

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİR MADENCİLİK İÇİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE
3B MODELLEME ÇALIŞMALARININ MADEN KAPATMA VE DOĞAYA
YENİDEN KAZANDIRMA PLANLARINDAKİ ROLÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Açelya KAVCI

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

ARALIK 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİR MADENCİLİK İÇİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE
3B MODELLEME ÇALIŞMALARININ MADEN KAPATMA VE DOĞAYA
YENİDEN KAZANDIRMA PLANLARINDAKİ ROLÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Açelya KAVCI
(501081617)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

ARALIK 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501081617 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Açelya KAVCI**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**SÜRDÜRÜLEBİLİR MADENCİLİK İÇİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE 3B MODELLEME ÇALIŞMALARININ MADEN KAPATMA VE DOĞAYA YENİDEN KAZANDIRMA PLANLARINDAKİ ROLÜ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı: **Prof. Dr. Cengizhan İPBÜKER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Doç. Dr. Turan ERDEN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU
Gebze Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi: **15 Aralık 2014**
Savunma Tarihi: **23 Ocak 2015**

ÖNSÖZ

Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Prof. Dr. Cengizhan İPBÜKER yönetiminde YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

Çalışmalarım sırasında her türlü konuda bana yol gösteren ve yardımcı olan Danışmanım Prof. Dr. Cengizhan İPBÜKER' e teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında hem manevi desteği hem de bilgi ve tecrübesi yanında iş hayatımda madencilik alanında kendimi geliştirmemde ki desteğinden dolayı SRK Danışmanlık ve Müh. A.Ş. Genel Müdürü Sn. Ahmet Oğuz ÖZTÜRK'e, çalışmamı düzenleme konusunda yardımlarından dolayı Nejla CANOLER'e ve çalışmamı bitirmem konusunda beni sürekli motive eden çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, çalışmalarım esnasında maddi ve manevi desteği benden hiçbir zaman esirgemeyen Babam Ahmet İNCE'ye, Annem Hatice İNCE'ye, Eşim Ergun Güher KAVCI ve ailesine de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2014

Açelya KAVCI

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı	4
1.2 Materyal	5
1.3 Yöntem	6
2. GENEL BİLGİLER	9
2.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri	9
2.1.1 Coğrafi bilgi sistemlerinin temel fonksiyonları	10
2.1.1.1 Veri işlemleri.....	10
2.1.1.2 Sorgulamalar	11
2.1.1.3 Analizler	11
2.1.1.4 Verinin sunumu	13
2.2 Türkiye’de Madencilik ve Yasal Mevzuat	13
2.2.1 Madencilikte temel kavram ve tanımlar.....	15
2.2.2 Madencilik faaliyetlerinde iş akış planı ve ruhsatı terk etme.....	16
2.2.3 Maden kapatma ve doğaya yeniden kazandırma yaptırımlarına yönelik...17	
yasal mevzuat	17
3. MADEN İŞLETME METODLARI VE ÇEVRESEL ETKİLERİ.....	19
3.1 Madencilikte İşletme Metotları	19
3.1.1 Yeraltı maden işletmeleri	19
3.1.2 Yerüstü (Açık Ocak) işletmeleri	20
3.2 Madencilğin Çevresel Etkileri	22
4. MADENLERİN KAPATILMASI VE DOĞAYA YENİDEN KAZANDIRMA ÇALIŞMALARI.....	27
5. GÖRÜNÜRLÜK VE 3B MODELLEME	33
5.1 Görsel Etki Değerlendirmesi	33
5.2 Madencilik ve Modelleme Çalışmaları	36
6. UYGULAMA.....	39
6.1 Maden Sahasının Çevresel Etkilerinin CBS ile Analizi	39
6.2 Madenlerin Kapatılması ve Doğaya Yeniden Kazandırma Çalışmaları.....	58
6.3 Görsel Etkinin Değerlendirilmesi ve 3B Modelleme	61
7. SONUÇLAR	67
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ.....	71

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirme
OSİ	: Orman ve Su İşleri Bakanlığı
DKMP	: Doğa Koruma ve Milli Parklar
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
KTB	: Kültür ve Turizm Bakanlığı
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
ÇŞB	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
STK	: Sivil Toplum Kuruluşları
SKKY	: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
WWF	: Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı / World Wildlife Fund

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 5.1: Görsel etkinin önemi	35
Çizelge 6.1: Bölgedeki devlet meteoroloji istasyonları	43
Çizelge 6.2: Çalışma alanı içerisindeki jeoloji birimleri	46
Çizelge 6.3: Çalışma alanı içerisindeki BTG miktarı	50
Çizelge 6.4: Çalışma alanı içerisindeki AKK miktarı	51
Çizelge 6.5: Çalışma alanı içerisindeki erozyon derecesi	52

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Çalışma alanında kullanılan yöntem	6
Şekil 2.1: CBS' nin veri kaynakları	11
Şekil 2.2: Türkiye maden yatakları	14
Şekil 2.3: Madencilikte iş akış planı	17
Şekil 3.1: Yeraltı maden ocakları	19
Şekil 3.2: Açık maden örneği	21
Şekil 3.3: Maden rehabilitasyon örneği	22
Şekil 4.1: Doğa onarım faaliyetinin aşamaları	32
Şekil 5.1: Görünürlük analizi	35
Şekil 5.2: Fotomontaj çalışması ile görsel etkinin azaltılması	36
Şekil 5.3: 2 boyutlu düzlemde açık ocak sahasından alınan bir kesit görüntüsü	37
Şekil 5.4: Aynı açık ocak sahasının 3 boyutlu düzlemde model görüntüsü	37
Şekil 6.1: Yer bulduru haritası	40
Şekil 6.2: Proje sahası yükseklik haritası	41
Şekil 6.3: Yerleşim planı haritası	42
Şekil 6.4: Meteoroloji istasyonları haritası	44
Şekil 6.5: Proje sahası jeoloji haritası	45
Şekil 6.6: İzleme kuyuları lokasyonu	46
Şekil 6.7: Hidroloji haritası	47
Şekil 6.8: Çalışma alanı ve çevresi barajlar haritası	48
Şekil 6.9: Büyük toprak grupları haritası	49
Şekil 6.10: Arazi kullanım kabiliyeti sınıflaması toprak varlığı haritası	50
Şekil 6.11: Proje alanı eğim haritası	51
Şekil 6.12: Erozyon haritası	52
Şekil 6.13: Corine haritası	53
Şekil 6.14: Çalışma alanı çevresi koruma alanı haritası	56
Şekil 6.15: Çalışma alanı mülkiyet durumunu gösterir harita	57
Şekil 6.16: Çalışma sahası genel görünümü	62
Şekil 6.17: Mollakara köyünden görünürlük analizi	63
Şekil 6.18: Oğuloba köyünden görünürlük analizi	63
Şekil 6.19: Mollakara köyünden açık ocak sahasının görüntüsü	64
Şekil 6.20: Mollakara köyünden açık ocak sahasının simülasyon görüntüsü	64
Şekil 6.21: Maden sahasının işletme aşamasındaki model görünümü	65
Şekil 6.22: Maden sahasının 1.-5. Yılları arası model görünümü	65
Şekil 6.23: Terk edilmiş maden sahasının model görünümü	66

SÜRDÜRÜLEBİLİR MADENCİLİK İÇİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE 3B MODELLEME ÇALIŞMALARININ MADEN KAPATMA VE DOĞAYA YENİDEN KAZANDIRMA PLANLARINDAKİ ROLÜ

ÖZET

Madenler, ülkelerin doğal kaynaklarından biridir. Ülkelerin, tüketim miktarlarının artmasıyla birlikte madenlerin işletilmesi de kaçınılmaz olmuştur. Bununla beraber, madenler işletilirken yoğun olarak arazi bozulmalarına ve doğal çevrenin tahrip olmasına neden olmaktadır. Faaliyetlerin yapıldığı alanlarda ve özellikle açık işletme yöntemi ile çalışılan sahalarda, çalışmalar bittikten sonra topoğrafya, jeolojik yapı, su rejimi, iklim ve peyzaj tamamen değişmekte ve bitki örtüsünün de tahrip olmasına neden olmaktadır.

Günümüzde çevre bilincinin artması ve madencilik sektörünün ortaya çıkardığı tahribatın farkındalığının artması amacıyla yapılan bilinçli toplumsal hareketlerle, bu problemlere çeşitli çözüm yolları aranmakta ve tedbirler alınmaktadır.

“Maden Kapatma ve Doğaya Yeniden Kazandırma” çalışmaları ile bozulmuş alanlar onarılmakta, biyolojik üretim potansiyeli ve peyzaj kalitesi artırılabilir. Böylece insan müdahaleleriyle doğal peyzajda oluşabilen hava, su, toprak, gürültü ve görsel kirlilik gibi çevre sorunları ortadan kalkabilmektedir.

Yurt dışında madencilik sonrasında doğa onarımı konusunda teorik ve uygulamaya yönelik çok sayıda çalışma olduğu halde bu konu, ülkemizde nispeten yenidir. Bu nedenle, önümüzdeki yıllarda konu ile ilgili yasal yükümlülüklerin oluşturulması beklenirken, sürdürülebilir madencilik için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), doğanın onarımı üzerine yapılan düzenleme ve yenileme uygulamalarının sonuçlarını önceden gösterebilmesi ve görsel değerlendirme ile tasarım aşamasında ortaya çıkan olumsuz etkilerin minimize edilmesini mümkün kılabilirdiğinden önemi çok büyüktür.

Tabii madencilik faaliyetlerinde işletme sahibi ve bu alanı kullanacak insanlar bilinçlendirilmeli, yasal mevzuatta doğaya yeniden kazandırma ve rehabilitasyon çalışmaları da yasal düzenlemede gerekli yerini almalıdır.

Bu çalışmada, peyzajın onarımına konu olan açık ocak sahasının irdelenmesi, sağlanan teknik ve ekonomik güç ile gerekli onarım çalışmalarının modelleme ile ön planlamasının mutlaka yapılmasına dikkat çekilmiştir. Açık ocak madenciliği ile bozulmuş arazi yüzeyi ve peyzajın görsel etkisi irdelenerek, doğa onarımı ve yenileme çalışmaları örneklenmiştir. Bunun içinde, maden bölgesine ilişkin 2 boyutlu (2B) veriler CBS ile entegre çalışarak sayısal ortama aktarılması ile verilerin saklanması, görüntülenmesi ve analiz edilmesini sağlamış ve yine CBS ile yükseklik ve diğer benzeri öznitelik bilgilerinin kontrolü ile 3 boyuta (3B) modellemesi yapılmıştır.

THE ROLE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND 3D MODELLING STUDIES IN MINE CLOSURE AND REHABILITATION PLANS FOR THE SUSTAINABLE MINING

SUMMARY

Mines are one of the most important naturel sources of the countries. The rised energy needs, make imperative the operation of mineral sources. However; this situation causes damaged terrains and damaged nature.

The mining goes into two main division as open pit mining and underground mining. For the open pit mining, the mines must locate near to the ground surface level and for the underground mining, the mines can be located deep levels from the ground surface level. Open pit mining affects environment more than underground mining because, operation wastes can affect nature through large surface areas and the wastes can be moved easily by rains, winds and surface water. Also, when the mining works are completed, the topography, geological structure, water regime, climate and landscape change completely and open pit mining causes plant cover to be damaged.

The terrains must be saved and rehabilitated for beneficial usage of the society after the mining operations completed. In the direction of these works, those landscapes must be reutilized. Thus, the mining terrains located on large surfaces can be used for social purposes. Those terrains can be greened and social facilities can be established on those areas. Also the underground mines can be used as carbon dioxide storage. That helps the decreasing of carbon dioxide and green house gas emission to the atmosphere.

Nowadays, on the purpose of increasing environmental awareness, solutions are researched to those environmental problems and taken steps. Damaged lands are renovated by the works of “Mine Closure and Rehabilitation Plans for the Sustainable Mining”. The potential of biological environment and landscaping quality is increased. Thus the pollution of atmosphere, water, soil, noise and visual created by the human can be removed.

Although the foreign contries have many theoretical and applicable-oriented works about nature rehabilitation after the mining operations, that subject is relatively newer in Turkey. So, It is expected that, legal obligations will be made about this issue.

Geographic Information System (GIS) is very important item for all of these works because this process makes possible to indicate the effects and results of rehabilitation works previously during the design. And that minimizes negative affects will occur probably.

To provide this, the employer and the people who will use those terrains for mining must be raised awareness. Also the rehabilitation and renovation for mining areas must appear in scope of legal reforms. Under favour of all of these regulations and agreements which are in accordance with environmental impact assessments, mining works can be completed. However, for the sustainability of environmental and to ensure the continuity of the mining industry, it is essential to take part in the work of all mining and in the basic activities of mining for mine closure and nature rehabilitation plan. The financial arrangements in scope of the legal reforms and which have not been completed yet is one of the most important main deficiencies.

The integrity of the landscape policy was adopted by the all establishments as is due about «European Landscape Convention» which was signed in 27.7.2003 by our country and published in the Official Gazette numbered 25181. The creation of legal obligations relating to the subject is expected in the coming years.

Reclamation process must be completed in a good planning because the reclamation of mining areas is expensive, time consuming. And that process does not offer chance to correct the mistakes and causes negative impacts on the environment. By the good planning and proper methodology, those negative impacts can be minimized so that is an obligation for reclamation process.

In this thesis study, the open pit area which is subject to landscape maintenance is emphasised and the attention is drawn to the modelling work in pre-planning for the necessary repair works with the technical and economic power to be provided.

Two methods are followed in this work. The first method is to create an inventory. That is provided by mostly office and land works. And the creating of an inventory consists of researching global standards and improvements, gathering main information and theories, translating foreign literatures, researching and evaluation of application methods, collecting information about existing conditions of the mining area and taking photographs of the site.

The second method consists of evaluation of information, analysis and maps collected by office and site works. The damages after the completed mining works are presented, existing environment of the site is examined by the geographic information systems, modelling works are completed. And the previous situations and following situations are compared. As a result of all these works, rehabilitation and renovation work methods for sustainable mining can be determined.

These methods have identified for reparation of the environment based on partially or repaired completely destroyed in mining operations. Multifaceted and multidisciplinary research has been conducted for carried out together mining activity and that results in the new use to the area after mining activity. Land Use Planning, reconstruction, improvement, monitoring and maintenance operations are the basic steps to be followed in the nature rehabilitation that finished operations in the field.

The visual effect of landscaping and damaged terrains by the open pit mining works are examined and renovation of nature is illustrated. Also repairing of environment and renewing works are illustrated in this dissertation. For this, 2D datas which are belong to the mining area are integrated with GIS and those datas are visualised and analysed. Also in this study, elevation and other attributes are checked and modelled as 3D.

By the increasing population and providing needed raw materials from the mines, damaged lands are increased and the natural balance is getting problem. And damaged waste lands are being legated to the next generation.

In the great numbers of countries in the world, the renovation of the site damaged after the mining works is important for the sustainable mining and also the legal reforms and practices are important.

In conclusion, by the geographical information system support and modelling works, the results of the application of renovation and arrangements works focusing on the repair of the nature can be monitored in advance. So it is possible to minimize the negative impacts occurred during the visual evaluation and design.

1. GİRİŞ

İnsan ve toplum yaşamının en önemli parçalarından biri olan doğal kaynaklar, ülkelerin sosyo-ekonomik kalkınmaları için gereken hammadde ve enerjiyi sağlamaktadır. Güneş ve rüzgar gibi yenilebilir doğal kaynakların dışında üretim ve tüketimde kullanılan yenilemez doğal kaynakların büyük bölümü toprak ve taştan elde edilmektedir.

Ekonomiye gereken bu hammaddenin sağlanması ve endüstri devrimi ile birlikte hızla artan nüfusun taleplerinin karşılanması için yenilenemez doğal kaynakların işlenmesi madencilik sektörüne hızla bir hareket kazandırmıştır. İşte bu hareketlilik ile de seçilen ocak ve işletme yeri, seçilen alanın yakın ve uzak çevresine, işletme sırasında ve sonrasında çevresel, ekolojik, ekonomik ve estetik yönden etkiler bırakmaktadır.

Bu etkileri,

- Sahanın morfolojisinde radikal değişikliklere yol açması,
- Çıkarma işlemi sonrası jeolojik tabakalardan faydalanma kütle kaybına yol açtığından, topoğrafik rölyef ve doğal toprak profilinin bozulması,
- Oluşan çukurlarda büyük ölçekli su birikintilerinin oluşması,
- Yüzey suyu drenajı ve taban suyuna etkisi ve
- Terk edilen maden sahalarının çevre üzerinde olumsuz bir görsel etki bırakması olarak sıralayabiliriz.

Bu etkilerle bağlantılı olarak, toplumun refah kalitesini artırmak için devletin gerekli mali gücü sağlamasında önemli yeri olan madencilik çalışmaları ile halkın daha çok doğa güzelliği ve sosyal yaşam alanı yaratma istekleri uyuşmamaktadır. İşte tam bu noktada çatışma kaçınılmazdır.

Madenin işletilmesine başlanmadan önce, coğrafi bilgi sistemleri ile ayrıntılı bir çevresel etki değerlendirme çalışması ve sonrasında yine arazinin topoğrafyasına uygun bir modelleme çalışması ile doğaya yeniden kazanım planları bu etkileri en aza indirmek için tasarlanan çıkış noktalarıdır.

Doğaya yeniden kazanım planlarında CBS ve modellemenin diğer faydaları olarak da, projeye ait revizyonların anında görselleştirilebildiği, üretim başlamadan önce tasarım aşamasında olası hatalar azaltılabildiği, projeyle eş zamanlı yürütülen sosyal çalışmalar kapsamında görsel sunumlarla halkın tepkisinin ölçülebildiği, işletme sonrası çevre düzenlemesi aşamasında karar vericiliği kolaylaştırabildiği ve en önemlisi modelleme çalışmaları ile zaman ve maliyeti düşürücü sonuçlar elde edilebildiği söylenebilir.

Çalışma alanını belli bir süreliğine kullanan ve geçici bir faaliyet olan madencilik, bu süre zarfında verdiği etkilerle kamuoyunda tepkiler yaratmaktadır. Sürdürülebilir madencilik için, hem bu tepkilerin hem de çevresel etkilerin en aza indirilmesi için Türkiye’de dahil diğer ülkelerde de yasal düzenlemeler, uygulama kılavuzları ve bilim ve teknolojiye dayanarak yapılan modellenme çalışmaları, madencilik sektörünün önemli bir gündem maddesi haline gelmiştir.

Konunun akıcılığı açısından çalışmanın kendisi ile doğrudan ilgili üç adet literatür özetini burada kısaca bahsetmek isterim.

Yaşam Ulusoy 2006 yılında yaptığı çalışmada Şile-Avcıkoru mevkiinde açık maden ocaklarının rehabilitasyonu ve doğaya bu alanların doğaya yeniden kazandırılmasını çeşitli parametrelerle irdelleyerek entegre bir yaklaşımda bulunmuştur.

”Açık Maden Ocaklarının Rehabilitasyonu ve Doğaya Yeniden Kazandırılmasının Şile-Avcıkoru Örneğinde İncelenmesi” adlı çalışmada Şile-Avcıkoru örneğinde üretimi bitmiş açık maden ocaklarında faaliyet sonrası oluşan bozulmalar ortaya konmuş, bunların rehabilitasyonu ve alanın doğaya kazandırılmasında izlenecek yöntemler belirlemiştir. Çalışmaya göre, maden alanının doğa onarımı ve rehabilitasyonu için ilk aşamada potansiyel problemler saptanır, sonra problemler madencilik faaliyetlerinden doğan ya da örtü tabakasının özelliğinden doğan problemler olarak iki başlık altında ele alınır. Sonrasında probleme bağlı olarak madencilik işlemlerinde ya da örtü tabakasının kaldırılmasında kullanılan teknikte değişiklik yapılması veya sınırlayıcı özelliklerin iyileştirilmesi şeklinde alınan yöntemlerin izlemesi ve bakımı olarak sonlandırılır.

Ferhan Şimşir, Çağatay Pamukçu, M. Kemal Özfirat 2007 yılında yaptıkları çalışmada, açık ocak madenciliği sonrasındaki doğa onarımı çalışmalarında

kullanılan tanım, terim ve sözcüklere açıklık getirmiş, ortak bir terminoloji oluşturmaya yardımcı olmuşlardır.

”Madencilikte Rekültivasyon ve Doğa Onarımı” adlı çalışmada rekültivasyon, rehabilitasyon, revejetasyon gibi kullanılan tanım, terim ve sözcüklere açıklık getirdikten sonra rekültivasyonun günümüz madenciliğinde ki gerekliliği üzerinde durmuşlardır. Çalışmaya göre, rekültivasyonun ülkemizdeki ele alınış tarzına getirilecek tartışmalara iki ayrı açıdan bakılması gerekmektedir. İlk bakış aşısı, ilk kez ruhsat ile işletme izni alınacak sahalar için yapılacak başvurularda Maden Mühendisleri Odası’nın da onayı alınmalı ve ruhsat talebi esnasında başvuru belgeleri ile birlikte üretim ve rekültivasyon planlarını da içeren bir işletme projesi iletilmelidir. Bu şekilde rekültivasyon üretim ile birlikte eş zamanlı olarak yürümeli ve çevreye verilen zararlar ile görsel kirlilik kısa sürede ortadan kaldırılmalıdır. İkinci bakış açısı ise ülkemizdeki mevcut maden ve taş ocakları içindir. Bu terk edilmiş veya hala işletilmekte olan ocaklar için ise, rekültivasyon, işletmeci şirkete kanunlarla getirilecek bazı yeniliklerle özendirilmeli ve beraberinde zorunlu hale getirilmelidir.

Son olarak, Zülfü Boza 2008 yılında yaptığı çalışmada Çeşme, Germiyan maden sahasında maden sahasının tasarımında Coğrafi Bilgi Sistemini kullanmıştır.

”Açık Maden Ocaklarının Doğal Formunun Orjinal Tesviye Eğrilerine Uygun Olarak Tasarlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerini Kullanma Olanakları (Çeşme Germiyan Örneği” adlı çalışmada açık maden ocaklarının ıslahı konusunda, özellikle maden çıkarılan sahanın orijinal tesviye eğrisine uygun bir şekilde restore edilmesi konusunda, Coğrafi Bilgi Sistemi kullanmanın sağladığı fayda ve kolaylıklar üzerinde durmuştur. Çalışmaya göre, maden sahalarının ıslahı masraflı, zaman alıcı, çoğu kez hataları düzeltme imkanı olmayan ve çevre üzerinde ciddi olumsuz etkileri olan bir işlemdir. Bununla birlikte ıslah işlemleri iyi bir planlama ile yapıldığında, söz konusu olumsuz etkileri asgari düzeye indirmek mümkün olmaktadır. Bu nedenle uygun bir metodoloji geliştirerek planlamanın yapılması her zaman için bir zorunluluktur. Halihazırda geçerli olan ilgili yönetmelikler çoğu durumda maden çıkarılan sahaların ıslahını, esas olarak arazinin doğal formunun geri kazandırılması olarak görmekle birlikte, doğal formu oluşturmak amacıyla yapılan geri dolgu; zaman alıcı, geriye dönüşü zor ve pahalı bir çalışmadır. Ancak etkili programlara

sahip modern bilgisayar uygulamaları bu konuda kolaylıklar ve avantajlar sağlamaktadır.

1.1 Çalışmanın Amacı

Ülkemizin yenilenemez doğal kaynakları arasında bulunan hammadde ve enerji üretiminin büyük payına sahip olan madencilik, cevher çıkarılma aşamasında çevre ile uyumlu yöntem ve materyalin kullanılmayışı nedeniyle hem peyzaj yapısında hem de toplum arasında olumsuz etkiler bırakmaktadır.

Faaliyet sonrası maden sahalarından meydana gelen, verimsiz ve aynı zamanda kötü bir görünüm sergileyen alanların çeşitli kullanımlara olanak tanınması için yeniden düzenlenerek doğaya yeniden kazandırılması en önemli konuların başında gelmektedir.

Dünyada birçok ülkede yasal düzenlemeler ve uygulamalar ile madencilik faaliyetleri ile bozulan bu arazinin, faaliyet sonrası doğaya yeniden kazanılması, sürdürülebilir madencilik için önem teşkil etmektedir. Türkiye’de madencilik faaliyetleri Çevre Kanunu ve bu kanuna istinaden çıkarılmış diğer yönetmeliklere uygun olarak gerçekleştirilmektedir. Fakat halen daha peyzaj bütünlüğünün korunması ile ilgili yasal bir yükümlülük zorunlu hale gelmemiştir, önümüzdeki yıllarda ise beklenmektedir.

Araziyi birçok yönden etkilemekte olan madencilik faaliyetlerinde biryandan ülkenin kalkınması için yarar sağlanmakta diğer yandan halkın daha çok doğa güzelliği ve sosyal yaşam alanı yaratma istekleri uyuşmamaktadır. İşte tam bu noktada çatışma kaçınılmazdır.

Bu çalışmada, coğrafi bilgi sistemleri desteği ve modelleme çalışmaları ile en azından doğal peyzajda oluşan bozulmalar ortaya konmuş, bu bozulmaların onarımı üzerine yapılan düzenleme ve yenileme uygulamaları sonuçlarının önceden izlenebilmesinin ve görsel değerlendirme ile tasarım aşamasında ortaya çıkan olumsuz etkilerin minimize edilmesinin mümkün olduğunun ortaya konması amaçlanmıştır.

Böylelikle, yerel halkın faaliyet sırasında görüşü alınmakta, halkın katılımı toplantısında sahanın işletme sırası ve sonrası durumu model planda gösterilmekte olup, hem işletme sahibi yöre halkının tepkisini azaltmakta, hem kapama planlarında

modelleme ile ön fizibilite çalışması yaparak maliyeti düşürücü önlemler alınmakta hem de en önemlisi alternatif doğaya yeniden kazandırma planları ile arazi yüzeyi eski formunu tekrar kazanabilmektedir.

1.2 Materyal

Materyal olarak ulusal ve uluslararası kitap, makale, bazı yerel ve uluslararası Sivil Toplum Kuruluşları (STK) ile lisansüstü tez çalışmaları, araştırmalar, OSİ, DKMP, OGM, KTB, DSİ, ÇŞB, WWF verileri, plan ve raporları değerlendirilmiştir.

Yukarıda ismi geçen kurum ve organizasyonlara ait kaynaklar aşağıda yer almaktadır.

- **Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİ), Doğa Koruma ve Milli Parklar (DKMP)**
 - Koruma Alanları
 - Sulak Alanlar
- **Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı**
 - Ağrı İl Toprak Arazi Varlığı
- **Kültür ve Turizm Bakanlığı (KTB)**
 - Turizm Alanları
 - Doğal ve Kültürel Sit Alanları
- **Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ)**
 - Barajlar ve Göletler (Mevcut ve Planlama)
- **Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB)**
 - Ardahan-Kars-Iğdır-Ağrı Planlama Bölgesi Çevre Düzeni Planı
- **Türkiye Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF)**
 - Önemli Kuş, Bitki ve Doğa Alanları (2005)

Ayrıca çalışma için gerekli yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü, 1/25.000 lik topoğrafik harita, eş yükselti eğrileri ve maden sahası ve ünite çizimleri temin edilmiştir. Arazi çalışmaları neticesinde ise sahanın mevcut durumu, belirlenen

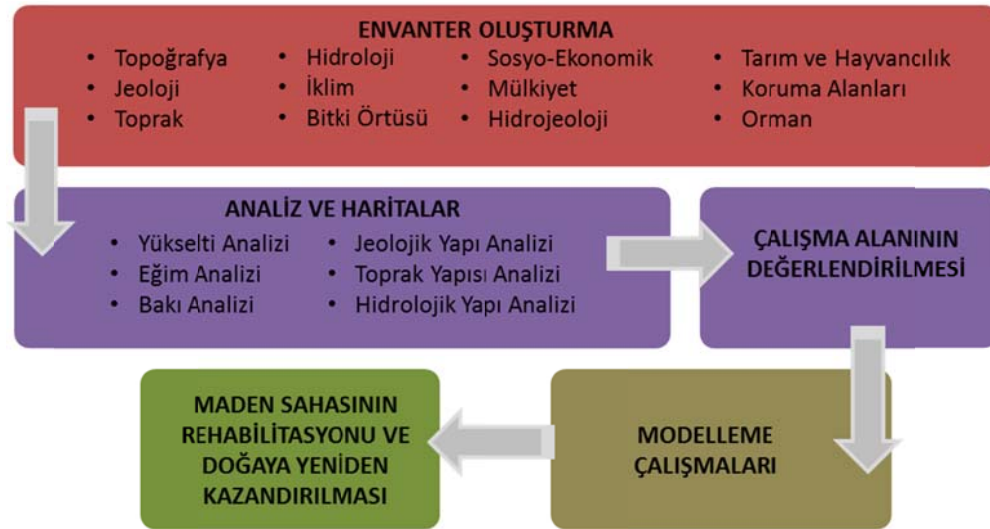
hassas noktalardan (yol, yerleşim, vb.) fotoğraflar çekilerek peyzajın tespiti yapılmıştır.

Elde edilen tüm coğrafi bilgiler gerekli düzenlemeler ve sayısallaştırmalar yapılarak bir CBS veri tabanı içerisinde toplanmıştır. Verinin analiz, sorgulama ve haritalama işlemleri için ArcGIS 10.1 programının ArcMap aracı kullanılmıştır.

Modelleme çalışmalarında Sketchup 8 programı kullanılmış olup, faaliyet sonrası durumu gösterir haritalar için Photoshop CS6 programından yararlanılmıştır.

1.3 Yöntem

Çalışma kapsamında iki yöntem izlenmiştir. Bu yöntemler Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1: Çalışma alanında kullanılan yöntem

Birinci yöntem, envanter oluşturma aşamasıdır, daha çok ofis ve arazi çalışmalarına dayanmaktadır, evrensel kabul ve standartların araştırılması, temel bilgi ve teorilerin toplanması, literatür tarama, yabancı kaynakların tercümesi, uygulama yöntemleri araştırılarak değerlendirilmesi ve alanın mevcut durumu hakkında bilgi toplanması için belli dönemlerde çalışma alanına ait fotoğraf çekiminden oluşmaktadır.

İkinci yöntem ise, ofis ve arazi çalışmaları ile toplanan veriler üzerinden yapılan analiz, harita, değerlendirme aşamasından oluşmaktadır. Üretimi tamamlanmış maden sahasının, faaliyet sonrası oluşan bozulmaları ortaya konmuş, coğrafi bilgi sistemleri ile mevcut çevresi irdelenmiş, modelleme çalışmaları yapılmış, öncesi ve

sonrası durum karşılaştırılarak, sürdürülebilir madencilik için rehabilitasyon ve doğaya yeniden kazandırma yöntemleri belirlenmiştir.

Coğrafi bilgi sistemleri ile mevcut çevrenin analizinde;

- **Meteorolojik ve İklimsel Yapı:** Basınç, sıcaklık, ortalama yağış, buharlaşma ve rüzgar
- **Jeolojik Yapı:** Bölge jeolojisi, çalışma alanı jeolojisi, depremsellik ile madenler
- **Hidrojeolojik Yapı:** Sahanın genel karakteri, yeraltı suyu seviyesi, yeraltı sularından faydalanma durumu
- **Hidrolojik Yapı:** Yüzey Suyu potansiyeli, çalışma alanının göl, baraj, gölet, akarsu ve diğer sulak alanlara göre konumu
- **Toprak Yapısı:** Arazi kullanım kabiliyet sınıflaması, şimdiki arazi kullanımı, büyük toprak grupları ve sahanın erozyon açısından durumu
- **Tarım ve Hayvancılık:** Tarımsal gelişim proje alanları, sulu ve kuru tarım arazilerin büyüklüğü, hayvancılık ve beslenme alanları
- **Flora-Fauna:** Çalışma alanının genel özellikleri, flora, karasal fauna ve sucul canlılar
- **Koruma Alanları:** Korunan ve hassas alanların belirlenmesi çalışmaları, çalışma alanının etrafında 30 km'lik bir yarıçap içerisinde incelenmesi
- **Orman Alanları:** Ağaç türleri, miktarları veya kapladığı alan büyüklükleri, ormanın teknik özellikleri, maden sahasının bulunduğu alanın işlendiği meşcere haritası, saha döküm tablosu ve sahanın yangın görüp görmediği
- **Mülkiyet:** Kadastro paftalarının sayısallaştırılması sonucu elde edilen kadastral durum
- **Sosyo-Ekonomik ve Çevresel Yapı:** Ekonomik özellikler, nüfus, gelir, işsizlik, sağlık ve yöredeki sosyal altyapı hizmetleri ile ulaşım, enerji kaynaklarına yakınlık başlıkları irdelenmiştir.

Planlama alanının tanımlanmasını sağlayan, risk ve tehditleri ortaya koyan bu analizler sonucu oluşturulan haritalar yardımıyla değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri

Bilgi sözcüğü, sözlük anlamıyla; bir iş veya konu hakkında bilinen şey olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte yine bilgi, insan aklının erişebileceği olgu, gerçek ve ilkelerin tümü olarak da ifade edilmektedir. Bilgi kavram, bilgi teorisi çerçevesinde objektif gerçeğin belli bir kısmına ilişkin ifadeler şeklinde de tanımlanabilmektedir [1].

Bir başka ifadeyle bilgi; idari, hukuki, sosyal, bilimsel, teknik, ekonomik, endüstriyel, ticari, dini ve benzeri diğer konularda araştırma yapmak, politika üretmek ve günlük olaylara yön vermek için üretilmesi gereken bir ihtiyaç olup, öğrenme, araştırma ve gözlem sonucu ortaya çıkmaktadır.

Sistem, birbiriyle etkileşen veya ilişkili olan, bir bütün oluşturan cisim veya varlıkların ki bunlar soyut veya somut olabilirler, bileşkesidir. Bu anlamda sistem birbiriyle madde, enerji veya bilgi alışverişinde bulunan elemanlar veya parçaları anlamına gelebilir. Bu durumda bu elemanlarını ve onların eylemlerini kapsayan matematiksel veya mantıksal bir model oluşturulabilir. Veya bir sonuç elde etmeye yarayan yöntemler düzeni olarak da tanımlanabilir [2].

Mevcut veri ve bilgilerin etkili olarak kullanılabilmesi için, bir sistem içerisinde işlenip değerlendirilmeleri gerekmektedir. Veri ve bilgilerin etkili olarak kullanılmasını sağlayan bu sistemler, bilgi sistemleri olarak adlandırılmaktadırlar [3].

Coğrafi Bilgi Sistemi; coğrafi nesnelere ait grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, analizi ve gösterimine yönelik özel bilgi sistemleridir. Burada söz edilen coğrafi nesneler, belli bir konumu ve biçimi olan somut veya soyut nesnelerdir. CBS, çok sayıda konuma bağlı verinin ve bu verilere ait özniteliklerin toplanması, yönetimi ve analizini olası kılacak şekilde düzenlenmiş bilgisayar donanımı ve yazılımına ilişkin bir bilgi sistemidir. Veriyi coğrafi analizlerle bilgiye dönüştüren üretken bir yapıdır [4].

CBS' yi oluşturan bileşenler ise beş ana unsurdan meydana gelmektedir. Bunlar, donanım, yazılım, veri, insanlar ve metodlardır.

2.1.1 Coğrafi bilgi sistemlerinin temel fonksiyonları

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde amaç coğrafi bilginin; üretimini, yönetimini, analiz ve network üzerindeki dağıtık veri tabanlarından coğrafi verileri tüm insanların paylaşabileceği profesyonel bir bilgi sistemi teknolojisi sunmaktır [7].

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde veri toplamadan veri üretmeye, veri depolamadan görüntülemeye kadar birçok fonksiyon vardır. Ancak CBS fonksiyonlarını genel başlıklar altında toplamak gerekirse;

- a) Veri işlemleri
- b) Sorgulamalar
- c) Analizler
 - Mekansal Analizler
 - Senaryo Analizleri
- d) Verinin Sunumu olarak inceleyebiliriz.

2.1.1.1 Veri işlemleri

Coğrafi Bilgi Sistemi ile veri işleme tekniklerini verinin toplaması ve üretimi ve de verinin depolaması olarak ayırabiliriz.

Veri toplama ve üretimi (x, y) koordinatlarına bağlı verilerin sisteme aktarılmasındaki farklı uygulama yöntemleridir. Bu yöntemler uygulanırken bazı altlık haritalar ve farklı kaynaklar mevcuttur. Şekil 2.1 de gösterilen bu kaynakları; farklı ölçeklerdeki haritalar (topoğrafya, imar planı, fiziki, siyasi haritalar, vb.), uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve yersel ölçüm ile elde edilmiş haritalar olarak tanımlayabiliriz. Hatta teknolojinin gelişmesiyle birlikte cep telefonu ya da fotoğraf makinesi ile elde edilmiş fotoğraf bile veri kaynağı olarak teşkil edilebilir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde ilgili veri kaynakları temin edildikten sonra gerek ekran üzerinden otomatik olarak gerek elle (manuel) veri üretmek mümkündür.

olmaktadır. Konumsal analiz işlemlerinde, mevcut girdilerden yararlanılarak, yeni bilgi kümeleri üretilir. Analizleri aşağıdaki başlıklarda toplayabiliriz:

Mekânsal analizler

CBS’de konumsal ve konumsal olmayan analizler yapmak mümkün olsa da sistemin en güçlü yanı konumsal analiz yapma özelliğidir. Konumsal analizler tek bir katman kullanılarak yapılabileceği gibi iki ya da daha çok katman kullanılarak da elde edilebilir. Başlıca konumsal analizler şunlardır:

- Temel konumsal analizler
- Ağ Analizleri
- Geometrik ve istatistiksel işlemler
- Sayısal arazi/yükseklik modelleri (SYM)

Temel konumsal analizle; tek bir katman kullanılarak yapılan analizlerden en sık kullanılanıdır. İçerinde, birleştirme (merge), ayırma, yakınlık analizleri ve interpolasyon teknikleri mevcuttur. Birleştirme işlemi herhangi bir katmandaki alanların ortak öznitelik özelliklerine göre birleştirilerek yeni bir katman oluşturulmasıdır. Yakınlık Analizi, herhangi bir coğrafi objenin başka bir objeye uzaklığının analizi ile oluşturulur. En yaygın yakınlık analizlerinden biri tampon analizidir. Seçilmiş bir coğrafi objenin etrafına (nokta, çizgi ya da alan) verilen mesafede tanımlanmış bir tampon alan oluşturulmasından ibarettir.

Ağ Analizleri; birbirine bağlı çizgisel coğrafi objelerin oluşturduğu şebekelerden karar verme sürecini destekleyecek analizlerin yapılmasını içerir. Ağların oluşması için çizgilerin düşüm noktaları ile birleştirilmesi gerekmektedir. Ağ analizleri genellikle en uygun güzergah seçimi için kullanılır. Bu güzergah en kısa mesafeli yol olabileceği gibi, başlangıç noktasından bitiş noktasına gidişte aranan niteliklere ve var olan engellere bağlı olarak en kısa sürede olabilir.

Geometrik ve istatistiksel işlemler; koordinat belirlenmesi ve uzunluk, açı ve alan ölçümlerinden oluşmaktadır. CBS’de herhangi bir noktanın koordinatı sisteme eklenebileceği gibi, sistemde var olan katmanlardaki noktaların koordinatları da otomatik olarak bulunabilmektedir. İstatistiksel işlemler ise CBS’nin veritabanında bulunan öznitelik verileri ile ilgili tanımlayıcı istatistik analizleri içermektedir.

Tanımlayıcı istatistik değişkenleri arasında ortalama, standart sapma, varyans, dağılım parametreleri gibi işlemler yapılabilmektedir.

Sayısal arazi/yükseklik modelleri (SYM), topografik haritalardaki eş yükseklik eğrileri kullanılarak oluşturulur. Ancak yükseltinin yanında haritada eğriler ile gösterilmiş başka değişkenler için de sayısal modeller oluşturmak mümkündür. SYM eş yükselti eğrilerinden 3 boyutlu arazi modeli üretme yoludur. SYM oluşturulduktan sonra eğim ve bakı haritaları oluşturmak, araziye 3 boyutlu olarak modellemek, kesit çıkarmak, görünebilirlik analizleri ve hacim hesapları yapmak da mümkündür.

Senaryo Analizleri

CBS yukarıda da sözü edilen konumsal analiz fonksiyonlarının çokluğu ve veri yapısı neden ile farklı senaryoların tasarlanıp analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu özelliğinden dolayı CBS konumsal karar destek sistemlerinin vazgeçilmez elemanlarından biridir. Senaryo analizleri özellikle doğal afet, çevre etki değerlendirmesi ya da sistemin zamana bağlı olarak değişiminin gözlenmesi gibi uygulamalarda oldukça etkili bir yöntemdir.

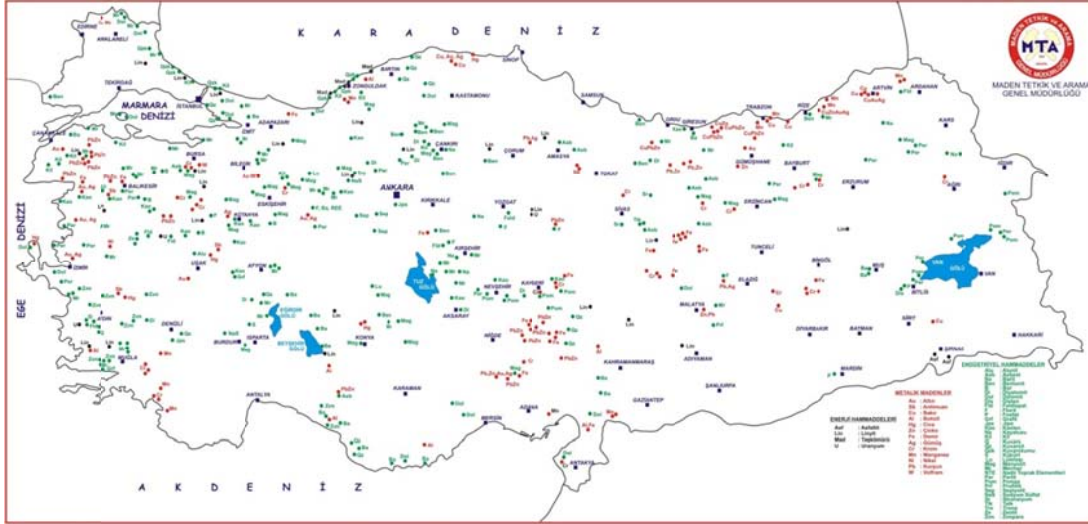
2.1.1.4 Verinin sunumu

Konumsal analiz işlemleri sonucunda ya da senaryo analizleri neticesinde elde edilenlerin sunumu için CBS çok alternatifli bir yapıya sahiptir. Bu yapı, yönetmeliklere dayalı tematik haritaya, standart topografik kadastral ve özel amaçlı harita üretimleri ile daha esnek ve hızlı bir aşamaya gelmiştir. Sunumlarda haritanın yanı sıra, 3 boyutlu görüntülemenin elde edildiği animasyonlar da son yıllarda önem kazanmıştır.

2.2 Türkiye’de Madencilik ve Yasal Mevzuat

Ülkemizde, sanayi ürünleri ihracatının gelişmesine paralel olarak, madencilik sektörünün önemi de artmıştır. Sanayi sektörüne hammadde sağlayan madencilik sektörü, bu yönüyle ülkemizin temel taşı olan sektörlerden birisidir. Çeşitlilik ve rezerv açısından oldukça zengin maden yataklarına sahip olan ülkemizde önemli miktarda maden hammadde kaynağı bulunmaktadır. Petrol ve kömür dışında, 4400 adet maden yatağı vardır. Bu kaynaklardan elde edilen madenler sanayi sektöründe hammadde olarak kullanılmakta, üretim fazlası ihraç edilmektedir. Bugün, Türk

madencilik sektöründe 53 farklı maden ve mineralin üretimi yapılmaktadır. Madenlerimiz; endüstriyel hammaddeler, metalik madenler ve enerji mineralleri olmak üzere sınıflandırılmaktadır [8]. Bu sınılandırmayı gösteren Türkiye maden yatakları haritası Şekil 2.2’de verilmektedir.



Şekil 2.2: Türkiye maden yatakları

Madenlerin ekonomiye kazandırılması, enerji ve sanayi hammadde talebinin ucuz ve güvenli olarak sağlanması ve işlenmiş mal ihracatının artırılması, madencilik sektörünün başlıca amacı olmakla birlikte, madencilik faaliyeti; yer altı kaynaklarının tükenmeye başlaması ancak buna ters orantılı olarak giderek artan talep ve tenörün düşük olması nedeniyle zenginleştirme yöntemlerinde kimyasal maddelerin kullanılmasına bağlı olarak çevre sorunları yaratan bir konu olarak ele alınmaktadır. Ayrıca madencilik faaliyetlerinde alternatif yerseçimi şansı olmadığından diğer arazi kullanım biçimlerinden şehir, endüstri alanları, tarım ve ormancılık ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Bunun dışında günümüzde çevre bilincinin artması, madencilik faaliyetlerinin oluşturduğu çevre tahribatının direk olarak ortaya çıkması ve yapılan çalışmalarda bu tahribatın gözle görülmesi madenciliğin kamuoyunda çevreyi kirleticisi ve doğayı bozucu faaliyetler olarak kabul edilmesine yol açmakta ve buna bağlı olarak da bilinçli veya bilinçsiz toplumsal hareketler gündeme gelmektedir.

Bu nedenle bilinçli olarak ortaya konan çevresel problemler için uygun çözüm yolları aranmakta ve gerekli tedbirlerin alınması sağlanmaktadır.

Bilgi teknolojisi kapsamında gün geçtikçe gelişmekte olan Coğrafi Bilgi Sistemi ile grafik ve grafik olmayan bilgiler birlikte değerlendirilmektedir. Son yıllarda, ülkemizde neredeyse tüm mühendislik uygulamalarında etkin bir biçimde kullanılan CBS madencilik sektöründe de etkin bir biçimde kullanılmaktadır.

CBS temelli çalışma alanı bölgesi ve çevresinin analizlerinin yapılması, bilgi sisteminin oluşturulması ve grafik ve grafik olmayan bilgilerin veri tabanına girilmesi ile birlikte faaliyet sonrası çalışmalar için 2B ve 3B haritaların elde edilmesi proje sahibine daha az maliyet ve zaman ile projede etkin bir rol oynamaktadır.

2.2.1 Madencilikte temel kavram ve tanımlar

Madencilik faaliyetinde ve Doğaya Yeniden Kazandırma projelerinde belli temel kavramlar kullanılmaktadır [9]. Bu kavramları;

- a) *Bakanlık*: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,
- b) *Genel Müdürlük*: Maden İşleri Genel Müdürlüğü,
- c) *Arama ruhsatı*: Belirli bir alanda maden arama faaliyetlerinde bulunulabilmesi için verilen yetki belgesi,
- d) *İşletme ruhsatı*: İşletme faaliyetlerinin yürütülebilmesi için verilen yetki belgesi,
- e) *Maden arama projesi*: Arama ruhsat sahasında bir termin planı dahilinde, ekonomik olarak işletilebilecek bir maden yatağı bulabilmek için arama süresi boyunca yapılacak olan arama faaliyetlerini ve bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesine yönelik yatırım bilgilerini ve mali yeterliliği içeren proje,
- f) *Madencilik faaliyetleri*: Madenlerin aranması, üretilmesi, sevkiyatı, cevher hazırlama ve zenginleştirme, atıkların bertarafı, ruhsat sahasındaki stoklama/depolama işlemleri, maden işletmelerinin kapatılması ve çevre ile uyumlu hale getirilmesi ile ilgili tüm faaliyetler ve bu faaliyetlere yönelik tesislerin yapılması,
- g) *Tesis*: Madencilik faaliyetleri için zorunlu olan her türlü kırma, eleme, öğütme, kesme ve sayalama tesisleri ile işleme tesisi kapsamında asfalt üretim, hazır beton, yapı elemanı tesisleri, sallantılı masa, jig, konsantratör, flotasyon, liç, kalsinasyon,

bioksidasyon ve benzeri cevher hazırlama ve zenginleştirme tesisleri, karıştırma, depolama, stoklama, atık kazanma ve atık bertaraf tesisleri gibi geçici üniteleri,

h) *Altyapı tesisi*: Madencilik faaliyetleri için zorunlu ruhsat süresi ile sınırlı olan yol, su, haberleşme, enerji nakil hattı, bant konveyör, havai hat, kuyu tesisleri, şantiye binası, yemekhane, atölye, kantar tesisleri, maden stok alanı, pasa döküm alanı, atık barajı, trafo, patlayıcı madde ve müstemilatı deposu gibi geçici yapı ve binaları,

ı) *Rezerv*: Bir veya birden çok boyutu ve tenörü/kalitesi belirlenmiş maden miktarı,

j) *Pasa*: Mevcut ekonomik ve teknik şartlara göre işletilmesi mümkün olmayan, ancak işletme gereği istihsal edilen maddeyi,

k) *Çevre ile uyumlu hale getirme*: Madencilik faaliyetinde bulunulan alanın faaliyet süresince ve sonrasında projesine uygun olarak, can ve mal emniyetinin sağlanarak arazinin ıslah edilmesi ve doğaya yeniden kazandırılması faaliyetleri,

l) *Restorasyon*: maden alanlarının işletme sonrası madencilik öncesindeki orijinal duruma getirilmesi,

m) *Reklamasyon*: Madenciliği de içine alan endüstriyel bir kullanım sonrası terk edilen alanın yeniden yararlı hale getirilmesi,

n) *Rehabilitasyon*: Madencilik yapılmış alanda tamamen yeni ve ilkinden farklı bir kullanım için gerekli şartların oluşturulması [8] olarak açıklayabiliriz.

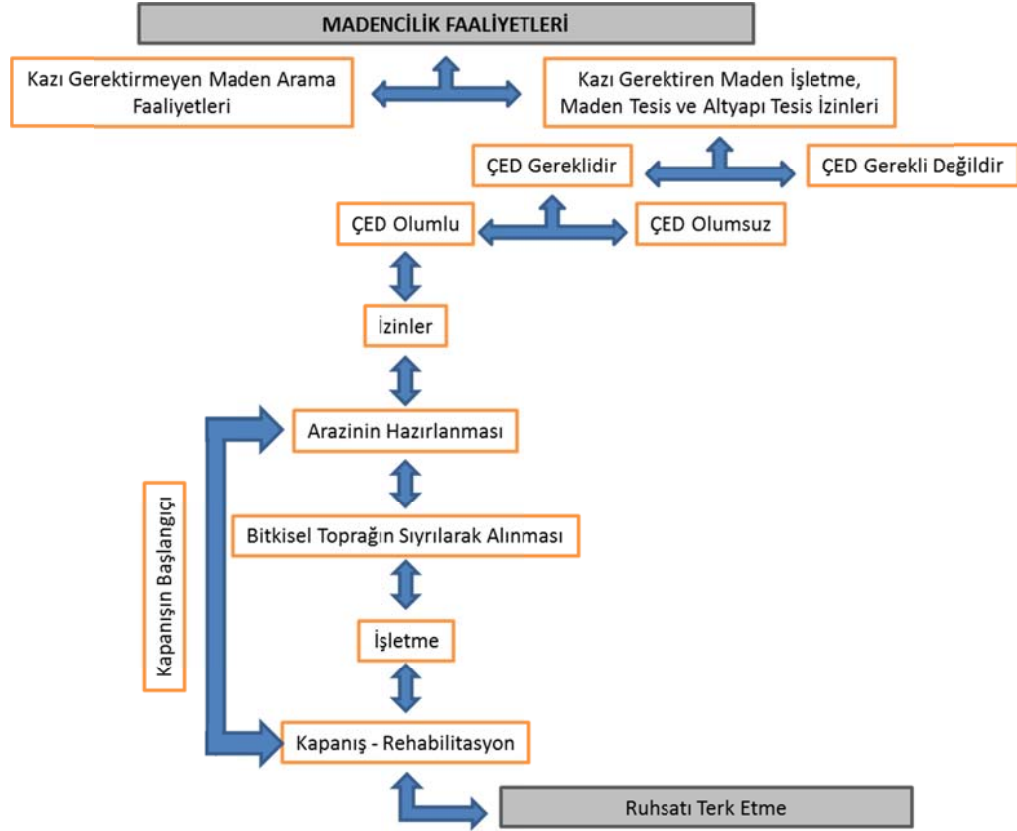
2.2.2 Madencilik faaliyetlerinde iş akış planı ve ruhsatı terk etme

Madencilik faaliyetleri, kazı gerektirmeyen maden arama ve kazı gerektiren maden işletme olarak iki ana başlık altında incelenebilmektedir.

Kazı gerektirmeyen maden arama faaliyetleri; prospeksiyon, jeolojik harita yapımı, numune alımı, jeofizik araştırma gibi çalışmaları kapsarken, kazı gerektiren maden işletme faaliyetleri; yarma, galeri, kuyu, sondaj gibi fiziki müdahale gerektiren maden ve altyapı tesis izin çalışmalarını kapsamaktadır.

Ruhsat alanı dahilinde, madencilik faaliyetleri veya bu faaliyetlere bağlı tüm tesisler için verilen izinlerin süresi maden ruhsat süresi kadardır. Ruhsat sahibi maden faaliyetinin veya işletme izninin sona ermesi halinde üretim yapılan alanı, emniyet tedbirlerini almak ve verilen taahhütleri gerçekleştirmek şartıyla terk etmek zorundadır. Taahhütlerin en önemlisi; maden sahasının çevre ile uyumlu olarak

rehabilitasyonun yapılması yani arazinin ıslah edilerek, doğaya yeniden kazandırılması faaliyetidir. Faaliyetin başlangıç aşamasından arazinin ıslah edilerek ruhsatın terk edilmesine kadar olan iş akış planı Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3: Madencilikte iş akış planı

2.2.3 Maden kapatma ve doğaya yeniden kazandırma yaptırımlarına yönelik yasal mevzuat

Madenler, ülkelerin doğal kaynaklarından biridir. Ülkelerin, tüketim miktarlarının artmasıyla birlikte madenlerin işletilmesi de kaçınılmaz olmuştur. Bununla beraber, madenler işletilirken yoğun olarak arazi bozulmalarına ve doğal çevrenin tahrip olmasına neden olmaktadır. Faaliyetlerin yapıldığı alanlarda ve özellikle açık işletme yöntemi ile çalışılan sahalarda, çalışmalar bittikten sonra topoğrafya, jeolojik yapı, su rejimi, iklim ve peyzaj tamamen değişmekte ve bitki örtüsünün de tahrip olmasına neden olmaktadır.

Günümüzde çevre bilincinin artması ve madencilik sektörünün ortaya çıkardığı tahribatın farkındalığının artması amacıyla yapılan bilinçli toplumsal hareketlerle, bu problemlere çeşitli çözüm yolları aranmakta ve tedbirler alınmaktadır. Sürdürülebilir

kalkınma politikaları doğrultusunda doğal çevrenin korunumu için Çevre Kanunu çıkarılmıştır. Türkiye’de madencilik faaliyetleri Çevre Kanunu ve bu kanuna istinaden çıkarılmış diğer yönetmeliklere uyularak gerçekleştirilmektedir.

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED), çevreye büyük ölçüde etkileri olabilecek projelerin tüm uygulama aşamalarında, bu etkilerin ve önlemlerinin izlenmesi ve değerlendirilmesi sürecidir ve bugün bütün dünyada çevre yönetiminin en üst seviyesi olarak görülmektedir. Ülkemizde de yasal bir statüye oturtulmuş ve uygulamaya geçmiştir.

Ayrıca ülkemizce taraf olunmuş çok sayıda sözleşme, protokol ve anlaşma bulunmaktadır. Kyoto protokolü, ozon tabakasını incelten maddelere dair Montreal Protokolü, Cartagena Biyogüvenlik protokolü bunların bazılarıdır [10].

Maden alanı, ÇED ile uyumlu bütün bu yönetmelik ve anlaşma ile faaliyetini başlatırken, çevrenin sürdürülebilirlik değerleri ve madencilik sektörünün devamlılığının sağlanması için maden kapatma ve doğaya yeniden kazandırma planlamasının tüm madencilik çalışmaları içinde ve madenciliğin temel faaliyetleri arasında yer alması zorunludur.

ÇED ile uyumlu yönetmelikleri biraz açacak olursak, ormanlık bir alanda yapılan madencilik çalışması için “Orman Kanunun 16. Maddesinin Uygulanması Yönetmeliği” ’ne, tarım arazileri üzerine yapılan bir madencilik çalışmasında ise “5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanun” ‘na göre geri kazanım ve rehabilitasyon çalışmaları zorunlu tutulmuştur. Yine 23/01/2010 Tarihli ve 27471 Sayılı Resmi Gazete’de revize edilerek tekrar yayımlanan “Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği” belli çerçeveler içinde konuyu ele almıştır fakat sözkonusu tüm yönetmelik ve kanunlar bütünsel bakışı sağlayacak nitelikte hazırlanmamıştır. Özellikle yönetmelikte, maden kapatma ve doğaya yeniden kazandırma çalışmalarının ayrılmaz bir parçası olan finansal düzenlemelerin yapılmamış olması önemli bir temel eksikliklerdir.

Ülkemizin de imzalamış olduğu 27/7/2003 tarihli ve 25181 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren «Avrupa Peyzaj Sözleşmesi» gereği tüm kurumlarca peyzaj bütünlüğünün korunması ilkesi kabul edilmiştir. Önümüzdeki yıllarda konu ile ilgili yasal yükümlülüklerin oluşturulması ise beklenmektedir.

3. MADEN İŞLETME METODLARI VE ÇEVRESEL ETKİLERİ

3.1 Madencilikte İşletme Metotları

Maden işletmelerinde çok çeşitli metodlar kullanılmasına rağmen, bu metodlar genel olarak yeraltı ve yerüstü madenciliği olarak iki ana başlık altında incelenmektedir [11].

Bir cevher kütlesinin madencilğe elverişliliğinin incelenmesinde fizibilite çalışmaları ve çevresel fayda-maliyet analizleri yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda her iki yöntemin de maliyetlerinin yakın hesaplanması durumunda çevresel açıdan daha uygun olan yöntem seçilir. Proje sahibi yatırımcının çevreye daha az zarar veren yöntemi seçmesi ve çevre dostu uygulamaları tercih etmesi ise ÇED sürecinin kısa tutulmasını sağlamaktadır [12].

3.1.1 Yeraltı maden işletmeleri

Yeraltı madenciliği maden yatağının üzerindeki örtü tabakasının çok kalın olduğu durumlarda uygulanan bir yöntemdir. Yeraltı madenciliğinde madenin bulunduğu alan tespit edilip yerin altında Şekil 3.1’de gösterildiği gibi galeriler açılarak faaliyet sürdürülmektedir.



Şekil 3.1: Yeraltı maden ocakları

Yeraltı madencilik faaliyetleri sırasında bozulan sahalar, genellikle geniş alanları kapsamaz. Bu nedenle bu tür sahalar için madencilik sonrası arazi kullanımı ile ilgili düzenleme ve iyileştirme çalışmaları da gündeme gelmez.

Genel anlamda araziye olan doğrudan zararı, atık yığınları ve pasalar olduğu gibi üretim ve işletme tesisleri de meydana getirmektedir.

Yeraltı madenciliğinin çevre açısından en büyük avantajları ise:

Görsel Değer: Yeraltı madenciliğinin görsel etkisi, açık ocak maden işletmeciliği ile kıyaslandığında ihmal edilebilir.

Yüzeysel Bozulma: Yeryüzünde depolanan atık kaya miktarı, açık ocak işletmeciliğinde yeraltı işletmeciliğine göre daha fazladır. Ayrıca maden cevheri işletme atıklarının, yeraltı çalışmalarında kazı alanlarının doldurulmasında kullanılır ve yeryüzündeki depolanan atık miktarı azaltılmış olur [12].

3.1.2 Yerüstü (Açık Ocak) işletmeleri

Açık ocak işletmesi, maden üzerindeki örtü tabakasını almak ve bu suretle maden kitlesini istihlal edebilecek bir duruma getirmek amacıyla uygulanan bir maden ocağı işletme sistemidir. Şekil 3.2’de açık ocak işletmesine bir örnek gösterilmektedir.

20.yy öncesinde görülen madencilik faaliyetlerinde özellikle açık ocak işletmelerinde çevresel etkiler insanların dikkatini çok fazla çekmemiş ya da az yoğunlukta uygulandığından pek önemsenmemişti. Bu madencilik sisteminde uygulanan faaliyet adımlarını daha ayrıntılı sıralayacak olursak;

- Bitki örtüsü ve üst toprağı kaldırarak yüzeyi hazırlamak,
- Kaya tabakalarını kırmak veya patlayıcılar yardımıyla parçalamak,
- Örtü tabakasını yükleyerek araziden uzaklaştırmak,
- Madeni çıkartarak araziden uzaklaştırmak olarak sıralayabiliriz [13].



Şekil 3.2: Açık maden örneği

Jeolojik yapı, röliyef ve su rejimindeki doğrudan değişiklikler yerüstü maden işletmelerinde çok daha belirgindir. Bu tür işletmelerde çok miktarda kayaç çıkarılarak dış kısma yığılır. Hafriyat yerlerini çoğu zaman su basar ve dışarıya yığılan topraklar çok geniş alanları kaplar. Aynı zamanda tarım ve orman alanları da engellenmiş olur. Yığınlarda toplanan kayaçlar bozulmaya fazlasıyla direnç gösterirler ve bitki örtüsüne zehirli bileşikler verebilirler.

Madencilik faaliyeti sırasında işletmenin yapılacağı alanda yol, nehir ve akarsu güzergahlarının değiştirilmesinin gerektiği durumlarda, alandaki doğal yapının bozulması söz konusu olacaktır. İşletme faaliyeti sırasında doğal bitki örtüsünün ve yaban hayat için gerekli ortamın yok edilmesi; açık ocağı kuru tutmak için su seviyesinin düşürülmesi sonucu geniş bir alana yayılı bitki örtüsünün susuz kalması gibi sorunlar yerüstü maden işletmeciliği sırasında ortaya çıkabilmektedir [14].

Yerüstü maden işletmelerinin zararlı etkilerinin boyutu; ocak alanı ve derinliğine, mevcut toprak, bitki örtüsü ve iklim şartlarına bağlı olarak değişmektedir.

Madencilik faaliyetleri sırasında araziye verilen zararı en aza indirebilmek ve toprağı bir sonraki kullanıma hazırlamak için iyi bir işletme tasarımı ve uygulaması gerekmektedir. Söz konusu çalışmalar üretim süreci ile aynı zamanda planlanmalı ve sürdürülmelidir. Geri kazanma ancak o zaman daha ekonomik ve az zaman kaybıyla gerçekleşecektir. Bu nedenle, yerüstü madencilik planlaması ancak onarım planlamasını da içermesi durumunda, tamamlanmış bir planlama olarak nitelendirilebilir. Şekil 3.3'te faaliyeti tamamlanmış ve rehabilitasyonu yapılmış Ovacık Doğaya Yeniden Kazandırma Çalışmalarından bir örnek görülmektedir.



Şekil 3.3: Maden rehabilitasyon örneği

3.2 Madencilikğin Çevresel Etkileri

Uygarlık düzeyinin sürdürebilmesi ve geliştirilebilmesi için şüphesiz madenlere gereksinim duyulmaktadır. Ancak, madenlerin bulunduğu yerden çıkarılmaları doğal çevrede birçok değişime neden olmakta, bu değişimler ise doğayı olumsuz etkilemektedir. Oysa günümüzde artan çevre bilinci, madencilik faaliyetleri sırasında çevreye daha az zarar verilmesini, sonrasında da alanların öncelikle doğal yapıya uyumlu duruma getirilmesini veya farklı gereksinimler için değerlendirilmesini zorunlu kılmaya yönlendirmektedir [15].

Doğaya yeniden kazandırma veya farklı gereksinimlerin gerçekleştirilmesi için birinci aşama olan planlamada maden sahasının çevresel özelliklerinin birçok yönden incelenmesi gerekmektedir. Bu yönleri daha önce belirttiğimiz başlıklar altında biraz daha ayrıntılı incelersek [16];

Topoğrafya; yeraltındaki maden cevherinin çıkarılması için üzerindeki toprak ve kaya tabakasından oluşan üst katman kaldırılmaktadır. Örtü-kazı çalışması sonucu oluşturulan şevler bu alanlarda büyük çukurlar meydana getirmektedir ve hiçbir onarım çalışması yapılmazsa, önceden yeşil olan bölge taş ve toprak yığını haline gelmektedir.

Meteorolojik ve İklimsel Yapı; madencilik faaliyeti sonrası mevcut yerel iklim üzerinde bazı zamanlarda değişiklikler yaratabilmektedir. Bu etkinin olup olmadığını anlayabilmek için meteorolojik istasyon kayıtlarından, iklim verilerinin toplanması gerekmektedir.

Isı, güneşlik, bulutluluk, buharlaşma, havadaki nem, rüzgar dağılımı ve şiddeti gibi standart verileri de uzun zaman periyotları için toplanmalıdır. Eğer alan için gerekli veriler mevcut değilse, dünya meteorolojik teşkilatınca düzenlenen güvenilir

standart verilere başvurulmalıdır. Madencilik faaliyetlerinin, mevcut yerel iklim üzerinde değişiklikler yaratıp yaratmayacağının, göller, ormanlar ve ekili alanlar gibi yerler üzerinde etkisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Jeolojik Yapı; işletme sırasında gerek yeraltında ve gerekse yerüstünde işletmenin boyutuyla bağlantılı olarak belli bir zaman dilimi içinde onlarca-milyarlarca metre küp malzeme yer değiştirmektedir [17]. Bu faaliyetler sırasında ise özellikle açık ocak işletme yöntemi ile çalışılan sahalarda, çalışmalar bittikten sonra jeolojik yapı tahrip olmaktadır. Bu tahribatı belirleyebilmek için;

- Genişletilmiş açık üretim ile toprak dahil örtü tabakaları,
- Doğrudan bozulma zonunda örtü ve atık yığınları altında önceden bilinen yüzey ile toprak formasyonları,
- Cevher yatağı içinde gang tabakaları ve mercekler,
- Atık yatağı ile birlikte asıl maden yatağı,
- Açık maden işletmeciliğinde, yüzeydeki tabakaların 1-15 m. aralıkta uzanımlarının incelenmesi gerekmektedir.

Jeolojik araştırmalardan elde edilen bilgiler ile iyileştirmeye uygun ve uygun olmayan fiziki yapı ve formasyonlar belirlenmektedir.

Su Yapısı; Hidrojeolojik ve Hidrolojik Yapı; maden faaliyeti sonrasında arazinin hidrojeolojik olarak etkilenme oranı için, akarsular, göller gibi su birikintilerinin toplam yüzey alanlarına, yer altı su düzeyi ile yağmur suyunun yeraltına sızma oranlarına ve kimyasal özelliklerine bakılmalıdır. Bu kapsamda;

- Akiferlerin drenajı sonucu kuyulardaki su seviyesinin düşmesi,
- Yığınlar ve pasaların sebep olduğu su birikimleri,
- Yer altı ve yerüstü sularının kirlenmesi,
- Hidrolojik değişikliklerin tarım ve ormancılık, aynı zamanda diğer arazi kullanım biçimleri üzerine etkilerinin irdelenmesi gerekmektedir.

Toprak Yapısı; dolaylı bozulma bölgelerinde toprak-su ve bütün fiziksel özelliklerin, iyileştirme çalışmaları için bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle bölgedeki değişik tip ve karakterdeki toprağın detay özellikleri ve toprak profilleri arazi kullanım tipine göre sınıflandırılmalı ve arazi kullanım kabiliyetleri

belirlenmelidir. Ayrıca toprak yapısındaki değişme, insan yapısı geometrik şekillerin oluşması nedeniyle doğal peyzaj şekillerinde uyumsuzluğa sebep olacağından bu görsel kirlenmenin yeniden kazandırma planları ile düzenlenmesi önemlidir [18].

Bitki Örtüsü; bitki örtüsünün tanımlanmasında, planlanan türlerin nitelikleri, ekosistem ve arazi kullanımları gibi özellikler dikkate alınmalıdır.

Topluluklar meydana getiren bitkilerin yoğun olduğu yerlere özel dikkat gösterilmelidir.

Tarım ve Hayvancılık; faaliyet alanında gerçekleşen yüzey tahribatı ile tarım alanları üzerinde muhtemel kayıplar meydana gelebilmektedir. Tarım ile birlikte bitki örtüsüne bağlı olarak değişen hayvancılık çalışmaları ise yine yüzey tahribatından dolayı etkilenebilmektedir. Bu nedenle iyileştirme çalışmalarının planlanmasında tarım ve hayvancılık alanlarının belirlenmesi önemlidir.

Flora-Fauna; floranın yetişmesi için uygun olmayan şartlar ($Ph > 7.5$, besin eksikliği vs.) oluşabilmekte ve fauna baskı altına girebilmektedir. Bu etkiler faaliyet öncesi ve sonrası araştırılmalı ve ekosistemi etkileyen bitkilerin yoğun olduğu yerlere özel dikkat gösterilmelidir.

Koruma Alanları; ülkemizde 1.715 adet⁽¹⁾ alan Milli Park, Tabiatı Koruma Alanı, Tabiat Parkı, Tabiat Anıtı, Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, Doğal Sit Alanı statülerinde; 12.287 adet⁽²⁾ alan ise arkeolojik, kentsel ve/veya tarihi sit alanı olarak koruma altındadır. 135 adet sulak alan⁽³⁾ ise sadece ülkemizin değeri olarak değil bir dünya değeri olarak uluslararası öneme sahiptir [19].

Bu noktada çevresel açıdan hassas ve kısıtlı alanların faaliyet öncesi CBS veri tabanı ile birlikte maden sahibine sunulması, mühendisler ve karar vericilere yer seçimi, maden geliştirme ve planlama aşamalarında kendileri için hazırlanmış bilgiler bütünü kullanarak tasarımlarını daha bilinçli ve kesin bir şekilde hazırlama ve karar verme süreçlerinde çevresel hassasiyetleri göz önüne alabilme imkanı sağlayacaktır.

Orman Alanları; statü bakımından madencilikte üst düzey öneme sahip alanlardır. Devlet ormanları, hükmi şahsiyeti haiz amme müesseselerine ait ormanlar, özel ormanlar, muhafaza ormanları, ağaçlandırma alanları ve mesire yerleri olarak sınıflandırılmaktadır. Maden faaliyet işlemlerinin başlaması için belli izin ve yaptırımları vardır. İşletme sonrası, faaliyette bulununan alanın çevre ile uyumlu hale

getirilmesi için, zarar gören orman alanlarında ağaç sayısı belirlenmeli ve öngörülen planlamalar yerine getirilmelidir.

Mülkiyet; madencilik faaliyetleri için ruhsat alanı içerisinde yapılan tesisler ve yapılması zorunlu olan yol, konveyör, su, haberleşme, enerji nakil hatları ve havai hatların mülkiyet üzerinde kalması, arazi sahiplerinin belirli bir bedel karşılığı mülklerini satarak zorunlu yer değiştirmelerine sebep olacaktır.

Mülkiyet yapısının araştırılması, sürülüp ekilebilir topraklar, çayırlar, meralar, ormanlar, konut yerleri, endüstriyel alanlar, kıraç arazilerin belirlenmesi için önemlidir.

Doğrudan ve dolaylı bozulmadan etkilenen alanlar için özelliği olan toprakların değeri belirlenmeli, yerüstü ve yeraltına ait etkiler değerlendirilmeli, böylece madenciliğin sebep olabileceği muhtemel kayıpları tahmin edilmelidir.

Sosyo-Ekonomik ve Çevresel Yapı; faydalı bölgelerin işgali ile sık şehir bölgelerinde boş/serbest saha eksikliği söz konusu olacağından, ıslah edilmemiş ocak alanları bu durumu daha da kötüleştirecektir. Diğer ekonomiler üzerinde etkileri ise, çevreleyen sahalarda emlak fiyatlarında düşme, diğer ekonomik faaliyetlerde muhtemel etkiler ile eski atık depolarının kayması olarak sıranılabilir.

Çevresel etkileri ise ölümle sonuçlanabilen hayati tehlikelere kadar varabilir. Çünkü terk edilmiş ocakların tehlikeli yapıları sebebiyle, bu ocaklara girme insanlarda ve özellikle çocuklarda ciddi kazalara sebep olabilmektedir. Eğer çamur ve artık materyal ikamet alanlarına akarsa, heyelanlar daha büyük felaketlere yol açabilmektedir.

Sosyolojik çalışmalar, madencilik yatırımına konu olan bölgede nüfus büyüklüğünü, mülkiyet konularını, sosyal, dini, politik ve ekonomik hususları, aynı zamanda madencilikten etkilenecek değişiklikler ve sonucundaki iyileştirme ile ilgili tahmini de kapsamalıdır.

Bu aşamalar madencilik öncesi arazi ve çevresel yapı ile doğru envanterlerle madencilik sonrası kapatma ve doğaya yeniden kazanım çalışmalarında araziye çevreye uygun bir model üretmemizi sağlayacaktır.

4. MADENLERİN KAPATILMASI VE DOĞAYA YENİDEN KAZANDIRMA ÇALIŞMALARI

Madencilik çalışmalarına bağlı olarak farklı işletme yöntemleri ile yürütülen sahaların sayısı gittikçe artmakta ve bu alanların kapama aşamaları yasal düzenlemelerle hem belli ölçüler dahilinde gerçekleşmekte hem de çalışmalar yüzeysel kalmakla birlikte verilen taahhütler tam anlamıyla yerine getirilmediğinden amacına ulaşamamaktadır.

Madencilik faaliyetleri ile birlikte ortaya çıkan çevresel bozulmaların önlenmesi, arazinin iyileştirilmesi ve doğaya ve çevreye geri kazandırılması gerek ÇED yükümlülükleri gerekse vicdani olarak işletme sahibinin yapması gereken önemli bir görevdir.

Maden sahasını ağaçlandırarak yeşile sunmak ve insanların kullanımına açık estetik ve görsel yaşam alanları sağlamak, sahayı yeniden çevre ve insanla bütünleştirmekte ve bozulmuş alanın verdiği zararı en aza indirgeyerek alanın değerini artırması açısından büyük önem taşımaktadır.

İyi bir iyileştirme tasarımı üretim esnasında sahaya verilen zararı en aza indirdiği gibi, toprağı sonraki kullanımlara da hazırlamalıdır. Burada da devreye doğa onarımı ve aynı çerçevede düşünülmesi gereken “Arazi Kullanımı Planlaması” terimi girmektedir. Bu terim reklamasyonu, yeniden bitkilendirmeyi ve restorasyonu içine alan planlamanın tümünü içerdiğinden, madencilik sonrası arazilerin nasıl kullanılacağıнын metodolojisini doğru tespit etmektedir [8].

Madencilik faaliyetleri nedeniyle tahrip edilmiş bir alanı 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 amaçlar; madencilik faaliyetleri sonrası onarım, tahrip edilmiş bir alanın verimliliğinin, ekolojik, ekonomik ve estetik değerlerinin yeniden kazandırılmasını hedefleyen çalışmalardır.

Madencilik faaliyetleri ile kısmen yada tamamen tahrip edilen çevrenin onarılması, yeniden kazanılması, madencilik faaliyetleriyle paralel yürütülen ve faaliyet sonrası alana yeni bir kullanım kazandırılmasıyla sonuçlanan çok yönlü ve multidisipliner bir çalışmadır.

Faaliyeti bitmiş bir sahada, geri kazanım çalışmalarında izlenmesi gereken işlem adımları şunlardır [8]:

- Alan Kullanım Planlaması
- Yeniden Düzenleme
- İyileştirme
- İzleme ve Bakım

Alan Kullanım Planlaması

Alan kullanım planlaması, bir alanın değişik faktörler yönünden irdelenip önerilen kullanımlara uygunluğunun araştırılmasıdır. Aynı zamanda her alan için uygun bir kullanım ve her kullanım için uygun bir alan bulunabileceği ilkesinin çift taraflı işletilerek alan kullanımının geliştirilmesine olanak sağlayacak planlamalar dizinidir. Bu tip planlama çalışmaları, çevre değerlerini koruyarak ya da zararlanmayı minimuma indirerek kaynaklardan optimum düzeyde yararlanmayı sağlar [19].

Bu bağlamda, madenciliğin yarattığı çevre sorunlarını en aza indirmek, ekolojik-ekonomi arasındaki dengenin kuurlmasını sağlamak ve yöre halkına ihtiyaçları doğrultusunda yeni kullanım olanakları sunmak amacıyla, açık ocak madenciliği sonrasında “Alan Kullanım Planlaması” gerekmektedir. Bu, doğa onarım çalışmalarının bir parçası olup tüm madencilik faaliyetlerinin planlanmasıyla başlar, üretim süresince de devam eder. Başlangıç aşamasında yörenin sonraki alan kullanımına ilişkin ön kararlar belirlenir. Böyle bir çerçeve plan, ileride alınacak detaylı kararlara temel teşkil eder ve ön değerlendirmeye olanak sağlar [20].

Genel bir alan kullanım planlamasında süreç, sorunun tanımlanmasıyla başlayarak, analiz-değerlendirme-sentez yardımıyla çerçeve plan, master plan ve tasarım aşamalarından geçer. Ancak açık ocak madenciliği sonrası alan kullanım planlaması oldukça farklıdır. Herhangi bir alan kullanım planlaması çalışmasında mevcut doğal ve kültürel değerler dikkate alınarak analiz edilir. Açık ocak madenciliği sonrası alan

kullanım planlaması ise mevcudu değerlendirmek değildir. Tüm topoğrafya, toprak, bitki örtüsü vb. ekolojik özelliklerin değişeceği bir alan için kullanım planlaması “Yeniden Yaratmaktır”.

Madencilik sonrası alan kullanım planlamasının aşamaları özetle aşağıda verilmiştir [21]:

- Madencilik öncesi şartların envanterinin çıkarılması,
- Etkilenecek birimlerin ihtiyaç ve isteklerini karşılayacak şekilde arazinin işletme sonrası gereksinimlerinin belirlenmesi ve bu konuda karar verilmesi,
- En uygun çözüme ulaşmak için alternatif alan kullanımları ile ilgili tüm planların analizi,
- Teknik, sosyal ve ekonomik koşullara uyumlu alan kullanım planlarının geliştirilmesi.

Açık ocak madenciliği sonrası alan kullanım planlamasında dikkate alınacak faktörler her maden alanının durumuna göre farklılık göstermekle birlikte, Ramani tarafından doğal faktörler, topoğrafya, iklim, yükseklik, bakı, hidroloji, jeoloji ve toprak olarak; kültürel ve sosyo-ekonomik faktörler ise, coğrafi yerleşim, ulaşım durumu, alanın şekil ve büyüklüğü, çevredeki alan kullanım deseni, mülkiyet durumu ve nüfusa ilişkin özellikler olarak özetlenmiştir.

Bununla birlikte, alanın orijinal topoğrafyasından veya toprak şartlarından kaynaklanan bir sınırlayıcı faktör varsa veya alanı madencilik sonrası daha değerli bir kullanıma dönüştürmek mümkün oluyorsa ya da halkının beklentilerini karşılayabilecek bir fonksiyona kavuşturulabiliyorsa, eski haline dönüştürülmesi ya da bir başka kullanım için zorlamak gereksiz ve anlamsız olacaktır.

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 ya doğrudan tekniğine uygun olarak en üste serilmesi ya da önceden depolanıp daha sonra serilmesi, tesviye, drenaj ve su rejimi kontrolü ve gerekli alt yapının hazırlanması, yeniden düzenleme işlerinin ana konularını oluşturmaktadır [20].

Örtü tabakasının kaldırılması aşamasında (kazı-döküm):

- Bitki ve bitki parçaları (kök vs.) temizlenir,
- Alt ve üst toprağın karışmasını önlemek için 0.3-1 m arasındaki bitkisel toprak sıyrılarak ayrılır,
- Toplanan toprak maksimum 2 m yükseklikte istiflenir (1.5 m tesviye edilir),
- Alt toprak kaldırılır,
- Örtü tabakası kaldırılarak iç veya dış döküm sahalarına taşınır.

Bitkilendirmeden önce, doğal drenaj yapısını oluşturmak ve uzun vadeli bir stabilizasyon sağlamak için topoğrafya yeniden oluşturulur. Stabilizasyonun olmadığı yerde iyileştirme çalışmaları başarılı olamaz.

Geri doldurma ve yeniden kontur oluşturma çalışmaları sırasında eğimin ve drenajın yanı sıra, toprağın sıkışması, toprak horizonları arasındaki bağın eksikliği, aşırı nemli ve kuru havalarda üst toprağın yer değiştirmesi, aşırı depolama nedeniyle üst toprağın kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişmesi dikkate alınması gereken faktörlerdir.

Üst toprak toplanarak depolanırken üzeri çayır mera bitkileri ile geçici olarak bitkilendirilerek erozyon nedeniyle taşınması önlenabilir. Ayrıca, depolama süresince toprak yapısındaki bozulmaları önlemek, mikroflora ve mikrofaunanın varlığını sürdürmesini sağlamak ve organik maddeyi korumak için, aerobik şartlar sağlanmalıdır.

Alt toprak ve diğer uygun malzeme madencilik aktivitesi sona ermiş sahaya özenle yayıldıktan sonra, üstüne üst toprak serilir. Toprak kısmen kuru olursa daha kolay yayılır. Madencilik sonrası alan kullanımında özellikle tarımsal kullanım söz konusu ise, bu, istenmeyen bir durumdur. Sıkışmanın derecesi, toprağın tipine ve nem oranına bağlı olarak değişir. Üst toprağın yayıldıktan sonra işlenmesi, sıkışmayı azalttığı gibi, toprakta tutulan su miktarını da artırarak ve yüzey suyu akış hızını düşürerek erozyonu da azaltır [22].

Buna göre, arazi düzenlemenin yararları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Alan kullanım potansiyeli için sınırlayıcı faktör olabilecek dik eğimler azaltılabilir.

- Atıklar bertaraf edilir.
- Tohum yatağının hazırlanması kolaylaştırılır.
- Erozyon tehlikesi azaltılır.
- Maden çukurları kısmen veya tamamen doldurulabilir.

İyileştirme

İyileştirmedeki başlıca amaç, madencilığe bağlı olarak bozulan ve etkilenen alanlara ekolojik ve ekonomik değerlerini mümkün olduğu ölçüde geri kazandırmak olmalıdır. İyileştirme, arazinin güzel bir peyzaj görünümüne sahip olması kadar, bu alanlardan ekonomik olarak yararlanmayı da hedefler. Faaliyetler ise topoğrafik düzenlemesi tamamlanan sahalarda başlatılır.

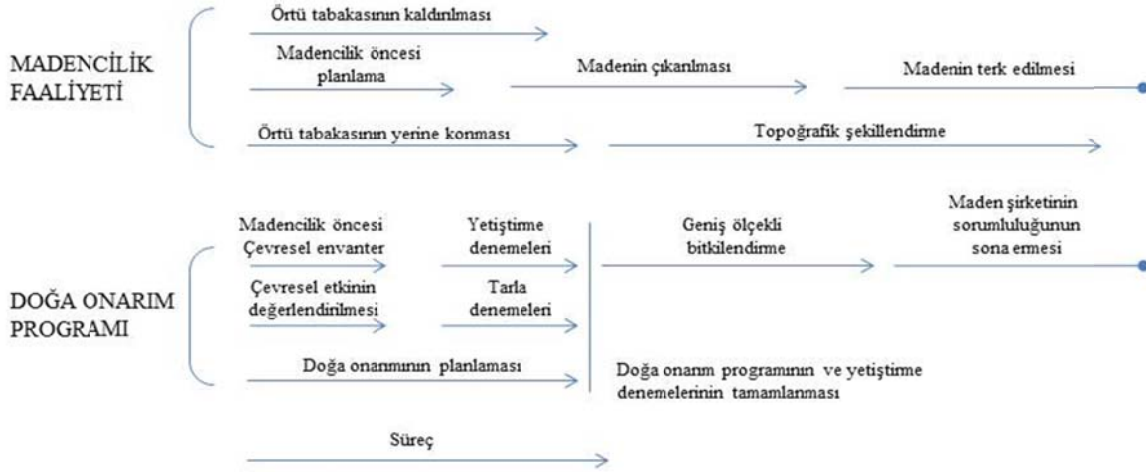
Buna göre, iyileştirme çalışmaları için toprağın değerlendirilmesi ve geliştirilmesi ve de yeniden bitkilendirme süresi başlar.

Bunun dışında, sığ hafriyat yerleri suyla doldurulup balık yetiştirmeye uygun hale getirebilir. Derin ocak alanları ise, su tutma yerleri olarak kullanılacağı gibi eğlence, dinlenme yerleri olarak da düzenlenebilir. Çok derin hafriyat yerleri dik eğimleri nedeni ile yalnızca su tutma yapıları olarak kullanılabilir. Taş yığınları, pasa barajları aynı zamanda kuru hafriyat yerleri ve çökmüş ocaklar, tarım ve ormancılık amaçları için iyileştirilebilir. Uygun amaçlar için iyileştirilmiş arazide tarımsal gelişme, gerekli röliyef, toprak ve su ilişkilerinin geliştirilmesi için, arazinin uygun biçimde düzenlenmesine, toprağın verimliliğinin eski haline getirilmesine, eğimin azaltılmasına ve yol inşası gibi benzer faaliyetlere ihtiyaç gösterir.

Ormancılık daha çok toprak besin değeri maddesi zayıf ve fazla geçirgen topraklarda planlanmalıdır. Zehirli ve termal yönden faal topraklarda iyileştirmeden sonra tarım tercih edilmelidir. Çünkü bu tür topraklar üzerine 100-150 cm humuslu-gübreli toprak malzemenin örtülmesi ile ot ve tahıl ürünlerinin yetiştirilmesi sağlanabilir. Madencilik yapılmış bazı alanlar konut yerleri, spor alanları, kentsel yeşil alanlar ve benzeri amaçlar için geri kazanılabilir [20].

İzleme ve Bakım

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 ve erozyon izlenmesi gereken başlıca faktörlerdir. Kalıcı bitkilendirmeyi takiben ise büyüme izlenir ve kaydedilir. Döküm alanlarında toprağın durumu ve gelişimi ise gerekli denemeler yapılarak gözlenebilir. Şekil 4.1’de doğa onarım faaliyetinin aşamalarının tümü akış şeması olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Doğa onarım faaliyetinin aşamaları

5. GÖRÜNÜRLÜK VE 3B MODELLEME

5.1 Görsel Etki Değerlendirmesi

Görsel etki değerlendirme çalışmaları, bir yerin ya da güzergahın görsel niteliklerini, mekan kurgusunu ve de sosyal yaşamını algısal temelde (göz başta olmak üzere tüm duyu organlarıyla) fonksiyonel bir ilişki içinde değerlendirmeye dayanmaktadır.

Değerlendirmedeki ölçme aşaması, insan yapısı çevrenin hem nesnel olarak ölçülebilen yönlerini, hem de soruşturma yolu ile elde edilen verileri istatistiksel yoldan çözümleyerek genellemelere varmayı amaçlayan öznel değerlendirme tekniklerini içermektedir.

İşletmenin ve çevresinin tüm yaşam ortamlarının etkilenmemesi ya da etkinin az olabilmesi için yer seçiminde tüm çevresel faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ekonomik ve sosyal gelişmeye engel olmaksızın, çevre değerlerini ekonomik politikalar karşısında korumak, planlanan bu faaliyetin yol açabileceği bütün olumsuz çevresel etkileri önceden tespit etmek ve gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamak gerekmektedir.

Çevresel etkilerin belirlenmesinde görsel etki değerlendirme çalışmasının en büyük faydası ise, tasarım aşamasında ortaya çıkabilecek olumsuz durumları önceden görerek etkisiz hale getirmesi için gerekli tedbirlerin ortaya konulmasını ve olumsuz etkilerin minimize edilebilmesini söyleyebiliriz.

Etkinin önemini belirlemede, hem peyzajın ya da görsel alıcının hassasiyeti, hem de her farklı peyzaj yapısının ve izleme noktasının görsel değerlerindeki değişikliğin boyutu önemlidir.

Değerlendirmeye esas alınan anahtar tanımlar:

Peyzaj değeri; bir peyzajla bağlantılı göreceli değerdir. Resimsel güzellik, kültürel bağlantılı veya diğer korumaya değer unsurlar bu özelliği artırmaya yardımcı etkenlerdir.

Peyzaj yapısı; özel bir peyzaj türünde sürekliliğini koruyarak ortaya çıkan kendine özgü ve tanınır unsurların bir bütünüdür.

Peyzaj kalitesi; peyzajın fiziksel durumu ve görsel, fonksiyonel ve ekolojik perspektiften bakıldığında bozulmamışlığı hakkında değerlendiricinin yargısına dayanmaktadır.

Peyzaj hassaslığı; öngörülen spesifik değişimle (maden işletmesi) bağlantılı olarak tanımlanır ve peyzaj yapısına ve bu yapının değişime karşı duyarlılığına dayanır.

Peyzajın hassasiyeti, yapısı üzerinde olumsuz etkiye neden olmaksızın, özel bir tip ve ölçekte değişimi kabul edebilme özelliğine bağlı olarak belirlenmektedir. İzleyiciler ise önerilen proje tarafından etkilenme potansiyeli taşıdığından, yerleşim birimlerinin, yol güzergahlarının ve tarım alanlarının görsel etki değerlendirmesine tabi tutulmasına karar verilmiştir.

Değerlendirmenin boyutları, projenin ölçeğine ve izleme noktasına olan uzaklığa, projenin görüntüdeki açısına, engelleyici unsurların oluşturduğu yapıların boyutlarına, mevcut unsurların gizleme derecesine, mevcut manzarayla oluşan kontrasta ve de görünürlük süresine bağlı olarak değişmektedir [23].

Görünürlük seviyesi aşağıda verilen araçlarla değerlendirilmektedir [24]:

- Görsel Etki Bölgeleri Haritacılığı (CBS Yazılımı ile)
- Fotomontaj ile Görsel Simülasyonlar

Görsel Etki Bölgeleri haritaları çalışmada ArcGIS yazılımı kullanılarak üretilmiştir. Bu haritalar proje ünitelerinin belli gözlem noktalarından doğrudan görüş hattı içerisinde ilk değerlendirmesini sunmaktadır ve bu haritaların amacı belli bölgelerden genel görünürlük seviyesini yorumlamaktır. Şunu belirtmek gerekir ki bu haritalardan alınan sonuçlar görünürlük alanı bakımından geniş bir alanı kapsayabilmektedir. Bunun nedeni ise bitki örtüsünün dikkate alınmayarak sadece topoğrafik eğrilerden üretilen altlıklardan analizin yapılmasıdır. Diğer bir nedeni ise yazılımın gözle bakıldığında görülemeyecek kadar uzakta yer alan bir bölgeyi bile sadece doğrudan görüş hattında kaldığından dolayı görünürlük dahilinde değerlendirmesidir. Şekil 5.1’de belli bir gözlem noktasından ölçülen görünürlük gösterilmektedir. Şekil’de yeşil alanlar gözlem noktasından bakıldığında görünen, kırmızı alanlar ise görünmeyen alanları ifade etmektedir.



Şekil 5.1: Görünürlük analizi

Görsel etki değerlendirme çalışmasını gerçeğe yakın bir hale getirmek için fotomontaj yardımıyla görsel simülasyonlar hazırlanmaktadır. Böylelikle bitki örtüsü, mevcut yapılar ve topoğrafya gibi maden sahasının görünürlük derecesini etkileyen çeşitli çevre bileşenlerinin önemi vurgulanmaktadır.

Görsel etki bölgesi haritaları ve görsel simülasyonların birlikte analiz edilmesi ile görünürlük değerlendirmesi yapılabilir ve bu değerlendirmede aşağıdaki üç faktörün önemi büyüktür.

Görselliğin Açığa Çıkma Derecesi : Gözlem zamanı, ünitelerin yerleşim sırası ve yapısı, ünitelerin tampon bölgelerinden (yakın görüntü, 1 km, çevre görüntüsü, 1-3,5 km, uzak görüntü, >3,5 km) görüldüğü görüntü sayısına bağlıdır.

Kullanıcı Tipi: Bir araçla yanından geçenler, geçici bir süre duranlar ve sürekli kalanların sayısına bağlıdır.

Etki: Proje bileşenlerinin örneğin malzemenin mevcudiyetinin nüfus üzerindeki etkisine bağlıdır. Etki bölgesel, yerel yada izole edilmiş olabilir.

Görünürlük derecesi, Yok, Çok Az, Az, Orta Derece ya da Yüksek olabilir.

Çizelge 5.1’de gözlenen alanın hassasiyeti ile bu alanın görünürlük derecesinin kombinasyonu verilmiştir.

Çizelge 5.1: Görsel etkinin önemi.

Hassasiyet	Görünürlük				
	Yok	Çok Az	Az	Orta	Yüksek
Az	Fark edilmez	Çok az	Çok az	Az	Orta
Orta	Fark edilmez	Çok az	Az	Orta	Yüksek
Yüksek	Fark edilmez	Az	Orta	Yüksek	Yüksek

Çalışmada görsel etki hem CBS yazılımı kullanılarak hem de görsel simülasyonlar ile modellenmiş ve risk alanları belirlenmiştir. Çıkan görünürlük etkisine, bölgeye ve topoğrafyaya göre de etki azaltma yöntemleri belirlenmiştir. Şekil 5.2’de bu etki azaltma yöntemlerine göre düzenlenmiş bir sahanın simülasyon örneği verilmektedir.



Şekil 5.2: Fotomontaj çalışması ile görsel etkinin azaltılması

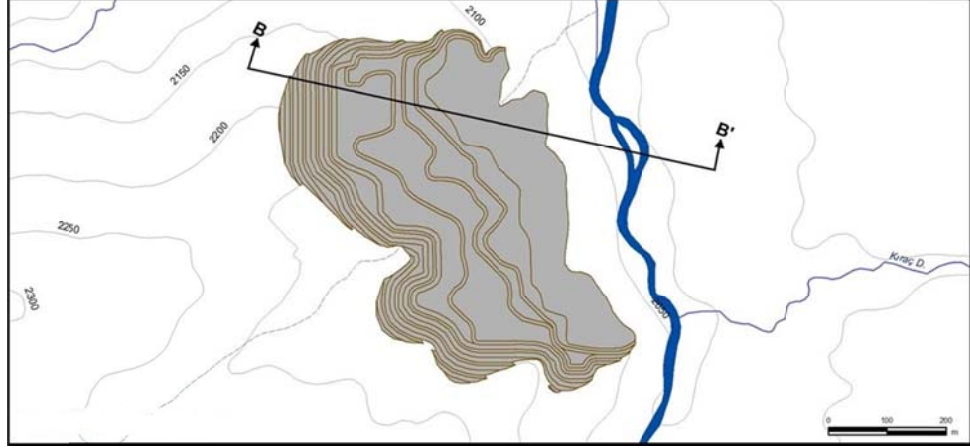
5.2 Madencilik ve Modelleme Çalışmaları

Ülkemizin yenilenemez doğal kaynakları arasında bulunan ve hammadde ile birlikte enerji üretiminin büyük payına sahip olan madencilikte, her ne kadar çevre ile uyumlu yöntem ve materyal kullanılsa da ne yazık ki bir daha yerine konulamayan bir arazi formu meydana gelmektedir. Topoğrafik yapıda oluşan bu bozulmalar da toplum arasında olumsuz etkiler oluşturmaktadır.

Bu durumun farkında olan madencilik şirketleri hem madenlerini günümüz bilim ve teknolojisine uygun bir şekilde işletmekte hem de maden arama aşamasından maden kapatmaya kadar bütün süreçlerinin modellenip tasarlandığı üç boyutlu ön izleme çalışmalarını takip etmektedirler.

Projeyi anlamak ve projeye ait verileri en iyi şekilde ilişkilendirip sunmak için hazırlanan iki boyutlu (2B) haritalar, gelişen teknoloji ile birlikte çözüm üretmede yetersiz kalmıştır. Şekil 5.3 de 2 boyutlu düzlemde açık ocak sahasının görüntüsü yer almaktadır.

İleri görselleştirme araçları ile mekanın birebir üç boyutlu (3B) modellenmesi ile hem maden tasarımları kısa sürede hazırlanmakta hem de etkin ve doğru bir planlamanın yapılması sağlanmaktadır. Şekil 5.4 de ise aynı açık ocak sahasının 3B model görünümü gösterilmektedir.



Şekil 5.3: 2 boyutlu düzlemde açık ocak sahasından alınan bir kesit görüntüsü



Şekil 5.4: Aynı açık ocak sahasının 3 boyutlu düzlemde model görüntüsü

Modellemeye birlikte;

- Projeye ait revizyonlar anında görselleştirilebilir, böylece üretim başlamadan önce, tasarım aşamasında olası hatalar azaltılabilir,
- Projeye eş zamanlı yürütülen sosyal çalışmalar kapsamında, sunumlarla halkın tepkisi ölçülebilir,
- İşletme sonrası çevre düzenlemesi aşamasında karar vericiliği kolaylaştırabilir.
- Modelleme çalışmaları ile zaman ve maliyeti düşürücü sonuçlar elde edilebilir.

6. UYGULAMA

Çalışma alanı olarak belirlenen alan, KOZA Altın İşletmeleri A.Ş. (KOZA) tarafından Ağrı ili, Diyadin ilçesi, Mollakara köyü civarında tespit edilen cevherin çıkarılması ve zenginleştirmesini içeren Mollakara Altın Madeni projesidir.

Proje kapsamında 2006-2007 tarihi itibarıyla yapılan sondaj çalışmalarına göre, sahada altın ve gümüş tenörü ortalaması sırasıyla 0,854 g/ton ve 0,24 g/ton olan toplam 7.872.264 ton cevher rezervi belirlenmiştir. Açık ocak işletme faaliyetleri esnasında cevher yanında çıkarılacak pasa malzeme, maden sahasında yer alacak pasa depolama alanında depolanacaktır. Proje kapsamında faaliyetlerin yürütüleceği açık oaktan ise toplamda 9.314.907,488 ton pasa malzemesinin açığa çıkacağı tahmin edilmektedir.

Proje kapsamında arazinin hazırlanması, altyapı ve inşaat çalışmalarının 12-18 ay içerisinde tamamlanması planmaktadır. Açık ocak üretim faaliyetleri yaklaşık 3 yıl, cevher zenginleştirme faaliyetleri 3,5 yıl sürecektir. Oluşturulacak kapama planları doğrultusunda gerçekleştirilecek işlemler ve doğaya geri kazandırma çalışmalarının da 2 yıl süreceği göz önüne alındığında, proje ömrünün inşaat, işletme ve kapama faaliyetleri dahil 6,5 yıl olacağı görülmektedir.

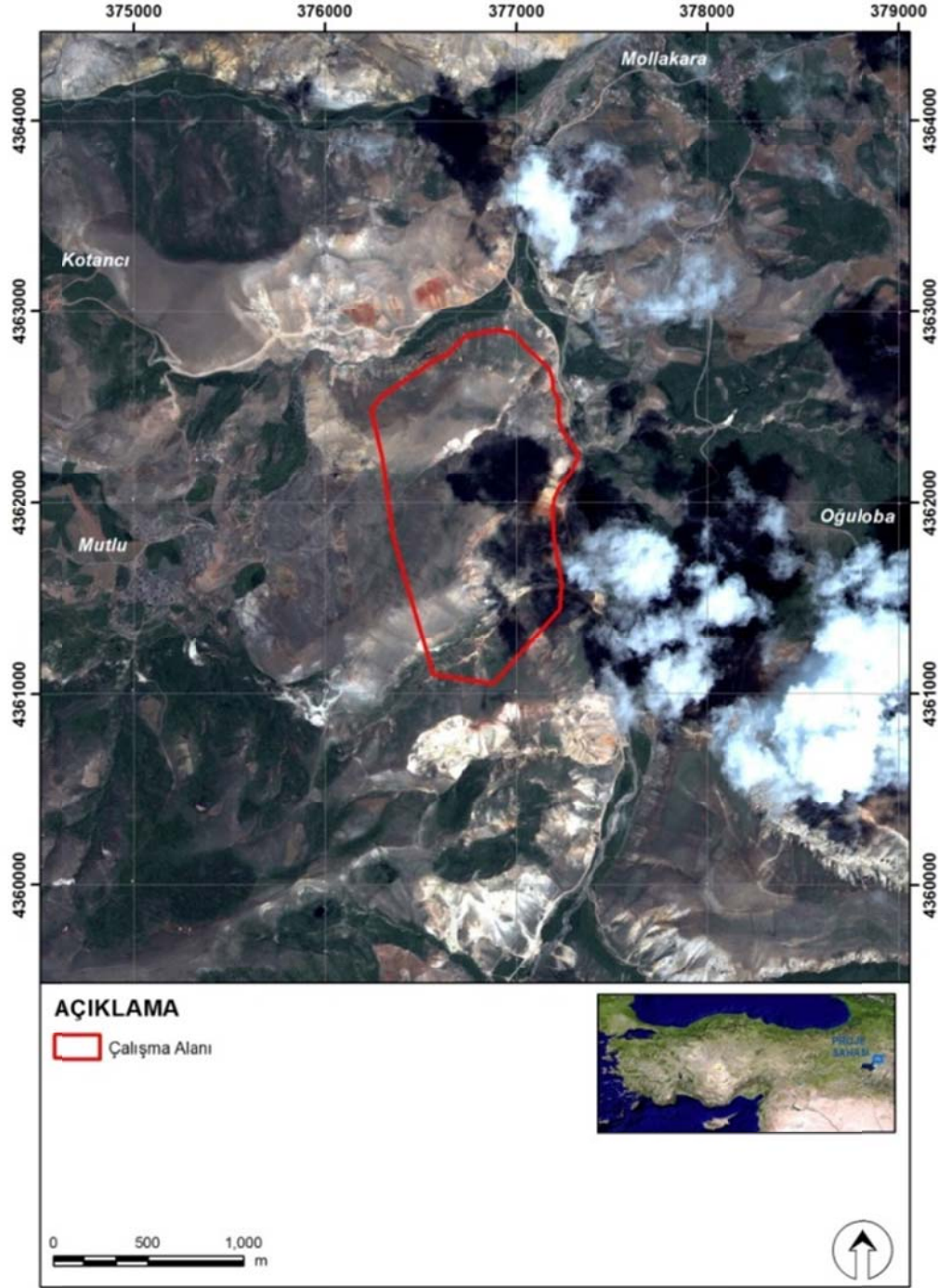
Proje faaliyetleri iki ayrı alanda gerçekleştirilmektedir. Fakat tez çalışmasında sadece güneyde kalan saha üzerinden senaryo ve analizler yapılmıştır ve Mollakara Çevresel Etki Değerlendirme Çalışması raporundan belli bölümlerde yararlanılmıştır.

6.1 Maden Sahasının Çevresel Etkilerinin CBS ile Analizi

Mollakara Altın Madeni (Proje sahası) Ağrı ili'nin 56 km güneydoğusunda, Diyadin ilçesinin 18 km güneybatısında yer almaktadır.

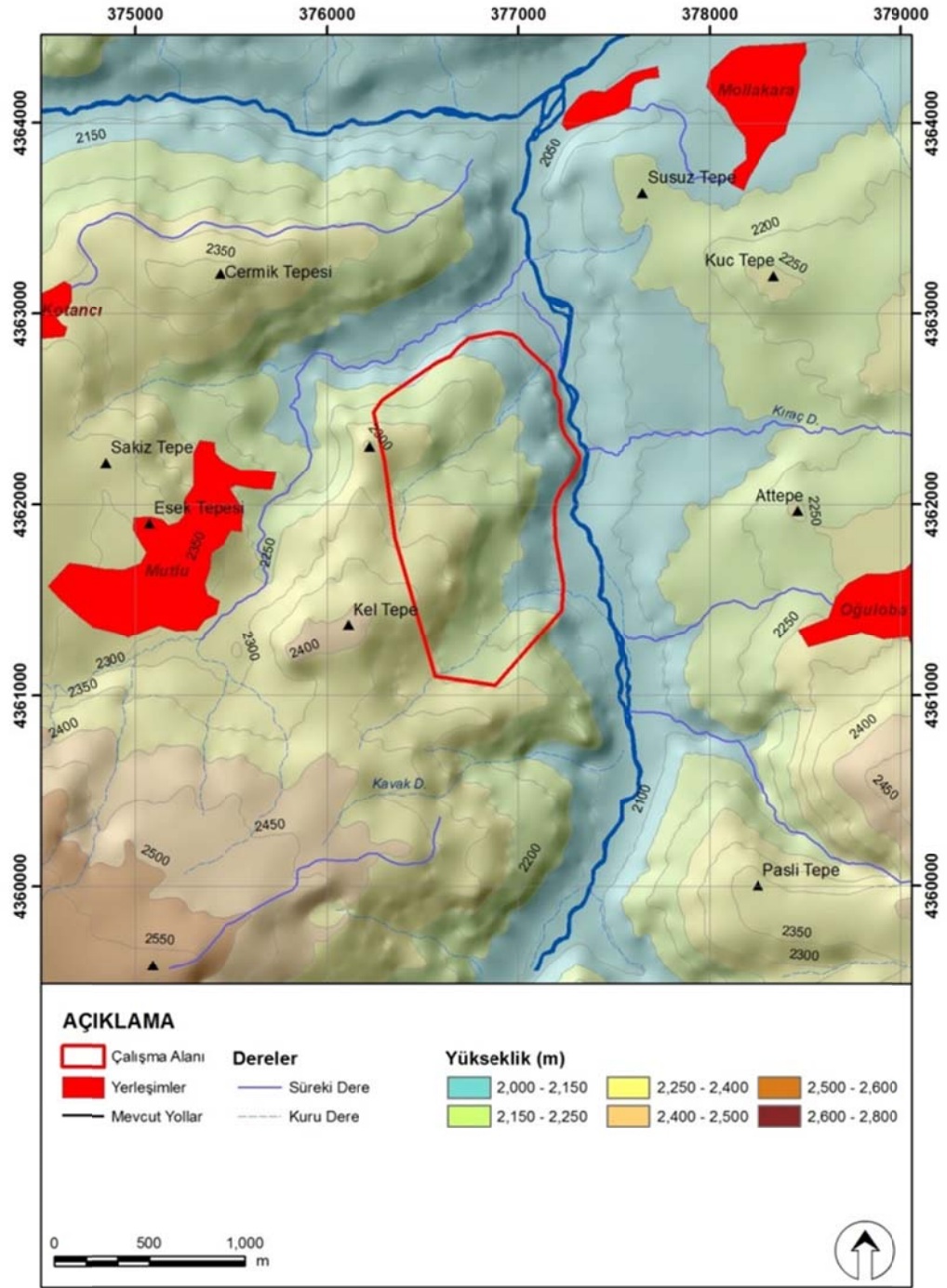
Çalışma alanına en yakın yerleşim birimleri, 1360m kuzeydoğuda Mollakara, 1280m doğuda Oğuloba, 570 m batıda Mutlu ve 1700 m kuzey batıda Kotancı köyleridir.

Proje sahasını gösterir yer bulduru haritası Şekil 6.1'de yer almaktadır.



Şekil 6.1: Yer bulduru haritası

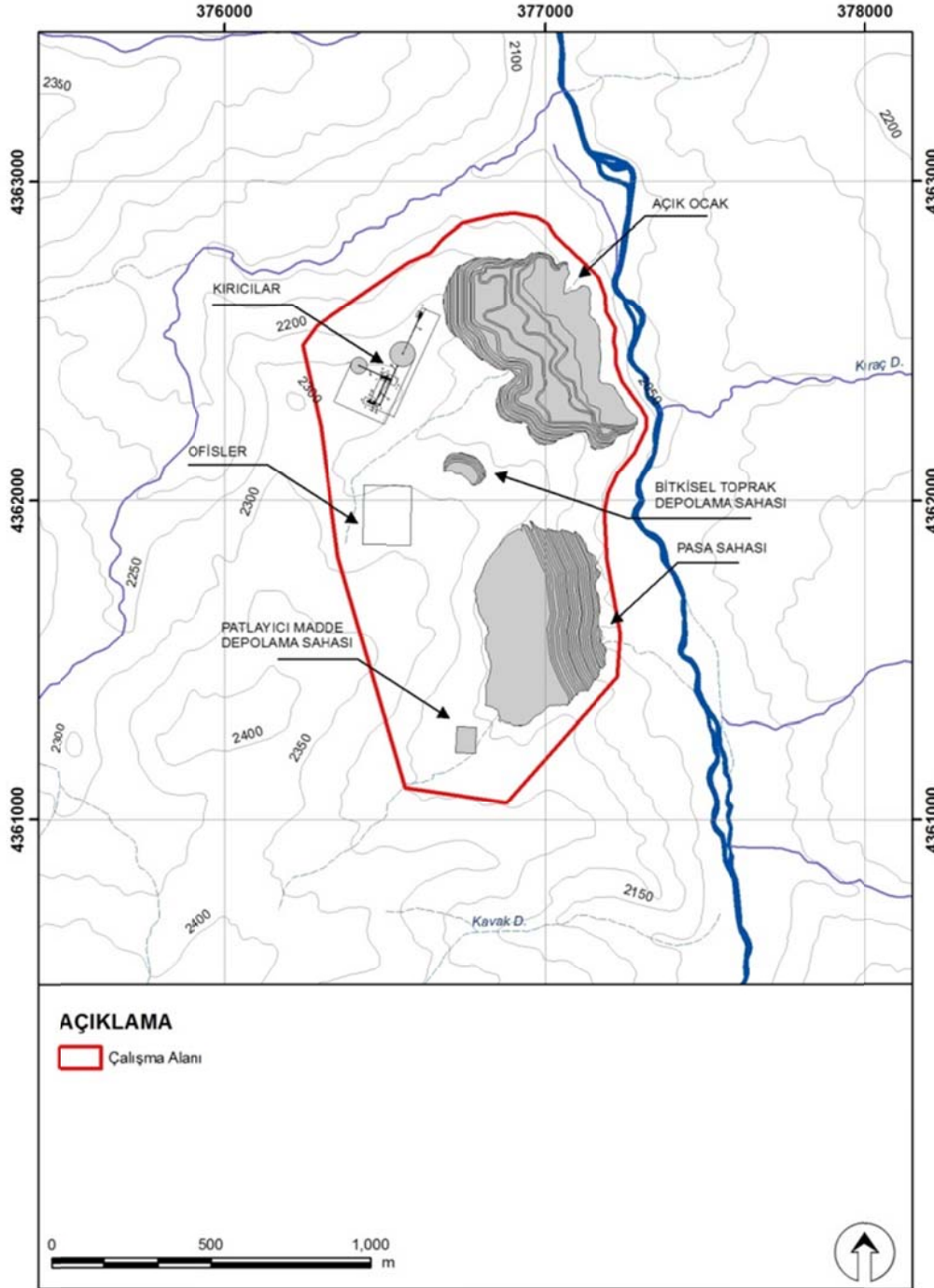
Proje sahası yükseklik açısından incelendiğinde, denizden yüksekliği 2.000 ile 2.800 metreleri arasında değişiklik göstermektedir. Sahanın Yükseklik haritası Şekil 6.2’de gösterilmektedir.



Şekil 6.2: Proje sahası yükseklik haritası

Proje dahilinde yer alacak açık ocakta gerçekleştirilecek üretim faaliyetleri neticesinde elde edilecek cevher yığın liç prosesi ile zenginleştirilecek neticede dore altın ve gümüş üretimi gerçekleştirilecektir. Fakat çalışma kapsamında kuzeyde yer alan bu alan görsel analiz ve modelleme kapsamına daha önce de bahsedildiği üzere dahil edilmemiştir.

Çalışmaya konu olan güneyde ki 139,12 ha lık sahada, açık ocak işletme faaliyetleri esnasında cevher yanında çıkarılacak pasa malzeme, maden sahasında yer alacak pasa depolama alanında depolanacaktır. Şekil 6.3'te gösterilen, sahada yer alan diğer üniteler ise kırıcılar, bitkisel toprak depolama sahası, patlayıcı deposu ve ofislerden oluşmaktadır.



Şekil 6.3: Yerleşim planı haritası

Açık ocak, basamak yüksekliği 20m, basamak genişliği 5m, şev eğimi 60° ve genel şev eğimi 50° olarak dizayn edilmiştir. Ocak içi yol genişlikleri ise 15m bırakılacaktır. Açık ocak işletme faaliyetleri neticesinde cevher yanında elde edilecek ekonomik olmayan kaya (pasa) malzemesi açıkocağın güneyinde konumlanan pasa depolama alanında depolanacaktır. Depolama işlemi sırasında pasa sahasında her 25m dökümde 10 metrelik basamaklar oluşturulacaktır. Bu dizayn bilgileri modelleme esnasında detaylandırma çalışmalarında kullanılacaktır.

Çalışma alanı kapsamında yapılan çevreye olası etkiler CBS ile detaylı bir şekilde irdelenmiştir. Aşağıda maddeler halinde ayrıntılı olarak sunulmaktadır.

- **Meteorolojik ve İklimsel Yapı**

Proje alanı endüstriyel faaliyetlerin bulunmadığı ve evsel ısınma maksatlı kullanılan kömür ve odun gibi yakıtlar dışında hava kalitesine olumsuz etkisi bulunabilecek etkenlerin olmadığı kırsal bir bölgede yer almaktadır.

Karasal iklim koşullarının etkisi altındaki proje sahası için, Devlet Meteoroloji İşleri'ne ait Ağrı, Doğubeyazıt ve Erçiş meteoroloji istasyonlarının verileri incelenmiştir. Bu istasyonların sahaya olan uzaklıkları ve özellikleri Çizelge 6.1'de, konumu ise Şekil 6.4'te verilmektedir.

Her üç istasyonun da 35 yıllık meteorolojik verileri değerlendirilmektedir. Bölge yapılan incelemelere göre kış mevsiminde karlı, nemli ve yazları sıcaktır. Yüksek bir rakıma sahip bölgede kış mevsiminde ortamala hava sıcaklığı 0 derecenin altındadır. Gece gündüz sıcaklık farkları ise yüksektir.

Çizelge 6.1: Bölgedeki devlet meteoroloji istasyonları.

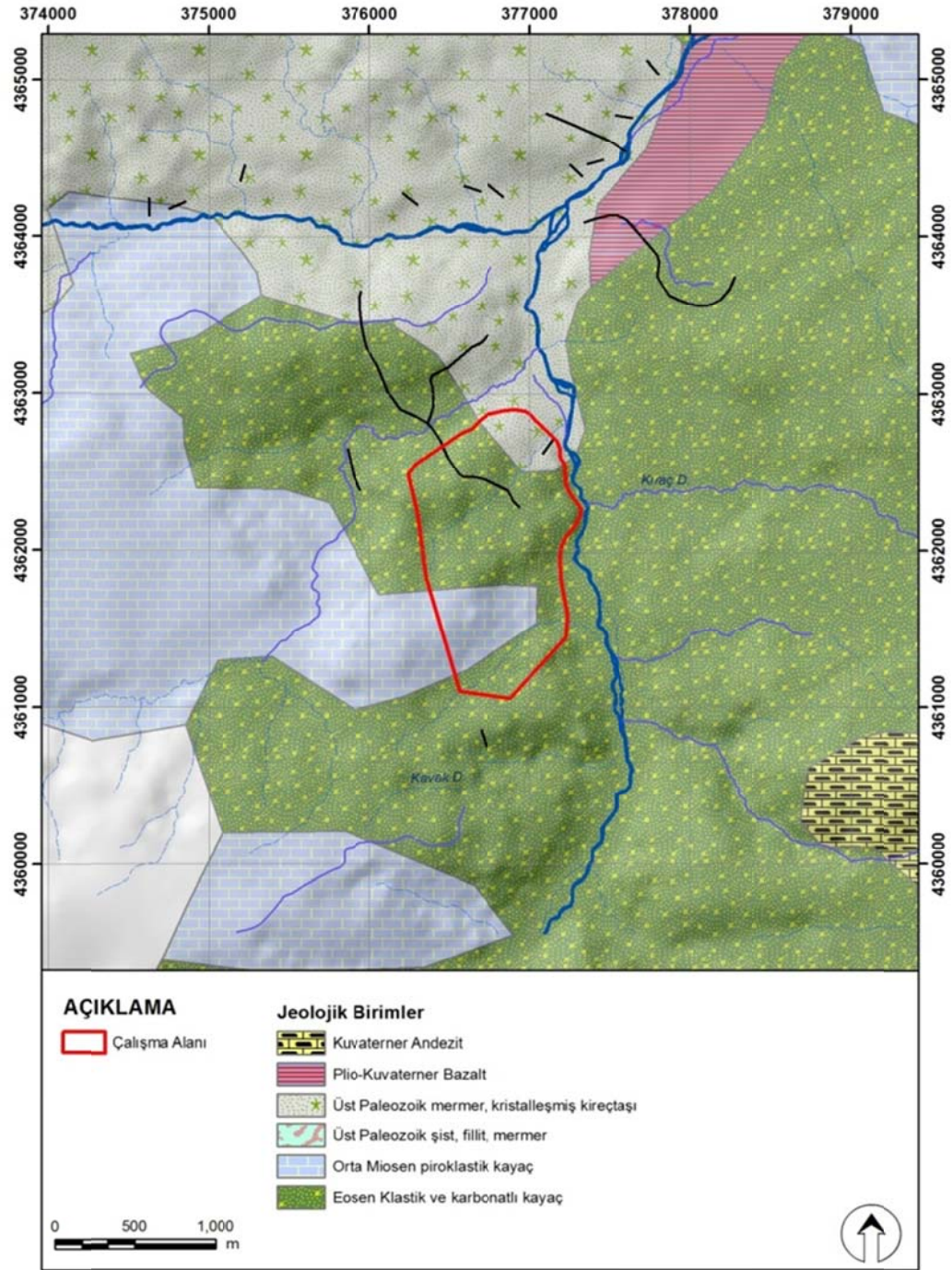
İstasyon Adı	İstasyon Tipi	Veri Aralığı	Ruhsat Sahasına Olan Uzaklığı	Koordinatları
Ağrı	Büyük klimatolojik	1975-2010	54 km, KB	39 43K, 43 03D
Doğubeyazıt	Büyük klimatolojik	1975-2010	45 km, KD	39 33K, 44 05D
Erçiş	Büyük klimatolojik	1975-2009	50 km, GB	39 02K, 43 21D



Şekil 6.4: Meteoroloji istasyonları haritası

- **Jeolojik Yapı**

Sahanın bulunduğu bölgede en yaşlıdan gence doğru şu birimler istiflenmiştir: Paleozoik yaşlı metamorfikler, Üst Kretase yaşlı ofiolitik melanj, Üst Senonien paleojik kireçtaşı, Üst Kretase-Paleosen volkanik ve sedimanter kayalar, Üst Kretase granit, granodioritler, Miosen/Pliosen volkanikler, Tersier sedimanter kireçtaşları, Pliosen/Kuaterner volkanikler ve alüvyonlar. Çalışma alanı ve çevresinin jeoloji haritası Şekil 6.5'te verilmiştir.



Şekil 6.5: Proje sahası jeoloji haritası

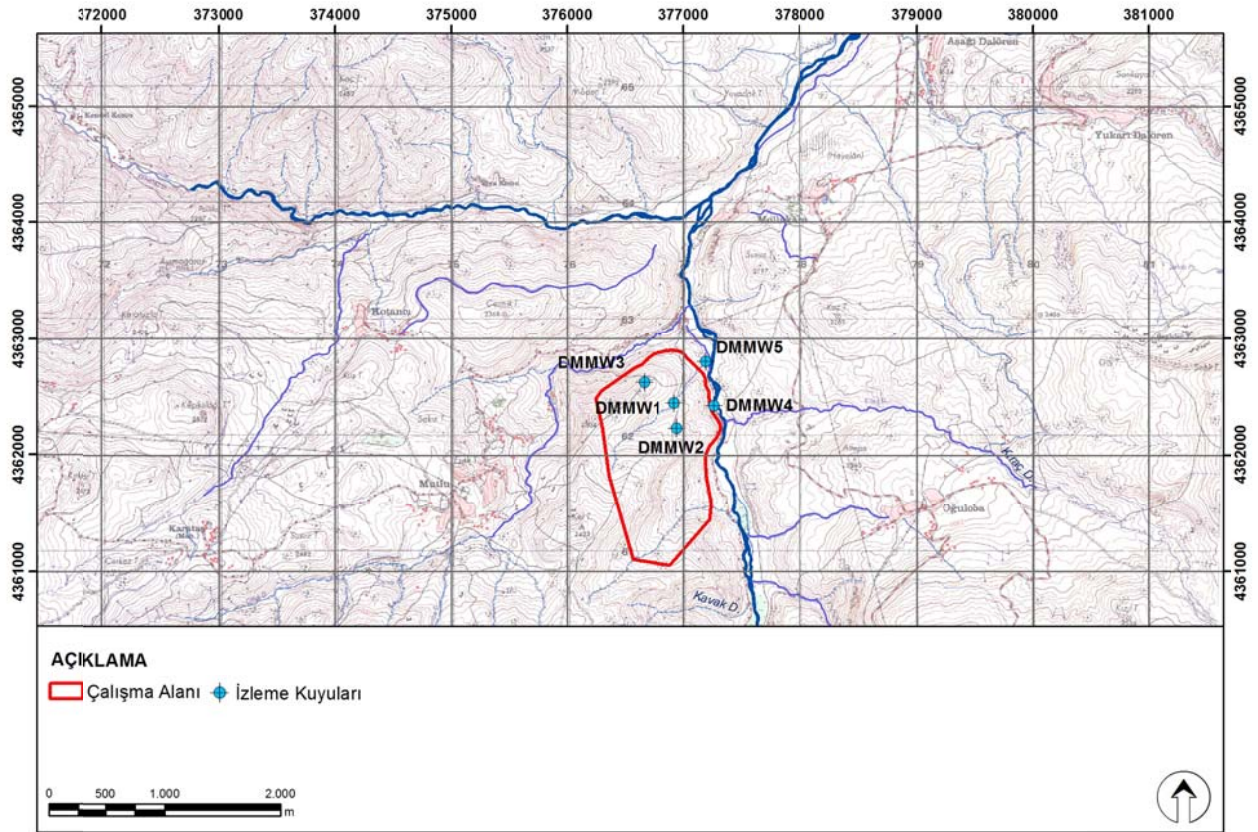
Çalışma sahasının içinde kalan jeolojik birimlerin miktarı ve yüzdeleri Çizelge 6.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 6.2: Çalışma alanı içindeki jeoloji birimleri.

Jeolojik Birim	Alan (m2)	Alan(ha)	Yüzde(%)
Eosen Klastik ve karbonatlı kayaç	1.005.922,25	100,59	72
Orta Miosen piroklastik kayaç	256.234,97	25,62	18
Üst Paleozoik mermer, kristalleşmiş kireçtaşı	129.016,51	12,90	9
ÇED İzin Alanı		139,12	100

• Hidrojeolojik Yapı

Proje alanında açılmış izleme kuyuları proje ünitelerinin etkileşimde olduğu hidrostratigrafik birimleri olabildiğince temsil edebilmesi amacıyla dağılarak yerleştirilmiştir. Açılan kuyuların konumları sistemin hem kimyasal hem de fiziksel temsil ediciliğini sağlamak amacıyla morfoloji, cevher lokasyonu, açık ocak ve planlanan döküm sahası göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Şekil 6.6'da proje alanına yerleştirilmiş izleme kuyularının lokasyonları görülmektedir.

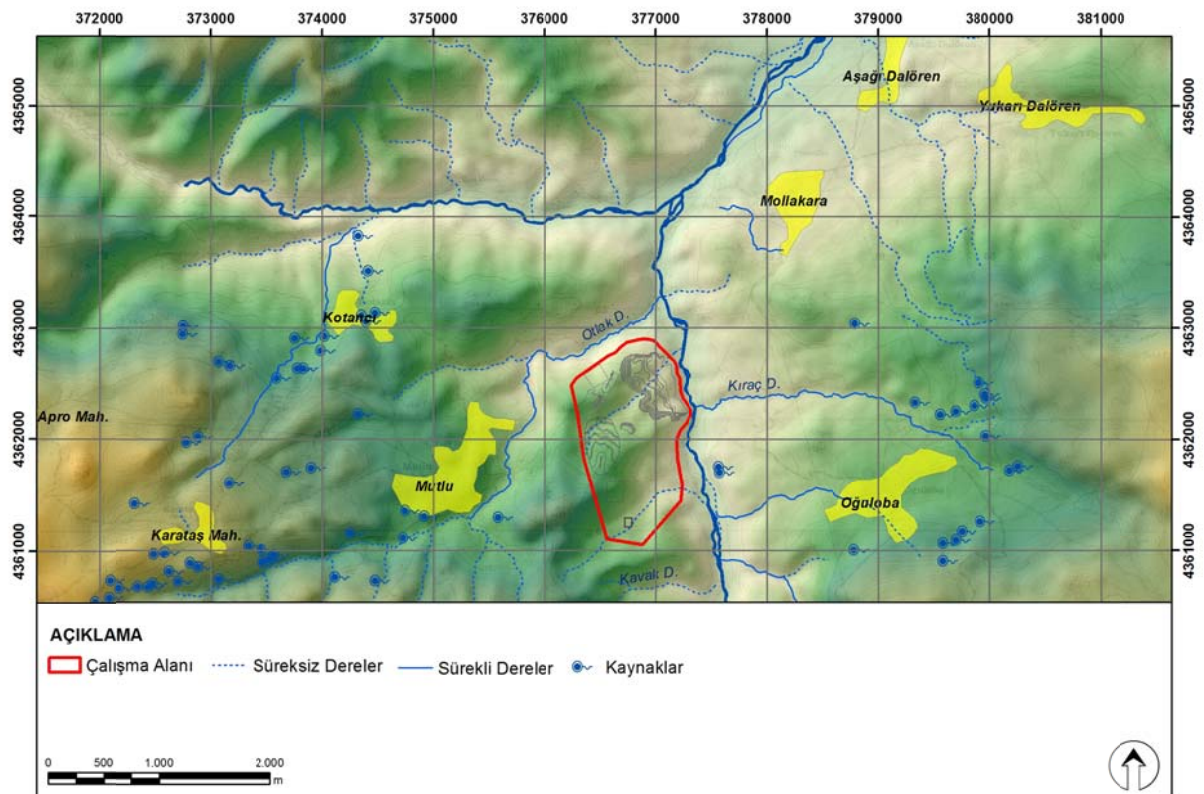


Şekil 6.6: İzleme kuyuları lokasyonu

- **Hidrolojik Yapı**

Proje alanı, Fırat-Dicle Havzasının Kuzey doğu kesiminde, Fırat-Dicle havzası ile Aras havza sınırının yaklaşık 18 km batısında, Fırat-Dicle havzası ile Vangölü havza sınırının yaklaşık 13 km kuzeyinde yer almaktadır. Proje alanının bulunduğu alandaki topoğrafya ve rakımın, zengin yüzey drenajına etkisi görülmektedir.

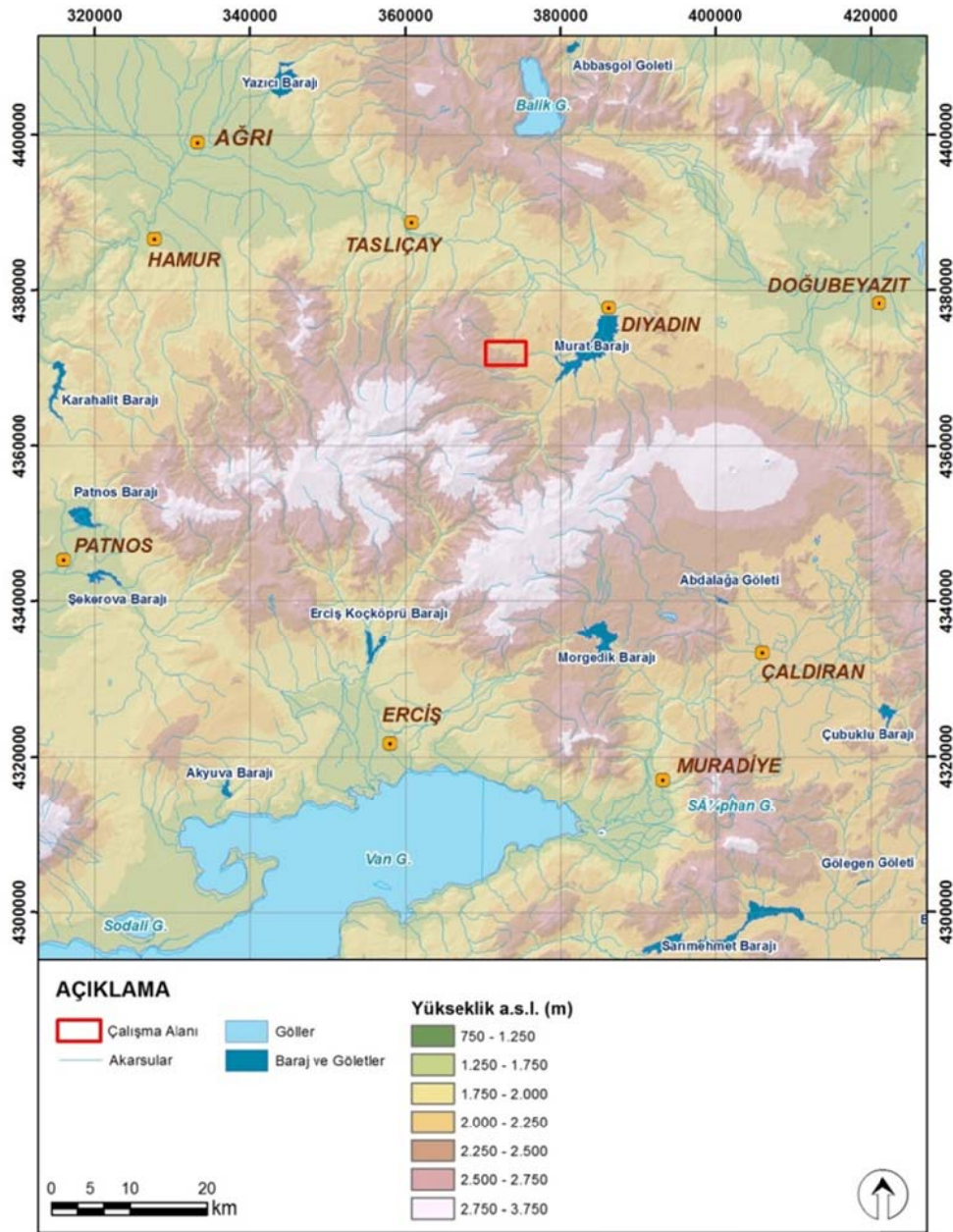
Çalışma alanına en yakın yüzey suyu kaynağı, yaklaşık 50 m doğuda yer alan Murat Çayı'dır. Murat Çayı Aladağ eteklerinde doğar ve Fırat Nehrine kadar ulaşır. Çalışma alanına yakın diğer sürekli dere alanın yaklaşık 350 m kuzeyinden geçen Otlak dere ile, 1,2 km kuzeyinden geçen ve Murat Çayı ile birleşen Kendal Deresidir. Çalışma alanı ve çevresinde, bölgenin engebeli topoğrafyası nedeniyle irili ufaklı pek çok dere yatağı ve kaynak yer almaktadır. Bu kaynaklardan bazıları, özellikle Murat Çayı dere yatağı kenarında görülenler, jeotermal özellik taşımaktadır. Saha çalışmaları sırasında 45-50°C sıcaklığa sahip kaynaklar belirlenmiştir. Proje sahasının hidrolojik özelliklerinin gösterildiği harita Şekil 6.7'de sunulmaktadır.



Şekil 6.7: Hidroloji haritası

Çalışma sahasına en yakın baraj doğusunda yer alan Murat Barajıdır. Sahanın uzak çevresinde Erciş Koçköprü Barajı, Morgedik Barajı, Abdalağa Göleti, Balık Gölü ve

Van Gölü yer almaktadır. Tüm bu su kaynakları ve daha fazlası Şekil 6.8’de daha ayrıntılı gösterilmektedir.

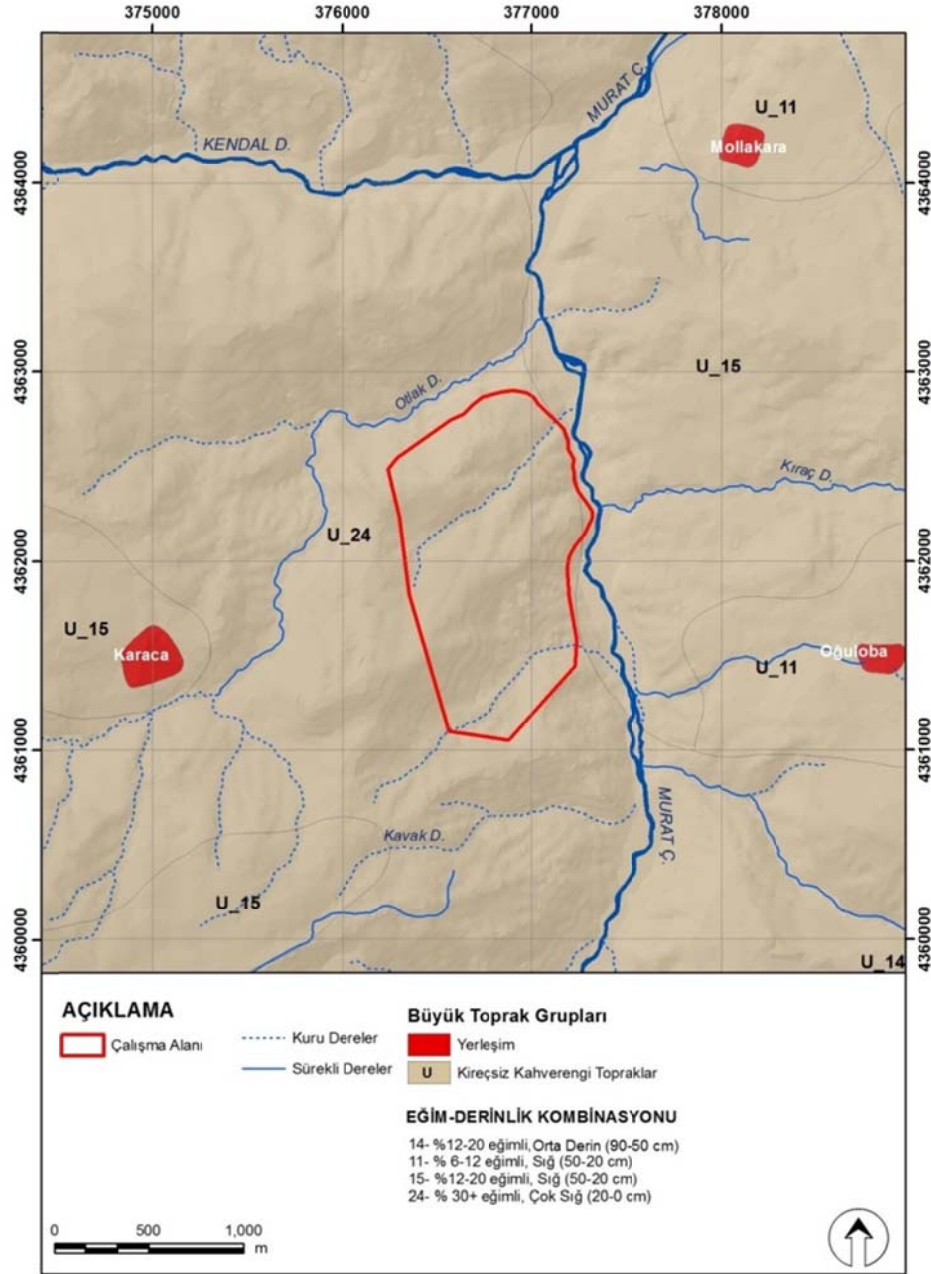


Şekil 6.8: Çalışma alanı ve çevresi barajlar haritası

- **Toprak Yapısı**

Faaliyet sahası ve civarında bulunan hakim toprak grubu ve arazi kullanım kabiliyeti sınıfını belirlemek amacı ile Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü’nden temin edilen sayısal toprak verileri kullanılmıştır.

Faaliyet alanı ve civarındaki hakim toprak grubu kireçsiz kahverengi topraklardır, Şekil 6.9'da gösterilmektedir. Doğal bitki örtüsü ot ve çalı karışımıdır. Doğal drenajı iyidir.



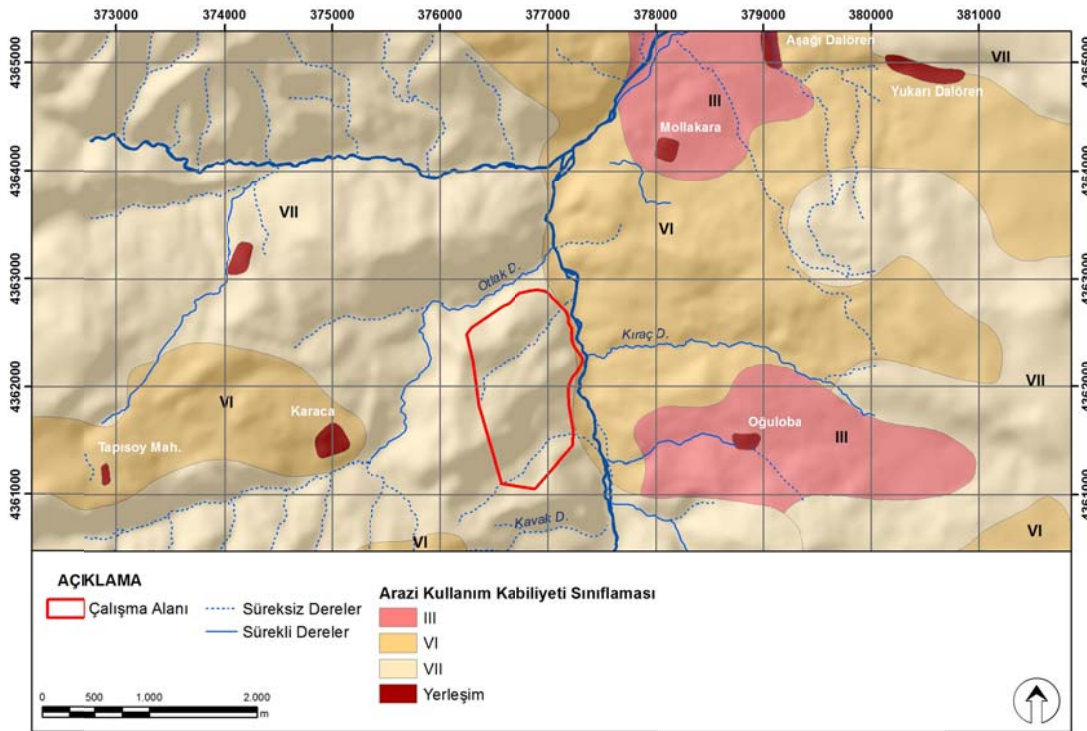
Şekil 6.9: Büyük toprak grupları haritası

Çalışma sahasının içinde kalan büyük toprak grubu miktarı ve yüzdeleri Çizelge 6.3 de gösterilmektedir.

Çizelge 6.3: Çalışma alanı içerisindeki BTG miktarı.

Büyük Toprak Grubu	Alan (m2)	Alan(ha)	Yüzde(%)
Kireçsiz kahverengi topraklar	1.391.176,26	139,12	100
ÇED İzin Alanı		139,12	100

Toprak haritalarında arazi sınıfı ve kullanım durumunun tanımlanabilmesi amacıyla I ile VIII arasında toprak sınıfları belirlenmiştir. Bu sınıflardan I ile IV arasındakiler tarımsal ve hayvansal amaçlı kullanıma uygundur. V ile VII arasındaki arazi sınıfında bulunan topraklar genel olarak kültür bitkilerinin yetiştirilmesine uygun değildir. Bu sınıftaki toprak kontrol altında otlak veya orman toprağı olarak kullanılabilirler. VIII sınıf topraklar ise ancak yaban hayatı için veya turizm ve sportif amaçlarla kullanılabilirler, tarımsal amaca yönelik kullanılamazlar. Çalışma alanı ve civarındaki toprakların arazi kullanım kabiliyet sınıfı, Şekil 6.10'da gösterilmektedir.



Şekil 6.10: Arazi kullanım kabiliyeti sınıflaması toprak varlığı haritası

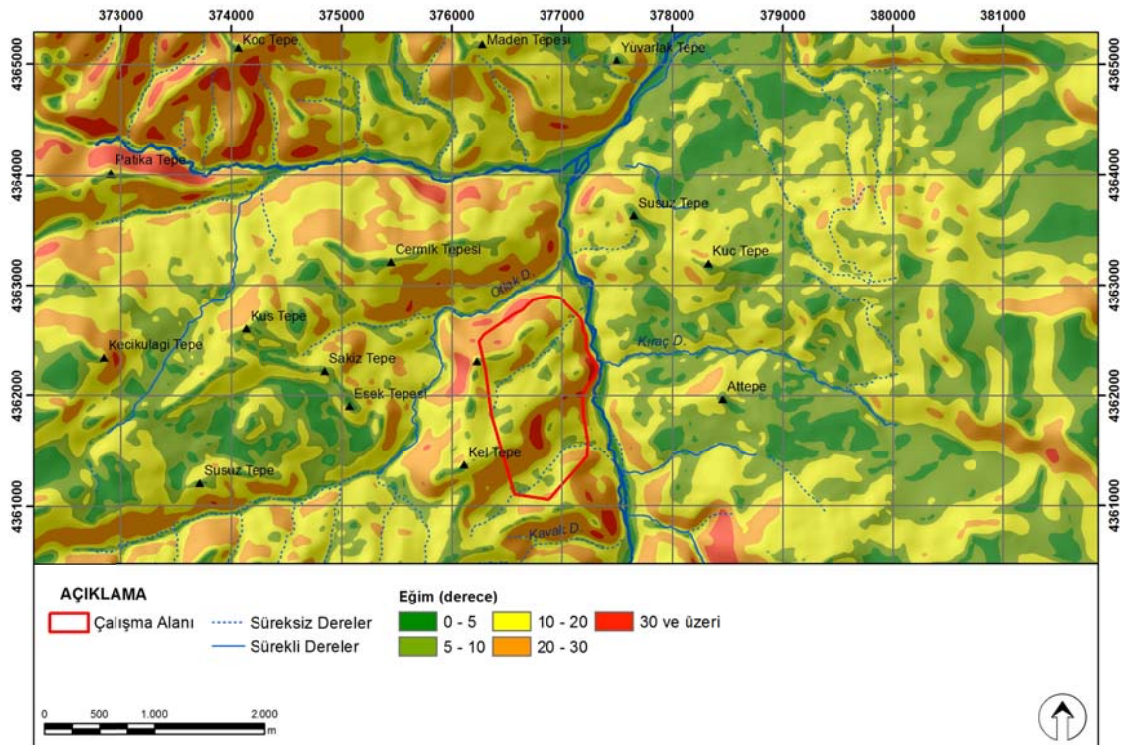
Çalışma sahasının içinde kalan arazi kullanım kabiliyeti miktarı ve yüzdeleri Çizelge 6.4'de gösterilmektedir.

Çizelge 6.4: Çalışma alanı içerisindeki AKK miktarı.

Arazi Kullanım Kabiliyeti	Alan (m ²)	Alan(ha)	Yüzde(%)
VI	9.166,06	0,92	1
VII	1.382.010,20	138,20	99
ÇED İzin Alanı		139,12	100

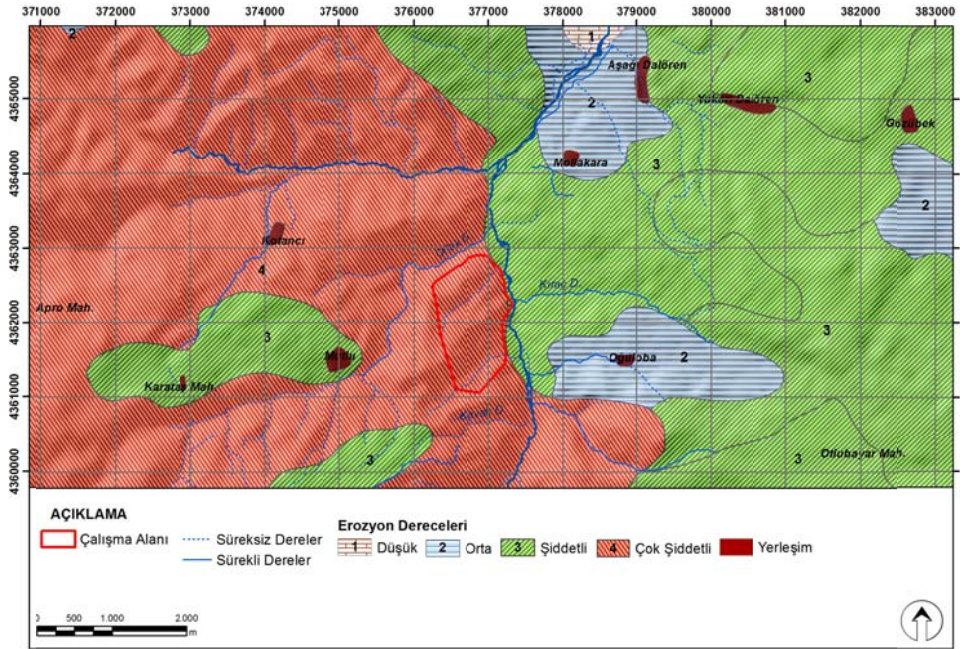
Bu sınıftaki topraklar ayrıca; çok dik eğim, erozyon, toprak sığlığı, taşlılık, yaşlık, tuzluluk ve sodiklik gibi kültür bitkilerinin yetiştirilmesini engelleyen çok şiddetli sınırlandırmalara sahiptir. Fiziksel özellikleri tohumlama ve kireçleme yapmak, kontur karıkları, drenaj hendekleri, saptırma yapıları ve su dağıtıcıları tesis etmek gibi iyileştirme, koruma ve kontrol uygulamalarına elverişli olmadığından, çayır ve mera ıslahı için kullanılmaya olanakları oldukça sınırlıdır.

Proje sahası eğim ve erozyon yapısı bakımından incelendiğinde, sahanın bulunduğu bölgede toprak derinliği sıg (50-20 cm)'dir. Bölgede eğim %30 ve üzerinde olup, engebeli ve dik eğimli bir topoğrafyaya sahiptir. Şekil 6.11'de sahanın eğim haritası gösterilmektedir.



Şekil 6.11: Proje alanı eğim haritası

Proje sahası eğim bakımından, (4) çok şiddetli su erozyonu etkisi altındadır. Şekil 6.12’de sahanın erozyon haritası gösterilmektedir. Çizelge 6.5’te ise, çalışma sahası içerisindeki toprak yapısının erozyon dereceleri bulunmaktadır.



Şekil 6.12: Erozyon haritası

Çizelge 6.5: Çalışma alanı içerisindeki erozyon derecesi.

Erozyon Derecesi	Alan (m2)	Alan(ha)	Yüzde(%)
3	9.166,06	0,92	1
4	1.382.010,20	138,20	99
ÇED İzin Alanı		139,12	100

Köy işleri genel müdürlüğünün 1900 lü yıllarda hazırladığı toprak varlığı bilgisi, edindiğimiz il arazi varlığı verilerinden başka yine sınıflandırma yöntemiyle oluşturulmuş Avrupa Çevre Ajansı tarafından hazırlanan 5 adet temel, 44 adet alt arazi kullanımı sınıfı ile tanımlanmış, Avrupa Birliği arazi örtüsü (CORINE) sahanın toprak yapısı hakkında daha fazla bilgisi edinimini sağlayan ideal bir veritabanıdır.

CORINE veritabanında arazi örtüsü temel sınıfları; yapay bölgeler, tarımsal alanlar, orman ve yarı doğal kaynaklar, sulak alanlar ve su kütleleridir. Bu bilgilere göre sahaya genel olarak tarımsal alanlar ve orman ve yarı doğal alanların hakim olduğunu söyleyebiliriz. Tarımsal alanlar; sulanmayan ekilebilir arazi ile tarımsal kullanım amaçlı işgal edilmiş arazi olarak sınıflandırılmakta, orman ve yarı doğal

AÇIKLAMA

- Çalışma Alanı
- - - Süreksiz Dereler
- Sürekli Dereler

CORINE Arazi Kullanımı Sınıflaması

Tarımsal Alanlar

- 12 - Sulanmayan Ekilebilir Arazi
- 21 - Tarımsal Kullanım Amaçlı İşgal Edilmiş Arazi

Orman ve yarı doğal alanlar

- 26 - Doğal Otlaklar
- 31 - Çıplak Kaya, Taşlık Arazî
- 32 - Seyrek Bitkili Arazî

0 500 1.000 2.000 m

↑

- **Tarım ve Hayvancılık**

Endüstri fazla gelişmemiştir, ilin endüstri ürünleri ve sanayi malları ihtiyacı genellikle uzak illerden sağlanmaktadır. Sanayi Türkiye'nin ekonomik gücüne katkıda bulunacak ve büyük ölçüde etki edecek derecede değildir. Ağrı'nın toprak ürünleri bakımından da milli ekonomiye katkısı azdır. Yapılan sanayi kuruluşları halkın başlıca geçim kaynağı olan hayvancılığa yöneliktir. Hayvansal hammaddelerin bir kısmı bu endüstri kollarında işlenir [25].

- **Flora-Fauna**

Projede yürütülen temel çevresel veri toplama çalışmaları kapsamında Haziran ve Ekim 2010 tarihlerinde flora, fauna ve sucul ekosistemler hakkında arazi çalışmaları yürütülmüştür. Aşağıda yapılan çalışmalar sırasıyla bahsedilmiştir.

Flora

Ağrı İli, Diyadin İlçesi, Mollakara Köyü sınırları içerisinde bulunan proje sahasında hakim olan floral yapıyı meydana getiren bitki türlerini, bu türlerin koruma statülerini ve bu türlerin karşı karşıya bulundukları riskler ile alınması gereken koruma önlemlerini belirleyebilmek amacıyla 2010 yılı içerisinde açık alan çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Açık alan çalışmaları sırasında alandan bitki örnekleri toplanmıştır. Toplanan bu yaş bitki örnekleri herbaryum tekniğine uygun olarak kurutulmuştur. Kurutulan bitki örneklerinin teşhis edilmesi aşamasında "Flora of Turkey And East Aegean Islands" adlı kaynaktan yararlanılmıştır.

Proje kapsamında gerçekleştirilen floristik analiz sonucunda; 38 familyaya ait 133 cins, 176 tür, 17 alttür ve 7 varyete tespit edilmiştir.

Fauna

Proje sahası ve çevresi karasal faunasını belirlemek amacıyla proje alanı sınırları içerisinde ve yakın çevrede 2010 yılı içerisinde ilkbahar ve sonbahar dönemlerini yansıtabilecek şekilde faunistik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar kapsamında proje alanı ve yakın çevresinde var olan İkiyaşamlılar, Sürüngenler, Kuşlar ve Memeli Hayvan türleriyle ilgili açık alan gözlemleri ve değerlendirmeler yapılmıştır.

- **Koruma Alanları**

Dünyada, gelişen teknolojilerin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı nedeni ile ortaya çıkan olumsuzlukların, doğada neden olduğu çöküşü durdurmak amacıyla doğayı ve doğal kaynakları koruma düşüncesi son zamanlarda hızla bir şekilde yayılmaktadır. Dünya Tabiatı Koruma Birliği (IUCN) verilerine göre, dünya yüzeyinin % 5' inden fazlası korunan alan olarak ayrılmış olup, koruma konusunda hassas olan ülkelerde bu oran %20'lere kadar çıkmaktadır.

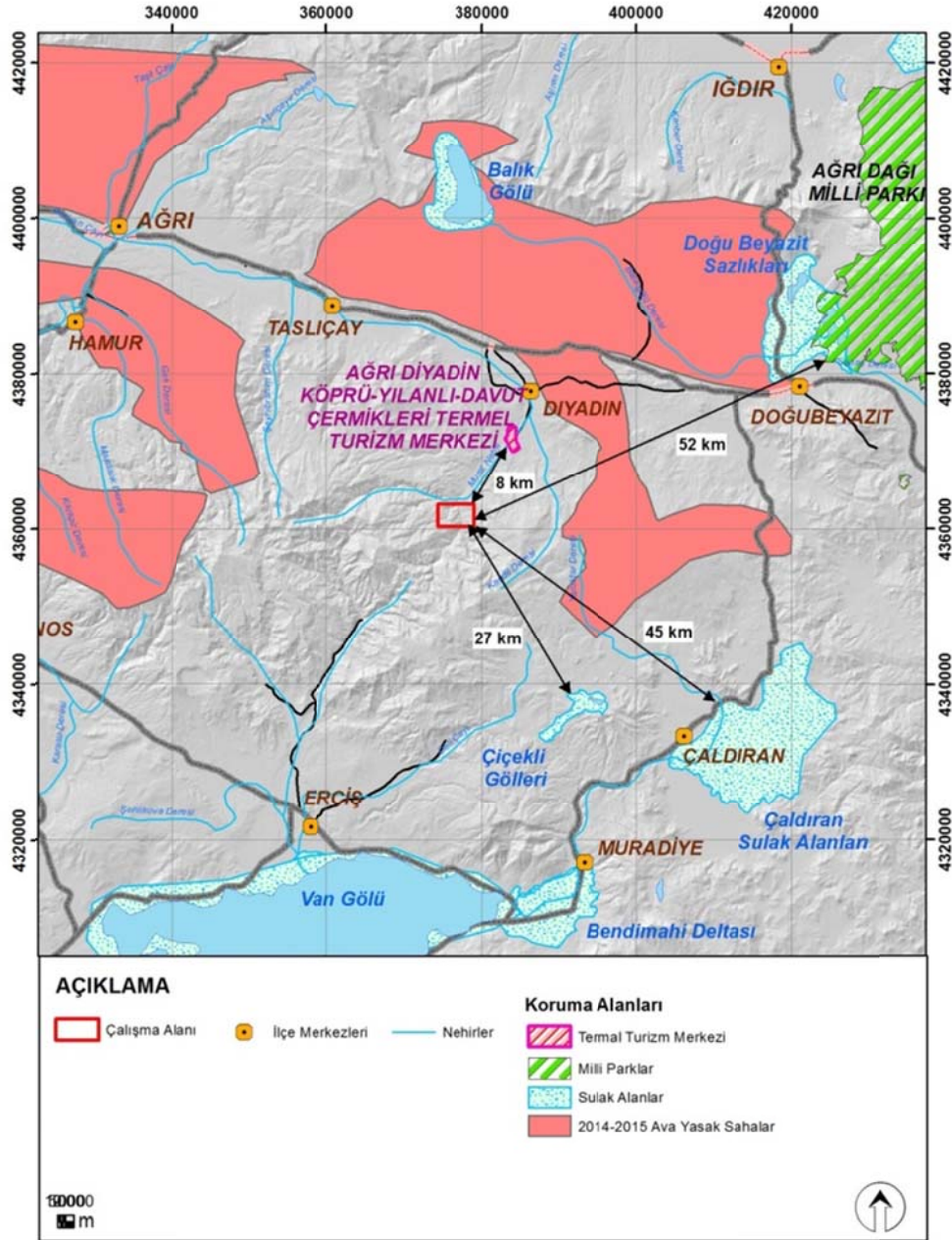
Ülkemizde ise, biyolojik çeşitliliğin, doğal ve bununla ilişkili kültürel kaynakların korunması ve devamlılığın sağlanması amacıyla ilgili mevzuata göre yönetilen koruma statüsü bulunan kara, su ya da deniz alanlarıdır.

Türkiye'nin korunan alanları deniz ve kıyılardan dağlara, deltalardan, ormanlara, yaylalardan bozkırlara, göl ve akarsu sistemlerine derin vadiler ve kanyonlardan buzullara kadar çeşitli doğal ekosistem ve oluşumları barındırmaktadır [26].

Ağrı il sınırları dahilinde 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu'na göre belirlenmiş Tabiat Parkları, Tabiat Anıtları, Tabiatı Koruma Alanları bulunmamaktadır. Ağrı ili sınırları içerisinde yer almakta olan Ağrı Dağı Milli Parkı proje sahasının 52 km kuzey doğusunda yer almaktadır.

İl sınırları içerisinde Yaban Hayatı Koruma Sahaları ve Yaban Hayvanı Yerleştirme Alanları yer almamaktadır. Proje sahasına en yakın yaban hayatı geliştirme sahaları proje alanına yaklaşık 73 km kuzeybatıda Kars Sarıkamış Kağızman ve Bitlis Adilcevaz Süphandağı yaban hayatı geliştirme sahalarıdır. Sahanın çevresinde 2014-2015 yılları içinde onaylanmış Ava Yasak Alanlar bulunmaktadır. Fakat bu alanlar maden faaliyeti için koruma statüsünde değildir.

Ağrı il sınırları içinde yer alan Balık Gölü ve Doğubeyazıt Sazlıkları A sınıfı sulak alan olarak tanımlanmıştır. A sınıfı sulak alanların özelliği bir defada 25.000'nin üzerinde su kuşunu barındırmalarıdır. Proje sahasının 28 km kuzeyinde yer alan Balık Gölü Sulak Alanı, alabalık ile sazan balığının bir arada yaşadığı tatlı su habitatıdır. Doğubeyazıt sazlıkları sahanın 39 km kuzeydoğusunda yer almakta olup, Saz Gölü ve Gölyüzü Gölü ile bunlarında arasında yer alan taşkın ovası ve bataklıklardan oluşmaktadır. Ayrıca Sarısu Ovası Sulak Alanı proje sahasının 64 km güneybatısında ve Van il sınırları dahilinde bulunan Çiçekli Gölleri Sulak Alanı 27 km güney doğusundadır. Çaldıran sulak alan sahası 45 km güneydoğusunda yer alır. Söz konusu sulak alanların proje sahasına göre konumlarını gösterir harita Şekil 6.14'te verilmektedir.



Şekil 6.14: Çalışma alanı çevresi koruma alanı haritası

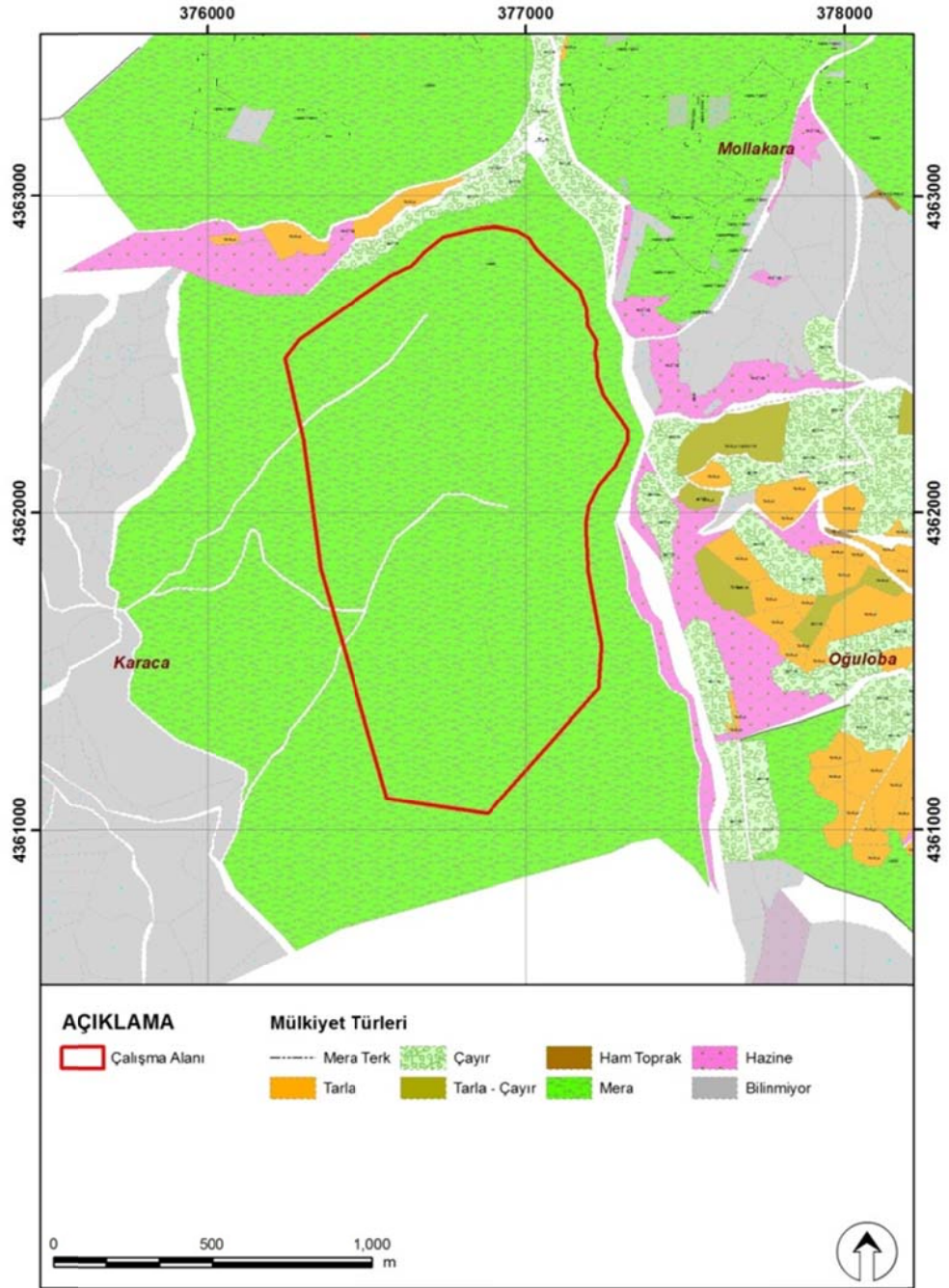
- **Orman Alanları**

Proje kapsamında Orman Genel Müdürlüğü, Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü'ne görüş sorulmuş, Ağrı Orman İşletme Müdürlüğü tarafından gönderilen ÇED İnceleme ve Değerlendirme Formuna göre proje sahasının devlet ormanları veya orman sayılan yerler üzerinde kalmadığı belirtilmiştir. Proje için temin edilen kadaströ verisi ile de bu bilgi doğrulanmaktadır.

- **Mülkiyet**

Proje alanı, Murat Çayı yakınlarında yer almakta olup, saha ve çevresi mera ve tarım alanlarından oluşmaktadır. Proje sahasını oluşturan 139,12 ha lık alanın tamamının mülkiyet türü ise meradır.

Şekil 6.15'te sahanın mülkiyet haritası yer almaktadır.



Şekil 6.15: Çalışma alanı mülkiyet durumunu gösterir harita

- **Sosyo-Ekonomik ve Çevresel Yapı**

Arazinin hazırlanmasından başlayarak inşaat, işletme ve kapatma dönemlerini kapsayan madenin ömrü sürecindeki tüm faaliyetlerin, bulundukları coğrafyada yaşayan halka doğrudan veya dolaylı etkileri vardır. Diğer yandan bölgesel ve ülke bazında olması muhtemeldir.

Çevresel yapılara dolaylı etkilere, negatif etki olarak bölgede peyzaj değeri yüksek çevresel yapıların bulunması etken olarak gösterilebilir. Sahanın çevresinde; Meya köyü mağaraları, Diyadin termal kaplıcaları (Yılanlı, Davut ve Köprü çermiği), Köprü çermiği yakınlarında bulunan Kudret Köprüsü ve Diyadin ilçesinin güneydoğusunda yer alan Tendürek dağı bulunmaktadır. Bu alanlar, madencilik faaliyeti henüz başlamadan tepkilere neden olmakta, bir yandan yöre halkını endişelendirirken, diğer taraftan firma sahibini zora sokmaktadır.

Faaliyetler sosyo-ekonomik bakımından incelediğinde ise, yörede maden sahasında çalışma istihdamı ve bunun yanında kullanılan makine ve ekipmanların alım, bakım ve onarımlarının öncelikle yöreden sağlayarak sanayisinin gelişmesine pozitif etki oluşturmaktır.

6.2 Madenlerin Kapatılması ve Doğaya Yeniden Kazandırma Çalışmaları

Proje ile gerçekleştirilmesi planlanan açık ocak madencilik faaliyetleri esnasında oluşabilecek olumsuz etkilerin önlenmesi amacıyla işletilmesi, kapatılması ve doğaya yeniden kazandırılması aşamalarında alınacak genel önlemler aşağıda verilmiştir.

Bu önlemler oluşturulurken ilgili yönetmelikler ve KOZA tarafından halen işletilen maden faaliyetlerinden elde edilen bilgi birikimi ve tecrübeden faydalanılmıştır.

Hava kalitesi

a. Açık ocak işletmesinde toz oluşumunun önlenmesi amacıyla, ocak alanlarında ve yollarda su ile nemlendirme yapılacaktır.

b. Cevher hazırlama esnasında oluşacak tozun önlenmesi amacıyla kırma-eleme tesisinin tamamen kapalı alanlarda yer alması, bu ünitelerde toz bastırma sistemleri ve toz filtrelerinin bulundurulması, konveyör bantlarının üzerinin kapalı olması ve malzemenin nemlendirilmesi sağlanacaktır.

c. Proje ile bağlantılı trafikte araçlar için hız sınırlaması getirilecektir.

Su kalitesi

a. Evsel nitelikli atık sular sahada arıtıldıktan sonra Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) deşarj standartlarına uygun olarak alıcı ortama deşarj edilecektir.

b. Proje alanında inşaa edilecek kuşaklama kanalları sedimantasyon havuzlarında sonlandırılacaktır

c. Pasa sahası sızıntı suları kalite kontrolü yapıldıktan sonra deşarj edilecektir.

e. Cevher zenginleştirme ünitelerinin bulunacağı alanda tabanda beton zemin ve havuz sistemi oluşturulacaktır.

Atıklar

a. Katı atıklar özelliklerine göre ayrı biriktirilecek, depolanacak ve uzaklaştırılacak,

b. Ambalaj atıkları (cam, plastik, metal vb.) evsel katı atıklardan ayrı toplanacak ve lisanslı geri kazanım firmalarına verilecek.

c. Tehlikeli atıklar (atık yağ, pil, akü, bozulmuş kimyasallar, kontamine olmuş kaplar vs.) ilgili yönetmelikler çerçevesinde ayrı olarak biriktirilecek, çevre izin ve lisanslı firmalara verilmek suretiyle bertaraf edilecektir.

d. Gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları sonuçlarına göre pasa depolama sahasında alınacak önlemler, sızıntı suyu kalitesi tespiti yapılacaktır.

Doğaya Yeniden Kazandırma Çalışmaları

Açık ocak madencilik faaliyetleri esnasında oluşabilecek bu olumsuz etkiler bahsedilen şekillerde kontrol altına alınıp önlenirken, sahanın yeniden düzenlenmesi için ekolojik ve ekonomik iyileştirmeler için geri kazanım çalışmaları yapılır. Geri kazanım çalışmalarıyla [27];

- Ziraat (tarım, bahçe, çayır, mera vs.)
- Orman (ticari ve ticari olmayan)
- Rekreasyon (eğlence ve dinlence yerleri, parklar, halka açık alanlar)

- Su kullanımı (balıkçılık)
- İnşaat (hafif endüstriyel binalar, konut ve hizmet binaları)
- Yaban hayat (doğal koruma alanları olarak ayrılabilir) gibi faaliyetler ile saha yeniden kazanılabilir.

Alan eğer bitkilendirilecekse, onarım sürecinde kullanılan bitkiler ekosistem içerisindeki işlev ve gelişim durumlarına göre 3 grup altında toplanmaktadır.

1. Kriptomlar
2. Otsu Bitkiler
3. Odunsu Bitkiler

Kriptogamlar, yosun ve likenler olup, ilkel bitkilerdir. 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 [28].

Odunsu bitkiler ise, onarım süresinde çok yönlü ve çeşitli şekillerde kullanılmaktadır. Gerek otsu gerekse odunsu olsun bitkilerin onarım açısından işlevleri aşağıda sıralanmıştır [29].

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

Bitkiler ayrıca, iklim ve zaman koşulları ile yıkılma ve parçalanma sorunu ile karşı karşıya değildirler. Bunun tamamen tersi, zamanla daha durağan ve daha etkin hale gelirler [30].

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

1. Ekolojik Kriterler: Bitkiler öncelikle getirileceği alanın içinde bulunduğu bölgeye, sonra da alanın mikro-ekolojik özelliklerine uyum göstermelidir.
2. İşlevsel Kriterler: Birbirini çeşitli özellikler bakımından tamamlayan bitkiler seçilerek başarı şansı artırılmalıdır.
3. Kültürel Kriterler: Seçilen bitki; çalışılacak alanın büyüklüğüne bağlı olarak kolay ve bol miktarda üretilebilmeli, özel cihaz, yapı ve kimyasal maddeler gerektirmemelidir.
4. Ekonomik Kriterler: Bitkilerin, uygulama yapılacak alanda en ekonomik biçimde temini temli olarak alınmalıdır. Birbiri yerine kullanılabilecek ve ekim – dikimi en ekonomik yolla gerçekleştirilecek, nakliye gideri en düşük, tutma şansı en yüksek bitkiler tercih edilmelidir [30].

Bütün bu kriterler, CBS analizleri sonucu elde edilen verilerle bütünleşik düşünülmeli, arazinin topoğrafyası, su yapısı, toprak yapısı, mülkiyet durumu ve sosyo-ekonomik beklentileri sahanın bitkindirme süreci öncesinde planlamanın ilk adımı olmalıdır.

6.3 Görsel Etkinin Değerlendirilmesi ve 3B Modelleme

3B modelleme, proje sahibine projenin her aşamasında karşılaşılabilecek sorunlara yönelik zaman ve maliyeti düşürücü görsel sunumlar yardımıyla efektif sonuçlar üretebilmektedir.

Modelleme çalışmalarına başlamadan önce sahanın genel durumu masa başı çalışmaları ile CBS analizleri yardımıyla çözümlenmiştir. Bu çalışmalara ek olarak saha gezisi ve çekilen fotoğraflar modelleme aşamasının gerçeğe yakın olmasına yardımcı olmaktadır.

Şekil 6.16'da arazi çalışmalar sırasında çekilmiş fotoğraflar bulunmaktadır. Fotoğraflara bakılarak, sahanın açıklık alan olduğu, eğimin fazla olduğu ve belli bölgelerde odunsu bitkilendirmenin yapılacağı gözlenebilmektedir.



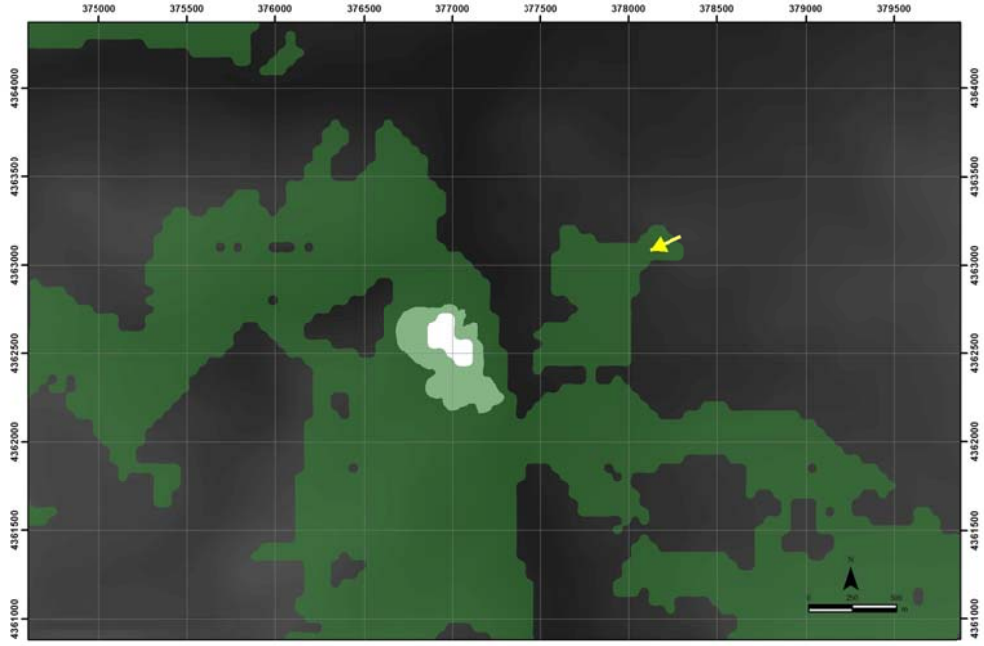
Şekil 6.16: Çalışma sahası genel görünümü

Modellemenin en etkin kullanıldığı aşamalardan biri olarak işletme sonrası maden kapama safhasından bahsetmiştik. Etkin bir maden kapamasının yapılabilmesi için öncelikle görsel etkinin mutlaka değerlendirilmesi gerekmektedir.

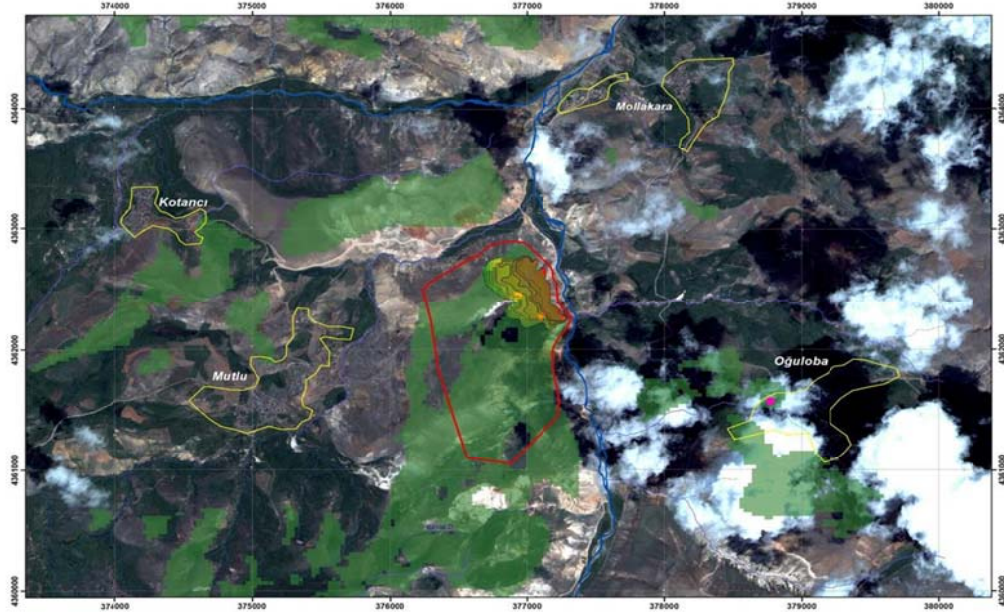
Görsel etkinin değerlendirmesinde; Görünürlük ve Görsel Emilim faktörleri incelenmektedir.

Görünürlük

Şekil 6.17’de Mollakara köyünden maden sahasındaki açık ocak ünitesinin görünürlük analizi gösterilmektedir. Şekil 6.18’de de Oğuloba köyünden maden sahasına genel bakış gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü üzere her iki gözlem noktasından açık ocağın tamamı görünmektedir.



Şekil 6.17: Mollakara köyünden görünürlük analizi



Şekil 6.18: Oğuloba köyünden görünürlük analizi

Görsel Emilim

Görsel emilim, arazi karakteri (ormanlık alan, tarım alanı vb.) ve doğal denge (dağlık alan, düz alan vb.) ile bağlantılıdır.

Bu bağlantı bir manzaranın açıklık derecesine (potansiyel görsel ulaşılabilirlik), topoğrafyasına, çalılık veya ağaçlarının bulunması ve proje yapılarının algısını etkileyebilecek alanda inşaa edilmiş yapıların varlığı ile doğru orantılıdır.

İşletmenin meydana getirmiş olduğu değişikliklerin görsel etkisini en az olarak kabul etmek, doğrudan arazinin karakterine yani görsel emilimine bağlıdır da diyebiliriz.

Saha fotoğraflarından da görüldüğü üzere, arazinin görsel emilimi, belki kayalık alan olması ve eğimin çok fazla olması bakımından izleme noktasına bağlı olarak az miktarda olabilir, fakat genel planda yoktur.

3B Modelleme

Görünürlük analizi sonucu ortaya çıkan değerlendirmede Mollakara köyünden açık ocak sahasının tamamı görünmektedir. Açık ocak sahasının foto-montaj çalışması sonucu gerçek saha fotoğrafı ve simülasyon görüntüsü Şekil 6.19 ve Şekil 6.20’de gösterilmektedir.



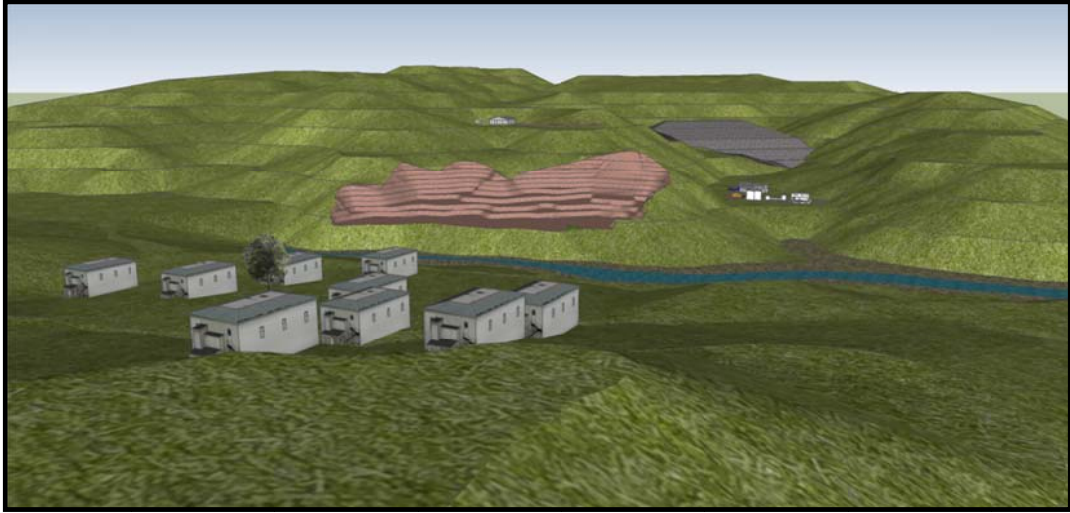
Şekil 6.19: Mollakara köyünden açık ocak sahasının görüntüsü



Şekil 6.20: Mollakara köyünden açık ocak sahasının simülasyon görüntüsü

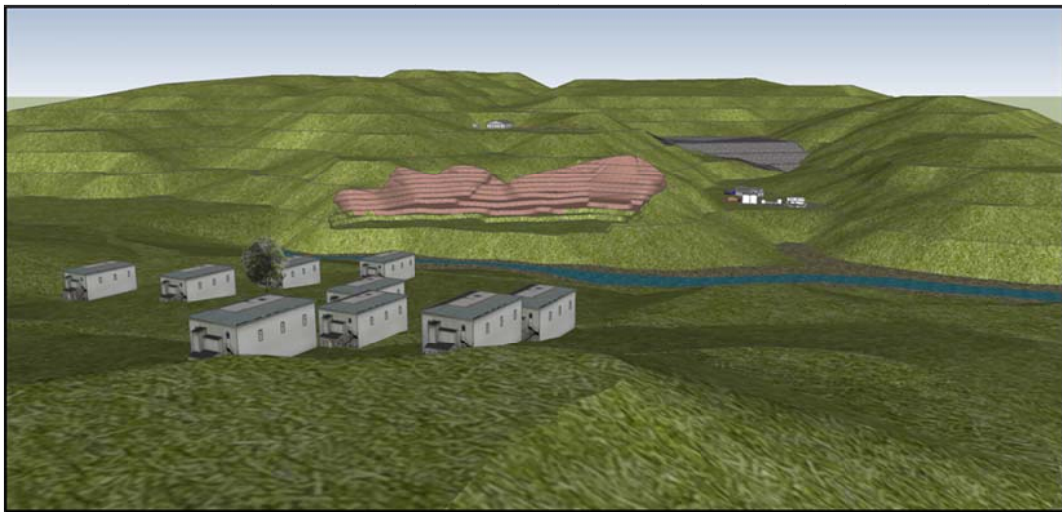
Maden sahasının tamamı arazinin çevresel durumu, toprak yapısı ve ünite dizayn bilgilerine dayanarak modelleme aşamasında birebir uygulanmıştır. Sahanın işletme dönemi, kapama dönemi ve sahanın terk edilme aşamaları modelleme programı yardımıyla sırasıyla modellenmiştir.

Sahanın işletme aşamasındaki model görüntüsü Şekil 6.21’de gösterilmektedir.



Şekil 6.21: Maden sahasının işletme aşamasındaki model görünümü

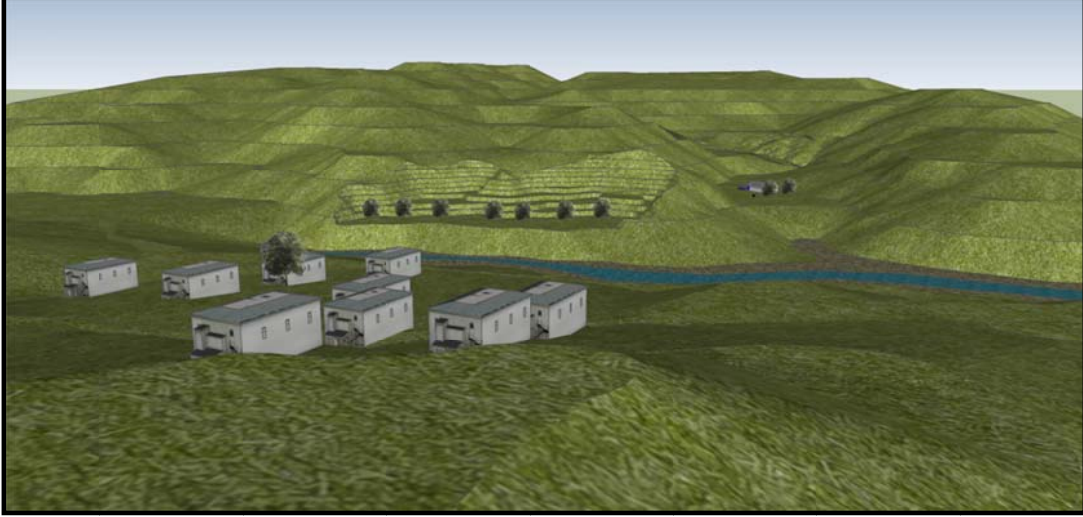
Şekil 6.22’de maden sahasının 1. ile 5. Yılları arası model görüntüsü yer almaktadır. Şekilde görüldüğü üzere pasa sahasından taşınan topraklar, açık ocağın basamaklarının kapanmasında, bitkilendirme aşamasında arazinin ilk durmunu oluşturmada yardımcı olmuştur.



Şekil 6.22: Maden sahasının 1.-5. Yılları arası model görünümü

Sahaya doğaya yeniden kazandırma ve rehabilitasyon çalışmasında, arazinin doğal yapısı olan kısa boylu ağaçlar dikilmiş ve görünürlük dercesi azaltılmıştır.

Şekil 6.23'te ise madene ait tüm üniteler sahayı terk etmiş ve saha bitki örtüsü eski haline kazandırılarak, araziye uygun ağaçlandırmalar ile faaliyetini bitirmiştir.



Şekil 6.23: Terk edilmiş maden sahasının model görünümü

7. SONUÇLAR

Çalışmada, maden kapama ve doğaya yeniden kazandırma planlarından önce genel durumun değerlendirilmesinde iki yöntem izlenmiştir. İlk yöntemde sahaya ait temel bilgi ve teorilerin toplanması, literatür tarama ve alanın mevcut durumu hakkında bilgi toplanması için belli dönemlerde çalışma alanına ait fotoğraf çekimi tamamlanmıştır. İkinci yöntemde ise, ofis ve arazi çalışmaları ile toplanan veriler üzerinden analiz ve haritalar elde edilmiş, bu bilgiler doğrultusunda sonuç çalışmanın gerçeğe yakınlığı sağlanmıştır. Buna göre maden çalışma alanına hakim genel yapının;

- Alanın toprak yapısının kireçsiz kahverengi toprak olduğu,
- Tarımsal amaçlı kullanım türünün kontrol altında otlak veya orman toprağı olduğu,
- Şiddetli erozyonun olduğu,
- Mülkiyet kullanım türünün mera olduğu tespit edilmiştir.

Tüm bu öngörülere göre de planlama çalışmaları hazırlanmıştır.

Sonuç olarak, nüfusun hızlı artması ile ihtiyaç duyulan hammadde maden ocaklarından sağlanması ile birlikte madencilik gelişmekte, tahrip artmakta, dopanın dengesi bozulmakta ve yeni kuşaklara boşluklar bırakılmaktadır.

Dünyada birçok ülkede yasal düzenlemeler ve uygulamalar ile madencilik faaliyetleri ile bozulan bu arazinin, faaliyet sonrası doğaya yeniden kazanılması, sürdürülebilir madencilik için önem teşkil etmektedir.

Coğrafi bilgi sistemleri desteğı ve modelleme çalışmaları ile doğanın onarımı üzerine yapılan düzenleme ve yenileme uygulamaları sonuçlarının önceden izlenebilmesinin ve görsel değerlendirme ile tasarım aşamasında ortaya çıkan olumsuz etkilerin minimize edilmesinin mümkün olduğu görülmüştür.

Peyzajın onarımına konu olan açık ocak sahasının irdelenmesi, sağlanan teknik ve ekonomik güç ile gerekli onarım çalışmalarının modelleme ile ön planlamasının mutlaka yapılmasına dikkat çekilmiştir.

Madencilik faaliyetlerinde işletme sahibi ve bu alanı kullanacak insanlar bilinçlendirilmeli, yasal mevzuatta doğaya yeniden kazandırma ve rehabilitasyon çalışmaları gerekli yerini almalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Büyük Larousse.** (1976)
- [2] **Yomralıoğlu, T.** (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar, İstanbul.
- [3] **Göker, Ç.** (2000). Belediyelerde Kent Bilgi Sistemi ve Olabilirlik Etüdü. YTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi (yayınlanmamış), İstanbul.
- [4] **Yomralıoğlu, F.** (1999). Mülkiyet Bilgilerinin Kent Bilgi Sistemine Aktarılması Ve Arcview Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- [5] **Kılıç, Ö. ve Kılıç, A.M.** (2008). Mersin İli Maden Kaynakları ve Madencilik Açısından Önemi, Mersin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Mersin (Baskıda).
- [6] **Uyanık, T.** (2006). Maden ve Mineraller, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi, HS No: 25, 26, 27, 6802.
- [7] **Küpçü, S.** (2004). ArcGIS 9 Uygulama Dokümanı, Ankara.
- [8] **Şimşir, F., Pamukçu, Ç., Özfırat, M. K.** (2007). Madencilikte Rekültivasyon ve Doğa Onarımı, DEÜ Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt:9, Sayı:2, s.39-49, İzmir.
- [9] **3213 sayılı Maden Kanunu.** 4.6.1985.
- [10] **Özbey A., D.** (2007). Türkiye’de Açık Ocak Kömür Madencilği Sonrası Peyzaj Onarım Çalışmalarının İrdelenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- [11] **Türkiye Çevre Atlası.** (2004), Türkiye Çevre ve Orman Bakanlığı, sf:172-180.
- [12] **ÇED Rehberi – Ocak İşletmeciliği ve Cevher Hazırlama – Zenginleştirme Tesisler.** (2009), T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı.
- [13] **Dizdar, Y.** (1993). Açık Maden Alanlarının İmarı. Tabiat ve İnsan, Sayı 4; 32-33 s. İstanbul.
- [14] **Seyhan, İ.** (1993). Türkiye’de Madencilik, MTA Yayını, Ankara.
- [15] **Varol S., Başpınar E.** (2012). Maden İşletmelerinin Çevreye Etkisi, SDÜ, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çevre ve Jeoloji Dergisi.
- [16] **Ulusoy, Y.** (2006). Açık Maden Ocaklarının Rehabilitasyonu ve Doğaya Yeniden Kazandırılmasının Şile-Avcıkoru Örneğinde İncelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [17] **Jeoloji Mühendisleri Odası** < <http://www.jmo.org.tr/>>, alındığı tarih: 22.09.2014.
- [18] **TMMOB,** Madencilik Faaliyetinden Sonra Çevrenin Düzenlenmesi, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın No:21.

- [19] **Türkiye'nin Korunan Alanları Bilgi Sistemi Projesi.** (2012). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.
- [20] **Akpınar, N., Kara, D. Ve Ünal, E.** (1993). Açık Ocak Madenciligi Sonrası Alan Kullanım Planlaması. Türkiye XIII. Madencilik Kongresi.
- [21] **Ramani R.V.** (1987). "Environmental Planning for Surface Mining of Coal", Environmental Consequences of Energy Production Problems and Prospects, ABD: The Pennsylvania Academey of Science, sf.54.
- [22] **Michaud L.H.** (1981). "A Manual of Reclamation Practice", Ontario: International Academic Services Ltd.
- [23] **Otoyol Yatırım ve İşletmeleri A.Ş.** (2012), Gebze – Orhangazi – İzmir Otoyolu ve İzmit Körfezi Geçişi için Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (ÇSED).
- [24] **Clarke, M.L., and Martas, J.D.** (1999). Visual Resource Management.
- [25] **Ekonomi Bilgileri,** <<http://www.diyadinnet.com/Bolgemiz-ekonomi-bilgileri>>, alındığı tarih: 18.07.2014.
- [26] **Korunan Alanlar,** <<http://www.csb.gov.tr/projeler/>>, alındığı tarih: 18.07.2014.
- [27] **Borand, Merve N.** (2012), Açık ve Kapalı Maden İşletmeciliğinde Çevresel Etki, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- [28] **Köseoğlu, M., Özkan, B.** (1984). Peyzaj Onarım Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Ders Kitabı. Bornova, İzmir.
- [29] **Köse, H., Şimşir, F., Güney, A.** (1993). Açık Maden İşletmelerinde Rekültivasyon ve Rekreasyon. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:236.
- [30] **Güney, A.** (1989). Peyzaj Onarımında Bitki Kullanımı ve Ege Bölgesinde Kullanılabilecek Bazı Bitkiler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Cilt:26 Sayı:3. İzmir.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Açelya KAVCI
Doğum Yeri ve Tarihi : Gerze/Sinop – 09.08.1985
E-Posta : acelyaince@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2008, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2015, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Geomatik Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM:

Açelya Kavcı, lisansını coğrafi bilgi sistemleri üzerine yapmıştır. CBS uygulamaları, çevresel değerlendirmeler için konumsal analizler, arazi kullanımı haritalaması ve değişikliklerin izlenmesi için uzaktan algılama analizleri üzerinde çalışmalarını yapmaktadır. Arsa ve arazi düzenlemeleri uygulamaları yaparak kadastro çalışmaları konularında da uzmanlaşmıştır. Ayrıca çevresel etki değerlendirmesi çalışmalarında temel bilgilerinin toplanması, bu verilerin işlenmesi, analiz edilmesi ve 2-3 boyutlu haritalanması konularında tecrübe sahibidir. Çevresel etki değerlendirmesi projelerinde (maden) yer almıştır.

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

KAVCI, A. (2014). Madencilikte Kadastro ve Mülkiyet Bilgi Sistemi, *Madencilik Türkiye Dergisi*, 37, 62-64