

Anadolu Üniversitesi
Merkez Kütüphane

COĞRAFI VERİ SİSTEMLERİNİN
RİPER SEÇİMİ İŞLEMİNDE
UYGULANMASI
Metin ERSOY
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI
1992

**COĞRAFİ VERİ SİSTEMLERİNİN
RİPER SEÇİMİ İŞLEMİNDE
UYGULANMASI
Metin ERSOY
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ
ANA BİLİM DALI
1992**

COĞRAFI VERİ SİSTEMLERİNİN RİPER
SEÇİMİ İŞLEMİNDE UYGULANMASI

Metin Ersoy

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Yard. Doç. Dr. Can AYDAY

Temmuz 1992

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Coğrafi Veri Sistemlerinin Madencilikte Kullanım Alanları .	2
1.3. Coğrafi Veri Sistemlerinin Diğer Dallarda Kullanımı	3
2. ÇALIŞILAN SAHA HAKKINDA BİLGİLER	5
2.1. Coğrafi Konum ve İklim Koşulları	5
2.2. Bölge Kayaçlarının Petrografik Açından İncelenmesi	6
2.3. Litolojik Birimler	6
2.3.1. Killi kireçtaşları	8
2.3.2. Marn	9
2.3.3. Şeyl	9
2.3.4. Siltli kilaşı	10
2.3.5. Tüf	10
2.3.6. Tektonik	11
2.3.6.1. Faylar	11
2.3.6.2. Eklemler	11
2.4. Kayaçların Mühendislik Açısından İncelenmesi	13
2.4.1. Birim hacim ağırlığı, görünür özgül ağırlık, gözeneklilik, ağırlıkça su emme	13
2.4.2. Tek eksenli basma dayanımı	13
2.4.3. Elastisite modülü ve Poisson oranı	13
2.4.4. Çekme dayanımı	14

İÇİNDEKİLER (Devam)

Sayfa

2.4.5. Sismik dalga hızları	14
3. KAYAÇ SÖKÜLEBİLİRLİĞİ (RİPERLENEBİLİRLİK).	17
3.1. Riperleme Metodu ve Tipleri.....	18
3.2. Riperlenebilirliğe Etki Eden Faktörler	19
3.2.1. Tek eksenli basma dayanımı	19
3.2.2. Çekme dayanımı	20
3.2.3. Çatlak aralığı (Süreksizlik)	21
3.2.4. Yapısal özellikler (Tabakalanma kalınlığı)	22
3.2.5. Aşındırıcılık	22
3.2.6. Ayrışma derecesi (Bozunma)	23
3.2.7. Ağırlıkça su emme	23
3.2.8. Sismik dalga hızı	23
3.3. Riperlenebilirlik Konusunda Değişik Görüşler.....	24
3.3.1. Müftüoğlu-Scoble kazılabilirlik puanlama sistemi.....	25
3.3.2. Singh-Denby-Eğretli kazılabilirlik puanlama sistemi...	26
4. ÇALIŞMADA KULLANILAN PAKET PROGRAMLAR .	29
4.1. AutoCAD Paket Programı	29
4.1.1. AutoCAD nedir?.....	29
4.1.2. AutoCAD'de kullanılan komutlar	29
4.2. ERDAS Paket Programı	34
5. COĞRAFI VERİ SİSTEMİ (GIS)	38
5.1. Coğrafi Veri Sistemi Nedir?.....	38
5.2. Vektör Coğrafi Veri Sistemi	39
5.3. Grid (Raster) Coğrafi Veri Sistemi.....	43
5.4. Uzaktan Algılama ve Uzay Görüntüleme Sistemi.....	46
5.5. Coğrafi Veri Teknolojilerinin Entegrasyonu	49

İÇİNDEKİLER (Devam)

Sayfa

6. BİLGİSAYAR İLE TOPOĞRAFİK HARİTA ÇİZİMİ VE KONTURLAR ÜZERİNE KAYA BİRİMLERİNİN GİRİLMESİ.....	53
7. COĞRAFİ VERİ SİSTEMİ YARDIMIYLA KAZILABİLİRLİK PARAMETRELERİNİN SAPTANMASI	59
7.1. Müftüoğlu-Scoble'e Göre	60
7.2. Singh-Denby-Eğretli'ye Göre	63
8. MÜFTÜOĞLU VE SİNGH'İN KAZILABİLİRLİK PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	67
9. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	75
10. KAYNAKLAR DİZİNİ.....	76

Metin ERSOY'un YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Coğrafi Veri Sistemlerinin Riper Seçimi İşleminde Uygulanması" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye: Y. Doç. Dr. Can AYDAY

Üye: Y. Doç. Dr. R. Mete GÖKTAN

Üye: Y. Doç. Dr. Adnan KONUK

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 15 TEMMUZ 1992 gün
ve 318-7 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA
Enstitü Müdürü

ÖZET

Bir ülkenin ekonomik düzeyini belirleyen en önemli faktörlerden biri "yeraltı zenginlikleri" dir.

Cevherin yeraltından çıkarılması işlemi, yeraltı işletme yöntemleri veya açık ocak işletme yöntemleri uygulanarak yapılabilir. Her iki üretim sisteminde de amaç, cevherin en ekonomik şekilde piyasaya sunulmasıdır.

Açık ocak işletmeciliğinde örtü tabakasının kaldırılması (dekapaj) çalışmalarında ripereleme işleminin önemi büyüktür. Ancak yüzeyin değişik litolojik birimlerden oluşması ve mühendislik özelliklerinin her bölge için farklılık göstermesi, değişik kapasiteli ripere tiplerinin üretilmesine ve her birim için uygun ripere kullanılmasına yol açmıştır.

Bu çalışmada, GLİ Tunçbilek Linyit İşletmesi Beye Sahası'nın bir bölümü için yapılan saha çalışmaları ışığında coğrafi veri sistemleri kullanılarak ripere tayini yapılmıştır.

Dekapaj işleminde kullanılması gereken ripere tipleri, Müftüoğlu-Scoble ve Singh-Denby-Eğretli puanlama sistemlerine göre saptanmış, her iki sistemin karşılaştırmaları yapılmıştır.

SUMMARY

It is well known that the mineral reserves of a country is one of the most important parameters in the determination of its economic level.

The production of ores from the area of ore bodies can be realised either by open pit method or by underground methods. In both methods the aim is to get and then transport the ore from the production area.

The most costly part of open pit mining method is the removal of overburden. Blasting and ripping are the main methods used for the loosening of overburden layers. Blasting is usually preferred in hard to very-hard rock formations. Ripping is applied to a range of rocks from very weak to medium hardness. Thus ripper selection due to the hardness of the formations is a critical stage of mine planning.

In this study, ripper selection of an excavation panel of G.L.İ. enterprises have been realised by using Geographical Information Systems. The classification of the formations have been done by using two diggability classification systems, namely Müftüoğlu-Scoble diggability classification systems and Singh et al., rippability classification systems. Finally both methods have been compared in view of the obtained results.

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçiminde ve hazırlanmasında bilgileri ile beni yönlendiren danışman hocam Sayın Y.Doç.Dr. Can AYDAY'a, çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın hocam Y.Doç.Dr. R. Mete GÖKTAN'a, Anadolu Üniversitesi Uzaktan Algılama Birimi elemanları Sayın Sevgi ÇOLAK ve Ender ÜRESİN'E teşekkürü bir borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Çalışma alanının Türkiye ve Tavşanlı İlçesi içindeki konumu	5
3.1. Riperin genel görünüşü	17
5.1. Coğrafi veri sisteminin elemanları	38
5.2. Coğrafi veriler, mekansal ve tarıfsel olmak üzere iki tip veri grubunu kapsar	40
5.3. Çevremiz birçok coğrafi gerçekten oluşmaktadır	41
5.4. Farklı mekansal ve tarıfsel veri grupları, mutlak olarak ve coğrafi bir bütünsellik içinde birbirlerine bağlanabilirler	42
5.5. Organik yapıdaki coğrafi özelliklerin grid sistemine dönüşümü ve grid veri tabanı ilkesi	44
5.6. SPOT, LANDSAT ve SOYUZ sistemleri spektral bantlarının dağılımı	48
5.7. Değişik ayırım yeteneklerindeki gözlem uyduları	49
6.1. Çalışma alanının bilgisayarla çizilen topoğrafik haritası	54
6.2. Çalışma alanı kayaç sınırlarını gösteren harita	58
7.1. Müftüoğlu-Scoble göre çalışma alanında kullanılması gereken ripler tipleri	62
7.2. Singh-Denby-Eğretli'ye göre çalışma alanında kullanılması gereken riper tipleri	66
8.1. Müftüoğlu-Scoble ve Singh-Denby-Eğretli puanlama sistemlerinden kayaç parametlerine göre puan dağılımı (% cinsinden)	70
8.2. Çalışma alanında Müftüoğlu ile Singh'in önerdikleri riper tiplerini gösteren harita	72
8.3. Müftüoğlu ile Singh'e göre çalışma alanı için önerilen riper tiplerinin dağılımı	73
8.4. Çalışma alanı için Müftüoğlu ile Singh'in aynı makinayı önerdikleri bölge	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Çalışma sahası kayaçlarının tanımlanması.....	7
2.2. Çalışma sahası kayaçlarının mühendislik özellikleri	15
3.1. Tek eksenli basma dayanımına göre ripper seçimi	20
3.2. Çekme dayanımına göre ripper seçimi.....	21
3.3. Süreksizliklerin ripperlenebilirliğe etkisi	22
3.4. Ağırlıkça su emme oranına göre ripper seçimi	23
3.5. Sismik dalga hızına göre ripper seçimi	24
3.6. Müftüoğlu-Scoble kazılabilirlik puanlama sistemi	25
3.7. Singh-Denby-Eğretli ripperlenebilirlik puanlama sistemi	27
5.1. LANDSAT 4/5 TM bantlarının spektral dağılımı ve uygulama alanları	47
5.2. Coğrafi veri sistemi ve uzaktan algılama teknolojisi günlük yaşamın birçok dalında etkin çözümler sunmaktadır	50
8.1. Müftüoğlu-Scoble'e göre kayaç parametrelerinin, kazılabilirliği etkileme dereceleri (% cinsinden)	68
8.2. Singh-Denby-Eğretli'e göre kayaç parametrelerinin, kazılabilirliği etkileme dereceleri (% cinsinden)	69

SİMGELER DİZİNİ

<u>Simge</u>	<u>Birimi</u>
σ_b : tek eksenli basınç gerilmesi	kgf/cm ²
$\sigma_ç$: çekme gerilmesi	kgf/cm ²
P : örneğe uygulanan basınç	kgf
A : örneğin yüzey alanı	cm ²
D : örneğin çapı	cm
t : örneğin kalınlığı	cm
E_t : elastisite modülü	kg/cm ²
ν : poisson oranı	-
ϵ_v : deformasyon	cm
V_p : P-dalga hızı	m/sn
V_s : S-dalga hızı	m/sn
AD : ayrışma derecesi	-
DN : tek eksenli basma dayanımı	kgf/cm ²
Ç : süreksizlik	-
T : tabakalanma	-
ÇD : çekme dayanımı	kgf/cm ²
SH : sismik hız	m/sn
AS : aşındırıcılık	-

1.GİRİŞ

Yer bilimlerinde matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin öneminin bilinmemesi, bu alanda bilgisayar ile ilgilenmenin ve kullanmanın gecikmesine yol açmıştır.

Yer bilimlerinin laboratuvarı tüm doğa olduğundan, diğer bilim dallarına göre daha çok veri elde etme olanağı vardır.

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi, her alandaki araştırmacıların kullanabileceği bir araç durumuna gelmesi yer bilimlerini de olumlu yönde etkilemiştir.

Son yıllardaki bu ilerlemelerin içinde verilerin depolanması ve verilerin sadece veri olarak kalmayıp anlamlı bir şekilde yorumlanması önem kazanmıştır. Verilerin kısa sürede yorumlanması yöntemi ise, Coğrafi Veri Sistemi (Geographic Information System)'dir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Madencilik faaliyetlerinde kullanılan iş makineleri gerek fiyat gerek bakım ve onarım masrafları ve gerekse yıpranma maliyeti bakımından işletmelere ağır ekonomik yükler getirmektedir.

Bir iş makinasının mevcut iş kapasitesinden daha zor koşullarda çalıştırılması bakım ve onarım maliyetini arttıracak gibi, gereğinden düşük bir iş kapasitesi ile çalıştırılması da iş makinasının yeteneğinin tam olarak kullanılmadığına işarettir ve makinaya ödenen paranın geri dönüş süresini (amortisman) uzattığı için ayrıca görünmez bir maliyet yükler. Doğal olarak üretilen cevherin birim maliyeti yükselir ve kar yüzdesi düşer.

Her iş makinasının çalıştırılacağı sahanın litolojik ve mühendislik özelliklerinin incelenip uygun koşullarda iş verilmesi gereklidir. Bu işlemlerin hızlı ve doğru yapılabilmesi için bilgisayar kullanılabilir.

Bu çalışmanın amacı, GLİ Tunçbilek Linyit İşletmesi Beye Sahası'nın bir bölümü için yapılan dekapaj işleminde kullanılması gereken riper tiplerinin bilgisayar kullanılarak saptanması ve uygulanabilirliğinin araştırılmasıdır.

Bu nedenle, çalışmada Kulaksız (1982)'in yaptığı saha etüdlerinden faydalanılarak coğrafi veri sistemi yöntemiyle çalışma sahasında kullanılabilecek riper tipleri saptanmaya çalışılmıştır.

1.2. Coğrafi Veri Sistemlerinin Madencilikte Kullanım Alanları

Gelişen teknolojiye paralel olarak madencilik çalışmalarında da gerek maden işletme gerekse cevher hazırlama dallarında projelendirme ve çalışma sistemleri bakımından büyük değişiklikler göze çarpmaktadır.

Maden, Jeoloji ve Harita Mühendisliği dallarında problemlerin çözümünün hızlanması ve hata oranının azalması, son yıllarda hazırlanıp kullanılan yeni bilgisayar programları sayesinde olmuştur. Bir bölgenin topoğrafik ve jeolojik haritaların çizimi, yeraltındaki cevherin üç boyutlu görünümü ve yapılacak çalışmanın önceden tasarlanıp bilgisayara girilmesi, insanoğluna yaptığıının maliyetinin ne olacağını önceden kestirme olanağı sağlamış ve bu konudaki kararlarını daha duyarlı alma rahatlığını elde ettirmiştir.

Coğrafi veri sistemleri yerbilimleri için çalışmanın hız ivmesini arttırıcı bir yöntem olmakla birlikte topoğrafik harita alımı, kayaç ve

zemin sınırlarının belirlenmesi, örnek yerlerinin işaretlenmesi, sondaj yerlerinin ve bulgularının depolanması, kayaçların deneyler sonucunda elde edilen parametrelerin depolanması gibi işlemlerde kullanılabilir. Eğim, yapısal ve yeraltı suyu haritalarının hazırlanması, kazılabilirlik-patlatılabilirlik ve üretim haritalarının hazırlanması gibi daha birçok çalışmada da uygulanabilir.

Bu uygulamalar tek başlarına yorumlanabileceği gibi ilgili parametreler birlikte yorumlanarak gerçekçi yaklaşımlar yapılabilir.

1.3. Coğrafi Veri Sistemlerinin Diğer Dallarda Kullanımı

Coğrafi veri sistemleri madencilikte kullanılabilir olduğu gibi gerçek hayattaki karmaşık problemlerin çözümünde de etkin olarak kullanılabilir.

Coğrafi veri sistemleri kartografi, bilgi işlem, coğrafya, fotogrametri, uzaktan algılama, istatistik, haritacılık ve mekanla ilgili verileri işleyen tüm çalışma kollarında kullanılabilir. Coğrafi veri sistemlerinin kullanıcıları olarak arazi ve doğal kaynak yöneticileri, pazar araştırmacıları, plancılar, vergi görevlileri, özel sektörün tüm sosyal ve fiziksel altyapı hizmeti veren görevlileri ve karar vericileri görmek mümkündür.

Sistemde, kullanılan bilgisayar ve çevre bilimleri maliyeti hızla düşerken, kapasite ve yetenekleri artmaktadır. Coğrafi veri sistemleri teknolojisinin karışık problemlerin çözümündeki başarısı verimliliği inanılmaz derecede arttırmıştır. Günlük yaşamdaki her karar bir coğrafi gerçek tarafından etkilenmekte, sınırlanmakta ve yönetilmektedir. Hızlı nüfus artışına ek, azalan doğal kaynaklar dünya üzerine geri dönülmez etkiler yaratmaktadır. Bu etkilerin ekonomik ve toplumsal yapıya olumsuz

etkileri, karar vericilerin daha duyarlı kararlar almasını ve yapacaklarının sonuçlarını önceden bilmesini gerektirmektedir.

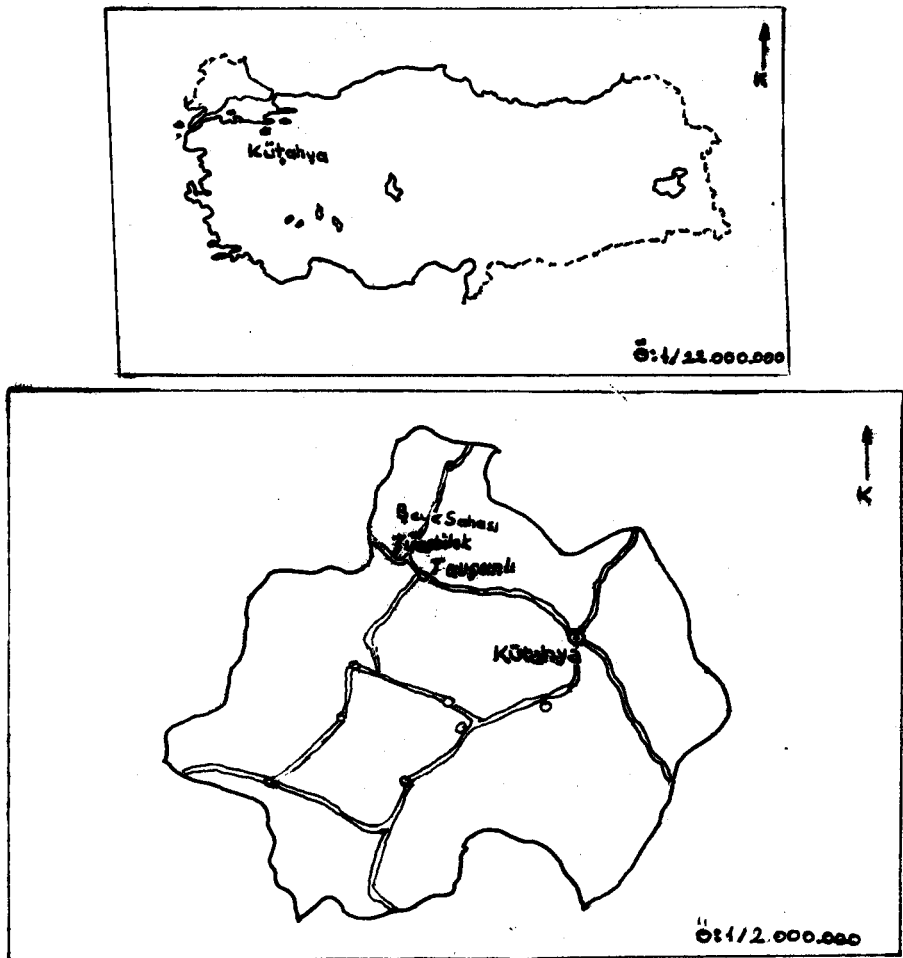
Coğrafi veri sistemleri bu amaçlar için de kullanılabileceğinden birbirinden çok uzak iş kollarında da yaygınlaşmış, kullanım alanı bulmuştur.

2. ÇALIŞILAN SAHA HAKKINDA BİLGİLER

2.1. Coğrafi Konum ve İklim Koşulları

Çalışma alanı Kütahya ili, Tavşanlı ilçesi Tunçbilek bucağı sınırları içerisinde yer almaktadır. Bölge Kütahya'dan 60 km, Tavşanlı'dan 8 km uzaklıkta Tunçbilek'e bağlı Beye Köyü mevkiindedir (Şekil 2.1).

Beye bölgesi, İç Anadolu ve Ege iklim bölgesinin geçiş alanı şeridinde yer almış olması nedeniyle her iki iklimin özelliklerini de taşımaktadır. Yani ılıman akdeniz iklimiyle sert karasal iklimin bir kompozisyonu hakimdir.



Şekil 2.1. Çalışma alanının Türkiye ve Tavşanlı İlçesi içindeki konumu

2.2. Bölge Kayaçlarının Petrografik Açından İncelenmesi

İnceleme alanı kayaçlarının petrografik incelemesi için hazırlanan ince kesitler Leitz Polarizör mikroskobunda, nokta sayımı ise Swift and Son aletinde Kulaksız (1982) tarafından yapılmıştır. Ayrıca kayaç sınıflamaları ve adlandırmaları Folk (1974), Moorhouse (1968)'e göre yine aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır. Bu kayaçların tanımlanması ve litolojileri petrografik inceleme sonuçlarına göre Çizelge 2.1'de verilmiştir.

2.3. Litolojik Birimler

Sahada Kulaksız (1982)'in yaptığı çalışmalara göre, üst marn içerisinde tabakalanma, yapısal süreksizlik, renk, sertlik, bozunma ve masiflik durumuna göre makroskopik olarak dört zon ayırt edilmiştir. Bu zonlar üstten alta doğru;

Zon1.a. Örtü toprağı; gevşek bir yapıya sahip olup, kalınlığı 20-100 cm arasında değişir. Çoğunlukla orman ve tarım arazisi olarak kullanılmaktadır.

Zon 1.b. Örtü toprağının hemen altında marn, siltli marn, kiltası arıalanmasından oluşmuştur. Tabakalanma ve çatlak sistemleri çok iyi gelişmiştir. Tabaka kalınlıkları 2-100 cm arasında değişmektedir. Ayrışmaya karşı direnci zayıf olan silttaş-marn içerisinde santimetre mertebesinde yapraklanma gözlenmektedir.

Zon 2. Siltli şeyl, killi kireçtaşı, kiltası ve marn arıalanmalı bu seviye koyu grimsi ve mavi renkli, fay ve çatlaklı zonlarda, altere olmuş 3-5 cm kalınlıkta mikaca zengin gri, koyu mavimsi tuf bantları içermektedir. Tabaka kalınlıkları, tuf bantları dışında 10-100 cm arasında değişmektedir.

Çizelge 2.1. Çalışma Sahası Kayaçlarının Tanımlanması (Kulaksız,1982).

Saha No	Ayrışma Derecesi	Süreksizlik Aralığı	Tabakalanma Kalınlığı	Aşınma	Tane Boyu	Petrografik Sınıflama	Kaya Tali Bil.	Kaya Ana Bil.	Kayaç Adı
A1	tüm. boz.	çok çatl.	tabakalı	yük. aş.	iri taneli	Litoklastlı mik.	Yok	Karbonat, Kil, Op min.	Killi kireçtaşı
B1	çok boz.	az çatl.	tabakalı	yük. aş.	ince taneli	Sparitleşmiş mikrit	Op. min. Kuvars	Karbonat, Kil	Killi kireçtaşı
C2	çok boz.	çok az çatl.	masif	yük. aş.	---	Litoklastlı mik.	Opak min.	Krb, Kil, Kuvars	Killi Marn
B2	çok boz.	yok	masif	az aş.	---	Litoklastlı mikrit	Op. min. Serizit Klorit	Krb., Kil	Killi Marn
A2	çok boz.	yok	masif	çok az aş.	---	Kötü yık . lik. mikrit	Op. min Kuvars	Krb., Kil	Marn
C3	çok az boz.	çatlaklı	ince tab.	çok az aş.	ince taneli	Kötü yık .lik. sp.	Yok	Krb., Kil	Marn
B3	çok boz.	çatlaklı	ince tab.	oldukça aş.	---	Şeyl	Opak min.	Krb., Kil, Kuvars	Silttaşı
A3	çok boz.	çok az çatl.	lamina yön.	çok az aş.	---	Litoklastlı mikrit	Serizit, Klorit	Krb., Kil, Kuvars	Silttaşı
D4	çok boz.	çatlaklı	kalın tab.	çok az aş.	---	Kötü yık. Lit. mikrit	Opak Kuvars	Op. Krb. Kil, Org. mad.	Silttaşı
C4	bozunmamış	az çatl.	lamina yön.	orta aş.	---	Silttaşı	Op. min. Serizit	Krb., Kil	Siltli Kilttaşı
B4	az boz.	çok çatl.	lamina yön.	yük aş.	---	Şeyl	Opak Kuvars	Krb., Kil, Kuvars	Krb.lı Silttaşı
A4	çok boz.	yok	masif	orta aş.	---	Kilttaşı	Felds. Serizit, Kuvars	Krb., Kil	Siltli Kilttaşı, Tüf

Bu zon içerisinde yer alan killi kireçtaşı bantları sertlik, içerdikleri çatlak sistemleri, düzgün tabakalanmaları ile bu zon içindeki ardalanmalı diğer birimlerden kolayca ayırt edilebilmektedir. Bu zonun alt seviyelerindeki birimlerin çatlaklarında kalsit, kalkopirit, pirit oluşumları görülmektedir.

Zon 3. Kilitaşı, silttaşı, marn ardalanmalı ve birbirlerine yer yer yanal ve dikey geçişli kayaçlardan meydana gelmektedir. Zon 2'ye göre daha açık renklidir. Bu zonun tabaka kalınlıkları 5-100 cm arasında değişmektedir. Zonda yer yer marn birimi hakim litoloji olarak bulunmaktadır. Bu zonun üst birimlerindeki çatlaklarda pirit oluşumlarına rastlanır.

Zon 4. Bu zonun litolojik birimleri Zon 3'e benzemekle beraber bu seri içindeki tuf ardalanmaları daha sıktır. Serinin tabaka kalınlıkları 30-100 cm arasında değişmektedir. Açık kahverengimsi gri, kurşuni gri, mat koyu mavimsi gri renklerin hakim olduğu bu seride üst seviyelere göre çıplak gözle görülebilen serizit mineralleri ve organik materyal kalıntıları bu zonda fazladır (Kulaksız, 1982).

2.3.1. Killi kireçtaşı

Killi kireçtaşları birinci ve ikinci zonda bantlar şeklinde bulunurlar. Çok ince taneli kriptokristalen bir yapıya sahiptirler.

Kayacın bileşenlerinin tane boyları 5-50 m arasında olup hakim mineral içeriği karbonat mineralleridir. Bu kayaçlar %70-80 karbonat mineralleri, %15-20 kil mineralleri ve tali bileşen olarak da opak mineraller, serizit, kuvars, organik parçalar içerirler (Kulaksız, 1982).

2.3.2. Marn

Yüzeye yakın kısımlarda alterasyon sonucu kirlisarı-gri renkte olup, çoğunlukla gri-bej renkte, bazen masif-tıkız görünümlü bulunmaktadır. Yer yer tabaka kalınlıkları 3-15 cm arasında değişir. Marnlar arasında şeyl, karbonatlı kilitaşı ve çamurtaşları ardalanmalı ve birbirlerine geçişli olarak bulunurlar.

Bu çalışmada inceleme alanı sedimanter litolojilerinin %35-60 arasında karbonat içeren kayalar marn olarak adlandırılmıştır.

Marnlar bozunma-alterasyon sonucu çoğunlukla yapraklanma göstermektedir. Birinci ve ikinci zonun marnlarında organik kalıntıları çok az olarak, üçüncü zonun marnlarında ise rastlanmamaktadır.

Ana bileşeni genelde karbonat olan marnlar, değişik oranlarda kil mineralleri, tali bileşenler olarak da serizit, kuvars, opak mineraller ve organik materyal artıkları içerirler. Tane boyları 5-50 m arasında değişir (Kulaksız, 1982).

2.3.3. Şeyl

Özellikle ikinci ve üçüncü zonda hakim litoloji olarak gözlenirler. Çok nadir olarak tuf bantları içerirler. Tabaka kalınlıkları 10-100 cm arasında değişmekte olup, çatlak sistemleri sadece faylanma zonlarında gelişmiştir.

Şeyller, killi ve siltli kayaların tipik karakteristik özelliği laminasyon ve tabakalanma ile diğer killi kayalardan ve çamurtaşından kolayca ayrılmaktadır.

Kayaç, kil mineralleri, serizit, opak mineraller, kuvars, karbonat mineralleri (dolomit, kalsit) içermektedir. Mineral tane boyları 10-70 m arasında değişmektedir. Mikrokristalin kalsit taneleri mezoskopik olarak tanınmaz. Bu bileşimleri ile şeyller litoklastlı mikrit olarak adlandırılmıştır (Kulaksız, 1982).

2.3.4. Siltli Kiltaşı

Bu kayaçlar yaklaşık konkoidal kırılmaları, tuf ardalanması ve yer yer güzel laminasyonlar göstermesi ile dördüncü zonda hakim litoloji olarak gözlenmektedirler. Siltli kilttaşları, marn ve kilttaş ile sık sık geçişli ve ardalanmalı bulunması ile makroskopik olarak ayırt edilmesi güçtür. Tabaka kalınlıkları 150 cm'ye kadar ulaşmaktadır.

Siltli kilttaşları serizit, opak mineral, kuvars, organik kalıntı, kil minerali ve karbonat minerali içermektedir. Mineral tane boyları 5-100 m arasında değişmektedir. Kayaç bu mineral içeriği ile bir litoklastlı mikrittir (Kulaksız, 1982).

2.3.5. Tuf

Çalışma alanında tüfler özellikle ikinci zonun üst seviyelerinde ve dördüncü zonun kalın tabakaları arasında 3-100 cm kalınlıkta bantlar şeklinde yer alırlar. Bu tuf bantlarının renkleri koyugri yeşil, bozunma bulunan yerlerde açık yeşil renktedir. Tuf bileşenlerinden mika ve feldspat mineralleri rahatlıkla görülebilir. Bu tuf bantları diğer kayaçlarla dokunaklarında ince taneli olup, bantların orta kısımlarında mineral tane boyları daha büyüktür. Tüfler biyotit, feldspat, opak mineraller, tali olarak da piroksen, sfen içerirler (Kulaksız, 1982).

2.3.6. Tektonik

Çalışma alanında etkin tektonik hareketler kuzeydoğu ve kuzeybatı doğrultusunda gelişmiştir. Bu etkin kuvvetler sonucunda, inceleme alanı kayaçlarında göze çarpan önemli yapısal özellikler, faylanma ve eklem sistemleridir.

İnceleme alanı ardalanmalı sedimanter kayaçların tabaka konumları kuzeybatı doğrultulu olup, eğimleri ise kuzeydoğuya yöneliktir. Tabakaların eğimleri 6-10⁰ arasında değişmekte, faylanma bölgeleri ve yakın civarında eğim 25⁰'e kadar çıkmaktadır (Kulaksız, 1982).

2.3.6.1. Faylar

İnceleme bölgesindeki faylar, yukarıda belirtilen kuzeydoğu ve kuzeybatı kuvvetlere bağlı olarak gelişmişlerdir. Bölgedeki bu etkin kuvvetler çoğunlukla normal ve basamak tipi faylanmalar meydana getirmişlerdir.

Fay düzlemlerinin eğim açısı 35-80⁰ arasında bulunmaktadır. Sık sık rastlanan bu tip faylanmalara bölgenin her tarafında rastlanmakta olup, açık ocak işletmeciliğinde duraysızlık nedenlerinden biri olarak çalışma sahasında şev duraylılık problemleri meydana getirmektedir (Kulaksız, 1982).

2.3.6.2. Eklemler

Kırık ve eklem sistemlerinin analizi ve mineralleşme, yerüstü ve yeraltı madenciliğinde önemli olduğu için, Badgley (1964), Billings (1972), Erguvanlı (1973), Sitringham (1960), Wilson (1960), Pilger, Adler ve Fenchel (1965) gibi araştırmacılar tarafından çalışılmıştır

(Kulaksız, 1982). Özellikle açık ocak madenciliğinde şev duraylılığı çalışmalarında temel unsur elemanlarından biri olarak ortaya çıkan eklem sistemlerinin çalışılması, önemini bir kat daha arttırmıştır.

Eklem sistemlerinin çalışılmasında saha verilerinin toplanması, çatlak yoğunluğu, dağılımları ve tek bir tabakaya ait olması, uzunlukları önemli faktörlerdir. Kazı işlemlerinde zayıf ve kesik düzlemlerin çalışılması, kazılabilirliğe etken olan faktörlerden birinin çözümlenmesini ortaya çıkarmaktadır.

Çalışma alanındaki kayalardaki eklem sistemleri bazı durumlarda kayaç bileşimine değişik litolojilere bağlı olarak tabakadan tabakaya değişmektedir. Mezoskopik olarak da killi kireçtaşları ile hemen altında yer alan siltli kiltaşındaki çatlak sistemleri arasındaki farklılık belirgin olarak görülmektedir.

Saha çalışmalarının değerlendirme sonuçlarına göre birinci zonun bütün seviyeleri ripleme koşullarına yardımcı olacak nitelikte olup, iki yönden de (KB, KD) ripleme olanağı sağlanmaktadır. İkinci zonun ardalanmalı serisinde de, süreksizlik yaratan tuf bantları ile killi kireçtaşı ve marn tabakaları ripleme için, eklem sistemleri yönünde riplemeye olanak sağlamaktadır. Bu zondaki çok az veya zayıf eklem sistemine sahip silttaşları ve kiltaşları sorunlar yaratmaktadır. Üçüncü zonda ise ancak süreksizlik (tabakalanmalar, yer yer faylanmalar) riplemeye yardımcıdır. Dördüncü zon kısmen eklem sistemleri bakımından birinci zona benzemekle beraber, kalın tabakalar problem yaratabilir (Kulaksız, 1982).

2.4. Kayaçların Mühendislik Özellikleri Açısından İncelenmesi

Birçok mühendislik çalışmalarında olduğu gibi ripерleme işleminde de ortam kayacının yapısal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi gerekir. Çünkü kazınabilirliğin saptanması için kazılabilirliğe etki eden yapısal özellikler, yoğunluk, çimentolanma derecesi, ayrışma, gözeneklilik, tek eksenli basma dayanımı ve sismik hız gibi mühendislik özellikleri bilinmelidir.

Çalışma sahasının mühendislik özellikleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

2.4.1. Birim hacim ağırlığı, görünür özgül ağırlık, gözeneklilik ve ağırlıkça su emme

Birim hacim ağırlığı (d_h); $d_h = G_k/V$ (2.1)

Görünür gözeneklilik (P_g); $P_g = (G_d - G_k)/(G_d - G_{ds})$ (2.2)

Ağırlıkça su emme (S_k); $S_k = (G_d - G_k)/G_k \times 100$ (2.3)

bağıntılardan hesaplanabilir.

2.4.2. Tek eksenli basma dayanımı

Çalışma bölgesinden alınan kayaç örneklerinin tek eksenli basma dayanımları Kulaksız (1982) tarafından MTS Model 100 ton yük kapasiteli hidrolik pres kullanılarak yapılmıştır.

2.4.3. Elastisite modülü ve Poisson oranı

İnceleme alanı kayaçlarının elastisite modülü (E_t) ve Poisson oranı (ν) değerlerinin saptanmasında MTB Model 810 elektronik kontrollü

hidrolik pres, birim deformasyon ölçümlerinde ise Vishay Instruments, Model P-350 A, 10 kanallı dijital birim deformasyon indikatörü kullanılmıştır (Kulaksız, 1982).

$$\text{Elastisite modülü (E}_t\text{); } E_t = \sigma_v / \epsilon_v \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{Poisson oranı (}\nu\text{); } \nu = \epsilon_h / \epsilon_v \dots\dots\dots (2.5)$$

bağıntılarından hesaplanabilir.

2.4.4. Çekme dayanımı

İnceleme bölgesi kayaç örneklerinin çekme dayanımları "Brazilian deneyi" yapılarak bulunmuştur. Yaklaşık 5.5. cm çaplı Nx tipi karotiyerlerle alınan örnekler 1.5 cm kalınlıkta dilimler şeklinde kesilerek hazırlanmıştır. Örneklere MTS, Model-810 hidrolik pres ile yüklemeler yapılarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Yükleme hızları ortalama 10 dakika olacak şekilde (5-15 dakika aralığında) yapılmıştır (Kulaksız, 1982).

$$\text{Çekme dayanımı (}\sigma_\zeta\text{); } \sigma_\zeta = 2L_v / D_t \dots\dots\dots (2.6)$$

bağıntısından hesaplanabilir.

2.4.5. Sismik dalga hızları

Çalışma sahasından alınan kayaç örnekleri ASTM 1976, ANSI/ASTM D-2845'e göre hazırlanmış düzeltme ve hesaplamalar Bureau of Mines Report of Investigations 1974 RI 7831'den alınan;

Çizelge 2.2. İnceleme Alanı Kayaçların Mühendislik Özellikleri (Kulaksız, 1982)

Saha No	Özgül Ağ. (gr/cm ³)	Görünür Göz. (%)	Ağırlıkça Su Emme (%)	Elastisite Mod. (kg/cm ² x 10 ⁵)	Poisson Oranı	Tek Eks. Day. kg/cm ²	Çekme Day. kg/cm ²	P-Dalga Hızı m/sn	S-Dalga Hızı m/sn
A1	2.42	12.95	9.28	1.370	0.160	431	32.830	2440	1550
B1	2.64	6.05	2.29	2.650	0.327	1239	99.300	3795	1925
C2	2.22	10.32	4.11	1.390	0.273	379	79.090	3830	2140
B2	2.52	19.94	7.17	1.900	0.394	341	67.140	1227	520
A2	2.28	16.46	7.22	0.844	0.310	370	56.050	2315	1560
C3	2.65	3.25	1.24	3.900	0.254	288	114.950	4200	2410
B3	2.25	19.40	9.40	0.670	0.367	456	52.100	2250	1040
A3	2.37	15.20	8.60	5.310	0.190	344	23.565	1890	940
D4	2.17	15.33	7.06	2.410	0.179	590	99.305	3440	2150
C4	2.36	10.00	5.90	1.020	0.324	385	49.321	2670	1250
B4	2.26	11.06	5.11	3.000	0.120	617	45.000	3250	1925
A4	2.02	34.60	18.00	0.280	0.258	340	79.080	1840	1050

$$V_p = L_p/T_p \dots \dots \dots (2.7)$$

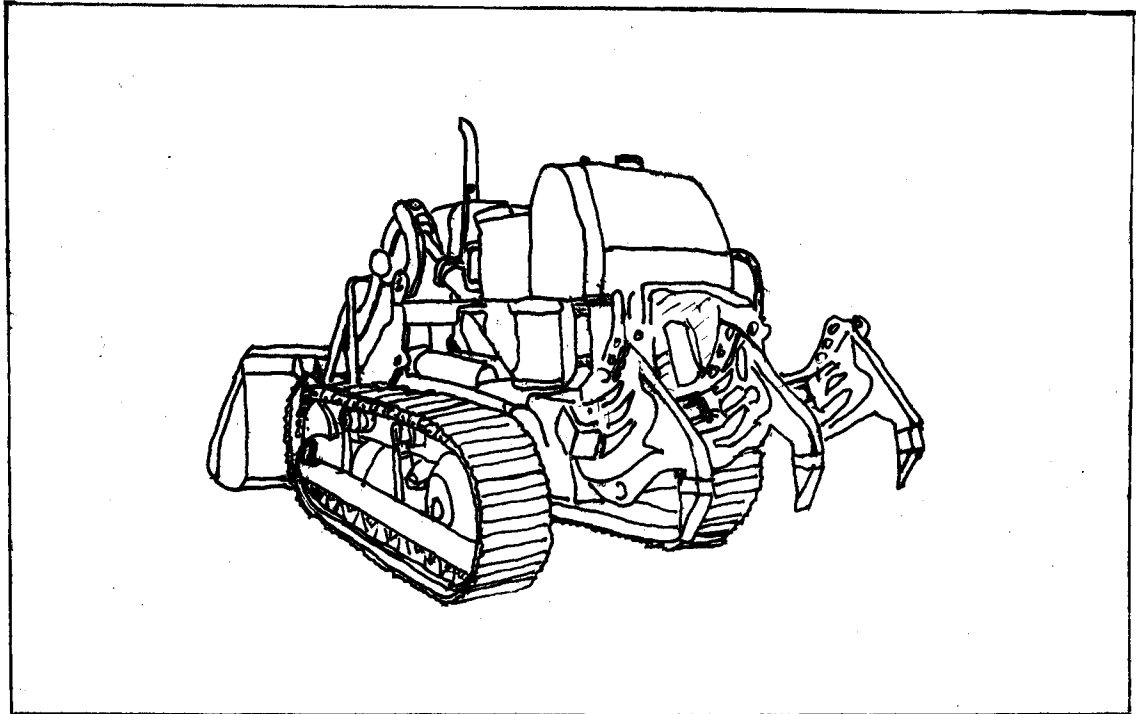
$$V_s = L_s/T_s \dots \dots \dots (2.8)$$

bağıntılarından P ve S dalga hızları hesaplanmıştır (Kulaksız, 1982).

Burada P-dalga hızı V_p , S-dalga hızı V_s , uzaklık L ve zaman T simgeleri ile ifade edilmiştir.

3. KAYAÇ SÖKÜLEBİLİRLİĞİ (RİPERLENEBİLİRLİK)

Riperleme gerek madencilik, gerekse inşaat mühendisliğinin ilgi alanında, örtü tabakasının kaldırılması için kullanılan bir kazı yöntemidir. Dozer, loder vb... gibi bir çekicinin arkasına yerleştirilmiş sabana benzer bir aletle kayacın yerinden sökülmesi işidir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Riperin genel görünüşü.

Uygun şartlarda yapıldığı takdirde, riperlemenin delme-patlatma yöntemlerine göre %30-50 daha düşük bir maliyetle gevşetme yapabileceği savunulmaktadır. Diğer avantajları ise; arazinin rahatsız edilmemesi, basamak ve aynaların daha düzgün bir şekilde oluşturulabilmesi, parça boyutu denetleme imkanı gibi faktörlerdir (Mining Magazine, 1982; Bilgin, 1991).

3.1. Riperleme Metodu ve Tipleri

Malzemenin gevşetilmesinde kullanılan riperleme tekniği istenilen boyutlarda, kayaların büyük miktarda, kısa zamanda ve ekonomik yapılmasını amaçlar.

Bu da ortam kayacına, riper tipine, kullanılan bıçak sayısına, bıçak derinliğine, bıçaklar arasındaki mesafeye, riperleme yönü ve kullanılan dozerin boyutlarına bağlıdır. Riperlemeye uygun malzemenin fiziksel özellikleri bulunurken masif formasyonlar, süreksiz yapıların bulunuşu, katı çimentolu ince taneli kayalar, kilin bulunuşu ve nem fazlası durumunda plastik hale geçişi riperlemede istenmeyen durumlardır.

Riperlemede kazı işlemi;

- i) Tamamen riperli dozerlerle,
- ii) Çok sert kısımlarda delme-patlatma,
- iii) Bir kısım alanın skreyper-riperli dozerlerle alınmasıyla yapılabilir.

Riperleme tekniğinde makineye monte edilmiş üç temel tip riper kullanılabilir;

- i) Pimli,
- ii) Radyal,
- iii) Hidrolik kumandalı paralel ve değişken paralel riperler.

Genellikle bu riperlerin seçimi, kazı yapılacak malzemenin karakterine ve istenilen üretime bağlıdır.

Riperleme tekniğinde şu genel konular göz önünde tutulmalıdır; En iyi kazı düşük hızda yapılmaktadır. Çünkü hız, bıçak ve malzeme aşınmasını artırmaktadır. Eğer riperleme kolay ise iki veya üç bıçak kullanımı hız artırımına tercih edilmelidir. Tek bıçak kullanımı büyük parça üretimine sebep olmakla beraber, iki bıçak kullanımında da bıçak

batması pratik olarak kullanılmalı, dolayısıyla ikinci geçişte parçalanma artmakta, bıçağın tam batması temin edilebilmektedir. Bıçak aralıklarının tayininde çıkarılan malzemenin boyutları yükleme ve taşımada problem yaratmamalıdır. Mümkünse ripereleme yokuş aşağı yapılarak üretime yardımcı olunmalıdır. Masif kütlelerin rastgele ripelerlenmesi yerine, önce patlatma ile gevşetilmesi tercih edilmelidir.

3.2. Riperelebilirliğe Etki Eden Faktörler

Paletli sökücünün ağırlığı, gücü, çeki kuvveti ve doğal faktörler sökülebilirliği ve üretim hızını önemli ölçüde etkiler. Araç, ağırlığının ancak %25'ini ripere üzerine uygulayabilmektedir. Bu ağırlık altında ripere ucuna formasyona batar ve çeki kuvvetinin etkisiyle kayaç yerinden kopar. Paletlerle zemin arasındaki sürtünme ve aracın ağırlığı, kayma olmadan önceki en büyük çeki kuvvetini verir. Yürüme hızı azaldıkça çeki kuvveti artar. Uç batma açısı, batma derinliği gibi parametreler de sökme kuvvetini önemli ölçüde etkiler. Ayrıca düşük dayanım, iri tane boyu, kırılkan ve iri kristalli kayaç, sık eklemler, jeolojik süreksizliklerin bolluğu ve ayrılmış kayaç gibi doğal özelliklere sahip zonlar kolay riperelebilir olmasına karşın yüksek dayanımlı, ince taneli, plastik ve kristalsiz kayaç, masif formlar, homojen ve ayrılmamış kayaçlar zor riperelebilir.

Tüm bu faktörlere göre riperelebilirliğin saptanmasında, ortam kayacının tek eksenli basma dayanımı, çekme dayanımı, süreksizlik aralığı, katmanlanma durumu, aşındırıcılık, bozunma, ağırlıkça su emme ve sismik hız gibi parametrelerden yararlanılabilir.

3.2.1. Tek eksenli basma dayanımı

Silindirik kayaç örneğine düzenli olarak bir P basıncı uygulandığında örneğin kırıldığı nokta (basınç değeri) o kayacın basma

uygulandığında örneğin kırıldığı nokta (basınç değeri) o kayacın basma dayanımını verir. Uygulanan gerilme de numunenin yüzey alanıyla P basıncı arasındaki doğru orantı ilişkisinden hesaplanır.

$$\sigma_b = P/A \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

Tek eksenli basma dayanımının artmasıyla sökülebilirliğin zorlaştığı, azalmasıyla da kolaylaştığı söylenebilir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Tek eksenli basma dayanımına göre ripper seçimi (R.M. Göktan ile kişisel görüşme, A.Ü. M.M.F., 1992).

Tek Eks.Basma D. (kgf/cm ²)	Kazı Kolaylığı	Önerilen Ripper Tipi
<200	Kolay	D7 veya D8
200-400	Orta	D8 veya D9
400-600	Zor	D9 veya D10
≥ 600	Çok zor	D10/Del-Pat

3.2.2. Çekme dayanımı

Bir kayacın çekme dayanımı, silindirik örneğin iki ucundan çekilerek bulunabildiği gibi, çap ve boy ilişkisi 1/2'den örneğin çapına dik doğrultuda basınç uygulanarak da (Brasilian deneyi) hesaplanabilir.

Gerilmeler direkt çekme deneyinde;

$$\sigma_c = P/A \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

formülünden hesaplanabilir.

Brasilian deneyinde ise gerilme;

$$\sigma_{\varphi} = 2P/\pi D t, (D/t = 2) \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

formülünden hesaplanır.

Çekme dayanımının riperebilirliğe etkisi Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çekme dayanımına göre ripere seçimi (R.M. Gökten ile kişisel görüşme, A.Ü. M.M.F., 1992).

Çekme Dayanımı. (kgf/cm ²)	Kazı Kolaylığı	Önerilen Ripere Tipi
<20	Kolay	D7
20-60	Orta	D8
60-100	zor	D9
100-150	Çok zor	D10
≥150	Riperelemez	Del-Pat

3.2.3. Çatlak aralığı (Süreksizlik)

Formasyondaki çatlaklar arttıkça riperelemenin kolaylaştığı görülmüştür. Zaten gerek delme-patlatma olsun gerekse ripereleme işlemi olsun, zeminin gevşetilmesi olayıdır, dolayısıyla çatlakların

fazlalaştırılmasıdır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Süreksizliğin ripirlenebilirliğe etkisi (R.M. Gökten ile kişisel görüşme,A.Ü. M.M.F., 1992).

Süreksizlik	Ripirlenebilirlik	Önerilen Ripir
Çok çatlaklı	Kolay	D7
Çatlaklı	Zor	D7/D8
Az çatlaklı	Çok zor	D8/D9
Çok az çatlaklı	Oldukça zor	D9/D10
Yok	Ripirlenemez	Del-Pat.

3.2.4. Yapısal özellikler (Tabakalanma kalınlığı)

Tabakalanma kalınlığı inceden kalına lamina, ince, orta, kalın ve masif olarak adlandırılırsa, laminadan masif yapılanmaya kadar her sınıf için ripir seçiminin farklı olduğu görülür. Yapısal özellikler tek başına bir fikir vermese de ripir seçiminde etkindirler. İnce yapıdaki zonlar kolay, masif yapıya yaklaştıkça zor kazı yapılacağı söylenebilir.

3.2.5. Aşındırıcılık

Bünyesinde kuvars, ortoz vb. gibi aşındırıcı malzemeler bulduran zonların ripirlenmesi diğer zonlara göre daha zordur. Ayrıca riperi aşındırması bakımından ripirleme maliyetini de bir miktar

artıracağı söylenebilir.

3.2.6. Ayırışma derecesi (Bozunma)

Bozunmanın yüksek olduğu kısımların kolay, az olduğu yada olmadığı kısımların zor ripelendiği bilinmektedir.

3.2.7. Ağırlıkça su emme

Ripelenecek saha kayaçlarının suya doygun olması, bağlayıcı etkinin azalması bakımından ripelleme işlemini kolaylaştırıcı yönde çalışır. Buna karşın kuru zonların ripellenmesi de zordur (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Ağırlıkça su emme oranına göre ripel seçimi (R.M. Göktan ile kişisel görüşme, A.Ü. M.M.F., 1992).

Ağırlıkça su emme	Önerilen ripel
>%8	D7
%4-%8	D8
%2-%4	D9

3.2.8. Sismik hız (P-dalga hızı)

Kayacın dayanımını belirleyen özelliklerden porozite, yoğunluk, tane boyu ve şekli, anizotropi, jeolojik süreksizlikler, çimentolanma derecesi ve doğal nem sismik hızı etkiler.

Bu kadar değişik parametreye bağlı olmasına rağmen sismik hız da ripel seçiminde tek başına duyarlı karar alınmasında yeterli olmaz. Ancak

basit şekilde Çizelge 3.5'deki gibi bir sınıflama yapılabilir.

Çizelge 3.5. Sismik hıza göre sökülebilirlik (R.M. Göktan ile kişisel görüşme, A.Ü. M.M.F., 1992).

Sismik dalga hızı (m/s)	Sökülebilirlik
300-600	Çok kolay
600-900	Kolay
900-1500	Orta
1500-2100	Zor
2100-2400	Çok zor
2400-2700	Son derece zor

3.3. Ripirlenebilirlik Konusunda Değişik Görüşler

Ripirlenebilirlik konusunda bugüne kadar birçok araştırmacı çalışmış, kayaçların karakterlerine göre değişik fikirler yürütmüşlerdir. Her araştırmacı kendine göre farklı ayırt edici özellikleri ele almış ve kendi sınıflama sistemlerini ortaya koymuşlardır. Aynı sahalar için, farklı araştırmacıların ortaya koyduğu puanlama sistemleri uygulandığında, elde edilen sonuçlar birbirinden çok farklı olmamasına rağmen tam olarak da aynı doğrultuda değildir. Bu farklılıklar her araştırmacının, kayaçların belirli bir kısım özelliklerini dikkate almalarından kaynaklanıyor olabilir.

Bu çalışmada Müftüoğlu-Scoble ve Singh-Denby-Eğretli'nin yaptıkları ripirlenebilirlik puanlama sistemleri incelenecektir.

3.3.1. Müftüoğlu-Scoble kazılabilirlik puanlama sistemi

Müftüoğlu ve Scoble'in geliştirdiği kazılabilirlik puanlama sisteminde kayaçların ayrışma derecesi, tek eksenli basma dayanımı, çatlaklararası mesafe ve tabakalanma kalınlığına göre değişik puanlar verilmiştir (Çizelge 3.6). Çalışılacak zonun özellikleri belirlenerek uygun puanların seçimi yapılır. Karar verici, seçilen tüm puanların toplamına göre bölgeyi kazılabilirlik açısından değerlendirir ve uygun riperin seçimini yapar.

Çizelge 3.6. Müftüoğlu-Scoble kazılabilirlik puanlama sistemi (Bilgin 1991)

Sınıf	I	II	III	IV	V
Ayrışma Drc Puan (AD)	Tüm Boz. 0	Çok Boz. 5	Az Boz. 15	Çok Az Boz. 20	Bozunmamış 25
Tek Eks. B.D. (kgf/cm ²) Puan (DN)	< 200 0	200-400 10	400-600 15	600-1000 20	≥ 1000 25
Çatlaklar Ar. Mes. Puan (Ç)	Çok çatl. 5	Çatlaklı 15	Az çatl. 30	Çok Az Çatl. 45	Yok 50
Tabakalanma Kln. Puan (T)	lamina 0	İnce 5	Tabakalı 10	Kalın 20	Masif 30
Toplam Puan Riperleme Durumu Önerilen Riper Tipi	5-40 Çok Kolay D7	40-50 Kolay D8	50-60 Biraz Zor D9	60-70 Zor D10	70-95 Oldukça Zor Delme-Pat.

Örneğin; tümüyle ayrışmış (0 puan), tek eksenli basma dayanımı 345 kg/cm² olan (10 puan), az çatlaklı (30 puan) ve ince tabakalı (5 puan) olan bir zon için önerilen ripper tipi;

$$\begin{aligned}\text{Toplam puan} &= AD + DN + \text{Ç} + T \\ &= 0 + 10 + 30 + 5 \\ &= 45\end{aligned}$$

bulunur.

Çizelgeden 40-50 puan arası "kolay ripperlenir-D8" bölgesine isabet ettiğinden D8 makinası seçilir.

Sistemdeki puanlar 100 üzerinden değerlendirilirse, bu puanların %18.84'ü ayrışma derecesi için %20.29'u tek eksenli basma dayanımı için %42.03'ü süreksizlik ve %18.84'ü de tabakalanma kalınlığı için kullanılmıştır. Müftüoğlu ve Scoble'in ripperlenebilirlik için en etken parametrenin %42.03 ile süreksizlik aralığı olduğunu savundukları söylenebilir. Ayrıca en az etken parametre de bu araştırmacılara göre %18.84 ile ayrışma derecesi ve tabakalanma kalınlığıdır.

3.3.2. Sing, Denby ve Eğretli kazılabilirlik puanlama sistemi

Bu sınıflama sistemi şekil bakımından Müftüoğlu ve Scoble'inkine benzemekle birlikte ripperlenebilirliğe esas olan kayaç özellikleri, çekme dayanımı, sismik hız, aşındırıcılık, ayrışma derecesi ve süreksizlik aralığıdır (Çizelge 3.7). Bu sınıflama sisteminde de kayaç özelliklerine göre puanlar verilmiştir. Zonun özelliklerine göre uygun puanlar seçilir ve toplanır. Elde edilen toplam puan çalışılacak bölgenin ripperlenebilirliği hakkında bir fikir verir. Ayrıca sistemde, elde edilen puana göre o zonda çalışabilecek iş makinasının gücü ve ağırlığının ne olması gerektiği de verilmiştir.

Örneğin; çekme dayanımı 75 kgf/cm² olan (9 puan), hafif ayrışmış (12 puan), az aşındırıcı (7 puan) ve süreksizlik olmayan (3 puan) bir zon için önerilen ripper tipi;

$$\begin{aligned} \text{Toplam puan} &= \text{ÇD} + \text{AD} + \text{SH} + \text{AS} + \text{Ç} \\ &= 9 + 12 + 12 + 7 + 3 \\ &= 43 \end{aligned}$$

Çizelge 3.7. Singh, Denby ve Eğretli riperebilirlik puanlama sistemi (Bilgin 1991).

	I	II	III	IV	V
Çekme Dayanımı (kgf/cm ²) Puanlama (Ç)	< 20 1	20-60 5	60-100 9	100-50 12	≥150 16
Ayrışma Drc. Puanlama (AD)	Tümüyle Boz. 1	Çok Boz. 4	Az Boz. 8	Çok Az Boz. 12	Bozunmamış
Sismik Hız (m/sn) Puanlama (SH)	400-1100 3	1100-1600 8	1600-1900 12	1900-2500 16	> 2500 21
Aşındırıcılık Puanlama (AS)	Çok az 2	Az 7	Orta 11	Aşındırıcı 15	Oldukça Aşn. 20
Süreksizlik Ar. Puanlama (Ç)	Çok Çatl. 3	Çatlaklı 11	Az Çatl. 18	Çok Az Çatl. 25	Yok 30
Toplam Puan Riperebilirlik	30 Kolay	30-50 Orta	50-70 Zor	70-90 Sınır	> 90 Riperelemez
Ripper Ağ. Güç (kW) Ağırlık (ton) Önerilen Ripper Tipi	Hafif 150 25 (D7)	Ort. Ağ. 150-250 25-35 (D8)	Ağır 250-350 35-55 (D9)	Çok Ağır 350 55 (D10)	Del.-Patl. --- ---

Çizelgeden 30-50 puan arası "orta derecede kazılabilir, 150-250 kw gücünde, 25-35 ton ağırlıklı D8 gibi bir dozerle kazılabilir" sonucu elde edilebilir.

Singh ve arkadaşlarının verdiği puanlar yine 100 üzerinden değerlendirilirse, çekme dayanımı için %15.04, ayrışma derecesi için %14.34, aşındırıcılık için %19.23, sismik hız için %20.97 ve süreksizlik aralığı için %30.42 alındığı görülebilir. Yani Singh ve arkadaşlarına göre kayaçların kazılabilirliğine etki eden en güçlü parametre %30.42 ile süreksizlik aralığı, en az etki eden parametre ise %14.43 ile ayrışma derecesidir.

4. ÇALIŞMADA KULLANILAN PAKET PROGRAMLAR

4.1. AutoCAD Paket Programı

4.1.1. AutoCAD nedir?

AutoCAD bilgisayarla teknik resim çiziminde kullanılacak bir paket programdır. Program, verilen komutları izleyerek istenen çizimleri eksiksiz ve çok hızlı bir biçimde yaratır. Çizim hatalarını kolayca düzeltme ve tüm çizimi yeniden yapmaksızın çok sayıda değişiklik yapma olanağı sağlar. Sonuç olarak temiz ve kusursuz bir çizim elde edilebilir.

Bitmiş bir AutoCAD çizimi görünüm olarak elle çok dikkatle yapılanla aynıdır, uygun aletler kullanıldığında çok çok hassas çizimler elde edilebilir.

4.1.2. AutoCAD'de kullanılan komutlar

AutoCAD programı kullanılırken gereksinim duyulduğunda limits, tablet, elev, phline, redraw, save, quit, zoom, end, trim, extend, pan, erase, plygon, color, list komutları kullanılmıştır.

1- LIMITS komutu : Bu komut ile geçerli çizimin sınırları oluşturulabilir, çizim kontrol edilebilir. Komutun formatı şöyledir;

Command: LIMITS

ON/OFF/<Lower left corner >< geçerli değer>:

Upper right corner < geçerli değer >:

2- TABLET Komutu: kağıttaki bir çizimin koordinat sistemi ile tableti ayarlamak, tablet modunu açıp kapamak, tabletin menüler ve ekrandan işaretleme için ayrılan alanlarını göstermek için kullanılır. Tablet komutu

girilince ilk ileti şudur;

Command: TABLET Option (ON/OFF/CAL/CFG):

ON: Tablet modunu çalıştırır.

OFF: Tablet modunu kapatır.

CAL: Bir kağıt çizimiyle tableti ayarlamak için kullanılır.

CFG: Tablet menüleri ve ekrandan işaretlemek için kullanılan tablet alanlarını belirlemek veya yeniden ayarlamak için kullanılır.

Command: TABLET Option (ON/OFF/CAL/CFG):CAL

Calibrate tablet for use...

Digitize first known point : (digitize)

Enter coordinates for first point:(X1, Y1)

Digitize second known point : (digitize)

Enter coordinates for second point : (X2, Y2)

Yukarıdaki formatla tablet modu açılmış ve orijinal çizim bilgisayara tanıtılmış (digitize edilmiş) olur. Burada X1, Y1 noktası orijinal çizimin herhangi bir noktası, X2, Y2'de bir başka noktasıdır.

3- ELEV komutu (mevcut yüksekliği ayarlama): Çizilen ardışık birim şekiller için yükseklik ve kalınlık hazırlanmasına olanak tanır. Bu komuta girdi olarak Z koordinatı gerektiğinde mevcut olan yükseklik varsayılır. İleti sırası şu şekildedir;

Command: ELEV

New current elevation < 0.0000 > : Z1

New current thickness < 0.0000 > : T1

Bu formatla Z1 yüksekliği ve çizimdeki T1 kalınlığı bilgisayara tanıtılmış olur.

4- PLINE komutu: Bir, çok çizgili yaratmak için kullanılır. İleti şöyledir;

Command: PLINE

From point:

Çok çizgilerin başlama noktası bilgisayara tanıtılır. Sonra şu ileti ile karşılaşılır;

Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint>
of line >:

Bu iletiye istenen seçenek tuşlanabilir. Ancak bu iletiye tek nokta girilirse AutoCAD bunu bir doğru parçasının son noktası gibi yorumlar ve bir önceki noktadan bu noktaya düz çizgi çizer.

5- REDRAW komutu: Bu komut mevcut olan herhangi bir nokta seçimini silerek tüm görüntüyü yeniden çizer. Komut formatı aşağıdaki gibidir.

Command: REDRAW

6- SAVE komutu: Çizim editöründen çıkmadan yapılan değişikliklerin periyodik olarak saptanması için kullanılır. SAVE komutu çizimin en son durumunu diske yazar ve yeni değişiklikler için çizim editöründe kalır.

Command: SAVE File name < geçerli > : (isim)

7- END komutu: Kontrolü ana menüye geçirir ve çizim kütüğünü güncelleştirir. Çizimin eski kopyasının uzantısını ".dwg" den ".bak" a değiştirir (".bak" kütükleri silinir). Güncelleştirilen çizim ".dwg" kütüğüdür.

8- QUIT komutu: Bu komut da kontrolü ana menüye döndürür, fakat çizimi güncelleştirmez. Yapılan son değişikliklerin saklanmaması istenirse kullanılır;

Command: QUIT

Really want to discard all changes to drawing?

Eğer yeni değişiklikler çıkartılmak isteniyorsa "YES" yanıtı verilir. Ana menü görüntülenir, ".dwg" kütüğü değiştirilmeden kalır, ".bak" kütüğü de değişmez.

9- ZOOM komutu: ZOOM komutu bir fotoğraf makinasının tele-objektifi gibi çalışır. Elemanların görünen büyüklüklerinin arttırılmasına veya azaltılmasına olanak sağlar. Bununda beraber gerçek büyüklükleri sabit kalır. Şeklin görünme büyüklüğü arttırıldığında, daha küçük alanlar daha ayrıntılı görülebilir. Görünen büyüklüğün azaltılması ise daha geniş alanların izlenmesine olanak tanır.

ZOOM komutu, büyütme ve görüntülenecek çizim parçasını göstermeyi sağlayacak farklı yönler içerir.

Command: ZOOM

All/Center/Dynamic/Extends/Left/Previous/Window/<Scale(x)>:

- A (All) : Tüm çizimi gösterir.
- C (Center) : Merkez noktayı ve yüksekliği sorar, buna göre büyütme yapar.
- D (Dynamic) : Grafik olarak ZOOM ve döndürme yapmak için kullanılır.
- E (Extends) : Mevcut eklerle birlikte tüm çizimi gösterir.
- L (Left) : Sol alt köşeyi ve yüksekliği sorar.
- P (Previous) : Bir önceki görünümü verir.
- W (Window) : Küçültüp büyütülecek dikdörtgeni çizer, bu sınırları izler.
- Scale : Ölçekli büyültme küçültme yapmak için kullanılır.

10- TRIM komutu: Bir çizimi başka şekillerle tanımlanan bir kesme kenarından kesip atmak için TRIM komutu kullanılır.

Command: TRIM

Select cutting edge (s)...

Select objects:

Yukarıdaki ileti ile karşılaşınca kesilecek çizgi belirlenir. İkinci aşamada da kesme işlemi tamamlanır.

11- EXTEND komutu: TRIM komutunun tersini yapar. Bir çizimde varolan şekiller EXTEND kullanılarak diğer şekillerden en az biriyle tanımlanan bir sınır kenarda bitecek şekilde uzatılabilir.

Command: EXTEND

Select boundary edge (s)...

Select objects:

12- PAN komutu: Bu komut, çizimin büyüklüğü değiştirilmeden çizimin farklı bir kısmının izlenmesine imkan tanır. Böylece ekranda olmayan ayrıntılar görülebilir.

13- ERASE komutu: ERASE komutu, çizimden sürekli olarak silinmek istenilen şekillerin belirlenmesini sağlar. Komut formatı şöyledir;

Command: ERASE

Select object: (istenilen şekiller)

14- PLYGON komutu: Bu komut 3 ile 1024 arasında kenar sayısı olan çokgenlerin çizimine olanak sağlar. Çokgen, kapalı bir çok-çizgilidir. Daima "0" kalınlıkta ve tepe noktalarında teğet bilgisi olmadan çizilir.

15- COLOR komutu: COLOR komutu, ard arda çizilecek şekiller için geçerli rengi tanımlar. Her şekil yada yüzeyin rengi kontrol edilebilir.

Command: COLOR

New entity color < geçerli >:

Bu iletide istenen renk için, 1 ile 255 arasında bir sayı yada renk isimlerinden biriyle yanıt verilebilir. Komut tekrar kullanılana kadar yaratılan bütün şekiller bu renkle çizilir.

16- LIST komutu: Bu komut herhangi bir şekil için sağlanan verileri kontrol etmeğe olanak sağlar. Komut formatı şöyledir;

Command: LIST

Select objects: (listelenecek şekiller)

Listelenen bilgi şeklin tipine bağlıdır, fakat şeklin tipi, çizimdeki konumu ve çizildiği yüzey her zaman listelenir.

4.2. ERDAS Paket Programı

ERDAS, bilgisayar dilinde Yer Kaynakları Veri Analiz Sistemi (Earth Resources Data Analysis System) olarak bilinir. Bu paket programın yardımıyla topoğrafik harita çizimleri, litolojik haritalar, bunların düzenlenmesi, bu haritalarla ilgili verilerin girilip istenilen programların hazırlanarak amaca uygun kullanımı mümkündür.

Bu yazılım sistemini güçlendirmek ve ERDAS uygulama programlarının akıcı, sürekli ve uygulanabilir olmasını sağlamak için 7.4 ERDAS programları ile yenilenmiştir. En son teknolojik gelişmeler, programların kullanılmasında, ferdi çalışmalarda da kolaylıklar sağlanmıştır. Ek detaylar, ferdi programlar ve yeni yazılım gelişmeleri için ERDAS kullanım klavuzları, elle yazılım grupları düzenlenmiştir. Ayrıca bu konuyla ilgili olarak doğruca ERDAS'tan yararlanılabilir.

ERDAS yazılımları değişik ölçülerde, bağımsız olarak veya baştan sona kullanıcının koşullarıyla değişik kompozisyonlarla kullanılabilir. ERDAS programlarında yaratılmış şekiller, en küçük ayrıntılarına kadar

liste düzeniyle girilebilir. Liste ve programlar için her an yardım istenebilir. Sistemi bilen kullanıcılar, eğer isterlerse kısa yollar-yöntemler yaratabilirler. Program için, sonuç için anlamlı cevaplar ve sonuçlama görülebilir, program hemen çalıştırılabilir. Dosya hacmi yalnız sistem disketindeki kadardır. Hesap kontrolü, sistemin içinde dizinler yaratılarak yapılabilir.

ERDAS yazılım programları kullanıcılar için, istendiğinde kendi programları ile, dizinler ve sürücülerle tamamlanarak uygulanabilir.

Bu çalışmada ERDAS yazılım programlarından kullanılanları şunlardır;

- 1- DISPOL: Poligon dosyasındaki veriler (nokta, çizgi, poligon v., elemanlar) gösterilir. Bilgi raporları, her bir eleman için bir plan-harita dahilindedir. Çıktı CRT veya RGB monütörden olabilir.
- 2- ZOOMER: Şeklin büyüklüğü istenen ölçüde ayarlanabilir, şeklin değişik bölümleri ölçek bozulmaksızın görülebilir.
- 3- LISTIT: Listelerin istatistiksel tanımlanmaları, GIS renk projeleri ve diğer şekiller yazıcı veya ekran komutları için bilgilendirilebilir.
- 4- GRDPOL: Grid taşıyıcı veri haznesi DIG file de yenilenir veya GIS file oluşturulur. Çok çeşitli grid file'leri için DIG file'in listeleri-verileri onaylanır, kabul edilir. Eleman bilgi raporları grid normunda düzenlenir.
- 5- GISEDIT: GIS file'in düzeltmelerinde en ince ayrıntılarına kadar olanak tanır. Düzeltme yapılacak kısımların gösterilmesinde mouse, joystick, E.T.C. gibi araçlar kullanılabilir.

6- COLORMOD: Gösterilen plan ve şekillerin renkleri değiştirilebilir. GIS file şekillerinin hafızadaki renklerinin değiştirilmesini ve gelecekte yapılacak çalışmalar için saklanmasını kapsar.

7- ANNOTAT: Kullanıcının yaratımlarını düzenlemek ve göstermek için noktaların, poligonların, çizimlerin, metinlerin ve lejantların üzerine notlar koymaya olanak tanır. sembollerin birleştirilmesi ve hazneye alınması otomatik olarak gerçekleşir. Şeklin elemanları, gösterim için şekilde veya not planında referans olarak verilebilir.

8- CURSES: Birbirini etkileyen bilgilerin gösterimini sağlayan programdır. Makina, dosyayı ve harita koordinat bilgilerini, girilen verileri seçer ve gösterir.

9- GISMO: Kullanıcı, matematiksel karşılaştırmaları (mantık ve matematiksel hesaplamalar, trigonometri vb.), GIS sınıf değerleriyle mantığa uygun biçimde gerçekleştirebilir, GIS'a uygun programlar yaratabilir. Aynı zamanda çok yönlü GIS tabakalarının verilerini ve GIS dosyası çıkışlarını gösterir.

10- DSCEDIT: Sınıf adlarına ve histograma eklenip tanıtılan veriler 62 adettir, yazılarak yaratılıp düzeltilebilir. tanımlamalar metin, tamsayı ve değişken verileri kapsayabilir.

11- POLYFIL: Aynı GIS sınıflarının bitişik piksellerinin tekrar tanınmasına izin vererek, GIS şekillerinin, gösterimde nokta ve şekillerle doldurulması sağlanır. Aynı zamanda poligon veya vektörlerin sınıflanmasına ve yeni bölgenin tekrar plana dahil edilmesine izin verir.

12- SCAN: GIS filtreleme programı ile en az/en çok, çoğunluk/azınlık,

ortalama ve diğer tercihler belirlenir. Filtrelenmiř saha çizimi ile belirli poligonlara ve GIS sınıflarının reddine izin verilir. oęaltmak (descriptor) dosyasıyla mümkündür.

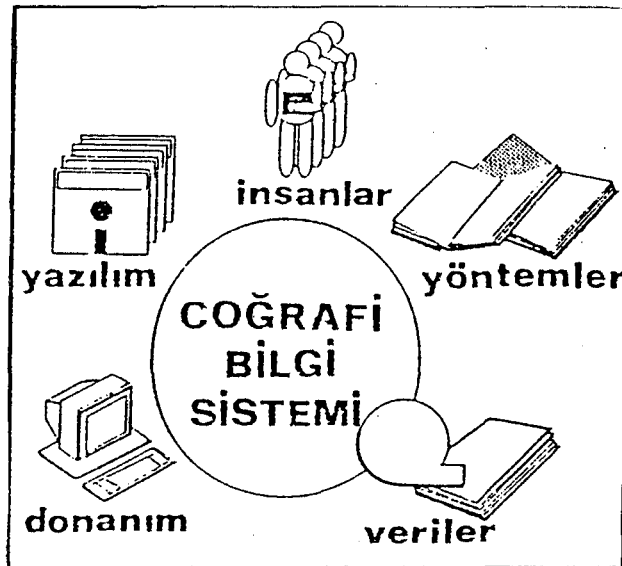
13- DIGPOL: Alanların uzatılması dışında, haritalara sınır koymağa bunların artırılmasına olanak tanır.

5. COĞRAFI VERİ SİSTEMLERİ

5.1. Coğrafi Veri Sistemi Nedir?

Coğrafi veri sistemi (Geographic Information System-GIS), "karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; mekandaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi işlemlerini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemler sistemidir". Daha basit bir ifadeyle, "dünya üzerindeki bölgeleri tarif eden verileri saklayan ve kullanan bilgisayar sistemi" olarak da tanımlanabilir.

Tanımlamadan da anlaşılacağı üzere, coğrafi veri sisteminin kurulabilmesi için gerekli olan elemanlar; yazılım, donanım, veri tabanı, yöntemler ve insanlardır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Coğrafi veri sisteminin elemanları.

Donanım, yazılım ve veri elde etme ile ilgili teknolojiler batıda hızla gelişmekte ve bu yöntemler yaygın ve etkin kullanımla kurumsallaşmaktadır. Tüm bu teknolojileri transfer ederek uygulamak ve geliştirmek mümkündür. Ancak sistemin başarısı bu teknolojileri

kullanacak personel ve yöneticilerin eğitimine bağlıdır, en önemli faktör bu konuda yetişmiş insandır.

Coğrafi veri sistemleri iki doğrultuda gelişme göstermiştir;

1- Vektör coğrafi veri sistemi ki burada, mekansal veriler nokta, çizgi ve çokgenlerden oluşan harita elemanları ile tanımlanmıştır.

2-Grid (Raster) coğrafi veri sistemi ise, mekan üzerindeki verilerin düzenli dizilmiş karelere aktarılması ile oluşan sistemlerdir.

5.2. Vektör Coğrafi Veri Sistemi

Otomatik kartografya sistemlerinin ötesinde bir gelişme göstererek yakın zamanda mükemmel bir yapıya kavuşan bu sistemler, tablo verilerinin kartografik verilerle entegre edilmesine imkan veren, mekansal (georelational) veri modeline dayanmaktadır. Coğrafi veriler mekansal ve tarifsel olmak üzere iki tip veri grubunu kapsar (Şekil 5.2).

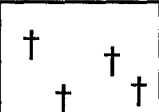



Bu modelin temelinde, herbiri nehirler, yollar, jeolojik oluşumlar, orman türü, yerleşmeler gibi coğrafi bilgiler ve özelliklerden oluşan verilerin birbirinden bağımsız olarak tanımlanmış tabaka veya kapsamlar olarak soyutlanması bulunmaktadır (Şekil 5.3). Coğrafi veri tabanı, çok sayıda kullanıcının birden çok amaç için kullanılan ve paylaşılan, mekansal ve ilişkili tarifsel verilerin koleksiyonudur. Bu mekana frekanslı yaklaşım, ilişkisel veri tabanı yönetim sistemleri teorilerinden esinlenerek geliştirilmiş olup, bu sistemlerle yakından ilişkilidir.

Sistemde elemanların her biri için üç çeşit veri kaydedilir;

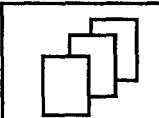

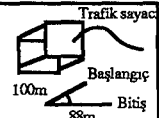
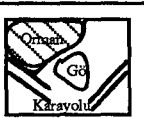
- 1- Elemanların koordinat adresini tanımlayan geometrik veri,
- 2- Elemanlar arasındaki ağ (network) ilişkisini tanımlayan topolojik veri,
- 3- Her özelliğin karakteristiğini tanımlayan nitelik verisi.

Bu elemanların nitelikleri; ilişkisel veri tabanı yönetim sistemlerinde olduğu gibi, diğer ilişkilerin kurulması için anahtar oluşturmaktadır.

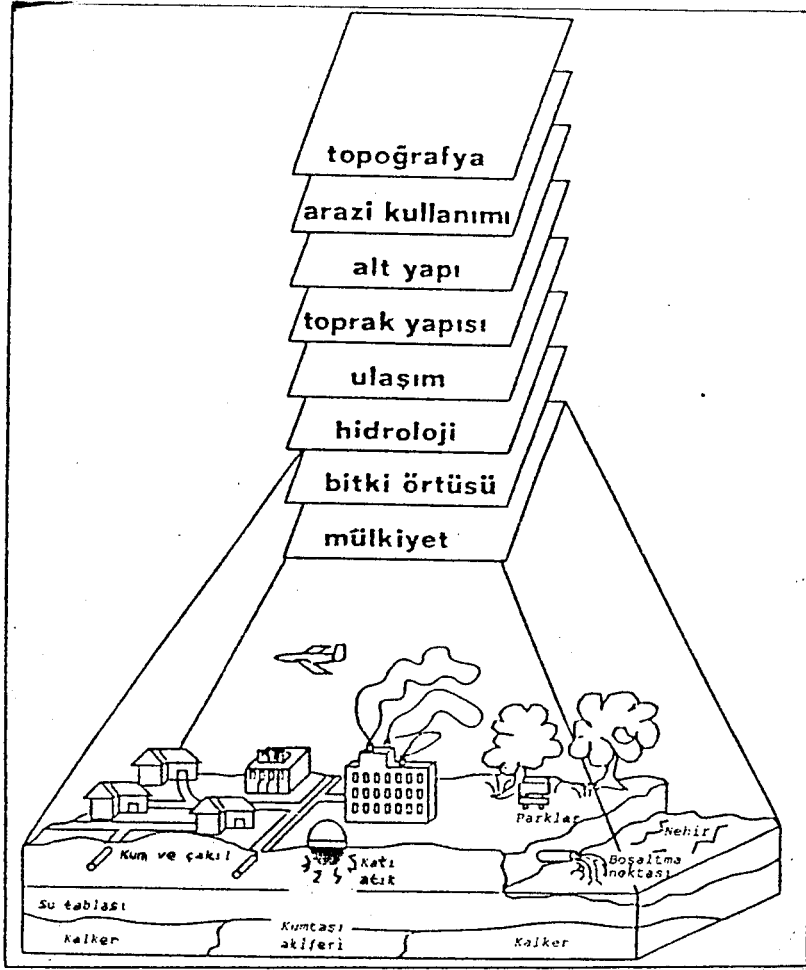
MEKANSAL VERİLER

				
	NOKTALAR	ÇİZGİLER	ALANLAR	YÜZEY
F O R M A T	•Tek koordinat çifti	•Başlangıç ve bitiş noktaları bulunan koordinatlar dizisi	•Başlangıç ve bitiş noktası aynı olan koordinatlar dizisi	•Düsey koordinatları bulunan alan
	•Uzunluğu ve alanı yok	•Uzunluğu ve alanı yok	•Uzunluğu ve alanı var	•Uzunluğu, alanı ve yüksekliği var
Ö R N E K L E R	Trafik kazası Ağaçlar Yükseklik(kat) Alan etiket başlangıcı Çizgilerin başlangıç ve bitiş	Yollar Dereceler Hizmet ağı Fay hatları Alan sınırları	Parseller Yollar Yapılar Toprak cinsleri Belediye sınırı kapsamı	Eğim haritası Baki haritası Su havzaları haritası

TARİFSEL VERİLER

				
	FORM VE LİSTELER	RAPORLAR	ÖLÇÜM /SAYIMLAR	GRAFİK AÇIKLAMA
F O R M A T	. Kelimeler . Alfabetik kodlar . Numaralar	. Metin . Çizimler	. Numaralar . Yön belirten açılar	. Kelimeler . Numaralar . Taramalar . Semboller . Uzunluğu
	Yapı izinleri İşlem kütükleri İndeksler Özellik ve nitelikler	Planlar Yönetmelikler Yasal tanımlar	Trafik sayımı Envanterler Kadastral parsel tanımları	Sokak adları Harita sembolleri

Şekil 5.2. Coğrafi veriler, mekansal ve tarıfsel olmak üzere, iki tip veri grubunu kapsar.

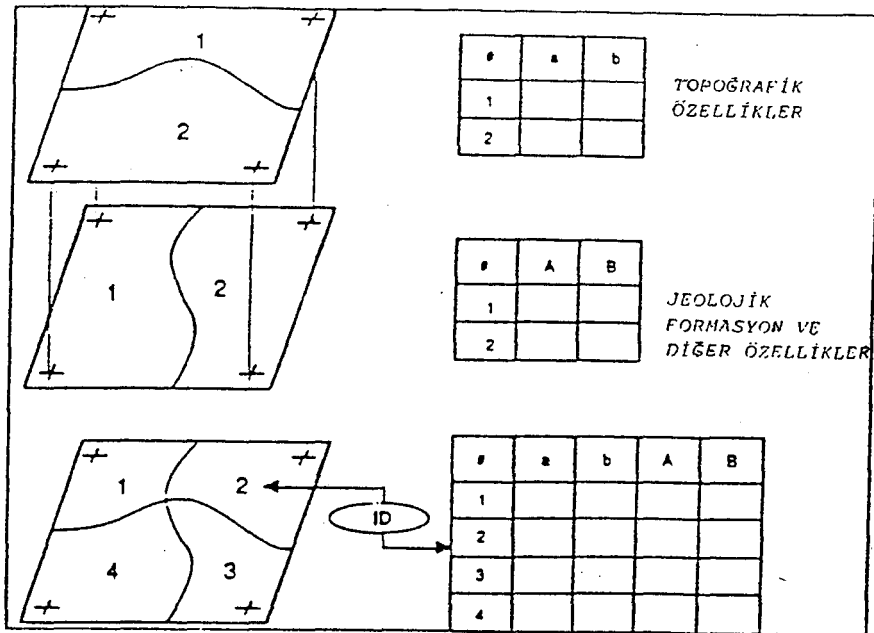


Şekil 5.3. Çevremiz bir çok coğrafi gerçekten oluşmaktadır. Coğrafi veri sisteminde farklı nitelikte veriler birbirinden bağımsız katmanlarda soyutlanmıştır.

Harita tabakaları, bir bakıma, veri tabanı sistemlerindeki benzer yapıda ilişkisel olarak yönetilir. Sistem bu ilişkileri, topolojik bilgilere bağlayarak ve verilerdeki tutarlılığı sürekli kontrol altında tutarak sağlar. Coğrafi veri sistemleri tüm harita özelliklerini doğru parçaları, noktalar ve bunlar arasındaki bağlantı ilişkisini belirterek tanımlar. Örnek olarak; bir alan, bir grup çizgi ile tariflenir. Burada çizgi, iki çokgen arasında sınır teşkil eder. Çizgiler diğer çizgileri birbirine bağlayan elemanlar olarak da kullanılabilir (cadde, sokak vb.). Topoloji, bu öğelerin

bağlanabilirliğini ve yakınlığını belirleyen ilişkilendirme sistemidir. Topoloji bir coğrafi ögenin diğer öğelere göre konumunu belirleyip saklar. Bu sayede coğrafi verilerin gerçek koordinat adreslerine ulaşmaya gerek olmadan çok çeşitli coğrafi analizi gerçekleştirmek mümkündür; örnek olarak, ilişki, bitişiklik, güzergah seçimi analizleri.

Kullanıcılara, veri tabanını kullanım ve yönetim için araçlar sağlanmıştır. bu yazılım araçlarından en önemli ve güçlü olanı, istenilen tabakaları bir araya toplayabilen özelliktir. Örnek olarak eğer bir kullanıcı topoğrafik özellikler ile jeolojik formasyon arasındaki bağıntıyı kurmak isterse, etkileşimli yazılım aracı ile bu iki harita tabakasını üst üste çakıştırarak, bir tabakadaki formasyonların yükseklik kuşakları üzerindeki alan hesaplamalarını otomatik olarak yapabilir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Farklı mekansal ve tarıfsel veri grupları, mutlak olarak ve coğrafi bir bütünsellik içinde birbirlerine bağlanabilirler.

Mekansal veri tabanındaki bu tür dinamik ilişkilendirme yapısı, coğrafi elemanlar arasında sonsuz sayıda kombinasyon türetebilir. Çokgen

çakıştırma, çokgen üzerinde nokta, çokgen üzerinde çizgi ve benzeri mekansal ilişkilendirmeye yönelik bu araçlar, farklı katmanlardaki farklı verilerden kompleks kombinasyonlar çıkartılması imkanı sağlar. Sistemin verileri bir araya getirilip, gruplama ve mekana yeniden dağıtma yeteneği en büyük özelliklerinden biridir.

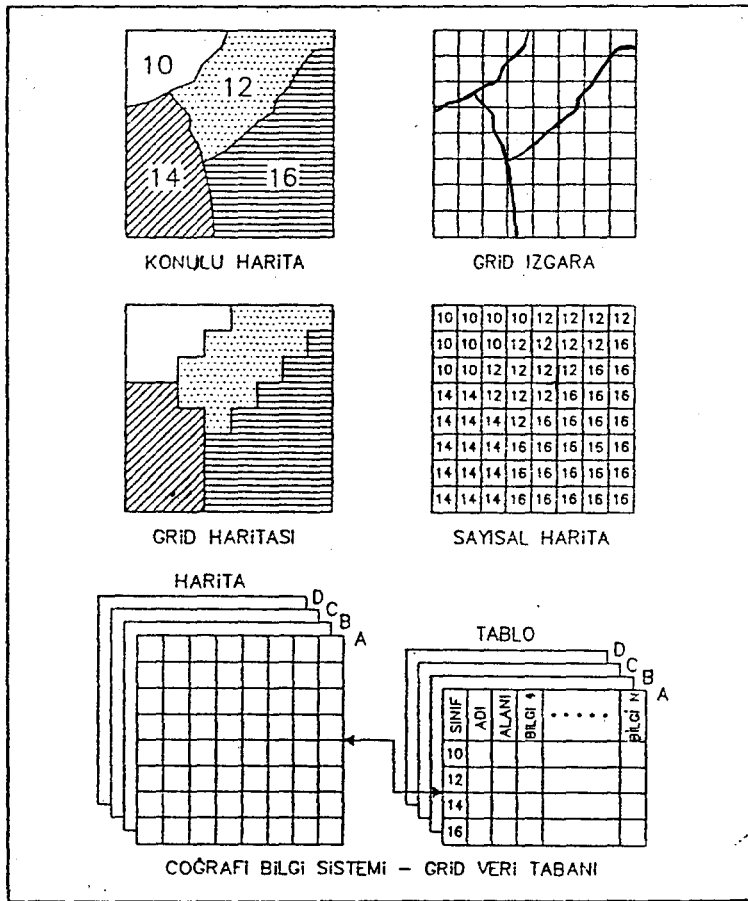
Bu yaklaşımın temel kavramı içinde, düzeltme ve yenilemelerin veri tabanı içindeki farklı tabakalardan bağımsız olarak yapılabilmesi kolaylığı yatmaktadır. Bu yaklaşımın avantajı, farklı tabakaların farklı bilgisayarlarda farklı uzmanlarca veya farklı kuruluşlarca hazırlanması ve yönetilmesi imkanındır. Bu özellik, entegre bilgisayar ağları ile dağıtılmış bilgisayar düzenlerinde büyük kolaylık sağlar. Kullanıcılar bu tabakalar arasında önceden belirlenmesine gerek duymadan istedikleri karmaşık sorgulamaları yapabilirler.

Mekana frekanslı yaklaşım, basit veri yapısını vurgular (her konu için farklı harita tabakası gibi) ve bu basit yapıdan karmaşık sorgulama ve ilişkilendirme gibi etkin bir yazılım sistemine dayanır. Bu yapı etkin ve esnek bir yaklaşım imkanı sağlar. Coğrafi özellikler arasındaki ilişki gerek duyulduğu zaman kolaylıkla kurulur. Bu imkan kartografik elemanlar arasındaki ilişkinin yoğun olarak kurulması ve denetlenmesi gereğini ortadan kaldırır. Sonuçta, bilgisayar sistemleri ve örgütsel kaynaklar etkin olarak kullanılabilir.

5.3. Grid (Raster) Coğrafi Veri Sistemi

Grid sistemi, mekan üzerindeki bilgilerin x ve y koordinatları boyunca düzenli dizilmiş karelere aktarılması ile oluşturulan sistemdir. Dönüşüm sonucunda elde edilen sayısal harita bir matrikstir (Şekil 5.5). Bu sistemde temel mekansal veri birimi grid karesi olup, kendi içinde homojen bir yapıya sahiptir. Bu birim bilgisayar grafiğinde de genel

olarak kullanıldığı gibi, piksel (pixed-picture element) veya resim elemanı olarak da adlandırılmaktadır. Grid karesinin boyutları projenin özelliklerine göre belirlenebilir. Yüksek ayrıntı düzeyli projeler amaçlanıyorsa boyutları çok küçük tutulmalıdır. Resim elemanının boyutu ayırım yeteneğini (çözümleme) belirler ve yeryüzündeki ayırabileceği en küçük resim boyutları ile özdeştir.



Şekil 5.5. Organik yapıdaki coğrafi özelliklerin grid sistemine dönüşümü ve grid veri tabanı ilkesi.

Grid sisteminde verilerin depolanması, erişim ve güncleme çok kolay olup, kontrol ve duyarlılık standartları çok basittir. Aynı yöreye ait farklı karakterdeki veriler, aynı grid ızgara baz olmak üzere, farklı haritalarda (bilgisayar kütüklerinde) tutulduğu için, depolanacak katman

veri sisteminde her bir harita katmanı için sayısal değerlere dönüştürülmüş "sınıf" verileri saklanmaktadır. Grid coğrafi veri sisteminin dünya çapındaki liderlerinden olan ERDAS'ta (Earth Resources Data Analysis System-Yer kaynakları Veri Analiz Sistemi) kodlanabilecek sınıf sayısı 16000'dir. Her bir sınıf için 64 ayrı saha ayrılabilen ve gerçek anlamda ilişkisel veri tabanı yapısı grid coğrafi veri sistemi ile entegre edilmiştir (Şekil 5.5). Modern sistemlerde coğrafi veri sistemi modelleme imkanı getirilmiş olup farklı boyut ve çözümlemedeki harita katmanları (veri kütükleri) karmaşık matematiksel modellemeye dahil edilerek, vektör sistemlerinde gerçekleşmesi mümkün olmayan coğrafi veri sistemi analizleri yapılabilmektedir.

Bu sistemlerin bazı yaygın kullanım alanları içinde, sanayi alanları yerleşimi, nakil hatları ve enerji koridorları analizi, potansiyel yerleşim projeleri için saha analizi, katı atık yer seçimi, orman ve arazi yönetimi, çevre etki analizleri ve arazi modellemesi sayılabilir. Örnek olarak; bir kullanıcı enerji nakil hattı için güzergah seçimi yapmaktadır. İstenilen çalışma alanı için toprak yapısı, topoğrafya, nüfus yoğunluğu gibi farklı harita kütükleri, kullanıcının belirleyeceği öncelikler çerçevesinde önerilen güzergahın analizi ve karşılaştırılmasında kullanılabilir. Bir senaryo, eğimi X'den yüksek, toprak cinsi Y olan ve nüfus yoğunluğu Z'den yüksek olan alanların analiz dışı tutulmasını isteyebilir. Bu senaryo doğrultusunda oluşturulacak model yapılacak etkileşimli testler ile geliştirilerek analiz dahilindeki alanlar görüntülenebilir, başka bir coğrafi veri sistemi haritası olarak saklanabilir, alansal veriler ölçeklenebilir.

Grid coğrafi veri sistemlerine sağlanabilecek veri kaynakları çok çeşitlidir;

- 1- Mevcut belgeler, hava fotoğrafları, optik tarayıcılar ile taranabilir,
- 2- Haritalar, sayısallaştırıcı tablet yardımı ile sayısallaştırılabilir,

3- Uçaklara takılan optik tarayıcılar ile yeryüzü hakkında doğrudan sayısal veriler üretilebilir,

4- En önemlisi, yeryüzünü sürekli ve düzenli olarak tarayan yer gözlem uydularının ürettiği uzay görüntüleri sistemlerle entegre olan görüntü işleme sistemlerinde geliştirilerek coğrafi veri istemlerinde depolanabilir.

5.4. Uzaktan Algılama ve Uzay Görüntüleme Sistemleri

Uzaktan algılama genel anlamda, bir cisim veya olgunun özellikleri hakkında, herhangi bir kayıt aracıyla fiziksel olarak uzaktan ölçüm yapma ve bilgi edinme işlemidir. Uzaktan algılama genellikle deniz araçlarından, havada uçan araçlardan (uçak, helikopter, balon) ve uzay araçlarından yapılmaktadır.

Günümüzde hızlı nüfus artışı, gittikçe azalan doğal kaynaklar ve bozulan çevre olgusuna karşılık, modern planlama ve yönetimde bilgiye olan talep gittikçe artmaktadır. Dünyanın fiziksel yapısı ile ilgili birçok alanda bilgi ihtiyacının çok büyük bir bölümü uzaktan algılama teknikleri ile sağlanabilmektedir. Hava fotoğrafları, uçak tarayıcılar (air-borne scanner) ve uzay görüntüleri; gelişmekte olan ülkelerde, güvenilir veri eksikliği nedeniyle, temel veri kaynağı olmaktadır. Bu ülkelerde, doğrudan sayısal olarak veri üreten algılayıcılar sayesinde, günden güne ucuzlayan ve etkinliği artan coğrafi veri sistemlerinin kullanımı daha da yaygınlaşmaktadır.

Uzay görüntüleri, 1960'lardan itibaren bu amaçla uzaya gönderilen ve dünya çevresinde yörüngeye oturtulan uydulardaki algılayıcıların dünya hakkında topladığı verileri yeryüzündeki istasyonlara iletmesi ile oluşmaktadır. Günümüzde dünyanın tümü üzerinde yüksek çözünüme ile düzenli algılama yapabilen 3 adet sivil sistem bulunmaktadır. Bunlar;

- 1- LANDSAT, Amerika Birleşik Devletleri'ne ait,
- 2- SPOT, Fransa'ya ait,
- 3- SOYUZ, Rusya Federasyonu'na ait

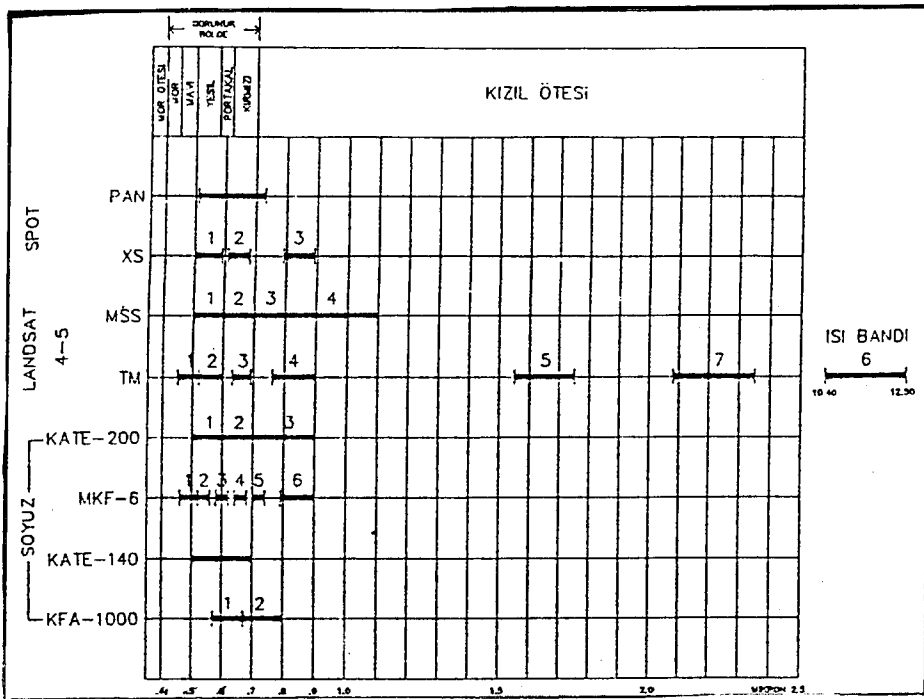
Landsat 4 ve 5'te MSS'e (Multi Spectral Scanner) ek olarak daha çok gelişmiş olan TM (Thematic Mapper) sisteminde elektromanyetik tayfın titizlikle seçilmiş bölümlerinde duyarlı yedi algılayıcı bulunmaktadır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. LANDSAT 4/5 TM bantlarının spektral dağılımı ve uygulama alanları

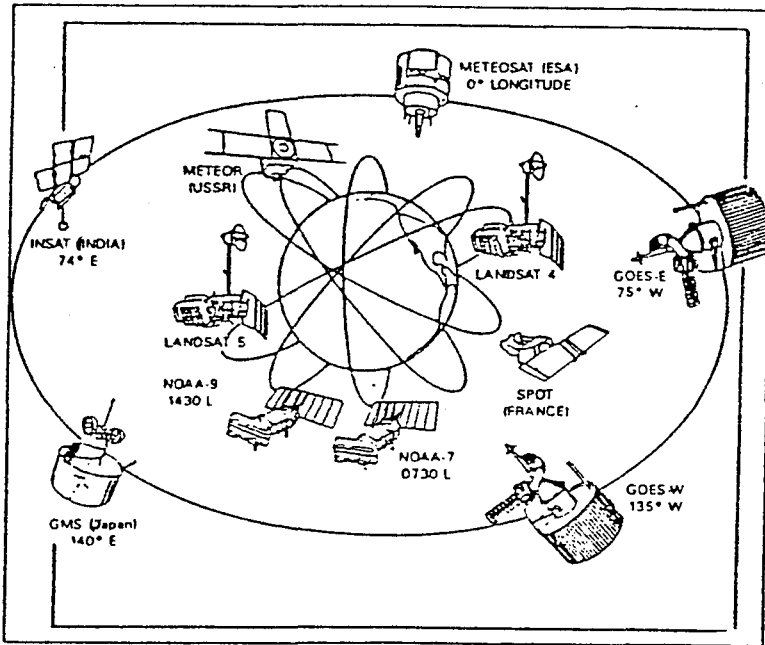
BAND	DALGA BOYU ARALIKLARI (Mikron)	TEMEL UYGULAMA ALANLARI
1	.45-52	Kıyı su kalitesi haritası; Toprak/bitki farklılaşması; İğne yapraklı/Yayvan yapraklı ağaç farklılaşması;
2	.52-.60	Arazi kullanım haritası; Bozulmuş arazi haritası; Bitkisel enerji çalışmaları
3	.63-.69	Jeomorfolojik harita; Bitki örtüsü haritası.
4	.76-.90	Bitki kütlesi(Biomass) çalışmaları; Su yapısı yorumlaması.
5	1.55-1.75	Bitki nemliliği çalışmaları; Bataklık alan çalışmaları; Kar kütlesi çalışmaları (kar/bulut farkı)
6	10.4-12.5	Bitkisel ısı dağılım çalışmaları; Isı haritaları yapımı.
7	2.08-2.35	Kaya/toprak farklılaşması; Su ısı haritaları.

TM'de yer çözümü kapasitesi 30 m'dir. Yüksek ayırım gücü ile güçlü spectral yeteneği, uydu görüntülerinin uygulama alanlarını oldukça genişletmiştir.

SPOT, LANDSAT ve SOYUZ sistemlerine ek olarak Japonya, Hindistan, Kanada, Brezilya, Holanda, Çin gibi ülkeler ve Avrupa Uzay Ajansı değişik ayırım yeteneklerinde farklı amaçlara yönelik görüntüleme ve algılama sistemleri geliştirmektedirler (Şekil 5.7).



Şekil 5.6. SPOT, LANDSAT ve SOYUZ sistemleri spektral bantlarının dağılımı



Şekil 5.7. Değişik ayırım yeteneklerindeki gözlem uyduları; başta meteorolojik değişimler, jeolojik yapılar ve bitki örtüsü olmak üzere, farklı özelliklerdeki bilgileri düzenli olarak dünyaya iletmektedir.

5.5. Coğrafi Veri Teknolojilerinin Entegrasyonu

Uzaktan algılama, mekanla ilgili geniş kapsamlı bilgiyi kısa zamanda sağlayabildiği için çok güçlü bir araç olarak coğrafi veri sistemleri için ana veri kaynağıdır (Çizelge 5.2).

Ülkemizde, batılı ülkelerdeki gibi düzenli ve çoğunluğu sayısal ortamlarda bulunan haritalar ve veri kaynakları yeterli düzeyde bulunmadığı için uzaktan algılama verilerinin önemi artmaktadır. Buna karşılık coğrafi veri sistemleri, uzaktan algılama ile elde edilen bilgilerin kullanımını sağlayan etkin mekanizmaları kapsamaktadır. Coğrafi veri sistemleri teknolojilerindeki hızlı gelişmeler paralelinde üretilen yeni ara birimler, uydu görüntülerinde veya hava fotoğrafları ve haritalar gibi

Çizelge 5.2. Coğrafi veri sistemleri ve uzaktan algılama teknolojileri günlük yaşamın birçok dalında etkin çözümler sunmaktadır.

TARIM	KENT VE BÖLGE PLANLAMA	SU KAYNAKLARI YÖNETİMİ
Tarımsal ürün deseni ve rekolte tahmini	BELEDİYESİ	Su havzası etüdüleri ve planlaması
Mera alanlarının belirlenmesi	Kentsel ve bölgesel arazi kullanımı	Baraj yerseçimi ve yerleşimi
Ürün gelişimi, bitki canlılığı ve kuraklık belirleme	Yerleşimi analizleri	Bataklık alan belirleme
Toprak tür ve koşullarının belirlenmesi	Etki analizleri	Su kaynakları koruma planlaması
Sulama etüdüleri	Kent ve bölge planlama Plan uygulaması, parselasyon	SAVUNMA
Arazi toplulaştırma	Alt yapı haritaları ve planlaması	İstihbarat
ORMANCILIK	Güzergah belirleme	Savunma ve hareket yönetimi
Orman envanteri ve planlaması	Rekreasyon kaynakları belirleme	Hedef belirleme
Değişim etüdüleri	JEOLojİ-JEOFİZİK	Ulaştırma
Orman yangınlarının izlenmesi	MADEN VE PETROL ARAMALLARI	Radar kaplama etüdüleri
Yangın koridoru/ulaşım etüdüleri	Jeolojik yapı haritaları	Acil durum planlaması (sivil savunma)
Orman kadastro	Jeomorfoloji haritaları	EĞİTİM
Ağaçlandırma	Baz harita yapımı	Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama eğilimi
ÇEVRE KORUMA VE DOĞAL KAYNAK YÖNETİMİ	Maden ve petrol kaynakları belirleme	Araştırma
Deniz, toprak, hava kirliliği izleme	Maden tahsis haritaları ve yönetimi	Okul dağılım planlaması
Endüstriyel kirlenme, afetler	Arazi modelleme ve yeraltı analizi	PAZARLAMA-BANK ACILIK
Balıkçılık ve yaban hayatı planlaması	HARİTACILIK	Mağaza/şube dağılımı planlaması
ULAŞIM	Kartografya	Stratejik planlama
Ulaşım ve karayolu planlaması	Kadastro	Servis güzergahı seçimleri
Trafik modellemesi	Harita günleme	İSTATİSTİK
Cadde/karayolu bakımı	Coğrafi projeksiyon dönüşümleri	Nüfus sayımları
Trafik kazası haritalama	Sayısal arazi modelleri ile: Üç boyutlu görüntüleme	İstatistik araştırma haritalama
	Topoğrafik analizler	Suç dağılım haritalaması

dökümanların taranmasıyla elde edilen grid yapıdaki verilerin vektör bazlı sistemlerle entegrasyonunu sağlamıştır.

Çağdaş vektör coğrafi veri sistemlerinin yüksek kartografik kalitesi, karmaşık modelleme ve ilişkisel veri tabanı yapısına dayalı sorgulama yeteneği; uydu temelli uzaktan algılama sistemlerinin yakın aralıklarla, düzenli ve duyarlı olarak elde ettiği veriler ve grid coğrafi veri sisteminin görüntü işleme, istatistik ve değişim analiz yetenekleri, entegre bir sistem içinde toparlandığı zaman, mekana dayalı araştırma ve uygulamalarda tartışmasız en etkin aracı belirlemektedir.

Aynı bilgisayar ortamında birlikte çalışabilen vektör ve grid coğrafi veri sistemleri ile, günümüzdeki yüksek spektral ve mekansal ayırım gücüne sahip uzay görüntüleri ve vektör bazlı haritalar bir arada görüntülenebilmektedir. Arazi kullanımı haritalarının yapımında uzay görüntüleri hava fotoğraflarına göre büyük üstünlükler ve imkanlar sağlamıştır. Ekranda görüntülenen uzay görüntüleri üzerinde belirlenen örnekleme sahalarının istatistiksel analizi sonucunda arazi kullanım haritaları kolaylıkla üretilebilmektedir. Daha ayrıntılı analizler için taranmış hava fotoğrafları da grid görüntü işleme sistemlerinde işlenebilmektedir.

Vektör coğrafi veri sistemlerinde, yakın geçmişe kadar, ana veri giriş yöntemi olan sayısallaştırıcı tablet kullanımı beklenenin üzerinde bir iş gücünü gerektirmektedir. Çağdaş yöntemlerle, çizgisel haritalar optik tarayıcılar kullanılarak grid formatta sayısallaştırılmakta, grid coğrafi veri sisteminin görüntü işleme, filitreleme ve süreklilik analizi imkanlarıyla çok duyarlı bir biçimde işlenebilmektedir. Grid ortamda işlenen tüm bu görüntü ve haritalar, grid-vektör dönüşümü ile vektör coğrafi veri sistemi katmanlarının oluşumu sağlanabilmektedir.

Coğrafi veri sistemi uygulamalarında topografya büyük önem taşımaktadır. Batılı ülkelerde, fotogrametrik yöntemlerle elde edilen grid formattaki "sayısal arazi modeli" kütükleri, ticari olarak pazarlanmakta, bu veriler yardımıyla üretilen yüksek geometrik duyarlılığa sahip görüntü

verileri nitelikli coğrafi veri sistemi temelini oluşturmaktadır. Yeni geliştirilen stereo analiz programları ile, stereoskopik uydu görüntülerinden otomatik olarak sayısal arazi modelleri üretilebilmektedir. Bu teknolojik gelişim ile çok maliyetli olan ve karmaşık donanım ve eğitim gerektiren fotogrametrik uygulamalar, basit bilgisayar ortamlarında yaygınlaşmaktadır. Topoğrafik analiz ve üç boyutlu görüntüleme yöntemlerinin coğrafi veri sistemleri ile entegrasyonu mekansal araştırma ve analizlerin etkinliğini inanılmaz derecede artırmıştır.

Vektör coğrafi veri sistemlerinin ilişkisel veri tabanı yönetim sistemleri ile etkin arabirimi, optik tarayıcı ile sayısallaştırılmış metinlerin, bilgisayar destekli tasarım (CAD) çizimlerinin ve video görüntülerinin coğrafi veriler ile bağdaştırılması imkanını sağlamaktadır. Örnek olarak; harita üzerinde yapılan bir sorgulama sırasında, başka bir ekranda, seçilen özelliğe ait CAD çizimleri, video filmleri ve dökümanlar gözlenebilir. Buna ek olarak, bu sistemlerin diğer vektör ve grid coğrafi veri sistemi, CAD ve fotogrametrik sistemlerin kütükleri ile iki taraflı sonsuz veri dönüşüm imkanları, coğrafi analizlerde kullanılacak sağlıklı veri miktarını artırarak analizlerin güvenilirliğini sağlamaktadır.

Yakın zamana kadar birbirlerinden bağımsız olarak gelişen coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama, ilişkisel veri tabanı yönetim sistemleri, bilgisayar destekli tasarım, döküman tarama, video görüntüleme gibi etkin teknolojilerin entegrasyonu ile, kuruluşların ve araştırmacıların her türlü özel ihtiyacını karşılayabilmekte olduğu gibi, diğer kuruluşlarla olan bilgi bütünlüğünde artmaktadır. Yazılım geliştiricilerin yüksek iletişim standardı ve kullanıcı arabirimleri ile ortak işletim sistemleri ve dağıtılmış bilgisayar ağları için geliştirdikleri yazılım sistemleri sayesinde sadece bir sorunun çözümüne değil, bilgisayar ağı içindeki tüm kullanıcıların çözümleri ile bütünleşmek mümkün olacaktır. Bu gelişmeler insanları ve kurumları bir arada çalışmaya zorlayarak teknolojiye toplumsal bütünleşme yollarını da açacaktır.

6. BİLGİSAYAR İLE TOPOĞRAFİK HARİTA ÇİZİMİ VE KONTURLAR ÜZERİNE KAYA BİRİMLERİNİN GİRİLMESİ

Topoğrafik haritanın çiziminde AutoCAD paket programı kullanılmıştır (Şekil 6.1).

Sayısallaştırma yapılırken izlenen yol şöyledir;

1- Command: LIMITS

ON/OFF/<Lower left corner> : X_0, Y_0

Çalışma bölgesinin X_0, Y_0 olan sol-alt koordinatı girilir. Bilgisayar şu ileti ile X_n, Y_n olan sağ-üst koordinatı ister,

Upper right corner: X_n, Y_n

X_0, Y_0 ve X_n, Y_n koordinatlarıyla çalışma sahası bilgisayara tanıtılmış olur.

2- Orijinal çizim tablet'e tutturulur ve tablet menüsüne girilir;

Command: TABLET

bilgisayar şu iletiyi verir,

Opition (ON/OFF/CAL/CFG): CALIBRATION

Kağıt çizimiyle tableti ayarlamak için CAL seçeneği tuşlanır, bilgisayar orjinal çizimdeki bilinen herhangi iki noktayı şu şekilde sorar,



Şekil 6.1. Çalışma alanının bilgisayar kullanılarak çizilen topoğrafik haritası (Ölçek: 1:1000).

Calibrate tablet for use

Digitize first known point : (digitize)

Enter coordinates for first point : (X₁, Y₁)

Digitize second known point : (digitize)

Enter coordinates for second point : (X₂, Y₂)

Orijinal çizim, tablet ve bilgisayar arasındaki bağlantı, X₁, Y₁ ve X₂, Y₂ gibi herhangi bilinen iki nokta ile sağlanır.

Bu işlem tablet ile çalışılacak çalışma alanının her kısmı için tekrar edilir.

- 3- Bilgisayara tanıtılan orijinal çizimin her çizgisinin ayrı ayrı olan elevasyonları (denizden yüksekliği, Z koordinatı), ELEV komutu kullanılarak bilgisayara girilir.

Command: ELEV

New current elevation < bir önce verilen elv. (Z₁)> : T₁

New current thickness < bir önce verilen çizgi kalınlığı (T₁) > : T₁

- 4- Yüksekliği de belirlenmiş topoğrafik eğrilerin çizilmesi, LINE veya PLINE komutlarının herhangi biriyle gerçekleştirilir.

Command: PLINE

From point:

ileti ekranda görülünce çizim işlemi başlar ve şu ileti görülür,
Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/End point of line > :

Bu iletiye tek nokta girilir. AutoCAD bunu, bir doğru parçasının son noktası gibi yorumlayarak bir önceki noktadan bu noktaya düz çizgi çizer. Arkası arkasına girilen noktalarla topoğrafik eğrilerin çizilmesi

sağlanır. Bu eğrinin çizimi tamamlandıca ENTER tuşu ile onaylanıp ikinci eğrinin çizimine başlanır. Ancak ikinci eğrinin çizimi için üçüncü ve dördüncü aşamadaki işlemler tekrar edilmelidir.

Topoğrafik eğrilerin çizimi sonunda, gerek aynı çizgilerin birleşme noktalarında eksiklikler ve gerekse istenmeyen fazla çizgiler (taşan çizgiler) olacaktır.

Çizim sırasında yapılabilecek hatalar şu komutlar kullanılarak düzeltilir (Bölüm 4.1.2);

- 1- TRIM komutu; fazla parçaların kesilip atılması için,
- 2- EXTEND komutu; eksik çizgilerin, birleşme noktalarının tamamlanması için,
- 3- ERASE komutu; istenmeyen, fazla çizilmiş çizgilerin silinmesi için.

Ayrıca ZOOM komutu kullanılarak istenilen bölümler büyütülür ve ayrıntılar daha net izlenir.

Tamamlanmış tofoğrafik harita SAVE komutu ile diske yazılıp QUIT veya END komutlarıyla çizim sonuçlandırılır.

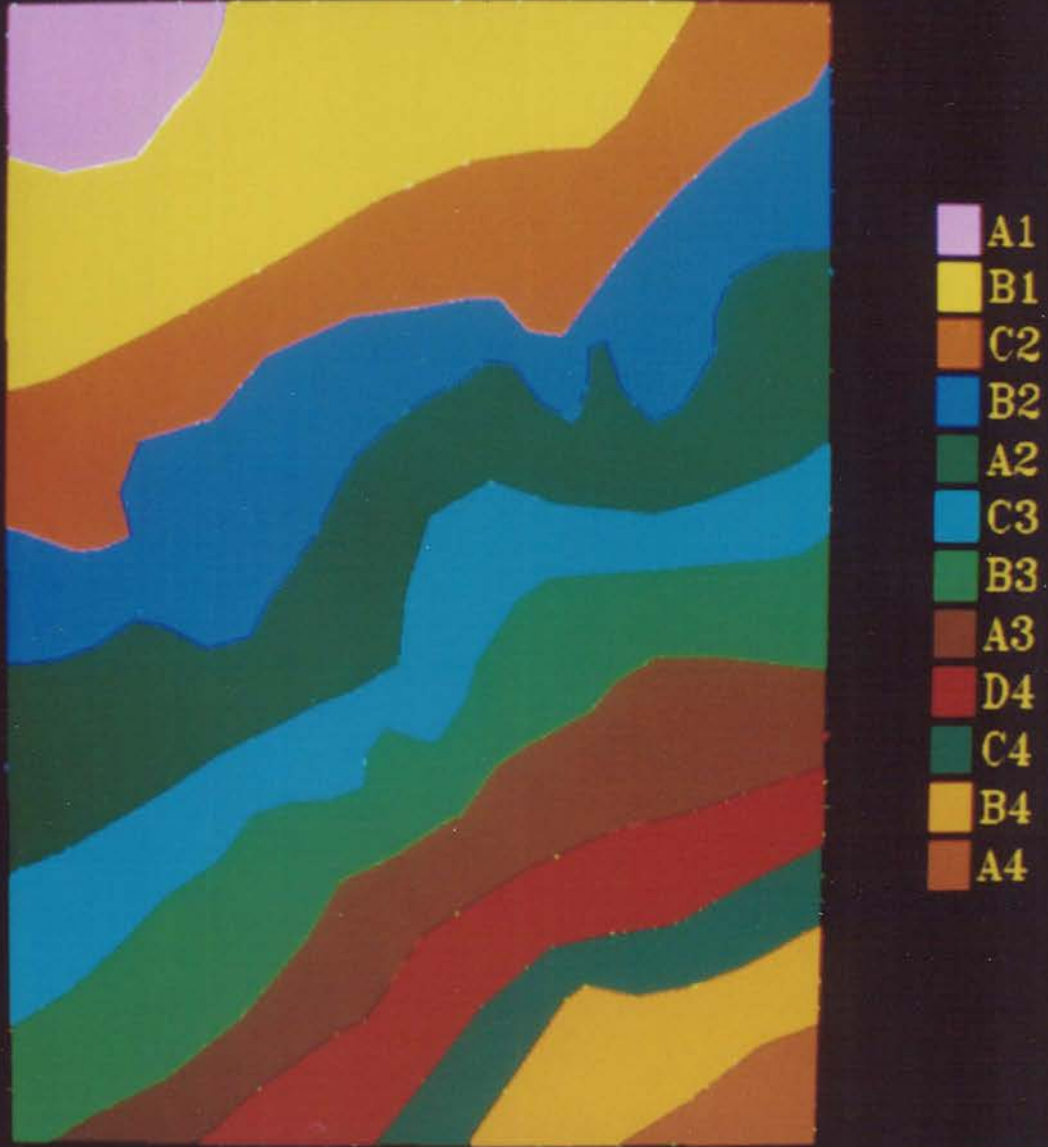
Kaya birimlerinin bilgisayara tanıtılması işlemi ERDAS paket programından yararlanılarak yapılabilir.

AutoCAD'de çizilip kayıt edilen topoğrafik haritanın file tipi DWG'dir. ERDAS'ta DWG file ile çalışılmaz. DXFOUT programı kullanılarak dosya file'ı DWG'den DXF'e dönüştürülür. ERDAS'a uygun olan DXF file'ı, DXIN programı yardımıyla DIG file'a dönüştürülür (yapılan işlemlerin okutulması için). Ancak bu değişim sırasında elevasyonlar (yükseklikler) aktarılamaz. Eksikliğin düzeltilmesi için DBASE 3P programı kullanılır ve DIG file'a elevasyonlar kaydedilir.

Yüksekliklerin kaydedilmesi işlemi, tek tek kontrol edilip program içine ayrı ayrı girilerek de yapılabilir. Ancak bu, zaman alıcı ve yorucu bir işlemdir.

Haritanın renklendirilmesi COLORMOD'a girilerek yapılır.

Topoğrafik harita üzerine kaya birimleri çizilir ve her kaya birimi ayrı ayrı tanımlanır. Kaya birimleri POLYFIL'e girilerek farklı renklerle doldurulur. Her kaya biriminin özellikleri DSCEDIT ile bilgisayara tanıtılır (Şekil 6.2).

TUNCBILEK BEYE SAHASI KAYA BIRIMLERI SINIFLAMASI

Şekil 6.2. Çalışma alanının kaya sınırlarını gösteren harita (Ölçek: 1:1000).

7. COĞRAFI VERİ SİSTEMİ YARDIMIYLA KAZILABİLİRLİK PARAMETRELERİNİN SAPTANMASI

Riperlenebilirlik konusunda değişik görüşler olduğu, riperlenebilirliğe etken parametreler, Müftüoğlu ve Scoble ile Singh, Denby ve Eğretli'nin bu konuya yaklaşımları Bölüm 5'te verilmişti.

Riperleme işleminde kayacın gerek litolojik özelliklerinin ve gerekse mühendislik özelliklerinin her birinin az yada çok etkisi vardır. Genel anlamda her parametreye, kazılabilirliğe etki derecelerine göre puanlar verilir. Bu puanların toplamı karar vericiyi, sahanın kazılabilirliği konusunda "kolay, orta, zor ve bunun alt grupları" olacak şekilde bir sonuca götürür. Bunun ışığında kazı kolaylığına uygun önerilen iş makinası kabul edilir.

Genel olarak, aşağıdaki algoritmanın rehberliğinde bir bilgisayar programı hazırlanıp (farklı araştırmacıların puanlama sistemlerine uygun), bilgisayarın uygun riper seçiminde yardımcı olması, hazırlanan harita üzerinde uygun bölgelere uygun makinaların yerleştirilmesi sağlanabilir.

- 1- GISMO'da file açılır.
- 2- Bilgisayara, DSCEDIT'te verilen datalar okutulur (kaya birimlerinin her biri için verilen litolojik ve mühendislik veriler).
- 3- Sınıflama sistemi bilgisayara girilir.
- 4- Her parametre için verilen, o sahaya uygun puan seçtirilir.
- 5- Seçtirilen puanlar toplatılır.
- 6- Toplam puan, sınıflama sisteminde önerilen riper tipi ile karşılaştırılarak kaya birimi için uygun makina tipi seçtirilir.
- 7- Her kayaç sınıfı için 4, 5 ve 6. basamaklar tekrar ettirilir.

7.1. Müftüoğlu-Scoble Göre

Müftüoğlu-Scoble kazılabilirlik puanlama sistemi; ayrışma derecesi, tek eksenli basma dayanımı, çatlaklararası mesafe (süreksizlik aralığı), yapısal özellikler (tabakalanma kalınlığı) dikkate alınarak hazırlanmıştır. Her parametreye kazılabilirliğe olan etkisine ve söz konusu etken faktörün olma miktarına göre "0 ile 50" arasında puanlar verilmiştir. Kayaç özelliğine uygun düşen puanların toplamı sonucunda da kayacın kazı kolaylığı belirlenmiş ve kullanılması gereken riper tipi konusunda da fikirler yürütülmüştür.

Bu aşamada kullanılan ve ERDAS'a özel GIS programı şöyledir;

data

```
input a file "d: metin beye";
output x file "d: metin müftü";
output w display;
integer d;
integer t;
integer s;
integer k;
integer z;
```

start

```
d = CONDITIONAL {
    ( a.Bozunma is "tümüyle boz")           0
    ( a.Bozunma is "çok boz")              5
    ( a.Bozunma is "orta boz")            15
    ( a.Bozunma is "çok az boz")          20
    ( a.Bozunma is "bozunmamış")          25
    (DEFAULT)                               0 ;}

t = CONDITIONAL {
    ( a."Tek Eks. Day." LT 200)            0
```

```

( a."Tek Eks. Day." GE 200 AND
  a."Tek Eks. Day." LT 200 )           10
( a."Tek Eks. Day." GE 400 AND
  a."Tek Eks. Day." LT 600 )           15
( a."Tek Eks. Day." GE 600 AND
  a."Tek Eks. Day." LT 1000 )          20
( a."Tek Eks. Day." GE 1000)           25
(DEFAULT)                               0 ;}

s = CONDITIONAL {
  ( a.Süreksizlik is "çok çatlaklı")    5
  ( a.Süreksizlik is "çatlaklı")        15
  ( a.Süreksizlik is "az çatlaklı")     30
  ( a.Süreksizlik is "çok az çatlaklı") 45
  ( a.Süreksizlik is "yok")             50
  (DEFAULT)                             0 ;}

k = CONDITIONAL {
  ( a."Yapısal Öz. " is "lamina yönlenme") 0
  ( a."Yapısal Öz. " is "ince")            5
  ( a."Yapısal Öz. " is "tabakalı")        10
  ( a."Yapısal Öz. " is "kalm")           20
  ( a."Yapısal Öz. " is "masif")          30
  (DEFAULT)                               0 ;}

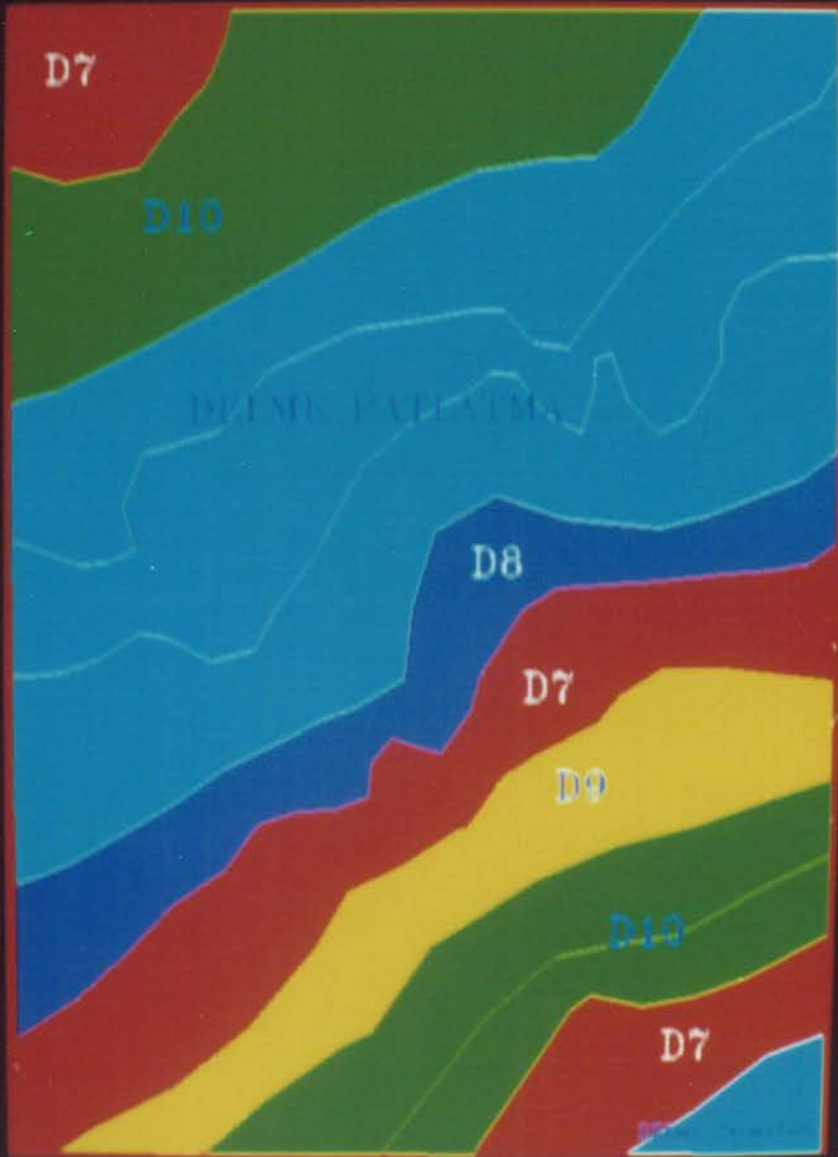
z = d + t + s + k;
x = CONDITIONAL {
  ( z LE 40)                               7
  ( z GT 40 AND z LE 50)                  8
  ( z GT 50 AND z LE 60)                  9
  ( z GT 60 AND z LE 70)                 10
  ( z GT 70)                              1
  (DEFAULT)                               0 ;}

w = x;
end.

```

Bu bilgisayar programının çıktısı Şekil 7.1'de verilmiştir.

MUFTUOĞLU – SCOBLE'A GÖRE RİPERLENEBİLİRLİK HARİTASI



Şekil 7.1. Müftüoğlu-Scoble'e göre çalışma alanında kullanılması gereken riper tipleri (Ölçek: 1:1000).

7.2. Singh, Denby ve Eğretli'ye Göre

Singh ve arkadaşları kayaçların kazı kolaylığının belirlenmesinde, çekme dayanımı, ayrışma derecesi (bozunma), sismik hız (P-Dalga hızı), aşındırıcılık ve süreksizlik aralığı gibi parametreleri ele almışlar ve Müftüoğlu-Scoble'nin puanlama sistemine benzer bir sistem yaratmışlardır. Kayaç özelliklerine göre öngörülen puanlar "1 ile 30" arasında değişmektedir. Uygun puanları toplamı karar vericiyi zonun kazı kolaylığı hakkında bilgi vermekle birlikte kullanılacak ripper tipinin ağırlığı ve gücü konusunda da aydınlatmaktadır.

Bu aşamada kullanılan ve ERDAS'a özel GIS programı şöyledir;

data

```
input a file "d: metin beye";
output x file "d: metin singh";
output w display;
integer d;
integer t;
integer s;
integer k;
integer z;
integer l;
```

start

```
d = CONDITIONAL {
    ( a.Bozunma is "tümüyle boz")           1
    ( a.Bozunma is "çok boz")               4
    ( a.Bozunma is "orta boz")              8
    ( a.Bozunma is "çok az boz")           12
    ( a.Bozunma is "bozunmamış")          16
    (DEFAULT)                               0 ; }
t = CONDITIONAL{
```

(a."Çekme. Day." LT 20)	1
(a."Çekme. Day." GE 20 AND a."Çekme Day." LT 60)	5
(a."Çekme. Day." GE 60 AND a."Çekme Day." LT 100)	9
(a."Çekme. Day." GE 100 AND a."Çekme Day." LT 150)	12
(a."Çekme. Day." GE 150)	16
(DEFAULT)	0 ;}
s = CONDITIONAL {	
(a."P-Dalga Hızı" LT 1100)	3
(a."P-Dalga Hızı" GE 1100 AND a."P-Dalga Hızı" LT 1600)	8
(a."P-Dalga Hızı" GE 1600 AND a."P-Dalga Hızı" LT 1900)	12
(a."P-Dalga Hızı" GE 1900 AND a."P-Dalga Hızı" LT 2500)	16
(a."P-Dalga Hızı" LT 2500)	21
(DEFAULT)	0 ;}
k = CONDITIONAL {	
(a.Süreksizlik is "çok çatlaklı")	3
(a.Süreksizlik is "çatlaklı")	11
(a.Süreksizlik is "az çatlaklı")	18
(a.Süreksizlik is "çok az çatlaklı")	25
(a.Süreksizlik is "yok")	30
(DEFAULT)	0 ;}
l = CONDITIONAL {	
(a."Aşınma" is "çok az aş.")	2
(a."Aşınma" is " az aş.")	7
(a."Aşınma" is "orta aş.")	11
(a."Aşınma" is "yüksek aş.")	15
(a."Aşınma" is "oldukça aş.")	20

```
(DEFAULT)                                0 ;}
z = d + t + s + k + l;
x = CONDITIONAL {
    ( z LE 30)                             7
    ( z GT 30 AND z LE 50)                 8
    ( z GT 50 AND z LE 70)                 9
    ( z GT 70 AND z LE 90)                10
    ( z GT 90)                             1
    (DEFAULT)                               0 ;}
w = x;
end.
```

Bu bilgisayar programının çıktısı Şekil 7.2'de verilmiştir.

SINGH - DENBY - EGRETLI'E GORE RIPERLENEBİLİRLİK HARITASI

Şekil 7.2. Singh-Denby-Eğretli'ye göre çalışma alanında kullanılması gereken riper tipleri (Ölçek: 1:1000).

8. MÜFTÜOĞLU VE SİNGH'İN KAZILABİLİRLİK PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Üçüncü bölümde de verildiği gibi, Müftüoğlu-Scoble puanlama sistemi tek eksenli basma dayanımı, ayrışma derecesi (bozunma), süreksizlik aralığı (çatlaklararası mesafe) ve yapısal özellikler (katmanlanma kalınlığı) gibi parametreler dikkate alınarak hazırlanmıştır. Singh-Denby-Eğretli'nin hazırladığı puanlama sisteminde ise çekme dayanımı, ayrışma derecesi (bozunma), sismik hız (P-dalga hızı), aşındırıcılık ve süreksizlik aralığı gibi parametreler dikkate alınmıştır.

Her iki kazılabilirlik puanlama sisteminde de ayrışma derecesi ve süreksizlik aralığı ortak parametrelerdir. Tek eksenli basma dayanımı ile çekme dayanımı da birbiriyle ilişkili faktörler olarak düşünülürse, bu noktalarda her iki araştırmacı topluluklarının birleştikleri söylenebilir. Yalnız Müftüoğlu-Scoble puanlama sisteminde tabakalanma kalınlığı, Singh ve arkadaşlarının puanlama sisteminde ise sismik hız ve aşındırıcılık gibi parametreler dikkat çekmektedir.

İki puanlama sistemi de kendi aralarında 100 üzerinden değerlendirilirse, riperelebilirlik için en önemli parametrenin, Müftüoğlu ve Scoble'e göre süreksizlik aralığı (%42.03), Singh ve arkadaşlarına göre de süreksizlik aralığı (30.42) olduğu ortaya çıkmaktadır. Aynı şekilde en az etken parametre Müftüoğlu ve Scoble'e göre ayrışma derecesi ve tabakalanma kalınlığı iken, Singh ve arkadaşlarına göre ayrışma derecesi ve çekme dayanımıdır. Her iki sistemde de en etken ve en az etken parametrelerde birlik sağlandığı söylenebilir (Çizelge 8.1-8.2). Ancak puanların dağılımı Singh ve arkadaşlarının hazırladığı sistemde, Müftüoğlu ve Scoble'in sistemine göre daha homojendir (Şekil 8.1).

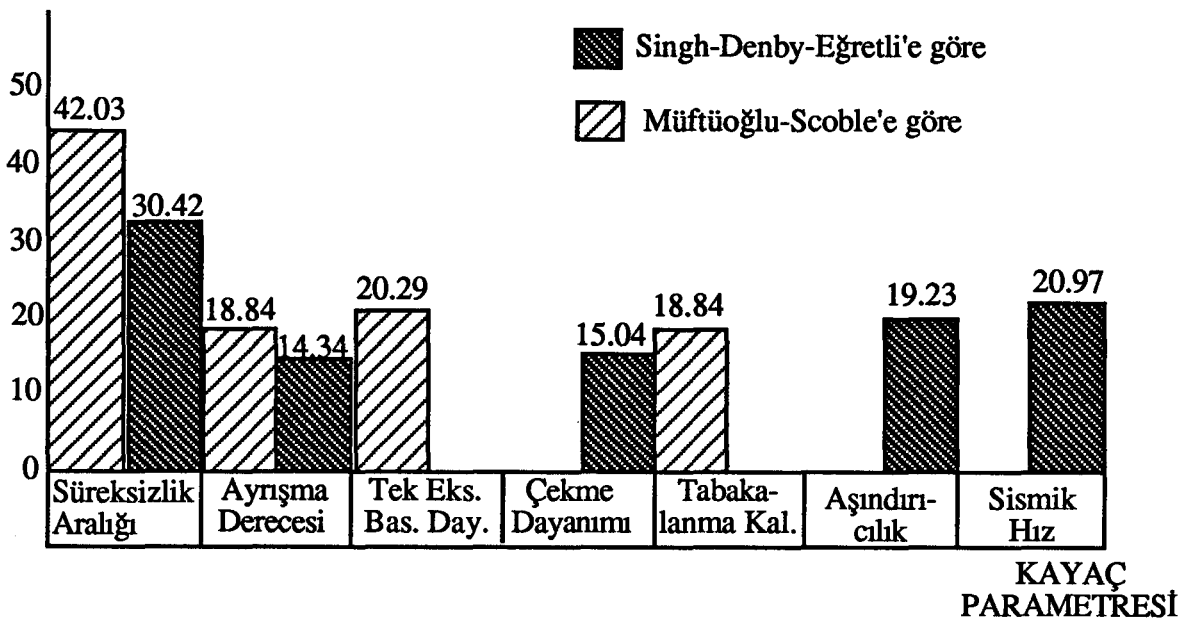
Çizelge 8.1. Müftüoğlu-Scoble'e göre kayaç parametrelerinin kazılabilirliğe etkime dereceleri (%).

Sınıf	I	II	III	IV	V	Toplam	(%)
Ayrışma Drc Puan (%)	Tüm Boz. 0	Çok Boz. 7	Az Boz. 23	Çok Az Boz. 31	Bozunmamış 39	100	18.84
Tek Eks. B.D. (kgf/cm ²) Puan (%)	< 200 0	200-400 14	400-600 21.5	600-1000 29	≥ 1000 35.5	100	20.29
Süreksizlik Aralığı Puan (%)	Çok çatl. 3.5	Çatlaklı 10	Az çatl. 21	Çok Az Çatl. 31	Yok 34.5	100	42.03
Tabakalanma Kln. Puan (%)	lamina 0	İnce 8	Tabakalı 15	Kalın 31	Masif 46	100	18.84
Toplam							100.00

Çizelge 8.2. Singh-Denby-Eğretli'e göre kayaç parametrelerinin kazılabilirliğe etkiye dereceleri (%).

	I	II	III	IV	V	Toplam	(%)
ÇekmeDay. (kgf/cm ²) Puan (%)	< 20 2.5	20-60 11.5	60-100 21	100-150 28	≥150 37	100	15.04
Ayrışma Derecesi Puan (%)	Tüm. Boz. 2	Çok Boz. 10	Az Boz. 20	Çok Az Boz. 30	Bozunmamış 40	100	14.34
Sismik Hız Puan (%)	400-1100 5	1100-1600 13.3	1600-1900 20	1900-2500 26.7	> 2500 35	100	19.23
Aşındırıcılık Puan (%)	Çok az 3.6	Az 12.7	Orta 20	Aşındırıcı 27.3	Oldukça Aşn. 36.4	100	30.42
Süreksizlik Ar. Puan (%)	Çok Çatl. 3.5	Çatlaklı 12.5	Az Çatl. 20.5	Çok Az Çatl. 28.5	Yok 35	100	20.97
Toplam							100.00

ETKİME DERECESESİ (%)



Şekil 8.1. Müftüoğlu-Scoble ve Singh-Denby-Eğretli kazılabilirlik puanlama sistemlerinde kayaç parametrelerine göre puan dağılımları (% cinsinden).

Her iki puanlama sisteminde kullanılan ortak parametrelere, Müftüoğlu ve Scoble'de %81.16, Singh ve arkadaşlarında ise %59.80 oranlarında puanlar verilmiştir.

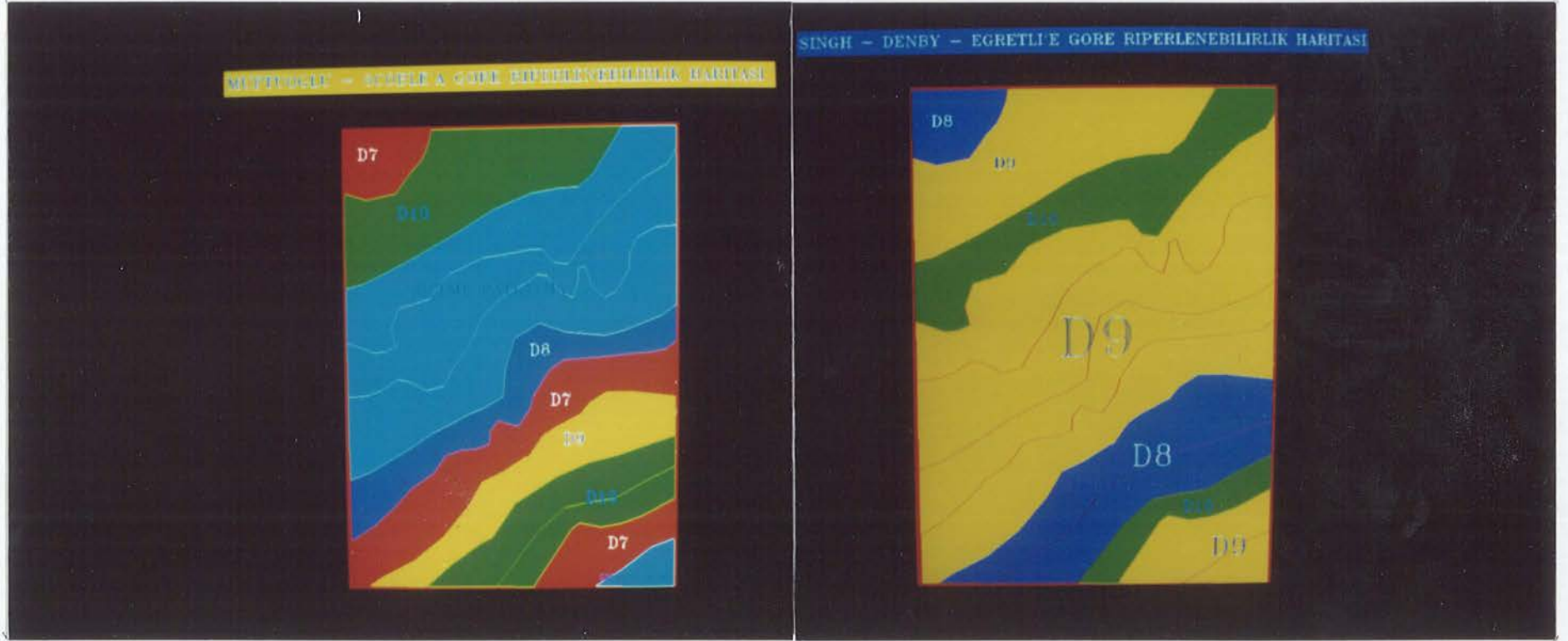
Riperlenebilirlik için tüm kayaç parametrelerinin tek başlarına pek önemleri olması da, bir grubunun çok şey ifade edeceği de söylenemez. Esas olan tüm parametrelerin etkileyebilirlik derecelerine göre değerlendirilip gerçeğe en yakın sonucu elde etmektir. Teoride bu böyle gözükse de pratikte kayaçların bütün özelliklerinin analizi zaman ve para bakımından dezavantajlar yaratmaktadır. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için yapılması gereken iş, kazılabilirliğe en etken parametrelerin saptanmasıdır. Müftüoğlu-Scoble ve Singh ve arkadaşlarının yaptığı da bu işlemdir. Görüldüğü gibi her iki sistemde de süreksizlik aralığına büyük önem verilmiş yalnız diğer parametrelerde farklı görüşler hakim olmuştur.

Müftüoğlu-Scoble ile Singh ve arkadaşlarının puanlama sistemleri aynı formasyonlar için uygulandığında, temelde aynı fakat ayrıntıya girilince farklı sonuçlar alınan bir tablo ortaya çıkmaktadır. Bir zon Müftüoğlu ve Scoble'e göre kolay veya zor kazılabilir ise bu Singh ve arkadaşlarına göre de böyledir. Ancak her iki sistemde de temelde aynı kazı kolaylığı elde edilen zon için, önerilen makina tiplerinde farklılıklar görülmektedir (Şekil 8.2).

Şekil 8.2'de görüldüğü gibi Müftüoğlu ve Scoble'ın "D7" tipi makinaları önerdiği bölgeler için, Singh ve arkadaşları "D8" tipi makineyi önermişlerdir. Gerçekte bölge her iki araştırmacı grubuna göre de "kolay kazılabilir" özelliktedir. Yine Singh ve arkadaşları'nın "D9" tipi makina önerdikleri bölgeler, Müftüoğlu ve Scoble tarafından "D8, D9, D10 ve bazı bölgeler delme-patlatma" şeklinde ayrımlanmıştır. Bu zonların da kazı kolaylığı bakımından her iki sisteme göre "zor kazılabilir" olduğu söylenebilir.

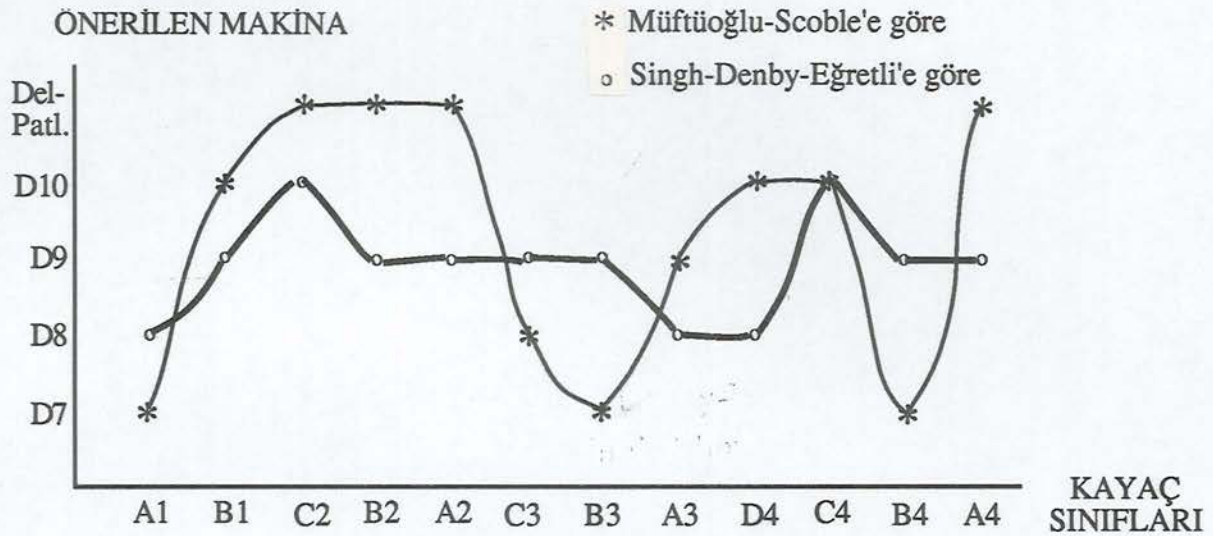
Araştırmacıların çalışma alanı için önerdikleri ripper tiplerinin dağılımı incelendiğinde, Müftüoğlu ve Scoble'ın seçimlerinin daha geniş makina tipi aralığında geliştiği ve dolayısıyla daha duyarlı olduğu söylenebilir. Singh ve arkadaşlarının özellikle "D9" tipi riperi önerdikleri bölgenin Müftüoğlu-Scoble tarafından "D8-D9-D10" gibi, hatta bir çok bölgenin "delme-patlatma işlemi yapılmalıdır" şeklinde daha değişken ayrılması, iki sınıflama sisteminin en büyük farkını ortaya koymaktadır.

Bu farklılığın sebepleri, gerek puanların kayaç parametrelerine göre dağılımından gerekse baz alınan bazı kayaç parametrelerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Müftüoğlu-Scoble puanlama sisteminde öngörülen puanların %18-21'inin üç ayrı parametrede kümelenmesi ve %42'sinin tek bir parametreye atanması, Singh ve arkadaşlarının puanlama sisteminde ise %14-15, %19-21 ve %30 şeklinde kümelenmesi iki araştırmanın farklı sonuçlarını doğurmaktadır (Şekil 8.1-8.2).



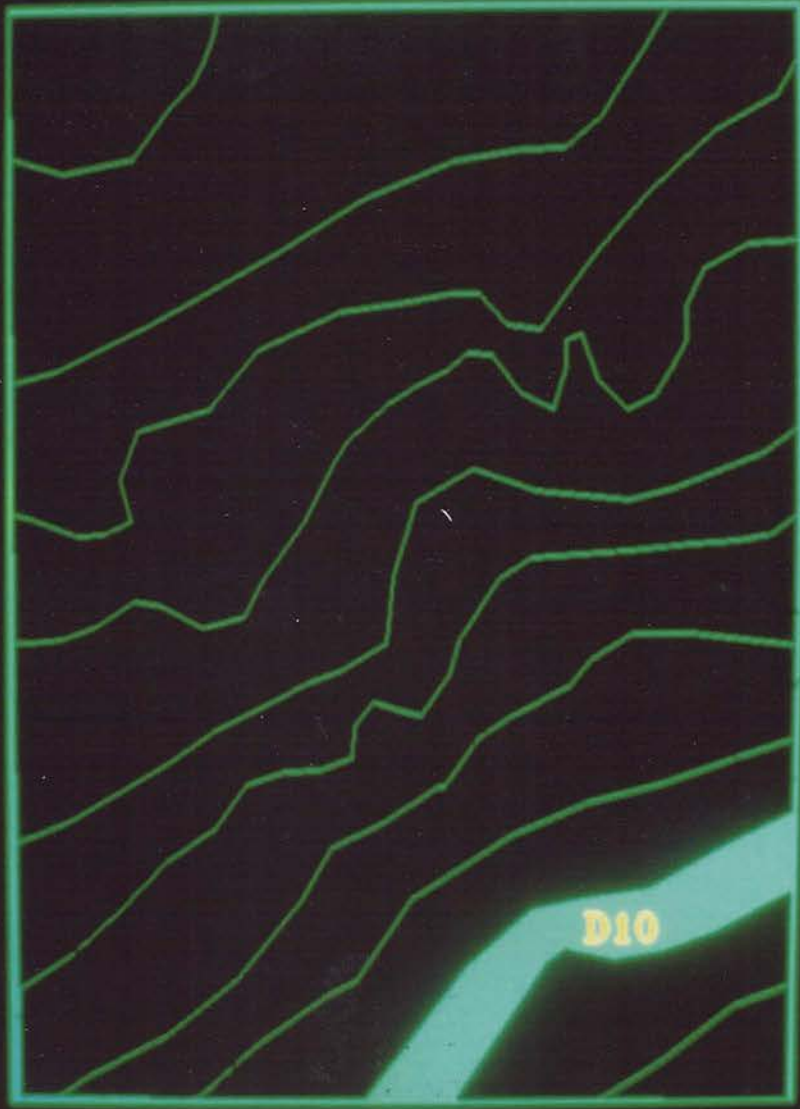
Şekil 8.2. Çalışma alanı için Müftüoğlu ve Singh'in önerdikleri makinaları gösteren harita (Ölçek: 1:2000)

Ayrıca Singh ve arkadaşlarının puanlama sisteminde, sismik dalga hızı gibi, kayaç dayanımını belirleyen porozite, yoğunluk, tane boyu, tane şekli, anizotropi, jeolojik süreksizlikler, çimentolanma derecesi de doğal nem gibi birçok faktörden etkilenen bir parametrenin baz alınması kuşkusuz sonuçları etkileyecektir. Yine Singh ve arkadaşlarının aşındırıcılık gibi bir etkene %19.23 oranında etkileyebilirlik derecesi vermeleri sonuçları önemli ölçüde etkilemiştir. Buna karşılık Müftüoğlu-Scoble puanlama sisteminde tabakalanma kalınlığına yer verilmesi her iki sistemin sonuçlarının farklı olmasına yol açmıştır (Şekil 8.3).



Şekil 8.3. Müftüoğlu-Scoble ve Singh-Denby-Eğretli'ye göre çalışma alanı için önerilen ripper tiplerinin dağılımı.

Yapılan araştırmaların karar vericiye farklı sonuçlara götürmesi, bu araştırmaların herhangi birinin yanlış olduğu sonucunu doğurmaz. Kayaçların kazılabilirliğine etken bir çok parametrenin varlığı ve bunların etkileyebilirlik değerlerin gerçekteki gibi saptanmasının güçlülüğü, aynı zamanda iş makinasının kapasitesini etkileyen faktörler bu konuda ideal çözümlerin bulunmasını engellemektedir. Ancak gerçeğe en yakın iş makinasının seçimi ve araştırmacıların bazı noktalarda birleşmeleri araştırmaların doğru yönde ilerlediğinin göstergesidir. Şekil 8.4'de Müftüoğlu-Scoble ve Singh-Denby-Eğretli'nin çalışma alanı içerisinde aynı makinaryı önerdikleri bölge görülmektedir.

MUFTUOGLU ve SINGH'IN BIRLESTIKLERI RIPERLENEBİLİRLİK ALANI

Şekil 8.4. Çalışma alanı için Müftüoğlu-Scoble ve Singh-Denby-Eğretli'nin aynı makinayı önerdikleri bölge.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sahasında Kulaksız (1982)'in yaptığı incelemelerin ışığında bilgisayar kullanılarak, Müftüoğlu-Scoble ve Singh-Denby-Eğretli'nin hazırladıkları kazılabilirlik puanlama sistemleriyle bölgede kullanılması gereken riper tipleri saptanmıştır. Buna göre; A1, B3 ve B4 bölgeleri "kolay kazılabilir", B1, C2, B2, A2 bölgeleri "zor kazılabilir", C3 ve A3 bölgeleri "biraz zor kazılabilir", D4 bölgesi "zor kazılabilir", C4 bölgesi "zor kazılabilir" ve A4 bölgesi Singh ve arkadaşlarına göre "kolay kazılabilir", Müftüoğlu-Scoble'e göre de "oldukça zor kazılabilir" sonuçları elde edilmiştir. Şekil 8.3'de de görüldüğü gibi Müftüoğlu-Scoble sınıflama sistemi daha değişkendir. Buna karşın Singh ve arkadaşlarının hazırladığı sınıflama sistemi, çalışma alanı için D9 tipi makinanın etrafında yoğunlaşmıştır.

İşlemlerin hızlı yapılması ve iki ayrı sistemin sonuçlarının birlikte görülebilmesi coğrafi veri sistemi (GIS) teknolojisinin doğal sonucudur. Çalışmalarda, geliştirilmiş yeni bilgisayar teknolojilerinin kullanılması, karar vericinin yorum yapmasını kolaylaştırdığı gibi sınırsız sayıda alternatifleri değerlendirip daha duyarlı kararlar alma olanağını da sağlar.

Madencilik çalışmalarında, geç de olsa bilgisayar kullanmanın öneminin fark edilmesi ve yaygınlaşması, daha az riskli (ekonomik açıdan) olacağına işarettir. Sektörün bu yönde ilerlemesi gerek madenciliğin gelişmesi açısından, gerek geri gelmeyecek doğal zenginliğin bilinçli tüketimi açısından gerekse ülke ekonomisi açısından önemlidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

AutoCAD 10, 1990, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., Sf: 35-232.

Bilgin, N., 1991, İnşaat ve Maden Mühendisleri İçin Uygulamalı Kazı Mekanığı, Birsen Yayınevi, İstanbul, Sf: 159-167.

Kulaksız, S., 1982, Tunçbilek Linyit İşletmesi Beye Sahası İçin Riper Tayini, H.Ü. Doçentlik Tezi, Ankara, Sf: 7-18.

Software Revision 7.4, 1990, February, Sf: 1-12.

Söğüt, H., Tankut, M., 7. Türkiye Bilgisayar Kongresi, Sf: 1-12.