

Madencilik Faaliyetleri Sonrası Onarım Çalışmalarında Bitkilendirme Süreci

N. Akpınar

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara

ÖZET: Madencilik faaliyetleri nedeniyle zararlanmış bir alanın geri kazanım sürecinde bitkilendirme çalışmalarının önemi büyüktür. Bitkilendirme sürecinde; biyomühendislik ilkeleri çerçevesinde; öncelikle alanın mevcut özellikleri ve mikro-ekolojik yapısı dikkate alınmalıdır. Uygun bitki türlerinin seçimi ve uygun ekim dikim yöntemlerinin uygulanması, izleme ve bakım onarım çalışmalarında bitkilendirme başarısını artırır. Bu bildiride, madenciliğin neden olduğu çevre sorunları ve onarım ilişkisine, onarımda bitki türü seçim kriterlerine, ekim dikim yöntemlerine ve onarımda kullanılacak bitki türlerine yer verilmiştir.

ABSTRACT: Revegetation phase has a great importance in reclamation process of disturbed land. Existing features and micro-ecological structure of the area should be considered in the frame of bioengineering principles during revegetation process. Selection of suitable plant species, appropriate seeding and planting techniques, auditing and maintenance, improve the quality of revegetation. This paper covers, environmental problems caused by mining activities, selection of plant species criteria, seeding and planting techniques, plants that can be used in reclamation.

1. GİRİŞ

Günümüz modern yaşamına ulaşılmasında madenler ve madenciliğin önemi büyüktür. Geçmişte olduğu gibi bugün de en büyük endüstri kollarından biri madenciliktir. Ancak madenin işletilmesi sırasında izlenen yöntem ne olursa olsun çevre üzerine yapılan bazı olumsuz etkiler kaçınılmazdır. Açık ocak yöntemiyle yapılan madenciliğin yer altı işletmeciliğine göre doğal çevre üzerine daha fazla olumsuz etki yaptığı ve yarattığı olumsuz görsel etkinin de yer altı madenciliğine oranla daha büyük olduğu bilinmektedir. Madencilik faaliyetlerinin çevre üzerine olumsuz etkileri yerel ve bölgesel olabildiği gibi küresel ölçekte de olabilmektedir. Bu etkiler, doğal çevrenin özelliğine, maden ocağının yapısına, uygulanan madencilik tekniğine ve işletmenin yapısına bağlı olarak kısmen farklılıklar gösterebilir. Bununla birlikte madencilik faaliyetinin neden olduğu bu çevresel etkilerin gerçek anlamda tanımlanması, tahmin edilmesi, önlenmesi ya da

azaltılabilmesi faaliyetin planlanması aşamasında çevresel değerlere ve çevresel etkilere ilişkin etkilerin ve planlama çalışmalarının yapılması ile mümkündür.

Bu aşamada; çevre koruma amaçları doğrultusunda doğru ve uygun kararlar verilmesine yönelik bir çalışma olarak ÇED (Çevresel Etki Değerlendirmesi) gündeme gelmektedir. ÇED çalışmalarını ile faaliyet öncesi çevresel envanterlerin oluşturulması, çevresel etkilerin tanımlanması, alınabilecek önlemlerin ortaya konması onarım çalışmalarına büyük katkılar ve yararlar sağlayacaktır. Madencilik sonrası onarımın temelini oluşturan alan kullanım planlama çalışmaları ve buna ilişkin alternatiflerin değerlendirilmesi de başkanı destekleyecektir. Buna göre Madencilik, ÇED ve onarım çalışmaları birbirleriyle bütünleşmesi gereken çalışmalardır.

Madencilik faaliyetleri nedeniyle tahrip edilmiş bir alan çevresel açıdan stabil bir duruma getirmek, temiz bir çevrenin ve doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılması için zorunludur. Ancak, tahrip edilmiş bir alan kendi haline bırakıldığında ekolojik dengesine ulaşması, kendi kendini onarması çok uzun yıllar alabilir. Böyle bir zaman sürecinde bu alanların yeniden doğaya kazandırılması ya da onarılması için insanın yardımına gereksinim vardır. Bu amaçla; madencilik faaliyetleri sonrası onarım, tahrip edilmiş bir alanın verimliliğinin, ekolojik, ekonomik ve estetik değerlerinin yeniden kazandırılmasını hedefleyen çalışmalardır.

Ramani et al (1990) onarımı, madencilik sonrası kullanım için madencilik yapılan alanın hazırlanmasına ilişkin işlemler olarak ifade etmektedir. Ancak, onarım; madencilik tamamlayan, ona ilave bir aşama değil, ilk madencilik planlarıyla başlayan, madencilik faaliyetleri aşamasında devam eden bir dizi aşamalardan oluşur. Buradan da anlaşılmaktadır ki; madencilik faaliyetleri ile kısmen yada tamamen tahrip edilen çevrenin onarılması, yeniden kazanılması, madencilik faaliyetleri başlamadan önce dikkate alınması gereken, madencilik faaliyetleriyle paralel yürütülen ve faaliyet sonrası alana yeni bir kullanım kazandırılmasıyla sonuçlanan çok yönlü ve çok faktörlü, multidisipliner bir çalışmadır.

Bir alanı onarmak için yapılması gerekenleri basit bir çözüm formatında tanımlamak imkansızdır. Bu kapsamda onarım çalışmaları 4 ana basamak halinde ele alınabilir. Bunlar;

1. Madencilik sonrası alan kullanım planlaması
2. Alan kullanım planlaması doğrultusunda yemden düzenleme (kazı, döküm, su rejimi kontrolü, üst örtünün ayrı olarak toplanıp serilmesi vb.)
3. İyileştirme (biyolojik onarım)
4. İzleme ve bakım olarak sıralanabilir (Akpınar vd. 1993)

Alan kullanım planlaması; bir alanın değişik faktörler yönünden irdelenip önerilen kullanımlara uygunluğunun araştırılmasıdır. Her alan için uygun bir kullanım her kullanım için uygun bir alan bulunabileceği ilkesinin çift taraflı işletilip, geliştirilmesine olanak sağlayacak planlamalar dizidir. Bu tip planlama çalışmaları çevre değerlerini koruyarak ya da zararlanmayı minimuma

indirek kaynaklardan optimum düzeyde yararlanması sağlar. Son alan kullanımının amacı ve hedefinin önceden belirlenmemesi onarım çalışmalarının kesilerek yürütülmesine, para ve zamanın boşa harcanmasına ve sonuçta istenmeyen durumlarla karşılaşılmasına neden olabilir.

Yeniden düzenleme; planlamaya uygun olarak kazı döküm yapılması, döküm sahalarının ve şevlerin istenilen eğim ve yükseltide olmasının sağlanması, en üstteki bitkisel toprağın ve hemen altındaki verimli toprağın tekniğine uygun olarak toplanması ve serilmesi, grading, drenaj ve su rejimi kontrolü ve gerekli alt yapının hazırlanması açısından önemlidir.

İyileştirme faaliyetlerine topoğrafik düzenleme tamamlanan alanlarda başlanır. Amaç; tahrip edilmiş alana biyolojik verimliliğin yemden kazandırılmasıdır ve bu süreç, toprağın değerlendirilmesi, iyileştirilmesi, geliştirilmesi ve yeniden bitkilendirme çalışmalarını içerir.

Uygun bir yeniden düzenleme ve iyileştirme çalışmasından sonra arazinin verimli olarak kullanılmasını sağlamak için ek bir sürece ihtiyaç vardır. Bu aşamada izleme, kontrol, bakım ve gelişim planlarına gereksinim duyulur. Su kalitesi, drenaj, şev duyarlılığı, erozyon izlenmesi gereken başlıca faktörlerdir. Kalıcı bitkilendirmeyi takiben ise büyüme izlenir ve kaydedilir. Döküm alanlarında toprağın durumu ve gelişimi ise gerekli denemeler yapılarak gözlemlenir (Akpınar 1994)

2. BİTKİLENDİRME SÜRECİ

Onarım çalışmaları sürecinde, onarımın amacı doğrultusunda ekosistem, bütün ekolojik özellikleriyle uygulama alan ve bitki örtüsü arasında etkileşim sistemidir. Ekosistem içinde uygulama alanı ve bitki örtüsü olmak üzere her iki ana sistem ögesi sürekli olarak birbirlerine bağımlı olup aralarında çok sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Alanın biyotik ve abiyotik faktörleri, bitki örtüsünün gelişmesi ve biçimlenmesini etkilediği gibi aynı şekilde bitki örtüsünden de etkilenmektedir. Bu açıklamaların ışığında onarım sürecinde bitkilendirme; fiziksel, kimyasal ve biyolojik yasalar çerçevesinde ekosistem içerisindeki ögeler arasındaki olumlu ilişkilerin sağlanmasıdır (Köseoğlu ve Özkan 1984)

Onarım sürecinde kullanılan bitkiler ekosistem içerisindeki işlev ve gelişim durumlarına göre 3 grup altında toplanmaktadır.

1. Kriptogam
2. Otsu bitkiler
3. Odunsu bitkiler

Kriptogamlar, yosun ve likenler olup, ilkel bitkilerdir. Bunlar bitkisel süksesyonun ilk aşaması olmakla beraber klimaks toplulukların arasında yaşamını sürdüren türler de bulunmaktadır. Bu bakımdan ekosistemin bir ögesi olarak kriptogamlara onarım çalışmalarında amaçlanan ekosisteme göre belirli bir oranda yer vermek gerekebilir.

Bitkisel süksesyonun ikinci aşamasını genellikle bir ,iki ve çok yıllık gramineae ve diğer familyalara bağlı otsu bitkiler oluşturmaktadır. Bununla birlikte ekstrem koşullara dayanıksız olduklarından onarım çalışmalarında yararlanılan otsu bitkilerin sayısı odunsulara oranla azdır (Köseoğlu ve Özkan 1984).

Odunsu bitkiler ise, onarım süresinde çok yönlü ve çeşitli şekillerde kullanılmaktadır.

Gerek otsu gerekse odunsu olsun bitkilerin onarım açısından işlevleri aşağıda sıralanmıştır (Köse vd. 1993).

1. Toprak üstü kısımları ile yağmur damlalarının enerjilerini absorbe edip, doğrudan toprağa çarpmasını önleyerek toprak yüzeyini korur.
2. Toprak yüzeyinde belirli bir yüksekliğe dek yaptığı örtüleme ile yüzeydeki su ve hava hareketim önleyerek bunların erozif etkilerini azaltır.
3. Toprakaltı kısımlarıyla toprak kütlelerini derinlere kadar tutarak hareketlerini önlemede yardımcı olur.
4. Toprağı gölgeleyip evaporasyonu azaltarak erozyona olan duyarlılığı düşürür.
5. Artıklarıyla toprağın organik madde miktarını ve su tutma kapasitesini artırır.
6. Transpirasyon yoluyla su döngüsüne katkıda bulunur.

Bitkiler ayrıca, iklim ve zaman koşulları ile yıkılma ve parçalanma sorunu ile karşı karşıya değillerdir. Bunun tamamen tersi, zamanla daha duruşan ve daha etkin hale gelirler (Çelem 1988)

2.1. Bitki seçim kriterleri

"Onarım sürecinde kullanılacak bitki materyalinin seçiminde birçok faktörün dikkate alınması gerekir. Bu faktörler başlıca dört grup altında toplanabilir.

1. Ekolojik kriterler: Bitkiler öncelikle getirileceği alanın içinde bulunduğu bölgeye, sonra da alanın mikro-ekolojik özelliklerine uyum göstermelidir. Yıllık sıcaklık dağılımları ile maksimum ve minimum sıcaklıklar, yağış miktarı, toprak ve hava nemi, tuzluluk, kireçlilik, rüzgar, toprak pH'sı, hava, toprak ve su kirliliği gibi kısıtlayıcı özellikler seçimde önemli rol oynar. Bu nedenle önceden saptanmamışsa, literatür ve arazi çalışmaları ile alana uygun bitkilerin listesi çıkarılmalıdır. Seçilen bitkiler birbirleriyle mücadeleye girmeyecek türler olmalıdır.
2. İşlevsel kriterler: Birbirini çeşitli özellikler bakımından tamamlayan bitkiler seçilerek başarı şansı artırılmalıdır. Toprak yüzeyini iyice örten, yoğun dal ve yaprak dokusuna sahip, yüzeydeki su ve toprak hareketlerini önleyen toprak üstü aksanına, derin ve güçlü kök yapısına sahip, rizom ve stolonlarıyla alana yayılabilen bitkiler olmalıdır. Gelişme hızı yavaş , dallan kuşlanmış olmamalıdır.
3. Kültürel kriterler: Seçilen bitki; çalışılacak alanın büyüklüğüne bağlı olarak kolay ve bol miktarda üretilebilmeli, özel cihaz, yapı ve kimyasal maddeler gerektirmemelidir. Gerek üretim yerinde gerekse dikildiği - ekildiği yerde bakım ihtiyaçları minimal düzeyde olmalıdır.
4. Ekonomik kriterler: Bitkilerin, uygulama yapılacak alanda en ekonomik biçimde temini, özel bazı sorunlar dışında temel ilke olarak ahenmelidir. Birbiri yerine kullanılacak bitkilerden en kolay ve ucuz biçimde elde edilebilecek ve ekim- dikimi en ekonomik yolla gerçekleştirilecek, nakliye gideri en düşük, tutma şansı en yüksek bitkiler tercih edilmelidir (Güney 1989)"

Onarım çalışmalarında bitkilendirme sürecinde çeşitli ekim dikim yöntemleri kullanılabilir. Bunların seçiminde mevcut bitkisel materyalin çeşidi, miktarı, uygulama ekipmanı ve işçi mevcudu gibi faktörler rol oynar (Güney 1989)

2.2. Ekim dikim yöntemleri

1. "Ekim Yöntemleri: Otsu ya da odunsu bitki tohumlan çeşitli yöntemlerle alana ekilebilir.
 - a) Odunsu bitkilerin ekimi: Gelişme hızları otsulara göre genellikle daha yavaş olduğundan, ekim sonrası bakım ve malçlama başarı şansını artırır. Ocaklara, adacıklara, sıraya mibzerle ya da elle ekilebilirler
 - b) Otsu bitkilerin ekimi: Elle, mibzerle ya da püskürtme makineleriyle ekilebilirler veya tohum yaygıları şeklinde alana getirilebilirler. Püskürtmeyle ekim sırasında tohum, su, gübre, malç malzemesi ve yapıştırıcılarla karıştırılabilirler. Böylece hem ekim daha kolay ve çabuk, hem de tutma şansı daha fazla olmaktadır. Tohum yaygıları ise iki lifli materyal arasına yerleştirilen tohum karışımlarının adeta yorgan gibi alana serilmesi biçiminde uygulanır. Karışım başarı şansını artırır da alanın çok ince tesviye edilmesinin gerekmesi ve yaygıların telle sıkıştırılması işçilik giderim artırır.

2. Çelik ve Ayırma Dikimi Yöntemleri:

- a) Odunsu bitkilerin ekimi: Odunsu bitkilerin bir kısmında tohumla üretme çok güç olmakta ve bitkilerin işlevlerini yerine getirecek büyüklüğe ulaşmaları oldukça geç gerçekleşmektedir. Bu durumda çelik dikim yöntemi tercih edilmekte ve çalı demeti, örgü çit gibi biçimlendirilerek aynı zamanda yapısal bir eleman gibi kullanılmaktadır. Odunsu çeliklerin uygulanışına atı çok sayıda yöntemler geliştirilmiştir
 - b) Otsu çelik ve ayırmaların dikimi: Özellikle vëgëtatif olarak yayılma yeteneğine sahip bazı bitkiler ana bitkiden ayrılarak veya çelik yapılarak dikilirler.
3. Çim Kesekleri Kullanımı : Uzun kurak periyotlara sahip olmayan bölgelerde derin kök yapmayan çim örtüsünden kesilen parçalar alana batlar, kafes veya satranç vari biçimde uygulandığı gibi, şevlerin önüne

geriye eğimli olarak üstüste yerleştirilerek istinat duvarı gibi de kullanılmaktadır.

4. Topraklı Fidan Kullanımı: Tutma şansı ve gelişme hızının çok yüksek olduğu bu yöntem, fidanlık çalışması gerektirmesi ve ekim yöntemlerine göre daha fazla işçilik gerektirmesi gibi dezavantajlara sahiptir. Plastik, kağıt, sıkıştırılmış torf kapların içine konmuş bitkiler, alana eşyükselti eğrilerine paralel, diyagonal açılarla, baklava biçimi ve kafes biçiminde yerleştirilebilirler.
5. Kombine Yöntemler: Canlı ve cansız materyali kombine ederek her ikisinin avantajlarından yararlanmayı sağlayan yöntemler de mevcuttur. Ayrıca, tohum ekimi, çelik ve fidan dikimini kombine etmek de mümkündür (Güney 1989)."

3. ONARIMDA KULLANILABİLECEK BİTKİ TÜRLERİ:

Birçok bitkiler, ekstrem koşullarda gelişebilmekte ve bu koşullara karşı dayanıklılık gösterebilmektedir. Onarımda bu tür bitkiler öncelik kazanmaktadır.

Tuza dayanıklılık faktörüne odunsu bitkilerden bazılara;

Çok dayanıklı türler: *Ta ma rix* türleri, *Berberis elarvinic*, *Eleagnus angustifolia*

İyi derecede dayanıklı türler: *Lonicera xylosteum*, *Ribes alpinum*, *Rosa rudgsa*, *Lycium halimifolium*, *Pistacia lentiscus*, *Acacia cyanophylla*, *Myrtus communis*, *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Caragana arborescens*, *Fraxinus excelsior*, *Hippopea rhamnoid.es*, *Symphoricarpus albus*, *Ulrnus glabra*

Orta derecede dayanıklı türler: *Acer campestre*, *Almuş glutinosa*, *Salix caprea*, *Ulmus minor*.

Tuza dayanıklılık faktörüne göre otsu bitkilerden bazılara;

İyi derecede dayanıklı türler: *Agropyron littorale*, *Agropyron junceum*, *festuca rubra*, *littoralis*, *Agrostis alba*, *Festuca rubra*, *Carex arenaria*.

Orta derecede dayanıklı türler: *Lotus comiculatus*, *Trifolium dubium*, *Medicago sativa*, *Achillea mitefolium*, *Chrysanthemum leucanthemurn*, *Agropyron repeus*, *Bromus inermis*, *Festuca ovina*,

Hordeum nodosum. (Köseoğlu, Özkan 1984) olarak sıralanabilir.

Kireç isteklerine göre otsu bitkilerden bazıları:

Mutlak kireçli toprak isteyenler: *Agropyron caninum*, *Bromus erectus*, *Bromus inermis*, *Cynodon dactylon*, *Festuca glauca*. *Lotus Siliquosus*, *Lipinus albus*, *Medicago sativa*, *Melilotus albus*, *Poa campestris*, *Trifolium montanum*

Asitli toprak isteyenler: *Agrostis canina*, *Lipinus luleus*, *Poa. trivialis*, *Trifolium alpinum*, *Trifolium medium*, *Trifolium incarnatum* olarak sıralanabilir. (Köseoğlu, Özkan 1984)

Onarım sürecinde:

- a) Bitki besin maddesi açısından oldukça fakir şartlara sahip sert kayalar üzerinde: *Agrostis canina*, *Andrea petrophila*, *Calluna vulgaris*, *Galium saxatile*, *Lycopodium selago*, *Vaccinium myrtillus*
- b) Bitki besin maddesi açısından nispeten zengin asidik kayalar üzerinde: *Agrostis tenuis*, *Alchemelia alpina*, *Rumex acetosa*, *Salix herbacea* ile bitkilendirme yapılabilir (Akpınar 2000).

Verilen bu bitki listelerinin ötesinde, onarım çalışmalarında kullanılacak bitkilerin geniş bir ekolojik yayılma atanma sahip olması da beklenir. Bu bitkilerden Ülkemiz koşullarında onarımda kullanılabilecek bazı önemli türler ise aşağıda verilmiştir.

- a) Ağaçlar: *Acer negundo*, *Acer campestre*, *Ailanthus altissima*, *Alnus incana*, *almış orientalis*, *Betula pendula*, *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Pinus pinea*, *Pinus silvestris*, *Populus nigra*, *Populus tremula*, *Prunus mahaleb*, *Pyrus amygdalis*, *Quercus infectoria*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix alba*, *Salix nigra*, *Salix purpurea*,
- b) Ağaççık ve Çalılar : *Berberil crategina*, *Cistus türleri*, *Colutea arborescens*, *Crataegus türleri*, *Eleagnus angustifolia*, *Euonimus europeus*, *Gladitschia triacanthos*, *Ligustrum vulgare*, *Lonicera xylosteum*, *Maclora pomifera*, *Pyracantha coccinea*, *Quercus türleri*, *Rhus typhina* *Rosa canina*, *Salix purpurea*, *Tamarix türleri*, *Vitex agnuscastus*,
- c) Otsu Bitkiler: *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Tussilago*

farfara, *Melilotus albus*, *Melilotus officinalis*, *Medicago sativa*, *Astragalus türleri*, *Peştuca rubra*, *Lolium perenne*, *Silene türleri*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis alba*, *Cynodon dactylon*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Vicia türleri* (Köseoğlu , Özkan 1984)

4. SONUÇ

Madencilik faaliyetlerinin neden olduğu çevre sorunlarının çözülmesi veya en aza indirilmesi sürecinde ÇED ve Onarım çalışmalarının önemi büyüktür. Tahrip edilmiş alanların geri kazanım sürecinde ise biyolojik İslah ve bitkilendirme önemli bir yer tutmaktadır. Çalışma alanının koşullarına bağlı olarak doğru seçilecek bitki türleri ve doğru bitkilendirme teknikleri ile alanın bitkilendirilmesi ve buna bağlı olarak alanın ekolojik, ekonomik ve estetik değerlerinin yeniden oluşturulması ve geri kazanılması mümkündür. Ancak, zaman, emek, finansal kaynak ve uzmanlık gerektiren bu çalışmaların başarılı olabilmesi için madencilik faaliyetleriyle birlikte başlaması ve paralel yürütülmesi çalışmaların başarısını artıracak, zaman, emek ve kaynaktan tasarruf sağlayacaktır.

5. TEŞEKKÜR: Peyzaj Mimarlığı Meslek Disiplinine Peyzaj Onarımı konusunda yaptıkları çalışmalarla büyük katkılarda bulunan Sn. Prof.Dr. Hayran ÇELEM. Sn. Prof. Dr. Aydın GÜNEY, Sn. Prof.Dr. Mehmet KÖSEOĞLU ve Sn. Prof.Dr. Bülent ÖZKAN'a teşekkür ve saygılarımla.

KAYNAKLAR:

- Akpınar, N, 2000. Taş Ocaklarının Çevresel Etkileri ve Bu Alanların Onarımı. 200071 yıllarda Yaşadığımız çevre ve Peyzaj Mimarlığı Sempozyum Kitabı. Ankara.
- Akpınar, N. 1994. Açık Kömür Ocaklarında ÇED ve Doğa Onarım Çalışmalarının Milas-Sekköy Açık Kömür Ocağı Örneğinde İrdelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Çeleni, H., 1988. Sorunlu Alanlarda Bitkilendirme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınlan No: 1047, Ankara.
- Güney, A.,1989. Peyzaj Onarımında Bitki Kullanımı ve Ege Bölgesinde Kullanılabilecek Bazı

- Bitkiler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Cilt: 26 Sayı:3. izmir.
- Köse, H. F. Şimşir, A.Güney, 1993. *Açık Maden işletmelerinde Rekültivasyon ve Rekreasyon*. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 236.
- Köseoğlu, M. B. Özkan. 1984. *Peyzaj Onarım Tekniği*. Ege Univ. Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Ders Kitabı. Bornova, izmir.
- Schiechtel, H. 1980. *Bioengineering for Land Reclamation and Conservation*. University of Alberta Press.