

---

SERİ

**B**

CİLT

**44**

SAYI

**3-4**

**1994**

---

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

# ORMAN FAKÜLTESİ

DERGİSİ



# ODUN KÖMÜRÜ VE SEYYAR MADENİ KÖMÜR OCAKLARINDA ÜRETİMİ

Prof. Dr. Yener GÖKER<sup>1)</sup>

Y. Doç. Dr. Turgay AKBULUT<sup>1)</sup>

## Kısa Özet

**Bu makalede, odun kömürünün tanımı, elde edilmesi, özellikleri ve kullanıldığı yerler ile odun kömürü üretiminde kullanılan ucuz, sağlam, işletmesi kolay ve verimi yüksek olan TPI tipi seyyar madeni kömür ocağının tanıtımı yapılmıştır.**

## 1. GİRİŞ

Odun kömürü, odunun havasız bir ortamda kömürleşmesiyle elde edilen katı kısımdır. Hava olmayınca odun kül oluncaya kadar yanmaz, fakat kimyasal olarak dekompoze olarak kömür halini alır.

Son yıllarda odun kömürüne olan talep yeniden hızlı bir şekilde artmaktadır. Buna neden olarak; mangal kömürünün pişirme ve ısınma amacı ile değerlendirilmesi yanında doğaya dönük rekreasyonel faaliyetlerin artması ve endüstriyel amaçlı yeni kullanım alanlarının açılması gösterilebilir. Odun kömürü, içerisinde kükürt içermemesi nedeni ile yanma esnasında havayı diğer kömür cinslerine nazaran daha az kirletmektedir.

Odun kömürü geçmiş yıllarda ülkemizde yaygın şekilde dik torluklarda üretilmiştir. Ancak, dik torlukların hazırlanması için belirli şartların aranması örneğin, süzek topraklı eski torluk yerlerinin, rüzgar akımının olmadığı kuytu yerlerin olması, hammadde ve su kaynakların bulunması, torluk hazırlanma işlemlerinin zahmetli, zaman alıcı, maharet ister olması, yanma sürelerinin uzunluğu, kömürleşme işlemi sonunda dik torlukların bozulması ve kömür soğutma işlemlerinin çok dikkat istemesi, torlukların toprakla örtülmesinde özel toprak tiplerinin aranması, çim kesek çıkarma ve nakil işlemlerinin zorluğu ve yanma esnasında çevreye sirke asidine benzer rahatsız edici bir kokunun yayılması v.b. nedenlerle günümüzde bu şekilde kömür üretiminden vazgeçilmektedir.

Bunun yerine Kuzey, Orta Avrupa ve Balkan ülkelerinde mangal kömürü üretiminde taşınabilir metal ocaklar yaygın şekilde kullanılır olmuştur. Aşağıda tanıtılması amaçlanan ocaklar halen yurdumuzda kömür üretiminde kullanılmamaktadır.

<sup>1)</sup> İ.Ü. Orman Fakültesi, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri

Yayın Komisyonuna Sunulduğu Tarih: 21.05.1997

Metal ocakların gelişmekte olan ülkelerde basit bir teknoloji ile yapılabilmesi, uzun yıllar kullanılabilme imkanı vermesi, sökülüp takılmak suretiyle kolayca yer değiştirmesi, kömürleştirilecek ağaç malzeme kalite isteklerinin diğer üretim sistemlerine göre daha geniş sınırlar arasında bulunması, odun hammaddesinin ocaklara değil, ocakların hammaddenin bulunduğu yere ulaşması, yaygın şekilde tercih edilmelerinin nedenlerini teşkil etmektedir.

### 1.1 Odun, Kömüre Nasıl Dönüşür

Kömür üretiminde, kömürleşme safhası çok önemlidir. Etkili bir kömürleştirme işlemi gerçekleştirilemez ise hammadde israfı olur, verim düşer ve böylece maliyet artar.

Odun esas itibarıyla aşağıdaki ana bileşenden oluşmaktadır : Selüloz, hemiselüloz, lignin ve su. Hava kuru odunlar yaklaşık % 10-15, taze kesilmiş odunlar ise ağaç türlerine bağlı olarak % 40-120 oranında su içerirler. Kömürleştirme işleminden önce odundaki suyun tamamen uzaklaştırılması gerekir. Bunun için kömür üretiminde kullanılacak odunların mümkün olduğu kadar açık havada kurutulmaları sağlanmalıdır.

Hava kuru haldeki odunlar ocağa yerleştirildikten sonra, bir miktar odun yakılarak odunların tam kuru hale getirilmesine ihtiyaç vardır. Eğer bu sağlanmaz ise kaliteli kömür elde edilemez.

Kömürleştirmenin ilk safhası, odunun 100 °C'de tam kuru hale getirilmesidir. Bu sırada tam kuru odunun sıcaklığı 280 °C'ye kadar yükselir. Bu safhadaki enerji, ocağa doldurulan odunların bir kısmının yanmasından kaynaklanır ve endotermik bir reaksiyondur, yani enerji absorbe eder.

Odun tam kuru hale gelip ve sıcaklığı 280 °C'ye ulaştınca, kendiliğinden bozulmaya başlar ve odun kömürü oluşur. Odun kömürünün yanısıra su buharı, metanol, asetik asit ve başkaca katran olmak üzere çok karmaşık kimyasal maddeler ile başta hidrojen, karbonmonoksit ve karbondioksitten oluşan yoğunlaşamayan gazlar meydana gelir.

280 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda odunun kendi kendine bozunması yani kömürleşmesi ile enerji serbest hale gelir ve böylece ekzotermik, yani ısı veren, bir reaksiyon oluşur. Kömürleşme işlemi "Odun Kömürü" olarak adlandırılan katı madde kalıncaya kadar devam eder. Dışarıdan daha fazla ısı verilmez ise, işlem durur ve sıcaklık 400 °C'ye ulaşır. Elde edilen kömür önemli miktarda katran artıkları ve kül içerir. Bu kömürün ağırlık olarak sabit karbon miktarı % 65-70, kül miktarı % 3-5, katran miktarı ise % 30 civarındadır. Daha fazla ısınması ile katran uzaklaştırılarak, sabit karbon miktarı artırılır, ancak bu durumda kömür verimi azalmaktadır.

Kömürleştirme sıcaklığının düşük olması kömür verimini artırır, ancak kalite düşer. İyi kalitede ticari bir kömürün sabit karbon miktarı % 75 civarında olmalıdır. Bu da, kömürleştirmede sıcaklığın 500 °C'ye çıkarılmasıyla temin edilir.

Kömür verimini ağaç türü de etkiler. Odundaki lignin miktarının artması, kömür verimi üzerinde olumlu etkiye sahiptir. Bundan dolayı sağlam olgun odunlar tercih edilir. Odunun yoğunluğunun yüksek olması da arzu edilir, ancak çok yüksek yoğunluğa sahip odunlar kömürleşme sırasında kırılma eğiliminde olduklarından dolayı gevrek kömür verirler. Genellikle en iyi sonuçları orta ve yüksek yoğunluğa sahip sağlam sert ağaçlar vermektedir. Odunlar mümkün olduğu kadar kuru olmalı ve 20 cm'den kalın olanlar yarılmalıdır.

## 2. SEYYAR MADENİ KÖMÜR OCAKLARI

Odun kömürü üretiminde geleneksel basit torluklar ve seyyar madeni ocaklar kullanılmaktadır. Silindirik seyyar madeni ocaklar 1930'lu yıllardan beri kullanıma girmiştir.

Seyyar madeni ocakların geleneksel basit torluklara göre bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

#### **Avantajları :**

- 1- Bu ocaklarda hava girişi ve gaz çıkışı iyi kontrol edilebilmektedir.
- 2- Vasıfsız personel bile hızlı ve kolay işletebilir.
- 3- Sabit bakım giderleri daha azdır.
- 4- Verim yüksektir (yaklaşık % 25).
- 5- Üretilen kömürün tamamı kullanılabilir. Torluklarda bir miktar kömür zeminde kaybolmaktadır.
- 6- Kapaklar uygun yapılı ve zemin iyi drene edilirse bol yağmurlu bölgelerde de kullanılabilir.
- 7- Çok çeşitli niteliklerdeki odunsu materyal kömürleştirilebilir (sert odunlar, yumuşak odunlar, çalılar, artıklar vs.).
- 8- Toplam kömürleştirme süresi 2-3 gün'dür.

#### **Dezavantajlar :**

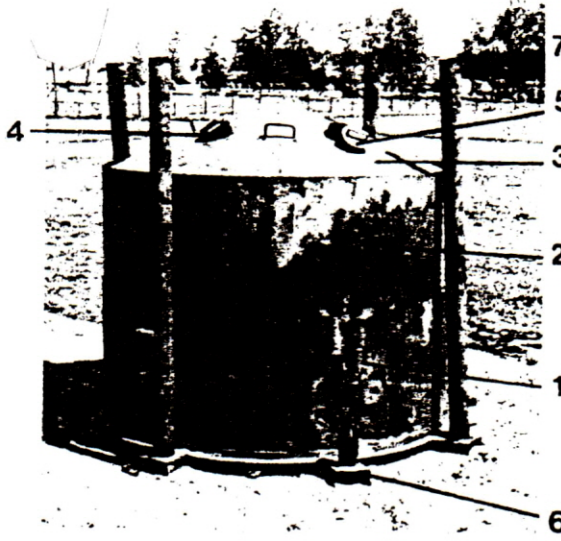
- 1- Başlangıçta seyyar madeni ocağı inşa etme maliyeti yüksektir.
- 2- Kömürleştirilecek hammaddenin hazırlanmasına daha fazla dikkat etmek gerekir. Odunlar en az 3 hafta önce kesilmeli ,kalınlar yarılmalı ve mümkün olduğunca kuru olmalıdır. Aksi halde, kalite ve verim düşer.
- 3- Madeni ocakları çok dağlık arazilere taşımak zordur.
- 4- Madeni ocakların kullanım ömrü sadece 2-3 yıldır

Çok çeşitli özelliklere sahip seyyar madeni ocaklar bulunmaktadır. Burada, Tropical Products Institute (TPI) tarafından geliştirilen yapımı ucuz, sağlam ve dayanıklı, işletmesi kolay ve verimi yüksek olan seyyar madeni kömür ocağı tanıtılacaktır.

### **2.1 Madeni Kömür Ocağının Yapımı**

#### **2.1.1 Tanım**

Madeni ocak birbiri içine girebilen iki silindirik bölüm (1,2) ve bir konik kapaktan (3) oluşur. Kapak üzerinde, gerektiğinde tıparlarla (5) kapanabilen, birbirine eşit uzaklıkta yerleştirilmiş dört adet buhar çıkış deliği (4) yer alır. Tabanın etrafında bu eşit aralıklarla dizilmiş sekiz adet hava giriş çıkış kanalı (6) bulunmaktadır. Kömürleşme esnasında bunların dördüne duman çıkışını sağlamak için boru takılır.



Şekil 1.1: IPI Tipi Madeni Ocak (1)

### 2.1.2 Yapımı

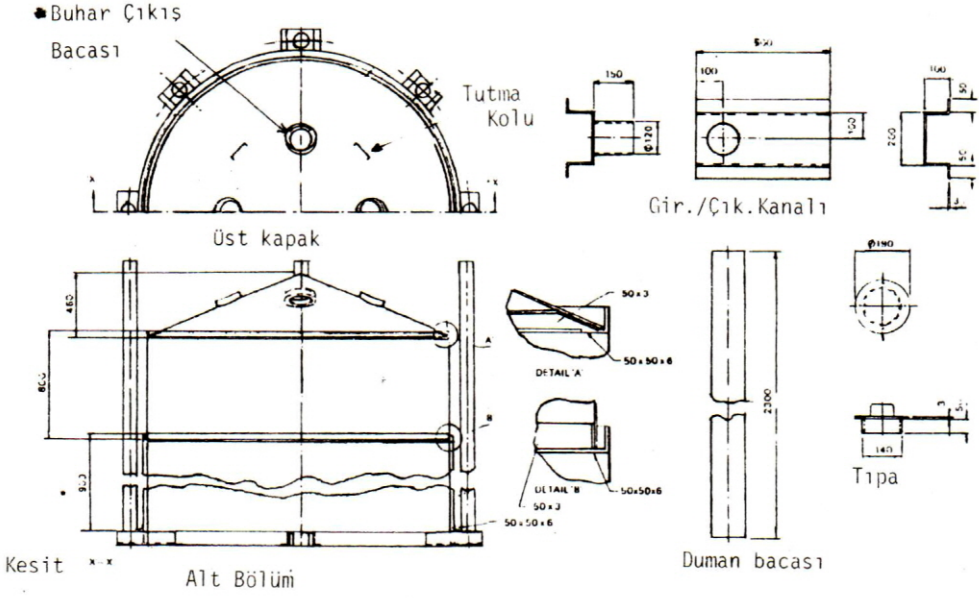
Madeni kömür ocağının yapımı için aşağıdaki alet ve gereçlere ihtiyaç vardır:

- 1) En az 900 mm genişliğinde ve 3 mm kalınlığında sacı alacak bükme silindirleri
- 2) Açı verme silindirleri (bu silindirleri iyi bir demirci ustası kolaylıkla imal edebilir.)
- 3) Oksi-asetilen kaynak/kesme aleti
- 4) Geniş mühendis mengenesi
- 5) El matkabı, demir testeresi, ege gibi el aletleri
- 6) Kaynak sırasında parçaları tutacak mengene

Yapımında kullanılacak ancak çok gerekli olmayan diğer gereçler

- 7) Giyotin veya makas
- 8) 3 mm'lik sacı katlayacak sac katlama makinası
- 9) Elektrik ark kaynak aleti

Yapım için gerekli materyaller ve metrik ölçüleri şekil-2'de görülmektedir. Ocağın boyut ve oranlarında değişiklik yapılmaması tavsiye edilir, aksi takdirde iyi sonuç almak zorlaşabilir.



Şekil 1.2 : Madeni Ocağın ölçüleri (1)

## 2.1.2.1 Malzeme Listesi

		KISIM	MATERYAL	MİKTAR
Taban	Bölümü	Üstve alt halkalar	50 mm x 50 mm x 3 mm yumuşak çelik	Herbiri 2430 mm uzunlukta 6 parça
		Gövde (1. metod)	3 mm sac	Herbiri 2430 mm x 900 mm boyutlarında 3 parça
		Gövde (2. metod)	3 mm sac	Herbiri 2480 mm x 900 mm boyutlarında 3 parça
Üst Bölüm		Üst halka	50 mm x 50 mm x 3 mm sac	Herbiri 2398 mm uzunlukta 3 parça
		Alt halka	50 mm x 50 mm x 3 mm sac bant	Herbiri 2398 mm uzunlukta 3 parça
		Gövde	2 mm sac	Herbiri 2448 mm x 900 mm boyutlarında 3 parça
Üst Kapak		Kapak Kesimleri	2 mm sac	Şekil-6'da verilen ölçülere göre kesilmiş 2 parça
		Buhar Çıkışları	50 mm x 3 mm sac bant	Her biri 630 mm olan 4 parça
		Taşıma Kulpları	10 mm çapında sac cubuk	Herbiri 500 mm olan 4 parça
Buhar Çıkış Kapakları (Ocak başına 4 adet)		Gövde	50 mm x 3 mm sac bant veya 140 mm çapında çelik boru	Herbiri 440 mm uzunlukta 4 parça veya herbiri 50 mm genişlikte 4 halka

	Üst diskler	3 mm sac	Herbiri 190 mm çapında 4 disk
	Kulplar	5 mm çapında çelik çubuk	Herbiri 180 mm uzunlukta 4 parça
Taban Kanalları (Ocak başına 8 adet)	Kanal Bölümleri	3 mm sac	Herbiri 500 mm x 500 mm boyutlarında 8 parça
	Musluklar	3 mm sac veya 120 mm çapında çelik boru	Herbiri 375 mm x 150 mm boyutlarında 8 parça veya herbiri 150 mm uzunlukta 8 parça
	Bacalar (Ocak başına 4 adet)	İnce duvarlı çelik boru veya 2 mm sac	Herbiri 2300 mm uzunlukta 4 parça

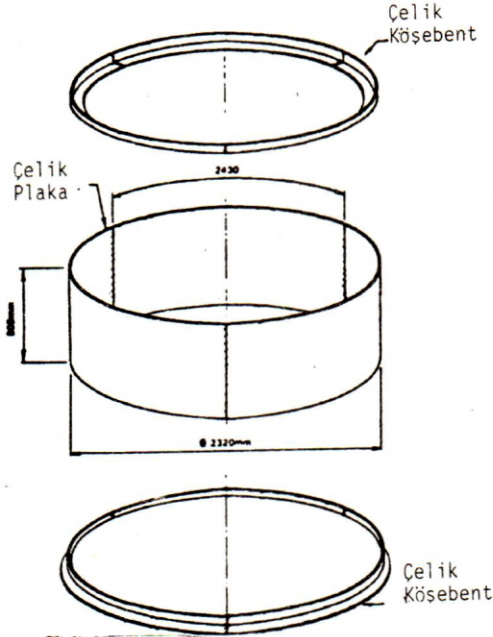
Ocağın ömrünün uzur olması için sac kısımlarda Corten A veya benzeri çelik kullanımı tavsiye edilir.

Bu tür çelik % 3 oranında bakır, krom, vanadyum ve fosfor içerir. Bu bileşim, başkaca bir korumaya gerek duyulmayan dayanıklı bir oksit tabaka meydana getirir.

Bu tür çelik bulunamazsa veya ocak bir süre kullanılmadan bırakılacaksa, ocağın dış kısmının kırmızı oksit astar veya başka bir pas önleyici boya ile boyanması gerekir. Ocak kullanılmaya başlandığında boya yavaş yavaş yanarak kaybolacak gene de paslanmaya karşı bir miktar koruma sağlayacaktır.

Bacalar için kullanılacak çelik borunun sacları 2-3 mm kalınlığında olmalıdır. Şekil-2’de görülen ölçüler değiştirilebilir. 100 mm’den 150 mm’ye kadar her çapta boru kullanılabilir. Bunlar taban kanallarındaki musluklara tam olarak oturmalıdır.

### 2.1.2.2 Taban Bölümünün Yapımı



Şekil 3: Ocağın taban bölümü

**Üst ve alt halkaları**

1. 50 mm x 50 mm x 3 mm açılı sacdan 2430 mm uzunluğunda 6 parça kesilir.
2. Bu parçaların 3'ü alt halkanın yapımında kullanılacaktır. Her parçayı 1160 mm yarıçapında bükün. Düşey flanş iç kısımda olmalıdır.
3. Uçların birbirine tam olarak oturup oturmadığı kontrol edilir; oturmuyorsa demir testeresiyle düzeltilir.
4. Bükülen uzunluklar kaynakla halka haline getirilir.
5. Halkanın zemine dümdüz oturup oturmadığı kontrol edilir; oturmuyorsa açıp tekrar bükülür.
6. Kaynak işlemi tamamlanır.
7. Geri kalan 3 parçayla düşey flanş dışta olmak üzere üst halka oluşturulacaktır.
8. Üst halkayı alt halkayı ürettiğimiz şekilde üretebiliriz.

Nakledilebilen madeni kömür ocaklarının gövde kısmının üretiminde iki ayrı metod sözkonusudur.

**2.1.2.2.1 Gövde Üretimi (1. Metod)**

1. 3 mm kalınlığında sacdan herbiri 2430 mm x 900 mm boyutlarında 3 parça kesilir.
2. Keskin kenarları düzeltilir.
3. Parçaları 1160 mm yarıçapında bükülür.
4. Uçları kaynakla birleştirip bir silindir oluşturulur.
5. Halkaların silindire tam oturup oturmadığını kontrol edilir. Halkalar silindire 3 noktada kaynakla tespit edilir. Alt halkanın silindirin dış yüzeyine, üst halkanın ise iç yüzeye oturmasına dikkat edilir.
6. Silindirin zeminde düz durup durmadığı kontrol edilir.
7. Birleşme noktalarına kaynak yapılır. Arada hiç boşluk kalmamasına dikkat edilir. Boşluklar ocağa hava girmesine neden olur.
8. Halkalar kaynak yapılır.

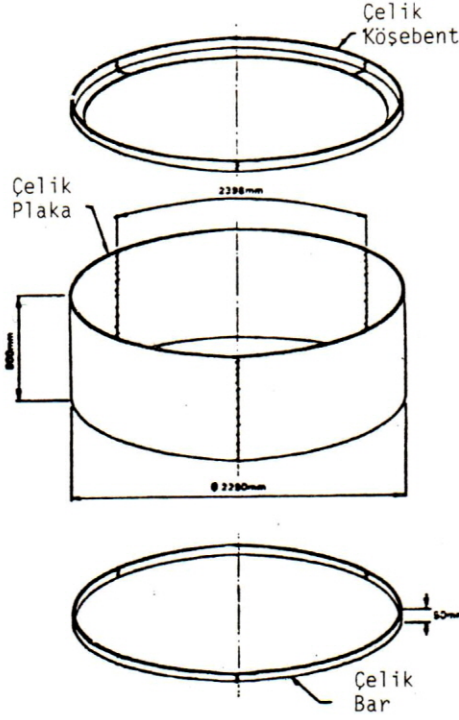
**2.1.2.2.2 Gövde Üretimi (2. Metod)**

- 1) 3 mm kalınlığında sacdan herbiri 2480 mm x 900 mm boyutlarında 3 parça kesilir.
- 2) Keskin kenarları düzeltilir.
- 3) Parçalar 1160 mm yarıçapında bükülür.
- 4) Parçaların kenarları silindir oluşturarak şekilde kaynakla birleştirilir. Her parçada 50 mm'lik bir fazlalık olmalıdır. Bu şekilde artı kalan uzunluklar her birleşim noktasında 50 mm fazlalık verecektir.
- 5) Alt halkayı silindirin dışına, üst halka içine yerleştirmek gerekir.
- 6) Silindirin zeminde düz durup durmadığı kontrol edilir.



- 7) Birleşme noktalarına kaynak yapılır. Uç uca birleşen iki kenara kaynak yapmaktansa biri öbürünün üzerine uzanan iki kenara kaynak yapmak daha kolaydır.
- 8) Halkalar 1. Metotta anlatıldığı gibi kaynakla yerine oturtulur.

### 2.1.2.3 Üst Bölümün Yapımı



Şekil 4: Ocağın üst bölümü (1)

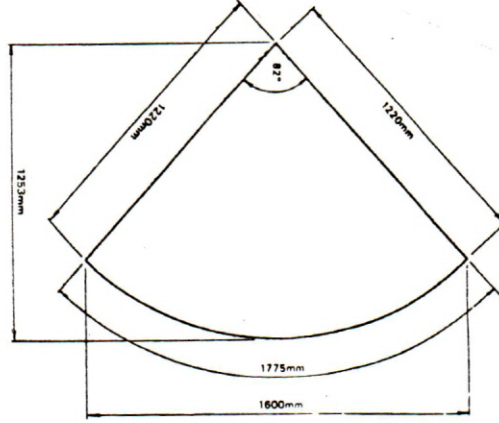
#### Üst ve alt halkalar

- 1) 50 mm 3 mm sac plakalardan 2398 mm uzunluğunda 6 adet kesilir.
- 2) Bu parçalardan 3 tanesiyle alt halka oluşturulur. Her parça 1145 mm yarıçapında halka haline getirilir.
- 3) Halkalar kaynakla birleştirilir.
- 4) Halkayı yere koyarak düzgün durup durmadığı kontrol edilir.
- 5) Kaynak tamamlanır.
- 6) Geri kalan 3 parça ile üst silindir oluşturulur.
- 7) Parçalar düşey flanş dışarı gelecek şekilde 1145 mm yarıçapında bükülür.
- 8) Yukarıda anlatıldığı gibi halka haline getirilir.

### 2.1.2.3.1 Gövde

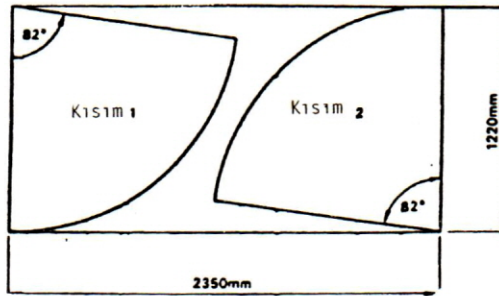
- 1) Herbiri 2448 mm uzunluğunda ve 800 mm genişliğinde 2 mm'lik sac levhalardan 3 parça kesilir.
- 2) 1145 mm yarıçapında bükülür.
- 3) Gövde bölümünde anlatıldığı gibi silindir yapılır. Düz halka alt iç yüzeye, aç verilmiş halka ise üst iç yüzeye kaynakla birleştirilir.
- 4) Bu aşamada silindirin tabana tam olarak oturup oturmadığı kontrol edilir.

### 2.1.2.4 Üst Kapağın Yapımı



Şekil 5 : Üst kapak parçalarının boyutları (Kapağı yapmak için 4 adet gereklidir) (1).

- 1) 2 mm'lik sac levhalardan Şekil 5'deki ölçülerde 4 adet işaretlenir. Şekil-6 gösterildiği gibi 1 levhadan 2 parça kesilebilir.
- 2) Parçaları kesilir. Keskin kenarlar temizlenir.
- 3) Her parçada buhar çıkışı için 150 mm çapında bir delik açılır.



Şekil 6: Standart ölçülerdeki sac levhadan iki parçanın kesilmesi (1)

### 2.1.2.5 Duman Bacalarının Yapımı

#### Taban Kanalları (8 adet)

- 1) 3 mm'lik sac levhadan herbiri 500 mm uzunluk ve 500 mm genişliğinde 8 parça kesilir.
- 2) Şekil-2'de görüldüğü gibi kanal haline gelecek şekilde bükülür. Sacın üstünde büküm noktaları işaretlenir ve bükme işlemi birkaç aşamada tamamlanır. Bir seferde 90 derece açı vermeye çalışmalıdır.
- 3) Muslukları yapmak için 120 mm çapında çelik borudan 150 mm uzunluğunda 8 parça kesilir veya 3 mm'lik yumuşak çelikten herbiri 385 mm 150 mm boyutlarında 8 parça kesilip bunlar 120 mm çapında borular haline getirilip, boruların mümkün olduğunca aynı çapta olmasına özen gösterilir.
- 4) Her kanalda bir uçtan 100 mm mesafede, açılan deliğin ortasına gelecek şekilde işaret koyulur.
- 5) Muslukların iç çapına uyacak şekilde delikler açılır.
- 6) Musluklar deliklere kaynakla birleştirilir. Dik duruyor olmalarına dikkat edilir.

#### Duman Bacaları (4 adet gereklidir)

Bu bacalar taban kanallarındaki musluklara tam olarak oturuyor olmalıdır. Bacaların musluklara fazla sıkı oturuyor olmamalarına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde ocak sıcakken bunları çıkarmak imkansızlaşır. Aynı şekilde fazla gevşek olmaları da sakıncalıdır.

- 1) Uygun ölçülerdeki çelik borudan 2300 mm uzunluğunda 4 parça kesilir.
- 2) Çelik boru bulunmazsa, bacalar sac levhadan yapılır. 2300 mm genişliğinde bükme silindirleri bulunabilirse 1 parça olarak da üretilebilir. Aksi takdirde birkaç parça yapıp, bunlar birleştirilir.
- 3) Bacanın uzunluğu (2300 mm) mümkün olan en az sayıda eşit uzunluğa bölünür. Her uzunluğa 50 mm montaj payı ilave edilir. Bu boyutun bükme silindirlerinin arasında uyup uymayacağı kontrol edilir. Örneğin; 900 mm genişliğindeki bükme silindirleri için 770 mm'lik 3 uzunluk 2310 mm baca yüksekliği verilmelidir. 50 mm montaj payı ilave edildiğinde  $770+500 = 820$  mm parça genişliğine ulaşılacaktır.
- 4) 2 mm'lik sac levhadan gerekli adette parça kesilir.
- 5) Bunlar boru haline getirilir. Bu borular farklı çaplarda olmalıdır. Böylece, üstten alta doğru genişleyerek birbirlerinin içine girmeleri mümkün olacaktır. Alt bölüm taban kanallarındaki musluklara rahat bir şekilde oturuyor olmalıdır. Bütün duman bacalarının taban kanallarına uymasına dikkat edilir.
- 6) Her parçayı alttaki parçanın içine 50 mm iterek boru parçaları birleştirilir. Böylece oluşturulan bacanın kanallar üzerinde dik durup durmadığı kontrol edilir.
- 7) Bacalar son halini alacak şekilde kaynakla birleştirilir. Ancak kanallara kaynakla birleştirilmez.

### 3. SEYYAR MADENİ KÖMÜR OCAĞININ İŞLETİLMESİ

#### 3.1 Transport

İki bölüm iç içe yerleştirilerek ahşap bir rampa üzerinde yuvarlatılarak arabaya bindirilir. Kenarların zarar görmemesi için dikkatli davranmak gerekir. Ekonomik olması bakımından birkaç adet madeni ocağın birarada işletilmesi uygundur. Çünkü bazıları kömürleşme safhasında iken, bazıları boşaltılır veya doldurulabilir. Bir yerde odun yetersizliği olunca, ocaklar yuvarlatılarak başka bir yere götürülebilir. Silindirik kısımların kaldırılmasında ahşap manivela kullanılmaktadır.

#### 3.2 Yer Seçimi ve Hazırlanması

Odun arzına yakın bir yerde olmak üzere, iyi bir şekilde drene ve tesviye edilmiş yaklaşık 3 m çapında bir alan seçilmelidir. Dal ve kökler temizlenmeli, zemin düzeltilmeli ve sıkı hale getirilmelidir. Yakında kum veya gevşek vaziyette toprak bulunmalıdır.

#### 3.3 Hammadde Hazırlama

Eğer maksimum verim isteniyorsa, odunlar ocağa konulmadan en az 3 hafta önce kesilip istif edilmiş olmalıdır. Kuru odunların doldurulması kolay ve verimi daha yüksektir. Odun boylarının 45-60 cm, çaplarının ise 20 cm civarında olması çok uygundur. Büyük çaplı ve uzun odunlar kesilmeli ve yarılmak suretiyle kullanılmalıdır. Çapları 4 cm'den az olan dallar kalın çaplı odunlarla aynı işlemden geçirilmemelidir. Ocağı doldurmak için yaklaşık 7 m<sup>3</sup> odun gerekmektedir.

#### 3.4 Yerleştirme

##### a) Gerekli Malzemeler:

Zincirli testere, kürek (2) balta, takoz (2), çekiç, ahşap manivela, elek, çuval, çuvaldız, ip ve ısıya dayanıklı eldivendir.

##### b) Birleştirme ve Doldurma :

- Alt bölüm hazırlanan yere konumlandırılır. Ahşap manivela ile silindirin kenarları kaldırılarak 8 adet hava giriş/çıkış kanalı yerleştirilir. Bu kanallar en az içeriye doğru 25 cm girintili ve tamamen açık bulunmalıdır.
- Alt kısma konulan odunlar bu kanalların ucunu kapatmamalıdır.
- Dört adet tutuşturma noktasına ince odunlarla birlikte kağıt vb. kolay tutuşan materyal konulur.
- Bunun üzerine küçük ve orta çaplı odunlar çapraz şekilde konulur.
- Nisbeten kalın odunlar ise merkeze doğru konulmalı. Alt bölüm dolunca üst kenarları temizlenmeli ve üst bölümü yerleştirilmelidir.
- Üst kısım konik şekilde doldurularak kapağın rahatça kapatılması sağlanır.
- İki tecrübeli insan madeni ocağı yaklaşık 2 saatte doldurabilir.

#### 3.5 Ocağın Tutuşturulması

- Konik kapaktaki buhar çıkış bacalarının açık olduğu kontrol edildikten sonra, dört noktadan ateşleme yapılır. Hakim rüzgar tarafı daha kolay tutuşabilir.
- Ocak yaklaşık 30 dakika içerisinde yakılır.

- Yakıldıktan sonra 4 adet duman çıkış borusu yerlerine takılır.

### 3.6 Hava Girişinin Azaltılması

- Her bir bölüm gerekli sıcaklığa ulaştınca, giriş/çıkış kanalları arasındaki boşluklar kum veya toprakla kapatılır.
- Buhar çıkış bacaları kapatılır.

### 3.7 Kömürleşme Kontrolü

- Hava akımı ters döndükten sonra 15-20 dakika süreyle kalın beyaz duman çıkmalıdır. Kömürleşme süresince çemberin her tarafının aynı sıcaklıkta olması tavsiye edilir. Eğer farklı sıcaklık varsa, sıcak olan taraftaki hava girişi yavaş yavaş kapatılır. Ocağın etrafı tamamen kapatılmadan sahipsiz bırakılmamalıdır. Taze veya rutubetli odun kullanıldığında kömürleşme süresi 48 saat'e çıkabilir.
- Kömürleşme sırasında bir miktar katran, çıkış borularında ve bacasında birikir. Eğer katran fazla miktarda duman çıkışını azaltıyorsa bunun temizlenmesi gerekir. Ayrıca boru içerisine bir sopa sokularak iç kısımda bir engel olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Kömürleşme sırasında (genellikle yakmadan 8-10 saat sonra) bazen duman çıkış bacaları ile hava giriş kanalları yer değiştirilerek daha homojen bir yanma sağlanır.
- Kömürleşme işlemi, tüm bacalardan çıkan dumanın rengi mavimsi ve hemen hemen berrak olunca tamamlanır. Bu normal olarak yakmadan sonra 16-24 saat sürer. Bu sırada ocağın çevresi 150-200 °C sıcaklıktadır.
- Bu safhaya ulaşıldığında duman boruları çıkarılır ve tüm hava girişleri toprak veya kumla doldurulur.
- Ocak, açma ve boşaltmadan önce 16-24 saat soğutmaya bırakılır.

### 3.8 Ocağın Boşaltılması

- Ocak, içindekiler kömür soğuyuncaya kadar ve dış yüzeyi dokunulacak kadar soğumadan açılmamalıdır. Ocak açıldığı zaman şayet hala alevler içinde kömür parçaları varsa ocak yeniden kapatılır ve soğuma periyodu uzatılır. Ocak açılınca kömür bir an önce boşaltılmalıdır. Aksi takdirde yeniden tutuşma olabilir.
- Kömürleşme sırasında odun orijinal hacminin yarısına iner. Bundan dolayı ocağın üst kısmındaki silindir ve kapak hemen çıkarılabilir.
- Boşaltma sırasında herhangi bir tutuşmayı engellemek için, bir kova su, toprak veya kum bulundurulmalıdır.

### 3.9 Ticari İşletim Programı

İki tecrübeli eleman seyyar iki madeni ocağı işleterek haftada 2-3 ton kömür üretebilirler.

### 3.10 Verim

Maksimum verim elde etmek için;

- Odun yoğunluğunun yüksek olması,
- Odun rutubetinin düşük olması,

- Ocağın kurulduğu alanın iyi drenajlı ve kuru olması,
- Ocağın sıkı bir şekilde doldurulması, gerekir.

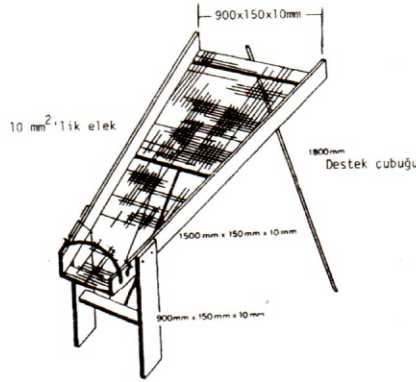
Ortalama verim tam kuru odun ağırlığının yaklaşık % 25'i civarındadır.

### 3.11\_Madeni Ocakların İşletme Ömrü

Madeni ocakların ömrü büyük oranda işletilmesi sırasında gösterilecek dikkate bağlıdır. Devamlı kullanılmaları halinde ortalama 3 yıl kullanılabilirler. Bu süreden sonra genellikle alt bölüm değiştirilir. Şekli değişen giriş/çıkış kanalları düzeltilmeli ve üç yıl sürekli kullanıldıktan sonra değiştirilmelidir.

### 3.12 Kömürün Torbalanması

Büyük boyutlu kömür parçalarını küçük parçacık ve tozlardan hızlı bir şekilde ayırmak için elek kullanılmalıdır. Bu amaçla kullanılacak elek Şekil-7'de görülmektedir.



Şekil 7: Elek (1)

Eleğin, ocağın alt kısmı içerisine yerleştirilmesi, hem rüzgarı önlemesi hem de tozların işçiye ulaşmasını engellemesi bakımından faydalı olur. İki kişi yaklaşık 1 saat içerisinde ocağı boşaltıp, kömürü torbalara doldurabilir.

## 4. ODUN KÖMÜRÜNÜN ETKİLİ KULLANIMI VE KALİTESİ

Odun kömürünün kalitesi, kullanım yerinin isteklerine göre çeşitli şekillerde belirlenebilir. Kullanım yeri için optimum kalitede ise ve uygun bir şekilde kullanılırsa daha uzun süre yakılabilir. Kömürün etkinliği, yakma ekipmanlarının düzgün olarak dizayn edilmesine bağlıdır.

Kömürün kalitesinde kullanılan spesifikasyonların çoğu çelik ya da Kimya endüstrisi orijinelidir. Kömürün kalitesi, çeşitli özellikleri tarafından belirlenir. Bu özellikler ölçülür ve ayrı ayrı değerlendirilir.

### a- Rutubet Miktarı

Mangal kömürü Ocaktan yeni çıktığı zaman rutubeti % 1'in altındadır. Zamanla rutubeti artarak % 15 civarında bir denge rutubetine ulaşır. Genellikle, kalite spesifikasyonlarında kömürün rutubet muhtevası % 5-15 arasında alınmaktadır.

### b- Su Haricindeki Uçucu Maddeler

Bu maddeler bazı sıvı ve katran artıklarıdır. Kömürleşme sıcaklığı yüksek ve süre uzun ise bu maddelerin oranı düşüktür. Örnek olarak düşük sıcaklıklarda (300 C<sup>0</sup>) kömür verimi yaklaşık % 50 iken, 500-600 C sıcaklıklarda uçucu maddelerin oranı azdır ve kömür verimi yaklaşık % 30 olmaktadır. 1000 C sıcaklıkta ise uçucu madde miktarı hemen hemen % 0 olmakta, kömür verimi ise % 25 civarında gerçekleşmektedir. Kömür ısladığı takdirde yeniden katran ve prolinik asit absorbe edebilir. Yeniden absorbe edilen asitler çürütücü etki yapabilir.

Kömürde bulunan uçucu maddeler % 40'dan % 2-3'lere kadar olabilir. Isıtmak suretiyle ölçülür. 900 C<sup>0</sup>'de tartılan kömürdeki ağırlık kaybı uçucu maddeleri vermektedir. Uçucu maddeler genellikle rutubet miktarından ayrı olarak belirtilir.

Yüksek uçucu madde miktarına sahip kömür daha kolay tutuşur, fakat dumanlı alev çıkarır. Düşük uçucu madde miktarına sahip kömür ise zor yakılır ve çok temiz yanar. İyi kalitede ticari kömürün uçucu madde miktarı % 30 civarında olabilir.

### c- Sabit Karbon Miktarı

Kömürün sabit karbon miktarı % 50 ile % 95 arasında değişmektedir. Bu yüzden kömür esas olarak karbondan ibarettir.

Sabit karbon miktarı diğer bütün bileşenler çıkarıldıktan sonra geriye kalan karbondur. Metalurjide sabit karbon miktarı çok önemlidir.

### d- Kül Miktarı

Kül, kömürün harlı ateşte ısıtılmasıyla belirlenir. Tüm yanan maddelerden geriye kalan küldür. Kül; kil, silikat, kalsiyum ve magnezyum oksit gibi mineral maddelerden oluşur.

Kömürün kül miktarı kullanılan ağaç türüne göre % 0.5-5 arasında değişir.

### e- Tipik Kömür Analizleri

Odun kömürünün bileşimi ağaç türü ve kömürleştirme metoduna göre değişebilir. Tablo 1'de kullanılan hammadde ve üretim metoduna bağlı olarak ticari bir kömürün bileşenleri görülmektedir.

**Tablo 1 :** Bazı tipik kömür analizleri (1).

Hammadde Türü	Üretim Metodu	Rutubet %	Kül	Uçucu Madde %	Sabit Karbon %
Karışık Tropik Yapraklı Ağaçlar	Torluk	5.4	8.9	17.1	68.6
Meşe	Seyyar Madeni Ocak	3.5	2.1	13.3	81.1
Hindistan Cevizi Kabuğu	Seyyar Madeni Ocak	4.0	1.5	13.5	83.0
Okalıptus	Retort	5.1	2.6	25.8	66.8

**KAYNAKLAR**

- ANONYMOUS, 1983: *Simple Technologies for Charcoal Making. FAO Forestry Paper, Rome.*
- BERKEL; A., HUŞ, S., 1953: *Seyyar Madeni Kömür Ocaklarında Kömür İmaline Ait Araştırmaları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 3, Sayı 1-2.*
- BOZKURT, Y., GÖKER, Y., 1981: *Orman Ürünlerinden Faydalanma. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No : 379.*
- UÇAR, G. 1988: *Odun ve Orman Artıklarının Enerji ve Kimyasal Madde Kaynağı Olarak Değerlendirme Olanakları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 38, Seri B, Sayı 1.*