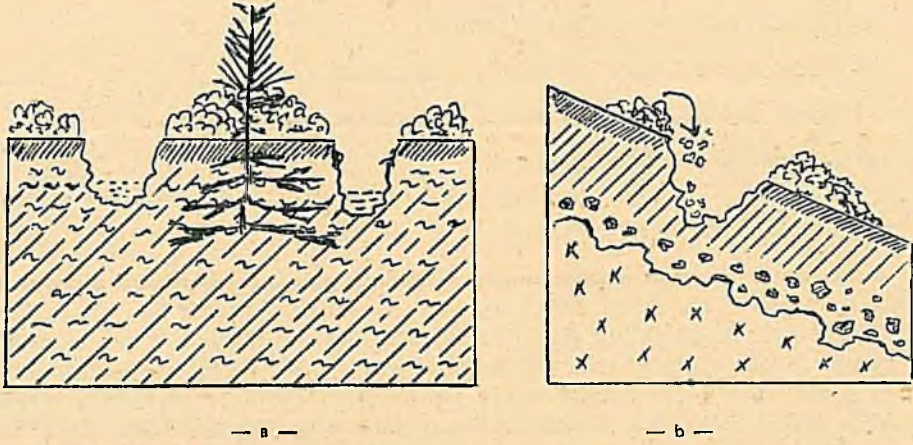
Arazi eğiminin uygun olduğu yerlerde toprağın pulluk ile işlenmesi bir cins teraslama işlemidir. Bu işlem büyük kulaklı (tek kulaklı) pulluk ile yapılır. Toprak işlenmesinde diskli pulluk da kullanılabilir. Ancak diskli pulluk çok iri kesekler çıkardığı için ağaçlandırma çalışmalarında ikinci bir işlemi (keseklerin kırılması) gerektirmektedir. Genellikle tek pulluk ile yapılan ve eşyükselti eğrileri boyunca açılan teraslar el ile açılanlardan daha hızlı yapılmaktadır (Şekil 15). Pulluk ile işlemenin çift pulluk kullanılarak yapılması daha iyi sonuçlar verir (Şekil 16). Çift pulluk daha geniş bir alanda suyun toprakta depo edilmesini sağlamaktadır. Pek sıkı oturmuş topraklarda yağış suları pulluğun işlediği kesimde bolca birikir ve alt toprağa yeterince sızamayabilir. Bu nedenle pulluk ile toprak işlenmesi suyun alt toprağa kolayca sızabileceği geçirgen kumlu balçık veya balçık topraklarında yapılmalıdır. Derin ve alt toprağı sıkı kil topraklarında pulluk ile işleme umulan sonucu sağlayamayabilir (Bak. riper ile toprağın işlenmesi). Çift pulluğun sağladığı geniş işleme alanı köklerin gelişmesi için daha uygun bir ortam hazırlar. Çift pulluğun işlediği geniş şerit üstünde çok sıkı bir ot örtüsünün gelişmesi de söz konusu değildir. Bu durum ağaçlandırmacıyı ilkbaharda çapa ile ot mücadelesi masrafından kurtarır. Otların çok sık olmayışı toprakta depo edilen suyun daha uzun süre muhafaza edilmesini ve fidan tarafından kullanılabilmesi olanağını da sağlar.

Toprak işlenmesinde çift kulaklı pulluklar da kullanılabilir. Çift kulaklı pulluklar ortada bir kanal açıp, sürülen toprağı iki yana devirmektedir. Düz arazide kullanılabilen bu pullukların eğimli arazide kullanılmaları sakıncalı olabilir. Eğimli arazide üst kısma devrilen toprak yağış suları ile tekrar aşağı doğru taşınarak ortada açılmış bulunan kanalı kapatabilir ve fidanları da gömebilir (Şekil 17).

Diskli pulluğu, diskler birbirine karşı takılarak karşılıklı çift diskli pulluk halinde kullanılması ile de toprak işlenmektedir. Karşılıklı çift diskli pulluk ile toprakta çift kanal açılmaktadır. Sürülen toprak iki kanalın ortasında ve kısmen de kanalların dış yanlarında toplanmaktadır (Şekil 18).

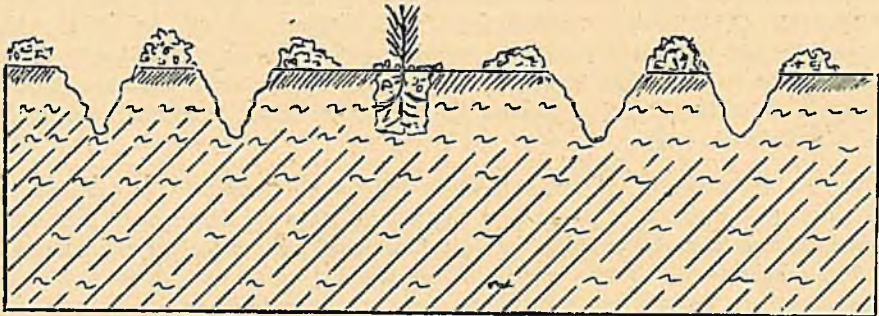
Gerek çift kulaklı pulluklar, gerekse karşılıklı çift diskli pulluklar genellikle düz arazide ve yağışın fazla olduğu, toprakta taban suyunun veya durgun suyun yüksek bulunduğu yerlerde kullanılır. Fidanlar yükseltilen toprağın üstüne dikilir. Yüksek yağış sonucunda su aradaki kanallarda toplanır. Taban suyu veya

durgun suyun topraktaki seviyesi ise açılan kanalların etkisi ile daha aşağıya iner. Üst toprakta gelişen kökler de suyun zarar verici etkilerinden kurtulmuş olur. Bu tip toprak işlemleri daha çok nemli bölgeler, yaz döneminde yetiştirme ortamında önemli su açığı bulunmayan yerler için uygundur (Şekil 17 ve 18).



Şekil 17. Çift kulaklı pulluk ile toprağın işlenmesi :

- Düz arazide toprağın yüksek taban suyu veya durgun su seviyesini düşürecek kanalların açılmasını ve bu arada toprağın işlenmesini sağlar. Fidan kökleri su seviyesi alçalmış olan toprakta gelişme olanağını bulur.
- Eğimli arazide çift kulaklı pulluğun üst tarafa çıkardığı toprak kısa zamanda, eğimin ve yağışın etkisi ile açılan kanalı tekrar doldurur. İşlemin teraslama etkisi ve faydası kaybolur.

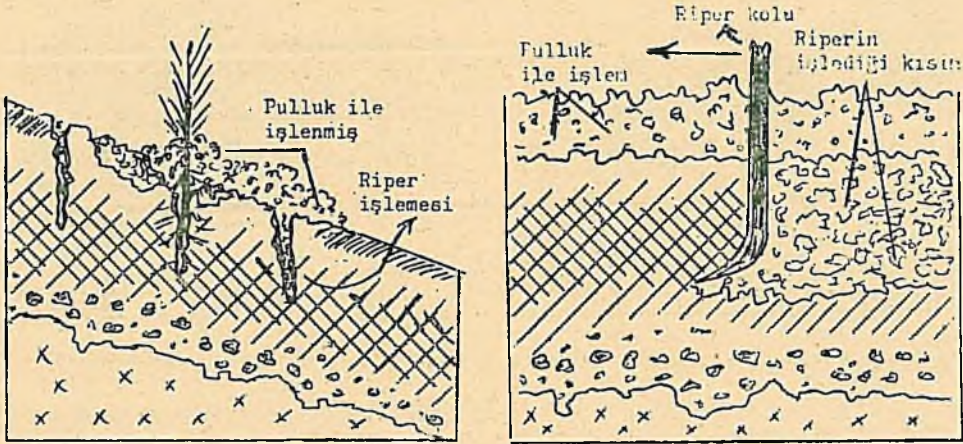


Şekil 18. Karşılıklı, çift diskli pulluk düz arazide toprağın yüksek taban suyu veya durgun su seviyesinin düşürülmesini sağlar. Fidan kökleri su seviyesi düşürülmüş toprakta gelişme olanağını bulur.

(2) Toprağın riper (dip kazıcı) ile işlenmesi

Toprağın riper ile işlenmesi, pulluk ile erişilemeyen ve işlenemeyen alt toprak köklerin gelişmesini engelleyen ve yağış sularının alt toprağa sızmasını önleyen veya güçleştiren tabaka veya horizonun yarılmasını sağlamaktadır. Riper, kalın bir kil birikme horizonunun bulunduğu topraklarda (Şekil 4 ve 6), alt top-

rakta demir + alüminyum birikimi ile çimentolanmış (pas taşı) horizonunun (B_2) bulunduğu topraklarda, kalsiyum karbonat birikimi ile çimentolanmış kireç birikimi horizonlarında (B_{CaCO_3}), alt toprakta geçirimsiz bir kil tabakasının (II. tabaka) bulunduğu durgunsu ihtiva etmeyen kireçli killer (Karakepir'ler = Vertisoller) veya kireçsiz pliosen kileri gibi genellikle durgun su ihtiva eden materyaller ve topraklarda (Şekil 5, 7 ve 8) ve nihayet yüksek taban suyunun akıtılması gereken topraklarda kullanılabilir (Şekil 19).



Şekil 19. Riper (dip kazıcı) ile alt toprağın geçirimsiz ve kök sisteminin gelişmesini zorlaştıran horizonu veya tabakası yarılır. Riper ile toprağın işlenmesinden sonra üst toprağın diskaro veya terchen pulluk ile yüzeyel olarak işlenmesi derinde depo edilen suyun çatlak sisteminden buharlaşmasını önler.

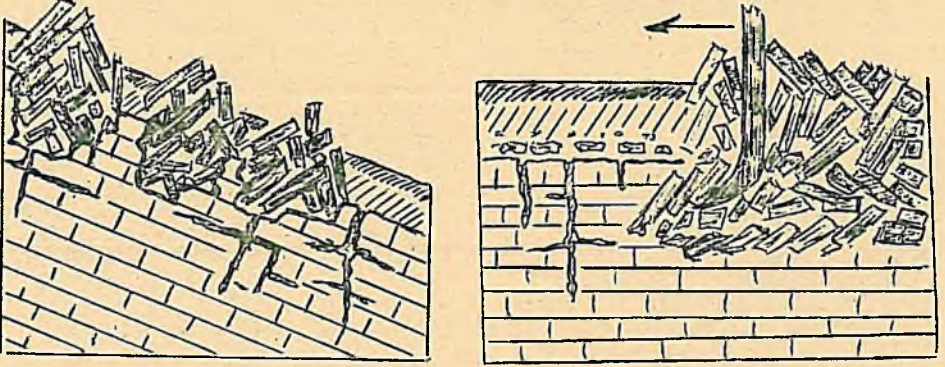
Riper, arazinin işlenmesindeki ihtiyaca göre ve dikim aralığı da göz önüne alınarak, tek, çift veya üçlü olarak kullanılır. Böylece yağış sularının toprağın derinliklerine sızması ve derinlerde depolanması sağlanır. Durgun su topraklarında ise köklerin gelişmesini engelleyen durgun suyun akıtılması riper ile işleme sayesinde mümkün olur. Keza yüksek taban suyu için de aynı tedbir alınır. Riper ile işlemenin yüzeyel bir pulluk işlemesi ile kombine edilmesi faydalıdır. Riper kolunun açtığı yarıktan yağış suları kolaylıkla sızıp derinlere ulaşabildiği gibi, yaz döneminde toprak suyunun buradan yukarı doğru buharlaşarak kaybedilmesi de söz konusudur. Bu nedenle riper çizgisinin üstünden yüzeyel bir pulluk (veya çift pulluk) çekilmesi faydalıdır. Bu işlemde küçük kulaklı pulluk kullanılabilir (Şekil 19). Riper ile diskaro kombinasyonu da uygulanabilir. Ancak eğimli arazide ve şeritler halinde çekilen riper çizgisi üzerinden pulluk ile işleme bir cins teraslama değildir. Pulluk üst toprağın su tutma kapasitesini diskarodan daha fazla artırır. Diskaro tam alan işlemlerinde daha rahat kullanılabilir.

Riperin kullanılmaması gereken topraklar da vardır:

- Sığ topraklarda (riper derine daldırılmadığı için),
- Altta kireç taşı ve benzeri tabakalı kayaların bulunduğu topraklarda riper

kullanılması zararlı sonuçlar verir (Şekil 9, 10 ve Şekil 20). Sığ ve taşlı topraklar ile altta tabakalı taşların bulunduğu topraklarda, riper alttaki taş tabakalarını

yüzeye çıkartır. Bu tür bir işlemeden sonra toprak üstünde çoğunlukla fidan diki-
lecek yer, çukur açılacak imkân bulunamayabilir. Ayrıca kireç taşı tabakaları ve
çatlakları arasında oluşmuş çatlak sistemi toprakla dolmuştur. Ripper bu çatlak
sistemini bozduğu gibi tabakalı yapıdaki taşları da aralarında geniş boşluklar
bırakacak şekilde yerinden oynatır. Zaten az miktarda olan toprak bu geniş boş-



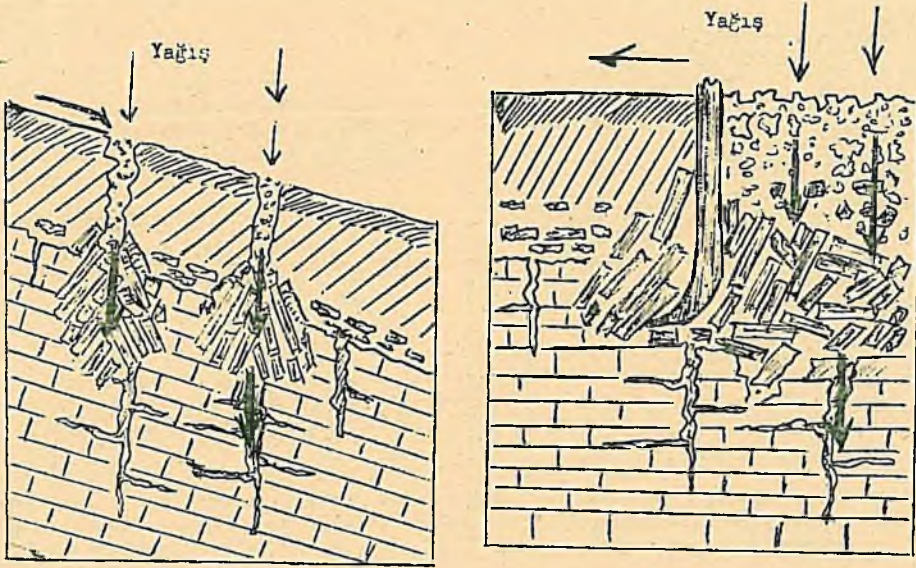
Şekil 20. Kireç taşı ve benzeri tabakalı taşlar üstünde oluşmuş sığ ve orta derin topraklarda ripper kul-
lanılmaz.

luklu taşlı yapı arasında kaybolur. Buraya artık dikim yapılamaz. Dikim yapılsa
bile fidanların kökleri yaz devresinde kurur. Çünkü yağış suları oynatılmış çat-
lak sisteminde derinlere doğru hızla akıp gider. Toprağın depo edebildiği su an-
cak tarla kapasitesinde tutabileceği su kadar olur. Bu su ise daha ilk yazda bu-
harlaşır ve kaybolur. Gelişen kökler, geniş boşlukların da etkisiyle kısa zamanda
kurur (Şekil 11 ve 21)⁶.

Tabakalı anakaya yapısının bir diğer örneği de flişlerdir. Fliş yapısında bir
anakaya sertleşmiş ve gevşek yapıdaki tabakaların alt alta sıralanması ile oluşur.
Tektonik bir hareketle fliş tabakaları eğimli durum alabilir (Şekil 12). Fliş taba-
kaları yatay ise, sertleşmiş tabakalar köklerin derine doğru gelişmesini engelle-
yebilir. Bu durumda tabakaların ripper ile kırılması gerekir. Eğimli fliş tabaka-
larında ise kökler aradaki gevşek tabakalar boyunca derinlere nüfuz ederek ge-
leşebilirler. Eğimli fliş tabakaları arasında su daha uzun süre kalabildiği için,
bunlar ağaçlandırma alanlarında bir avantaj olarak kabul edilmelidir (Trakya'da
Koru Dağ gibi). Eğimli fliş tabakalarının bulunduğu alanlarda toprağın diğer bazı
özelliklerinden dolayı derinlemesine işlenmesi gerekebilir. Fliş yapısında bir ana-
kaya kireç taşları gibi çatlaklı (karstik arazi) olmadığı için suyun derinlere ka-
çırılması gibi bir tehlikeyi her zaman göstermez. Aradaki gevşek tabakalar ge-
nellikle kil veya balçıklı kil türünde olduklarından flişin derinlere suyu kaçı-
rmasını önleyebilirler. Fliş yapısındaki arazide ripperin kullanılması dikkatli bir
incelemeye dayandırılmalıdır. Ripper hiç bir zaman sertleşip taşlaşmış fliş taba-
kalarını toprağın yüzeyine çıkarıp, toprağı fidan dikilemez, dikilirse de tutmaz
bir duruma getirmemelidir.

⁶) Bu olaylar yurdumuzda özellikle karstik yapıdaki alanlarda yaşanmıştır.

Riper kullanılarak toprağın işlenmesi genellikle eş yükselti eğrilerine paralel olarak yapılır. Tam alanda arazi hazırlığı yapılan ağaçlandırma alanlarında, toprağı birbirine dik iki yönde riperleme işlemi ancak eğimin pek az olduğu yerlerde yapılmalıdır. Eğim yönündeki riper çizgileri derinlere sızan suların yamaç aşağı



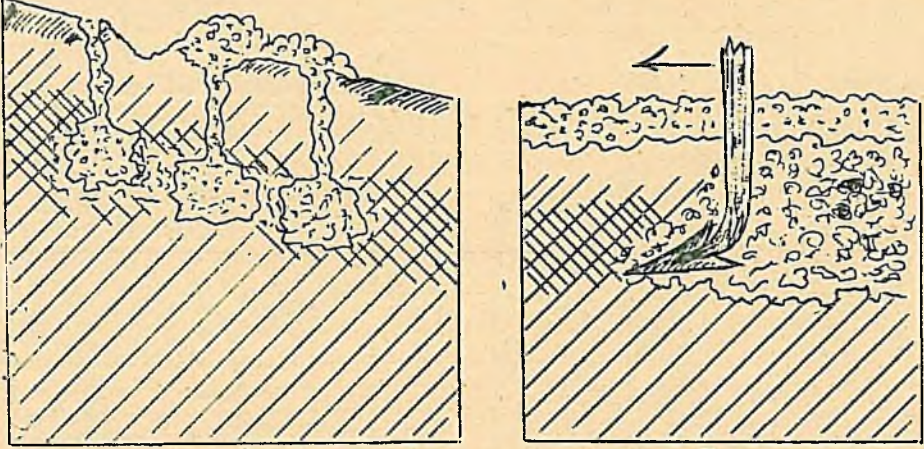
Şekil 21. Kireç taşı ve benzeri tabakalı taşlar üstünde oluşmuş derin (veya pek derin) topraklarda riper kullanılması anakayanın çatlak sistemini açarak suyun hızla derinlere sızıp kaybedilmesine sebep olur.

ğı hareket ederek akıp gitmelerine sebep olabilir. Eğer riper ile işlemeden maksat toprağın derinliklerinde suyun depo edilmesi ise, eğim yönünde riper çekilmemelidir. Aksine çok nemli bir muntıkada veya durgun su (veya taban suyu) oluşumunun önlenmesi gereken bir toprakta riper çizgileri eğim yönünde çekilebilir. Düz alanlarda çok ağır toprakların işlenmesi için riperin birbirine dik iki yönde çekilmesi söz konusu olabilir.

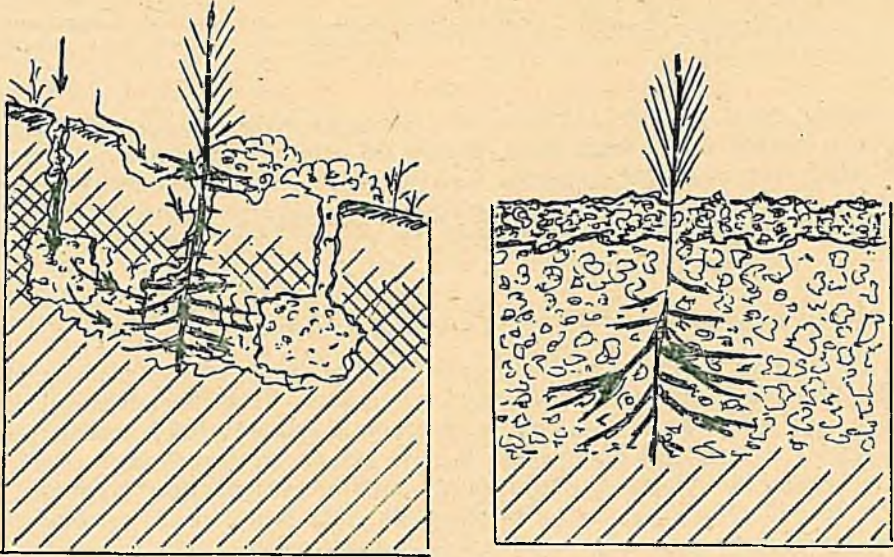
(3) Toprağın pabuçlu riper (dip kazıcı) ile işlenmesi

Alt toprağın yarılp genişçe bir kanal halinde işlenmesi için pabuçlu riper kullanılır. Riperin sivri ucuna takılan ve pabuç tabir edilen kanatlı parçalar alt toprağı gevşetirler. Riper sivri ucu ile alt toprakta ancak bir çizgi açabilir (Şekil 19). Riperin ucuna takılan pabuç ise toprağı genişçe bir şekilde işler (Şekil 22-23). Özellikle alt toprağın pek sıkı olduğu yerlerde pabuçlu riper kullanılır. Pabuçlu riperin kullanılması kurak muntikalarda yağış sularının alt toprakta daha geniş bir hacimde depo edilmesini de sağlar. Kurak muntikalarda yağış sularının üst toprakta depo edilmesi için alınan teraslama ve benzeri teknik tedbirler yeterli değildir. Çünkü üst toprakta depo edilmiş olan su daha ilk yaz sıcaklarında buharlaşır veya köklerini genellikle üst toprakta geliştirmiş olan otlar tarafından kullanılır. Arazinin ve toprak yapısının uygun olduğu ve anakayanın da en-

gelleyci bir özellik taşımadığı yerlerde alt toprağın pabuçlu ripper ile işlenmesi faydalıdır. Ripper kolunun açtığı yarıklardan derine sızan yağış suları ripper pabucunun gevşettiği ve gözenek hacmini arttırdığı (su tutma kapasitesi de artmış) alt toprakta birikir. Bu suyu ancak alt toprağa kök salacak olan fidanlar kullanabilir. Toprağın yüzeyinde sığ kök sistemleri geliştiren otlar derinde depo edilmiş olan sudan pek yararlanamazlar (Şekil 23). Ayrıca üst toprağın çatlak sisteminin



Şekil 22. Alt toprağın veya ikinci tabakanın pek sıkı olduğu topraklarda pabuçlu ripper ile derin işleme yapılır. Ripper ile alt toprağın işlenmesinden sonra diskaro veya tercihen pulluk ile toprağın yüzeyel olarak işlenmesi derinde depo edilen suyun çatlak sisteminden buharlaşmasını önler.



(önden görünüş)

(yandan görünüş)

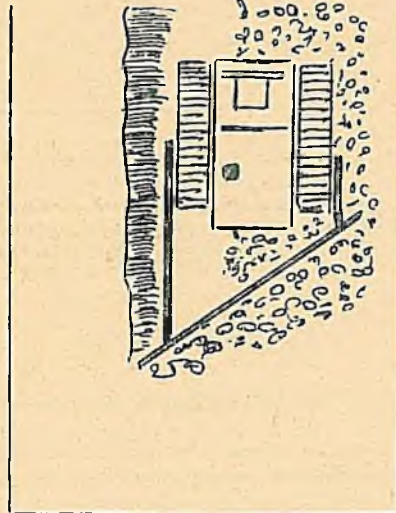
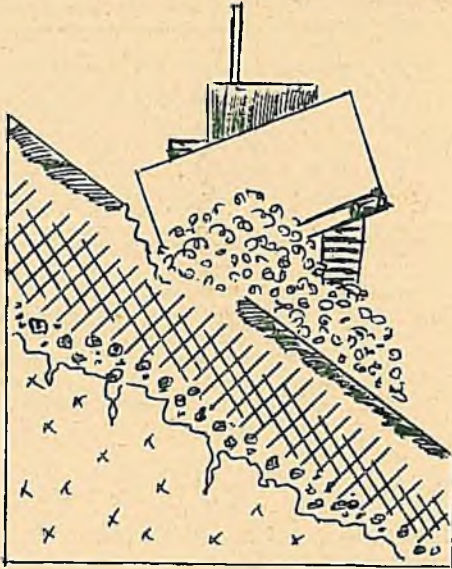
Şekil 23. Sıkı istiflenmiş alt toprağın pabuçlu ripper ile işlenmesi bu kesimde suyun depo edilmesini ve köklerin gelişmesini sağlar. Özellikle kuvvetli yaz kuraklığı olan yerlerde suyun alt toprakta depo edilmesini sağlayan bu işlem faydalıdır.

kırılması ve alt toprakta depo edilen suyun (kapilarite ile) yükselip buharlaşmasının önlenmesi için yüzeysel bir şekilde, pullukla toprağın işlenmesi gerekir (Şekil 22 ve 23). Pulluğun çift olarak kullanılması fidanın çevresinde otların yetişemeyeceği bir şerit yaratacağı için ot mücadelesi masrafları da azaltılmış olur. Burada da pulluk yerine diskaro kullanılması mümkündür. Ancak biraz önce değinilen sebeplerle pulluğun kullanılması tercih edilmelidir.

Pabuçlu ripper ile işleme, kireç taşı ve benzeri tabakalı kayaların bulunduğu topraklarda yapılmamalıdır. Bu tip toprakların ripper ile işlenmesinin yaratacağı tehlikelerden yukarıda bahsedilmiştir (bak. ripper ile toprağın işlenmesi). Sığ topraklarda pabuçlu ripper kullanılamaz. Orta derin ve alt kısmın çok taşlı olduğu topraklarda da pabuçlu ripper kullanılmamalıdır. Buralarda pabuçlu ripper alttaki taşları yüzeye çıkarıp, üstteki olgun toprağın kullanılamaz duruma gelmesine sebep olur.

(4) Toprağın dozer bıçağı ve ripper ile işlenmesi

Ağaçlandırma alanlarında şeritler halinde çalışılacaksa ve bitki örtüsü ince çaplı çalılardan ibaret ise (sık veya dağınık olabilir), burada kesici bıçak ile çalışmak gerekmez. Tarak ile bitkilerin köklenmesi işlemi toprağın taşınmasına sebep olabilir. Bitki örtüsünü parçlayan ekipmanların kullanılması ile çalılar parçalanabilir. Bu ekipmanların bulunamaması veya parçalanmış da olsa çalılardan ve bunların köklerinin pulluğun çalışmasını engellemesi söz konusu olduğunda dozer bıçağı kullanılabilir. Dozer bıçağı prensip olarak bir toprak hafriyat ekipmanıdır. Ancak yatay ve düşey düzlem de ayarlanabilen bir dozer bıçağı toprağı kazarak genişçe bir teras açabilir (Şekil 24 ve 25). Dozer bıçağı ile açılan genişçe

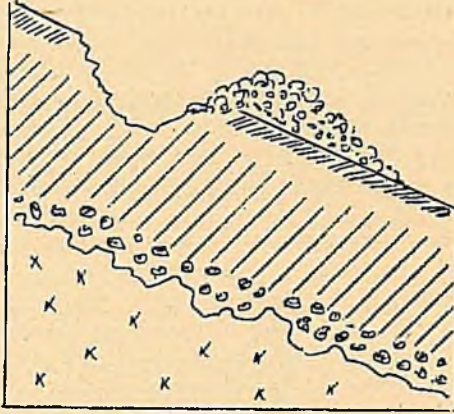


Şekil 24. Eğimli uygun olduğu arazide dozer bıçağı kullanılarak teras açılabilir. Bıçağın eğim aşağı aktardığı toprağın üstüne paletin basması sağlanarak makine biraz daha eğimli arazide çalıştırılabilir.

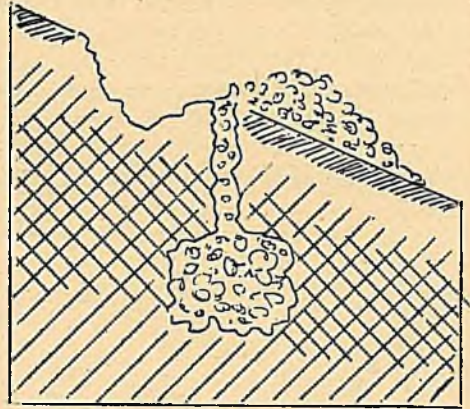
teraslar arazinin eş yükselti eğrileri boyunca şeritler halinde işlenmesini de sağlar. Otların dikim yerinin etrafında sık olarak tekrar yetişmeleri de uzunca bir süre için önlenmiş olur.

Ağır bir alt toprağın bulunduğu yerlerde üstte dozer bıçağı ile açılan terasın biriktirdiği su alttaki killi ve sıkı oturmuş tabakaya sızamayabilir. Bu durumda ve özellikle kurak mıntikalarda, yukarıda sözünü ettiğimiz mahzurlar ortaya çıkabilir (bak. 4.2.1. ve 4.2.2. (3)). Alt topraktaki killi ve sıkı tabakanın veya horizonun derinden gevşetilmesi için dozerin arkasına pabuçlu ripper takılır. Önde bıçağın açtığı teras, arkaya takılan pabuçlu ripper ile derinden işlenir (Şekil 26). Daha sonra ripperin açtığı yarıktan suyun buharlaşıp kaçmasını önlemek için üst toprak işlenmesi yapılabilir.

Dozer bıçağı ile ripper veya sadece dozer bıçağı ile toprağın işlenmesi arazi eğiminin fazla olduğu yamaçlarda (çok dik eğimlerin dışında) da yapılabilir. Önde dozer bıçağının kazdığı ve yana aktardığı toprak arkadan gelen makinanın paletinin basabileceği bir set oluşturur. Böylece aslında makinanın oldukça zor çalışabileceği eğim bıçağın aktardığı toprak ile tesviye edilmiş olur (Şekil 24)⁷.



Şekil 25. Toprağın ripperle çalışmaya uygun olmadığı yerlerde dozer bıçağının eş yükselti eğrilerine paralel olarak açtığı geniş teraslar yamaçta suyun tutulmasını sağladığı gibi bitki örtüsünün temizlenmesini de mümkün kılar.



Şekil 26. Toprağın pek derin, alt toprağın (veya ikinci tabakanın) pek sıkı istiflenmiş olduğu yerlerde dozer bıçağı ve pabuçlu ripper birlikte kullanılabilir. Bu işlem yamaçta tutulan suyun toprağın derinliğine sızmasını ve ripperin işlediği kesimde depo edilmesini sağlar. Kökler de burada kolaylıkla gelişir.

(5) Toprağın diskaro ile işlenmesi

Ağaçlandırma alanlarında toprağın diskaro ile işlenmesi ancak pek özel durumlarda söz konusudur. Tam alanda toprak işlenmesi yapıldığında, eğer pulluk büyük kesekler bırakmışsa, bu keseklerin kırılması için diskaro ile işleme gere-

⁷ Bu tip çalışmalar Balıkesir Ağaçlandırma Bölge Müdürlüğünde denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır.

kir. Özellikle diskli pulluğun kullanıldığı veya büyük kulaklı pulluk kullanılsa da toprağın kil türünde ve sıkı istiflenmiş olduğu yerlerde büyük kesekler ortaya çıkar. Toprağın çift pulluk ile ve eş yükselti eğrilerine paralel olarak işlendiği yerlerde de çok iri keseklerin kırılması için diskaro gerekebilir. Toprağın diskaro ile işlenmesi ağaçlandırma alanlarından çok kavak dikim alanları ve fidanlık larda sık uygulanan bir işlemdir. Dikkat çekilmesi gereken nokta, diskaronun bir yardımcı toprak işleme aleti olmasıdır. Hiç bir işleme yapılmamış toprakta diskaro toprağın gevşetilmesi ve su kapasitesinin artırılması için pek yararlı olamaz.

5. Arazi hazırlığı ve bazı toprak işleme uygulamalarının orman topraklarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkileri

Yurdumuzda ve yurt dışında yapılmış bazı arazi hazırlığı ve toprak işlemele rinin orman topraklarının bazı özellikleri üzerinde etkilerinin kısaca gözden ge çirilmesi yukarıdan beri bahis konusu işlemleri tamamlayıcı olarak uygun bulun muştur.

5.1. Ormanın otlak ve tarlaya dönüştürülmesi sonucunda toprak özelliklerin de meydana gelen bazı değişiklikler

Istanbul'un batısında, Durusu (Terkos) Gölünün güneyinde yer alan Balaban Köy çevresindeki ormanların otlak ve tarlaya dönüştürülmesi sonucunda toprak ların özelliklerinde de önemli bazı değişiklikler olmuştur. Köy 1877-78 Türk-Rus savaşında Rumeli'den gelen göçmenlerin yerleştirilmesi ile kurulmuştur. Yaklaşık 100 yıl sonra köy civarında otlak ve tarlaya dönüştürülmüş arazide bazı toprak incelemeleri yapılmıştır (KANTARCI, M.D. 1974). Yapılan incelemeden elde edi len sonuçlara göre;

- (1) Ormanın otlak ve tarlaya dönüştürülmesi sonucunda toprağın orman al tındaki orijinal yapısı değişmiştir. Orman altında toprak yüzeyinde bulu nan ölü örtü tabakası tabiatıyla kaybolmuştur. Orman toprağının gevşek ve bol humuslu ve 15 cm kalınlığındaki A_h horizonu, otlak toprağında sıkışmış 10 cm kalınlığında bir A_h horizonuna dönüşmüştür. Tarla top rağında ise pulluk ile işlemeden dolayı humuslu ve esmer bir horizonu rastlanmamıştır. B_v horizonu da otlak toprağında pek sıkı bir yapı ka zanmıştır. Tarla toprağı organik maddece çok fakirleşmiş, üst toprak su erozyonu ile taşınmış, alttaki kireç taşı ayrışma zonu ak rengi ve yüksek kireç miktarı ile ortaya çıkmıştır (Tablo 2).
- (2) Ormanın otlaka dönüştürülmesi ile birim hacimdeki ince toprak miktarı önemli ölçüde artmıştır (% 34). Bu artış toprağın sıkıştığını belirtmek tedir (Tablo 2). Tarla toprağı da her yıl işlenmesine rağmen orman top rağından daha yüksek bir ince toprak hacim ağırlığına sahiptir (% 24). Yani tarla toprağı da sıkışmıştır (Tablo 2).
- (3) Ormanın otlaka dönüştürülmesi toprağın sıkışması ve kısmende taşın ması sonucunda birim hacimdeki taş miktarının artmasına sebep olmuş tur (+% 39). Toprağın pulluk ile işlenmesi ise önemli ölçüde taşınma sına sebep olduğu gibi taş miktarı da % 42 oranında artmıştır (Tablo 2).
- (4) Ormanın otlak ve tarlaya dönüştürülmesi toprağın karbonat miktarının artmasına sebep olmuştur (Tablo 2). Karbonat miktarının artması üst

toprağın taşınması ve alttaki kireçli toprağın ortaya çıkması sonucunda meydana gelmiştir.

- (5) Ormanın tarlaya dönüştürülmesi ve toprağın pullukla işlenmesi ekolojik koşulları önemli ölçüde değiştirdiği için önemli miktarda organik maddenin ayrışıp kaybedilmesine sebep olmuştur. Bu olayla birlikte önemli bir azot kaybı da gerçekleşmiştir.

Ormanın tarlaya dönüştürüldüğü ve pulluk ile yamaç eğimine dik olarak işlendiği yamaçlarda ise toprağın taşınması önlenmiş gözükmektedir. Ancak suda asılı (süspanse) kil bölümünün bu durumda dahi taşınabileceği anlaşılmıştır (KANTARCI, M. D. 1981). Yamaç eğiminin % 25-28 arasında bulunduğu bir arazide ormanın tarlaya dönüştürülmesi sonucunda, 30 yıllık bir süre içinde toprağın kil muhtevasının % 43-46 oranında kaybedilebileceği hesaplanmıştır (Tablo 3).

Yukarıdaki iki örnek, konu ile doğrudan ilgili olmamakla birlikte, pullukla toprağın tam alanda işlenmesi sonucunda orman toprağında meydana gelebilecek bazı değişikliklere dikkatlerin çekilmesi için verilmiştir. Ağaçlandırma amacı ile eğimli arazide tam alanda arazi hazırlığı ve toprak işlemlerinin bu yönden tehlikesi vardır.

5.2. Tam alanda ağaçlandırma amacı ile arazi hazırlığı ve toprak işleme sonucunda toprak özelliklerinde meydana gelen değişiklikler

5.2.1. Kerpe'de TUR-71/521 projesindeki çalışmaların toprak özelliklerine etkisi

Kocaeli Yarımadasında, Kara Deniz kıyısında Kerpe'de yapılan bir uygulamada çeşitli arazi hazırlığı ve toprak işleme yöntemleri denenmiştir⁹. Uygulamaların 5. yılında alınan örneklerle yapılan bir araştırma toprak özelliklerinde önemli değişikliklerin meydana geldiğini ortaya koymuştur (KANTARCI, M. D. 1981).

(1) Paletli traktöre önden takılmış (rome tipi) kesici bıçakla diri örtünün bir defada kesildiği, insan gücü ile toplanıp yakıldığı ve toprak işleminin yapılmadığı alanda (Bölme 10-f);

- Üst toprakta bir sıkışma olmamıştır. İnce toprağın hacim ağırlığındaki % 5 oranındaki azalma nisbi bir gevşemenin işaretidir (Toprak taşsızdır) (Tablo 4).
- Toprağın kil oranı baltalık altındaki toprağinkinden pek farklı değildir. Bu durum arazi hazırlığı sırasında üst toprağın pek taşınmadığını ifade eden bir işaretir (Tablo 5).
- Toprak yüzeyinde ölü örtü miktarı baltalık altındaki toprağa göre % 79 oranında azalmıştır (Tablo 6).
- Toprağın organik karbon miktarı baltalık toprağına göre % 0.6 oranında azalma göstermektedir (Tablo 7). Toprağın total azot miktarı ise baltalık toprağına göre % 14 oranında bir azalma göstermiştir (Tablo 8).

(2) Paletli traktöre önden takılmış (rome tipi) kesici bıçakla bitki örtüsünün kesildiği, kesilen bitkilerin insan gücü ile toplatılıp yakıldığı ve bitki örtüsünün birinci kesime dik yönde ikinci defa (kesici bıçak ile) kesildiği, kesilen bitkilerin aynı bıçak ve makina ile itirilip yığıldığı fakat ayrıca toprak işleme yapılmamış olan alanda (Bölme 10-c);

⁹ TUR-71/521 numaralı hızlı gelişen türlerle ağaçlandırma projesi.

- Üst toprağın (0-5 cm'de) nisbi bir sıkışmaya uğradığı, fakat genelde (1m² yüzey ve 1m derinlik için) toprağın hacim ağırlığının % 7 oranında azaldığı, yani toprağın nisbi olarak gevşediği anlaşılmaktadır (Tablo 4).
- Üst toprakta (0-5 ve 5-20 cm için) nisbi bir kil oranı artışı arazi hazırlığı sırasında üst toprağın kısmen taşındığını işaret etmektedir (Tablo 5). Esasen arazide yapılan incelemelerde bu işlem alanında solgun renkli yıkanma horizonuna rastlanmamış olması ve alttaki durgun su horizonunun daha yukarıda (60-80 cm) bulunması üst toprağın bir kısmının taşınmış olabileceğini işaret etmektedir. (Durgun su horizonu işlenmemiş baltalık topraklarında 120 cm ve daha derinde bulunmuştur).
- Toprağın ölü örtü miktarı işlenmemiş baltalık toprağına göre % 73 oranında azalmıştır (Tablo 6).
- Toprağın organik karbon miktarı işlenmemiş baltalık toprağına göre % 11 oranında azalmıştır (Tablo 7). Total azot miktarı ise işlenmemiş baltalık toprağına göre % 17 oranında bir artış göstermektedir (Tablo 8). Bu artışa köklenmeyen kütüklerden gelen baltalık sürgünlerinin sebep olabileceği sanılmaktadır.

(3) Bitki örtüsünün paletli traktörün önüne takılan fleco tarak ile temizlenip aynı makına ile itirilerek yığıldığı ve toprağın 3'lü riper ile 30-50 cm derinlikte işlendiği, daha sonra tam alanda diskaro çekilmiş olan sahada (Bölme 2);

- Üst toprağın önemli ölçüde sıkıştığı anlaşılmaktadır. Ancak bu sıkışma paletli ve ağır iş makinesinin etkisinden ziyade, üst toprağın arazi hazırlığı sırasında taşınıp, alttaki sıkı oturmuş kil tabakasının ortaya çıkmasından ileri gelmektedir. Toprağın hacim ağırlığındaki artış (1m² derinlik için) % 11 oranındadır. Özellikle üst topraktaki hacim ağırlığı artışı kök sistemi ölçmelerine dayanılarak, kök gelişimi için olumsuz olarak nitelendirilmiştir (Tablo 4).
- Üst toprağın kil oranında (0-5, 5-20 ve 20-40 cm için) önemli ölçüdeki artışlar arazi hazırlığı esnasındaki toprak taşınmasını işaret etmektedir (Tablo 5). Arazide yapılan incelemelerde solgun yıkanma horizonunun tamamının kaybolduğu ve baltalık altında 120 cm civarında rastlanan durgun su zonunun bu işlemin yapıldığı alanda 20-80 cm arasında bulunduğu belirtilmiştir.
- Toprağın ölü örtüsü baltalık altındaki toprağına göre % 94 oranında azalmıştır (Tablo 6).
- Toprakta organik karbon miktarı baltalık altındaki toprağına göre % 45 oranında azalmıştır (Tablo 7). Total azot miktarındaki azalma ise % 19 oranındadır (Tablo 8). Total azot miktarındaki kayıp 1390 kg/ha/1m olup bu miktar azotun toprağına tekrar kazandırılması için yaklaşık 7 ton/ha % 20'lik amonyum sülfat gübresinin verilmesi gerekmektedir.

(4) Bitki örtüsünün paletli traktöre takılı kesici bıçak ile kesildiği, kesilen materyalin insan gücü ile toplatıldığı, daha sonra paletli traktöre takılan fleco tarak ile topraktaki köklerin çıkarıldığı ve itirilip sıralar halinde yığıldığı, toprak işleminin ise paletli traktöre takılı 4'lü riper ile yapıldığı, bu sırada topraktan çıkarılan köklerin ve gömülmüş gövdelerin fleco tarak takılmış paletli traktörle yığılara itirildiği, daha sonra toprağın county traktörle bir defa daha riperlendiği ve nihayet diskaro ile üst toprağın işlendiği alanda (Bölme 5).

- Toprağın önemli ölçüde sıkıştığı anlaşılmaktadır. Bölme 2'de olduğu gibi bu sıkışma, üst toprağın taşınıp alttaki pek sıkı kil materyalinin ortaya çıkmasına bağlı görünmektedir. Toprağın hacim ağırlığı (1m²x1m derinlik için) % 12 oranında artmıştır (Tablo 4). Özellikle üst topraktaki hacim ağırlığının artışı ve üst toprakta saptanan sıklık köklerin gelişmesi için çok önemli bir engel teşkil etmektedir.
- Toprağın kil oranlarında da önemli artışlar vardır (Tablo 5). Kil oranındaki bu artışlar toprağın taşınıp, alttaki sıkı istiflenmiş kil türündeki ana materyalin üstünün açılması sonucunda meydana gelmiştir. Esasen arazi üzerindeki incelemeler de baltalık altında 120 cm civarında bulunan durgun su zonuna 40-60 cm'den itibaren rastlanmıştır. Solgun renkli yıkanma horizonuna rastlanmamıştır. Bu durumda işlemin yapıldığı bölme içinde bir çok yerde sadece üst toprağın değil, toprağın tamamının taşındığı ve alttaki ana materyalin (tortul kil materyali) ortaya çıktığı anlaşılmaktadır.
- Toprağın ölü örtüsündeki kayıp baltalık toprağına göre % 97 oranındadır (Tablo 6).
- Toprağın organik karbon miktarı baltalık toprağına göre % 55 oranında azalmıştır (Tablo 7). Kaybedilen total azotun miktarı 1450 kg/ha/1m olarak hesaplanmıştır. Bu miktar baltalık toprağındaki total azotun % 20'sidir (Tablo 8). Kaybedilen azotun toprağına tekrar kazandırılması için yaklaşık 7 ton/ha amonyum sülfat gübresi gerekmektedir.

(5) Aynı yörede bitki örtüsünün balta v.b. aletlerle temizlendiği ve toprağın insan gücü ile teraslanarak işlendiği ağaçlandırma alanında 10 yıl geçtikten sonra teraslar arasında alınan örneklerle yapılan ölçmelere göre durum daha az kayıplı görülmektedir (KANTARCI, M.D. 1981).

- Toprağın nisbi olarak sıkıştığı ince toprağın hacim ağırlığındaki artıştan anlaşılmaktadır (Tablo 4).
- Üst toprakta kil oranları değişmemiştir (Tablo 5).
- Ölü örtü miktarındaki kayıp baltalık toprağına göre % 36 oranındadır (Tablo 6). Bu oran açık alanda ölü örtü ayrışmasının hızlanmasına bağlı olduğu gibi, 10 yıldan beri dökülen çam ibrelerinden (ağaçlandırılmış) oluşan ölü örtünün katkısı da göz önünde tutulmalıdır.
- Total azot miktarındaki azalma baltalık toprağına göre % 8 oranındadır (Tablo 8).

5.2.2. Kerpe'de yapılan bir toprak işleme araştırmasının bir yıllık sonuçları

Kocaeli Yarımadasında Kerpe Yöresinde yapılan diğer bir çalışmada çeşitli arazi hazırlığı ve toprak işleme yöntemlerinin toprak üzerindeki etkileri de incelenmiştir (TOLAY, U. - HIZAL, A. - DÖNMEZ, E. 1982). Bu çalışmada;

- (1) Arazi hazırlığı amacı ile baltalık elemanlarından oluşan bitki örtüsü kafesli tarak ile temizlenmiştir.
- (2) Kontrol parselinin dışındaki parsellerde toprak işlenmiştir.
 - 1 numaralı parsel kontrol parseli olup, toprak işlenmemiştir, sadece bitki örtüsü temizliği).
 - 2 numaralı parselde (T-3) üst toprak diskaro ile iki geçişli olarak işlenmiştir.

- 3 numaralı parselde (T-2) toprak büyük kulaklı pulluk ile çift sürülüp gradoniler oluşturularak 40 cm derinliğe kadar işlenmiştir.
- 4 numaralı parselde (T-1) alt toprak pabuçlu riper ile 30-60 cm derinlik arasında işlenmiştir.
- 5 numaralı parselde (T-4) alt toprak pabuçlu riper ile 30-60 cm derinlik arasında işlendikten sonra üst toprak diskaro ile işlenmiştir.

Bu işlemler sonunda ilk yılın ortalama değerlerine göre toprakta meydana gelen fiziksel değişiklikler aşağıya çıkarılmıştır⁹. Kimyasal özellikler ve bilhassa organik madde ile azotun uğradığı değişiklikler tesbit edilmemiştir. Ölçmelere göre varılan sonuçlar ileriki yıllarda toprağın oturuşması ile değişebilir. Çünkü çalışma alanındaki topraklar kil türünde ve kireçsiz olup çok sıkı istiflenmişlerdir.

(1) Topraklarda % kil değerlerine göre bazı parsellerde üst toprağın, bitki örtüsünün temizlenmesi sırasında taşındığı anlaşılmaktadır. Üst toprak taşınunca alttaki daha killi toprak yüzeye çıkmıştır. Bitki örtüsünün temizlenmesinden sonra yapılan ölçmelerde, alınan örnekler (orijinal haldeyken altta bulunan) killi horizonlardan alındığı için, kil oranı yüksek bulunmuştur. Kontrol parselinde (Parsel 1) 0-15 cm derinlikteki kil oram % 33'ten % 40'a çıkmıştır. Dört numaralı parselde de toprağın üst kısmında 30 cm'e varan taşınma olduğu anlaşılmaktadır. Burada kil oram 0-15 cm derinlikte % 30'dan % 43'e, 15-30 cm derinlikte % 37'den % 47'ye yükselmiştir. Diğer parsellerde de kil oranında bazı oynamalar görülmektedir. Özellikle 2 ve 3 numaralı parsellerde bitki örtüsünün temizlenmesi sırasında üst toprağın taşınmadığı, işlemin dikkatli yapıldığı sonucuna varılmaktadır. Üst toprağın 2 ve 3 numaralı parsellerde taşınmamış gözükmesi, bu parsellerin bitki örtüsünün seyrek olmasına da bağlanabilir¹⁰. (Tablo 9).

(2) Toprakların hacim ağırlığı değerlerine göre üst toprağın nisbi bir sıkışmaya uğradığı anlaşılmaktadır. Toprağın sıkışması, özellikle tarak ile bitki örtüsünün temizlenmesinden sonraki ölçmelerde görülmektedir. Tarakla bitki örtüsünün temizlenmesinden sonra toprağın hacim ağırlığında % 26 ya varan (parsel 3) artışlar sıkışmayı işaret etmektedir. Buna karşılık toprağın işlenmesi ile birim hacimdeki toprak miktarlarının yeniden değiştiği anlaşılmaktadır. Kontrol parselinde (parsel 1) üst toprağın hacim ağırlığı sıkışma yönündedir. Üst toprağın diskaro ile işlendiği parselde (parsel 2) hacim ağırlığı ilk duruma göre % 10 oranında artmıştır. Üst toprağın pulluk ile işlendiği parselde (parsel 3) hacim ağırlığı 0-15 cm derinlikte % 5 oranında artmış fakat 15-20 cm derinlikte % 21 oranında azalmıştır. Alt toprakta ise önemli bir fark yoktur. Alt toprağın riper ile işlendiği parselde (parsel 4) hacim ağırlığının üst toprakta % 7 oranında arttığı, fakat alt toprakta 30-45 cm arasında % 24 oranında azaldığı anlaşılmaktadır. Yani riper alt toprağın gevşetilmesini sağlamıştır. Alt toprağın pabuçlu riper ile, üst toprağın da diskaro ile işlendiği parselde (parsel 5), üst toprağın hacim ağırlığı % 7 oranında azalmış, buna karşılık alt toprağın hacim ağırlığı 45-60 cm de % 23 oranında azalmış, yani toprak yukarıdan aşağı gevşetilmiştir (Tablo 10).

⁹⁾ Sonuç olarak, yazarların yaptığı yorumlamalar ve verdikleri değerler, tarafımızdan yapılan hesap ve yorumlarımızla birleştirilmiştir.

¹⁰⁾ Araştırmada bitki örtüsünün sıklığı hakkında bilgi verilmemiştir.

(3) Toprakların gözenek hacminde, tarakla yapılan bitki örtüsü temizliğinden sonra (özellikle üst toprakta) bir azalma görülmektedir. Ancak çeşitli toprak işlemleri sonucunda gözenek hacminin de arttığı anlaşılmaktadır (Tablo 11).

(4) Toprakların su tutma kapasitesi (maksimum su kapasitesi) işleme yapılan derinliklerde artmıştır. Yaptığımız hesaplara göre 1 m² alan ve 1m derinlikteki toprak hacminde su kapasitesinin kontrol parselindeki bitki örtüsü temizliği sırasında % 3, üst toprağın diskaro ile işlendiği parselde (parsel 2) % 0, üst toprağın pulluk ile işlendiği parselde (parsel 3) % 7, alt toprağın pabuçlu riper ile işlendiği parselde (parsel 4) % 11, alt toprağın pabuçlu riper ile üst toprağında diskaro ile işlendiği parselde (parsel 5) % 21 oranında arttığı anlaşılmıştır (Tablo 12).

5.2.3. Almanya'da (Oberpfalz'da) çeşitli işlemlerin toprak özelliklerine etkisi

Almanya'da orman ağaçlandırma alanlarında toprak çeşitli yöntemlerle işlenerek fiziksel özellikleri iyileştirilmeğe çalışılmaktadır. Yağışın yüksek olduğu ve geçirimsiz toprakta durgun suyun olduğu yerlerde ağaçların kök sistemlerinin derinlemesine gelişmesi güçleşmektedir. Böyle bir arazide toprağın freze ve pullukla işlenmesi ile fiziksel özellikleri iyileştirilmeğe çalışılmıştır. İşlemler, Oberpfalz'da yaşlı bir Sarı Çam ormanının içinde ve bu ormandan açılan alanda yapılmış, alan gene Sarı Çam ile ağaçlandırılmıştır. Uygulanan toprak işleme yöntemlerinin orman ekosistemi üzerindeki etkileri bir seri araştırma ile incelenmiştir. Elde edilen sonuçlardan konumuzla ilgili olanların buraya alınması uygun görülmüştür.

Yaşlı Sarı Çam ormanından açılan alanın bir kısmında toprak işlenmeden bırakılmış, değişen ekolojik koşulların toprağın ve ölü örtünün özellikleri üzerindeki etkileri beklenmiştir. Alanın bir kısmında toprak 20 cm derinliğe kadar freze ile işlenmiştir. Diğer kısımda ise toprak 40 cm'e kadar pullukla tam alanda sürülerek işlenmiştir. Alan Sarı Çam ile ağaçlandırılmıştır. Toprakların işlenmesi sırasında sık bir durumda olan Ayı üzümü (*Vaccinium*) örtüsü ve ölü örtü toprağa karıştırılmıştır. Deneme alanlarından birisinin toprağı tozlu kil türünde olup pek sıkı istiflenmiştir. Bu toprak belirgin bir durgun su horizonuna sahiptir. Diğer deneme alanının toprağı serbest drenajlı olup kumlu balçık türündedir. Toprağın işlenmesinden 8 yıl, fidan dikiminden 7 yıl sonra aşağıda verilen ölçmeler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, yaşlı Sarı Çam ormanı altındaki toprak özellikleri de ölçülerek, karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

(1) Tozlu kil toprağında hacim ağırlığı, toprak işlenmesi yapılmamış ağaçlandırma alanında ve freze ile işleme yapılmış alanda biraz azalmış, pulluk ile işlenmiş alanda ise biraz artmıştır (Tablo 13). Kumlu balçık toprağında pulluk ile işlenen alanda toprağın hacim ağırlığı bir miktar artmıştır (Tablo 13 REH-FUESS, K. E. - KANTARCI, M. D. 1977).

(2) Toprağın gözenek hacmi, orman altındaki toprağa göre, tozlu kil toprağında işlenmemiş alanda 0-5 cm derinlikte biraz azalmış, 15-20 cm derinlikte ise artmıştır. Freze ile 20 cm derinlikte işlenmiş ve sık çalı örtüsü ile kalın ölü örtü toprağa karıştırılmış olan alanda gözenek hacmi özellikle 15-20 cm derinlikte belirgin olarak artmıştır. Pulluk ile 40 cm derinliğe kadar işlenmiş olan alanda da gözenek hacmi 15-20 cm derinlikte belirgin olarak artmıştır (Tablo 14). Balçıklı kum toprağında pullukla işlenmiş alanda toprağa önemli miktarda diri ve ölü örtü karıştırılmış olduğu halde 8 yıllık bir süre sonunda gözenek hacminde fark saptanamamıştır (Tablo 14, KANTARCI, M. D. - KANTARCI, N. 1975).

(3) Toprağın maksimum su kapasitesinin (su hacmi), işleme yapılmayan, freze veya pulluk ile işlenen alanlarda, orman altındaki orijinal toprağa oranla azaldığı görülmüştür (Tablo 14).

(4) Toprak yüzeyindeki ölü örtü tozlu kil toprağında açık alanda % 60, freze ile işlenmiş alanda % 88, pulluk ile işlenmiş alanda % 90 oranında azalmıştır. Kumlu balçık toprağında pulluk ile işleme sonucunda ölü örtüdeki azalma oranı % 78'dir (Tablo 15, REHFUESS, K. E. - KANTARCI, M. D. 1977). Ölü örtü işleme sırasında toprağa karıştırılmış olduğu için bu azalmalar olağan görülebilir. Ancak toprağın organik karbon muhtevası da önemli ölçüde kayba uğramıştır. Organik karbon miktarındaki azalma, mineral toprağa karıştırılan organik maddelerin hızlı bir şekilde ayrışmalarından ileri gelmiştir. İşlenmemiş alanda ise güneş ışınlarının doğrudan alınması ve artan ısı ölü örtünün ayrışmasını hızlandırmıştır. Organik karbon miktarının tozlu kil toprağında 0.5 m derinliğe kadar yapılan bilançoda işlenmemiş alanda % 29, freze ile işlenmiş alanda % 31, pulluk ile işlenmiş alanda % 44 oranında azaldığı anlaşılmıştır (Tablo 15, BURSCHEL, P. - EDER, R. - KANTARCI, M. D. - REHFUESS, K. E. 1977). Organik karbonun 0.8 m derinliğe kadar yapılan bilançoda işlenmemiş alanda % 28, freze ile işlenmiş alanda % 29, pulluk ile işlenmiş alanda % 49 oranında azaldığı bildirilmiştir (Tablo 15, KANTARCI, M. D. - REHFUESS, K. E. 1974).

(5) Total azot miktarında da önemli azalmalar saptanmıştır. Tozlu kil toprağında 0.5 m derinliğe kadar yapılan bilançoda total azotun işlenmemiş alanda % 14, freze ile işlenmiş alanda % 31, pullukla işlenmiş alanda % 22 oranında kayba uğradığı anlaşılmıştır (Tablo 15) (BURSCHEL, P. - EDER, R. - KANTARCI, M. D. - REHFUESS, K. E. 1977). Total azotun, 0.8 m derinlik için yapılan bilançoda, işlenmemiş alanda % 15, freze ile işlenmiş alanda % 30, pullukla işlenmiş alanda % 25 oranında azaldığı bildirilmiştir (Tablo 15, KANTARCI, M. D. - REHFUESS, K. E. 1974). Freze ile işlenmiş olan alanda 0.5 m derinliğe kadar hektardaki azot kaybı 928 kg'dur. Bu miktar azotun toprağa yeniden kazandırılması için hektara yaklaşık 5 ton % 20'lik amonyum sülfat gübresi verilmesi gerekmektedir.

6. Sonuç

Yukarıdan beri çeşitli toprak özelliklerine göre uygulanması önerilen arazi hazırlığı ve toprak işleme yöntemleri ile bu yöntemlerden bazılarının uygulanması sonucunda toprak özelliklerinde meydana gelen değişiklikler göz önüne alındığında, toprak işleme konusunda haklı endişeler ortaya çıkmaktadır. Uzun sürede oluşan, olgunlaşan ve gelişen toprağın bilgisizce ve bilinçsizce işlenmesi çok güç ve çok pahalıya telâfi edilebilecek zararlara yol açmaktadır. Uygulanan bazı işlemlerin toprağın tamamının kazınarak kaybına veya erozyona uğramasına sebep olduğu sık sık görülmektedir. Amacımız ağaçlandırma yapmak ve yapılan ağaçlandırma ile odun ham maddesi üretmek olduğuna göre, ağaçların köklerinin gelişeceği, suyu ve bitki besin maddelerini alacağı, fırtına ve kar baskısına karşı tutunabileceği toprağın özelliklerini bozucu değil, iyileştirici tedbirlerin alınması gerekmektedir. Toprak özelliklerinin bilgisizce yapılan işlemlerle bozulması, büyük ümitlerle odun ham maddesi açığının kapatılması için yapılan yatırımların kaybına veya çok düşük seviyede gelir getirmesine yol açabileceği gibi, üretimin temeli olan toprağın kaybına da yol açabilir. Ashında bugün ormancılığıımızın ulaştığı seviye ve elimizdeki bilgi birikimi ile imkânlar, toprağın özelliklerini iyileştirici işlemler yapabileceğimize olanak vermektedir. Yapılan ve planlanan çalışmaların bu bilgi birikiminden faydalanarak yürütülmesi gerekir.

Tablo 1. Arazi eğimli ve toprak derinliğine göre uygulanması söz konusu olabilecek toprak işlemleri.

Derinlik cm.	Düz ve hafif eğimli arazi < % 16	Orta eğimli arazi % 17 - 32	Dik eğimli arazi % 33 - 48	Çok dik eğimli (sarp) arazi % 49 - 70	Uçurum > % 71
a) Silikat anakayası üstünde oluşmuş topraklar (Şekil 1, 2, 3, 4, 5)					
< 25	Çukur + çapa	Çukur + çapa gerektiğinde sığ teras	Sığ teras (kuru duvar ve eşiklerle takviye)	Mutlak koruma, gerekli yerlerde çit, kuru duvar ve eşik	Mutlak koruma, gerekli yerlerde çit, kuru duvar ve eşik
25 - 50	Pulluk + çapa	Pulluk + çapa veya teras	Teras (kuru duvar ve eşiklerle takviye)	» » »	» » »
50 - 75	Pulluk + çapa	» » »	» » »	Teras, gerekli yerlerde çit, kuru duvar ve eşik	Çit, kuru duvar ve eşik veya bunlarla takviyeli teras
75 - 100	Riper + pulluk + çapa	Teras veya pulluk + çapa	» » »	» » »	» » »
> 100	» » »	» » »	» » »	» » »	» » »
b) Gevsek tortul anamateryaller üstünde oluşmuş topraklar (Şekil 6, 7, 8)					
> 100 (anamateryal dahil)	Riper + pulluk + çapa	Teras veya Riper + pulluk + çapa veya Dozer bıçağı ile teras + riper	Teras (kuru duvar ve eşiklerle takviye)	Teras, kuru duvar, çit ve eşiklerle takviye	Çit, kuru duvar, eşik veya bunlarla takviyeli teras
c) Kireç taşı ve benzeri tabakalı anakayalar üstünde oluşmuş topraklar (Şekil 9, 10, 11, 12, 13, 14)					
< 25	Çukur + çapa	Çukur + çapa ve gerektiğinde sığ teras	Sığ teras (kuru duvar ve eşiklerle takviye)	Mutlak koruma, gerekli yerlerde çit, kuru duvar ve eşik	Mutlak koruma, gerekli yerlerde çit, kuru duvar ve eşik
25 - 50	Pulluk + çapa	Pulluk + çapa veya teras	Teras (kuru duvar ve eşiklerle takviye)	Kuru duvar, eşik ve çitlerle takviyeli teras	Kuru duvar, çit ve eşik veya bunlarla takviyeli teras
50 - 75	Pulluk + çapa	» » »	» » »	» » »	» » »
75 - 100	» » »	» » »	» » »	» » »	» » »
> 100	Riper + pulluk + çapa	Riper + pulluk + çapa	» » »	» » »	» » »

Tablo 2. Ormanın otlak ve tarlaya dönüştürülmesi ve tarla toprağının değişiklikler (Kantarci, M. D. 1974'ten).

Derinlik cm	Hacim ağırlığı İnce toprak+taş g/lt			İnce toprak g/lt		
	Orman	Otlak	Tarla	Orman	Otlak	Tarla
0 - 5	679	1209	1077	663	899	1063
5 - 10	858	1314	1118	847	1110	1063
10 - 15	994	1355	1154	958	905	1100
15 - 20	1039	1409	1133	998	959	989
20 - 25	1154	1412	1286	1099	1410	1040
25 - 30	1196	1332	1372	1106	1218	1072
30 - 35	1158	1352	1348	568	1208	1028
35 - 40	968	1358	1382	488	1204	1062
40 - 45	988	1341	1437	475	1145	1033
45 - 50	955	1389	1403	1141	1133	939
65 - 70	1047	—	—	367	—	—
- Hacim ağırlığı						
kg/m ² /0,5 m	499,5	673,6	635,5	417,5	559,6	519,5
Artış oranı		+ % 35	+ % 27	—	+ % 34	+ % 24
Taş miktarı						
kg/m ² /0,5 m	82,0	114,0	116,1			
Artış oranı	—	+ % 39	+ % 42			

pulluk ile işlenmesi sonucunda bazı toprak özelliklerinde meydana gelen

Kil %			CaCO ₃ g/lt			Organik madde g/lt			Total azot g/lt		
Orman	Otlak	Tarla	Orman	Otlak	Tarla	Orman	Otlak	Tarla	Orman	Otlak	Tarla
30	38	27	14	283	513	80.7	83.1	24.3	3.23	3.31	2.05
35	38	38	53	363	461	73.5	68.5	16.3			
40	38	42	121	359	485	47.1	32.8	24.5			
39	46	38	148	363	457	37.8	30.1	33.3	3.44	2.23	1.25
40	48	39	186	698	500	32.0	61.5	19.1			
—	—	—	—	—	—	—	—	—			
41	42	43	228	660	443	47.3	12.0	20.4	2.43	1.45	0.93
—	—	—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—	—	—	—	—			
27	42	46	116	714	495	11.4	11.5	11.8	0.47	0.79	0.66
19	—	—	54	—	—	1.9	—	—	0.15	—	—

AĞAÇLANDIRMA ALANLARINDA ARAZI HAZIRLIĞI

Tablo 3. Ormanın tarlaya dönüştürüldüğü yamaç arazide toprağın eğlme dik yönde sürülerek işlenmesi sonucunda hacim ağırlığı ve kil miktarındaki değişimler (Kantarci, M. D. 1981'den).

Derinlik cm	Orman altındaki toprak	Yamaç arazide ormandan açılmış tarlalardaki topraklar		
		10 yıllık açma tarla	30 yıllık açma tarla	30 yıllık açma tarla
a) Toprağın hacim ağırlığı g/lt				
0- 5	756	860	995	933
5-10	1007	874	1087	983
10-15	1057	924	1097	1050
15-20	1122	958	1073	1033
20-30	1227	1184	1155	1083
30-40	1385	1343	1382	1303
40-50	1396	1330	1417	1277
İnce toprak (kg/1 m ² ×0.5 m)	598.0	566.5	607.8	566.3
b) Kil miktarı g/lt				
0- 5	298	291	215	218
5-10	421	301	247	239
10-15	458	316	250	260
15-20	504	336	265	268
20-30	584	443	291	305
30-40	708	528	340	382
40-50	613	513	350	381
Kil miktarı (kg/1 m ² ×0.5 m)	274.6	210.7	147.7	156.1
Taşman miktar	—	- 63.9	- 126.9	- 118.5
Kayıp oranı %	—	- % 23	- % 46	- % 43

Tablo 4. Kerfe ve Kefken'de farklı toprak işleme yöntemlerine göre birim hacimdeki ince toprak miktarının değişimi. Değerler 105°C'ta kurutulmuş toprak için verilmiştir (Kantarci, M. D. 1981'den).

a) Derinlik basamaklarına göre toprak miktarının değişimi g/lt.

Derinlik	Baltalık	Bölme	Bölme	Bölme	Bölme	Kefken teras
0-5	820	1155	1035	1006	813	1163
5-20	1067	1251	1263	1028	1077	1384
20-40	1255	1420	1372	1145	1155	1403
40-60	1280	1430	1428	1236	1206	1387
60-80	1285	1406	1391	1156	1223	1411
80-100	1310	1406	1391	1156	1223	1411
100-120	1330					
120-140	1300					

b) 1 m²×1 m (1 m³) hacimdeki ince toprak miktarı (kg/m³ olarak).

	Baltalık	Bölme 5	Bölme 2	Bölme 10 - C	Bölme 10 - F'	Kefken teras
İnce toprak kg/m ³	1227	1378	1357	1148	1164	1390
İşlenmemiş baltalık toprağından fark.						
kg/m ³	—	+151	+130	-84		+163
%	100	+ 12	+ 11	- 5		+ 13

Tablo 5. Kerfe ve Kefken'de farklı toprak işleme yöntemlerine göre toprağın kil oranlarının derinliğe göre değişimi (Kantarci, M. D. 1981'den).

Derinlik cm	Baltalık	Bölme 5	Bölme 2	Bölme 10 - C	Bölme 10 - F'	Kefken teras
0-5	28	50	44	39	26	28
5-20	33	50	47	40	35	33
20-40	48	61	60	47	43	55
40-60	61	58	60	51	44	72
60-80	62	58	64	41	43	74
80-100	66	58	64	41	43	74
100-120	70					
120-140	68					

Tablo 6. Kerpe ve Kefken'de farklı toprak işleme yöntemlerine göre baltalık ve Sahil Çamı ekosistemlerinde birim alandaki bütü örtü miktarları. Değerler 1 m² alanda 65°C'ta kuru madde olarak verilmiştir (Kantarci, M. D. 1981'den).

Ölü örtü

	Baltalık	Bölme 5	Bölme 2	Bölme 10 - C	Bölme 10 - F	Kefken teras
kg/m ²	2.1112	0.0684	0.1230	0.5778	0.4530	1.3456
t/ha	21.112	0.684	1.230	5.778	4.530	13.456
Baltalıktan fark						
t/ha	—	-20.428	-19.882	-15.334	-16.582	-7.656
%	100	- % 97	- % 94	- % 73	- % 79	- % 36

Tablo 7. Kerpe'de Baltalık ve Sahil Çamı ekosistemlerinin topraklarında organik karbon (C_{org}) miktarının farklı toprak işleme yöntemlerine göre değişimi. Değerler 105°C'ta kurutulmuş toprak içindir (Kantarci, M. D. 1981'den).

a) % değerler (g/100 g toprak)

Derinlik cm	Baltalık	Bölme 5	Bölme 2	Bölme 10 - C	Bölme 10 - F
0-5	7.081	1.450	1.832	3.792	6.460
5-20	2.605	1.392	1.156	2.260	3.378
20-40	1.361	0.468	0.638	1.112	1.630
40-60	0.766	0.262	0.506	0.786	0.690
60-80	0.550	0.208	0.318	0.794	0.312
80-100	0.439	0.208	0.318	0.794	0.312
100-120	0.417				
120-140	0.358				

b) 1 m²×1 m (1 m³) hacimdeki C_{org} miktarı.

	Sahil Çamı ekosistemleri				
	Baltalık	Bölme 5	Bölme 2	Bölme 10 - C	Bölme 10 - F
C _{org} kg/m ³	14.830	6.617	8.117	13.256	14.425
C _{org} t/ha	148.30	66.17	81.17	132.56	149.25
İşlenmemiş baltalık toprağından fark					
t/ha	—	-82.13	-67.13	-15.74	-0.95
%	100	- % 55	- % 45	- % 11	- % 0.6

Tablo 8. Kerpe ve Kefken'de Baltalık ve Sahil Çamı ekosistemlerinin topraklarında total azot (N_t) miktarının farklı toprak işleme yöntemlerine göre değişimi. Değerler 105°C'ta kurutulmuş toprak içindir (Kantarci, M. D. 1981'den).

a) % değerler (g/100 g toprak)

Derinlik cm	Baltalık	Sahil Çamı ekosistemleri				Kefken teras
		Bölme 5	Bölme 2	Bölme 10 - C	Bölme 10 - F	
Ölü örtüde	1.3510	0.4179	0.5303	0.5720	1.3548	0.3801
0-5	0.1865	0.0628	0.0768	0.1463	0.2284	0.1238
5-20	0.0876	0.0597	0.0613	0.1583	0.1377	0.0687
20-40	0.0629	0.0520	0.0527	0.0721	0.0587	0.0543
40-60	0.0512	0.0380	0.0365	0.0637	0.0370	0.0417
60-80	0.0436	0.0335	0.0349	0.0482	0.0192	0.0336
80-100	0.0361	0.0335	0.0349	0.0482	0.0192	0.0336
100-120	0.0353					
120-140	0.0333					

b) 1 m²×1 m (1 m³) hacimdeki N_t miktarı.

	Baltalık	Bölme 5	Bölme 2	Bölme 10 - C	Bölme 10 - F	Kefken teras
Ölü örtüde g/m ²	28.3627	0.2729	0.6899	3.4479	6.1173	5.1017
Toprakta g/m ³	708.3012	591.4110	597.0590	860.0994	629.7844	673.1840
TOPLAM g/m ³	736.6639	591.6839	597.7489	863.5473	635.9017	678.2057
t/ha	7.367	5.917	5.977	8.635	6.359	6.783
İşlenmemiş baltalık toprağından fark.						
t/ha	—	-1.450	-1.390	+1.268	-1.008	-0.584
%	100	-% 20	-% 19	+ % 17	-% 14	-% 8

Tablo 9. Farklı toprak işleme yöntemleri uygulanan parsellerde topraktaki kil oranlarının (%) değişimi (Tolay, U. - Hızal, A. - Dönmez, E. 1982'den).

Derinlik cm.	Parsel 1 (Kontrol) Tarak ile temizlik Top. işlemesi yok.			Parsel 2 (T-3) Tarak ile temizlik Diskaro ile çift işlem 30 cm'e kadar.			Parsel 3 (T-2) Tarak ile temizlik. Pulluk ile gradoni 20-40 cm'e kadar.			Parsel 4 (T-3) Tarak ile temizlik. Pabuçlu ripper ile iş- lem 30-60 cm derin- likte.			Parsel 5 (T-4) Tarak ile temizlik. Pabuçlu ripper ile iş- lem 30-60 cm derin- likte Diskaro ile iş- lem 30 cm'e kadar		
	Hazırlık öncesi	Hazırlık sonrası	Toprak işlemesi yok	Hazırlık öncesi	Hazırlık sonrası	Top. işl. sonrası	Hazırlık öncesi	Hazırlık sonrası	Top. işl. sonrası	Hazırlık öncesi	Hazırlık sonrası	Top. işl. sonrası	Hazırlık öncesi	Hazırlık sonrası	Top. işl. sonrası
0-15	33	31	40	29	35	33	38	33	34	30	4	42	32	31	41
15-30	37	40	44	42	45	38	46	39	33	37	46	47	42	56	43
30-45	48	50	49	60	49	40	44	48	37	47	57	52	57	64	47
45-60	52	54	60	53	49	48	45	50	43	56	60	60	56	65	55
60-90	56	58	60	46	52	57	49	54	50	63	61	61	61	67	59

Tablo 10. Toprağın hacim ağırlığının (g/lt) farklı toprak işleme yöntemleri uygulanan parsellerde değişimi (Tolay, U. - Hızal, A. - Dönmez, E. 1982'de verilen değerlerden hesaplanmıştır).

0-15	985	1150	1060	888	1045	973	910	1145	+958	910	1010	970	1003	1080	930
	%100	+%17	+%8	%100	+%18	+%10	%100	+%26	%5	%100	+%11	+%7	%100	+%8	-%7
15-30	1810	1280	1170	1293	1275	1255	1305	1288	1030	1170	1235	1030	1270	1240	1060
	%100	+%8	-%1	%100	-%1	-%3	%100	-%1	-%21	%100	+%6	-%12	%100	-%2	-%17
30-45	1270	1330	1346	1300	1290	1320	1368	1328	1308	1310	1305	1000	1240	1240	1120
	%100	+%5	+%6	%100						%100	-	-%24	%100	-	-%10
45-60	1335	1340	1360	1335	1368	1330	1400	1345	1350	1310	1290	1180	1370	1220	1060
										%100	-	-%10	%001	-	-%23
60-90	1335	1380	1350	1378	1370	1370	1418	1355	1333	1345	1275	1260	1370	1310	1222
										%100	-	-%6	%100	-	-%11

Tablo 11. Toprağın gürzenek hacminin (%) farklı toprak işleme yöntemleri uygulanan parsellerde değişimi
(Tolay, U. - Hızal, A. - Dönmez, E. 1982'den).

Derinlik mc.	Parsel 1 (Kontrol) Tarak ile temizlik Top. işleme yok.			Parsel 2 (T-3) Tarak ile temizlik Diskaro ile çift işlem 30 cm'e kadar.			Parsel 3 (T-2) Tarak ile temizlik Pulluk ile gradoni 20-40 cm'e kadar.			Parsel 4 (T-1) Tarak ile temizlik Pabuçlu ripper ile iş- lem 30-60 cm derin- likte			Parsel 5 (T-4) Tarak ile temizlik Pabuçlu ripper ile iş- lem 30-60 cm derin- likte Diskaro ile iş- lem 30 cm'e kadar		
	Hazırlık öncesi	Hazırlık sonrası	Toprak işleme yok.	Hazırlık öncesi	Hazırlık sonrası	Top. işl. sonrası	Hazırlık öncesi	Hazırlık sonrası	Top. işl. sonrası	Hazırlık öncesi	Hazırlık sonrası	Top. işl. sonrası	Hazırlık öncesi	Hazırlık sonrası	Top. işl. sonrası
0-15	61.4	54.8	58.7	65.0	58.2	61.2	53.0	56.0	63.7	64.4	60.1	62.0	33.2	28.9	35.4
15-30	54.8	51.0	55.4	50.8	50.9	51.8	50.5	51.0	59.3	54.8	53.0	60.7	19.7	18.4	30.1
30-45	51.4	48.3	48.5	50.2	50.3	48.9	48.1	48.8	50.8	49.9	49.7	62.0	14.7	13.0	26.7
45-60	49.3	48.1	54.4	49.0	46.1	48.8	47.3	48.7	48.8	50.2	49.5	54.8	11.1	15.2	24.4
0-906	48.9	46.0	47.9	47.2	46.7	49.7	46.1	45.7	49.7	48.5	51.4	52.3	9.1	8.6	16.4

Tablo 12. Farklı toprak işleme yöntemleri uygulanan parsellerde toprağın su kapasitesinin (max. su kap. %) ve $1m^2$ derinlik için kg/m^3 olarak) değişimi (Tolay, U. - Hızal, A. - Dönmez, E. 1982'de verilen değerlerden hesaplanarak).

a) Su kapasitesi oranları (%)

0-1	42.20	43.45	43.97	51.16	45.34	49.67	49.28	40.46	46.54	48.80	44.13	47.98	43.83	40.54	50.57
15-30	34.3	40.75	37.77	31.16	33.94	34.03	30.18	34.08	41.36	37.55	33.88	33.83	32.51	36.37	43.22
30-45	35.4	31.18	32.75	34.09	32.70	30.24	29.25	30.37	29.63	29.83	31.28	42.24	36.16	35.10	38.73
45-60	34	28.78	31.48	29.46	28.50	31.20	29.15	31.06	29.41	32.70	31.94	37.73	30.58	33.37	39.41
60-90	29.73	27.23	29.74	29.00	26.37	29.14	28.04	31.20	29.95	32.61	27.23	33.79	27.23	35.03	33.1

b) Su kapasitesi değerleri ($kg/1m^2 \times 1m$ toprak hacminde)

328.3	325.2	337.9	334.6	316.2	334.3	319.0	328.8	340.2	353.8	320.8	392.8	323.7	364.2	390.5
%100		+%3				%100		+%7	%100		+%11	%100		+%21

Tablo 13. Farklı toprak işlemlerinin tozlu kil toprağı ve kumlu balçık toprağının ince toprak - hacim ağırlığı üzerindeki etkileri (Rehfuess, K. E. - Kantarcı, M. D. 1977'den).

Derinlik cm	Yaşlı Sarı Çam ormanında g/lt	Top. işlenmemiş ağaçlandırma parselinde g/lt	Top. freze ile işlenmiş ağaçlandırma parselinde g/lt	Top. pulluk ile işlenmiş ağaçlandırma parselinde g/lt
a) Tozlu kil toprağında (engellenmiş drenajlı)				
0-10	1036	927	893	1085
10-20	1260	1109	1117	1105
20-30	1136	1197	1329	1262
30-40	1125	1223	1313	1268
40-50	1120	1245	1326	1399
50-60	1135	1174	1331	1378
70-80	1203	1222	1255	1395
Hacim ağırlığı kg/m ² /0,8 m	801,5	809,7	856,4	889,2
Artış oranı		+ % 1	+ % 7	+ % 11
b) Kumlu balçık toprağında (Serbest drenajlı)				
0-10	1210			1235
10-20	1335			1400
20-30	1350			1553
30-40	1382			1401
40-50	1347			1440
50-60	1360			1406
70-80	1351			1520
Hacim ağırlığı kg/m ² /0,8 m	933,5			977,5
Artış oranı				+ % 5

Tablo 14. Farklı toprak işlemlerinin tozlu kılı ve kumlu balçık toprağının güzeme hacmi ve su kapasitesi üzerindeki etkileri. Bir fikir edinilmesi için toprağın organik madde miktarı da birlikte verilmiştir (Kantaracı, M. D. - Kantaracı, N. 1974'den).

Derinlik cm.	Güzemek hacmi % (cm ³)										Kati madde % (cm ³)										Su hacmi % (cm ³)										Organik madde									
	Yaşlı Sarı Çam ormanında	Toprağı işlenmemiş ağaçlandırma parseli	Toprağın freze edilmiş ağaçlandırma parseli	Toprağı pullukla sürülmüş ağaçlandırma parseli	Yaşlı Sarı Çam ormanında	Toprağı işlenmemiş ağaçlandırma parseli	Toprağı freze edilmiş ağaçlandırma parseli	Toprağı pullukla sürülmüş ağaçlandırma parseli	Yaşlı Sarı Çam ormanında	Toprağı işlenmemiş ağaçlandırma parseli	Toprağı freze edilmiş ağaçlandırma parseli	Toprağı pullukla sürülmüş ağaçlandırma parseli	Yaşlı Sarı Çam ormanında	Toprağı işlenmemiş ağaçlandırma parseli	Toprağı freze edilmiş ağaçlandırma parseli	Toprağı pullukla sürülmüş ağaçlandırma parseli	Yaşlı Sarı Çam ormanında	Toprağı işlenmemiş ağaçlandırma parseli	Toprağı freze edilmiş ağaçlandırma parseli	Toprağı pullukla sürülmüş ağaçlandırma parseli	Yaşlı Sarı Çam ormanında	Toprağı işlenmemiş ağaçlandırma parseli	Toprağı freze edilmiş ağaçlandırma parseli	Toprağı pullukla sürülmüş ağaçlandırma parseli	Yaşlı Sarı Çam ormanında	Toprağı işlenmemiş ağaçlandırma parseli	Toprağı freze edilmiş ağaçlandırma parseli	Toprağı pullukla sürülmüş ağaçlandırma parseli												
0-5	64.1	59.7	64.9	51.9	35.9	40.3	35.1	48.1	19.7	26.5	11.3	19.5	3.67	4.12	4.00	1.99	7.58	30.3	0.91	0.51	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09										
15-20	42.6	45.9	56.0	48.7	57.4	54.1	44.0	51.3	25.4	22.9	13.4	22.6	1.17	1.18	2.24	1.75	7.58	30.3	0.91	0.51	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09										
30-35	13.0			45.6	57.0			54.4	25.4			21.7	0.44	0.45	0.48	0.53	7.58	30.3	0.91	0.51	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09										
45-50	41.5			42.2	58.5			57.8	28.5			26.1	0.44			0.51	7.58	30.3	0.91	0.51	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09										
55-60	40.5			40.7	59.5			59.3	30.2			27.5	0.39			0.44	7.58	30.3	0.91	0.51	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09										
75-80	39.9			38.9	60.1			61.1	34.0			28.3	0.34			0.36	7.58	30.3	0.91	0.51	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09										
b) Kumlu balçık toprağında																																								
—	53.3			48.2	46.7			51.8	3.4			1.1	3.45			1.09	4.65			4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09									
15-20	47.0			47.1	53.0			52.9	4.2			2.3	1.58			1.43	4.65			4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09	4.65	0.09									
OHH örtide kg/m ²																																								
Toprakta org. mad. kg/0.1 m ²																																								

Tablo 15. Farklı toprak işlemlerinin toprağın ölü örtü, organik karbon ve total azot miktarları üzerine etkisi.

	Yaşlı Sarı Çam ormanı	Toprağı işlenmemiş ağaçlandırma parseli	Toprağı freze edilmiş ağaçlandırma parseli	Toprağı pulluk ile işlenmiş ağaçlandırma parseli	
Ölü örtü t/ha	75.82	30.31	9.09	7.43	Rehfuess, K.E. - Kantarcı, M.D. 1977'den
Organik karbon					
Ölü örtüde t/ha/0.5 m	31.7	9.7	3.1	3.0	
Mineral toprakta t/ha/0.5 m	37.0	39.4	44.3	35.2	Burschel, P. - Eder, R. - Kantarcı, M.D. - Rehfuess, K.E. 1977'den
Toplam t/ha/0.5 m	68.7	49.1	47.4	38.2	
Kalan	% 100	% 71	% 69	% 56	
Kayıp oranı	—	— % 29	— % 31	— % 44	
Total azot					
Ölü örtüde kg/ha	897	268	78	67	
Mineral toprakta kg/ha/0.5 m	2138	2328	2029	2307	Burschel, P. - Eder, R. - Kantarcı, M.D. - Rehfuess, K.E. 1977'den
Toplam kg/ha/0.5 m	3035	2596	2107	2374	
Kayıp kg/ha/0.5 m		— 439	— 928	— 661	
Kayıp oranı		— % 14	— % 31	— % 22	
Organik karbon					
t/ha/0.8 m (ölü örtü dahil)	73.870	54.990	54.390	43.270	Kantarcı, M.D. - Rehfuess, K.E. 1974
Kayıp oranı		— % 28	— % 29	— % 49	
Total azot					
kg/ha/0.8 m (ölü örtü dahil)	3780	3230	2930	3300	Kantarcı, M.D. - Rehfuess, K.E. 1974
Kayıp oranı		— % 15	— % 20	— % 25	

KAYNAKLAR

- BURSCHEL, P. - EDER, R. - KANTARCI, M. D. - REHFUESS, K. E., 1977. *Wirklungen verschiedener Bodenbearbeitungsverfahren auf Wachstum, Phytomasseakkumulation und Nährelementvorräte junger Kiefernwaldökosysteme (Pinus sylv. L.)*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 96. Jahrgang Heft 6, (321-338). Verlag Paul Parey - Hamburg und Berlin - Fed. Almanya.
- IRMAK, A., 1954. *Yetiştirme muhitinin bakımı konusunda yeni kimyasal metodlarla çalırların imhası*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri B, cilt IV, sayı 1 (33-45).
- IRMAK, A., 1972. *Toprak İlimi*. İ.Ü. yayın nu. 1268, Orman Fakültesi yayın nu. 121, Taş Matbaası - İstanbul.
- KANTARCI, M. D., 1974. *Trakya'da bir orman köyü çevresinde, ormanın mer'a ve tarlaya dönüştürülmesi ile orman toprağının bazı özelliklerinde meydana gelen değişiklikler*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri A, cilt XXIV, sayı 1 (192-217).
- KANTARCI, M. D. - REHFUES, K. E., 1974. *Die Entwicklung junger Kiefernwald-ökosysteme unter dem Einfluss von Bodenbearbeitung und Düngung auf zwei Standorten in der Oberpfalz. II. Veränderungen der Kohlenstoff- und Stickstoffvorräte im Boden während der Freilage*. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft Band 20(327-338) Göttingen - Fed. Almanya.
- KANTARCI, M. D. - KANTARCI, N., 1975. *Toprak işleminin orman topraklarının gözenek hacmine etkisi üzerine bir araştırma*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri A, cilt XXV, sayı 1 (317-338).
- KANTARCI, M. D., 1980. *Belgrad Ormanı toprak tipleri ve orman yetiştirme ortamı birimlerinin haritalanması esasları üzerine araştırmalar*. İ.Ü. yayın nu. 2636, Orman Fakültesi yayın nu. 275 - İstanbul.
- KANTARCI, M. D., 1981. *Ormanın tahribedildiği yamaçlarda toprak işleminin kil erozyonuna etkisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, seri A, cilt 31, sayı 2 (93-110).
- KANTARCI, M. D., 1981. *Ağaçlandırmalarda toprak işleme usullerinin yetiştirme ortamındaki besin maddeleri ve bitkisel kütle üretimi üzerine etkileri (Bildiri 14 sayfa)*. Türkiye'de hızlı gelişen iürlerle endüstriyel ağaçlandırmalar Simpozyumu 21-26 Eylül 1981 İzmit (Kefken) - Kuru Dağ - Çanakkale (Dardanos).
- REHFUESS, K. E. - KANTARCI, M. D., 1977. *Einfluss von Meliorationsmassnahmen auf die kleinräumliche Variation von Waldbodeneigenschaften*. Zeitschrift Pflanzenernährung und Bodenkunde Band 140, (677-688), Verlag, Chemie, GmbH, D-6940 Weinheim.
- SAATÇIOĞLU, F., 1970. *Suni orman gençleştirilmesi ve ağaçlandırma tekniği*. İ.Ü. yayın nu. 1532, Orman Fakültesi yayın nu. 152 - İstanbul.
- TOLAY, U. - HIZAL, A. - DÖNMEZ, E., 1982. *Çeşitli toprak işleme yöntemlerinin Kerpe Yöresindeki bozuk baltalıklarda ince tekstürlü toprakların fiziksel özellikleri ve ağaçlandırma başarısı üzerine etkileri*. TÜBİTAK-TOAG-358 numaralı araştırma projesi (yayınlanmamış).