

TC  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

Yıl: 2016  
Sayı:22

CİLT II  
SOMA

TC  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

**Sahibi:**

Yrd.Doç.Dr. Ayla TEKİN  
Yönetim Kurulu Adına  
CBÜ Soma MYO

**Editörler:**

Prof Dr. Deniz MAMUREKLİ  
Yrd.Doç.Dr. Ayla TEKİN  
Öğr.Gör. Fırat TEKİN

**Yayın Kurulu:**

Prof. Dr.DenizMAMUREKLİ  
Yrd. Doç. Ayla TEKİN  
Öğr. Gör.Dr.Mehmet Emin USLU  
Öğr. Gör.Fırat TEKİN  
Öğr. Gör.Erkan HAFIZOĞLU

**Sekreter:**

Öğr. Gör Fatih SUVAYDAN

**Celal Bayar Üniversitesi Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi  
yilda iki sayı olarak yayımlanan ulusal hakemli bir dergidir.**

TC  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi

**BU SAYIDAKİ HAKEM KURULU:**

Prof. Dr. Ali UÇAR  
Prof. Dr. Cem ŞENSÖĞÜT  
Prof. Dr. Çiğdem TAKMA  
Prof. Dr. Deniz Mamurekli  
Prof. Dr. Emin ONAN  
Prof. Dr. Göktay EDİZ  
Prof. Dr. Osman Zeki HEKİMOĞLU  
Doç. Dr. Ayhan İvrin YILMAZ

**Dergide yayınlanan tüm makaleler ve ileri sürülen görüşlerde, sorumluluk yazar ve hakemlere aittir.**

**İletişim Adresi:**

Fırat TEKİN  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
Soma Meslek Yüksekokulu, Soma-Manisa /TÜRKİYE  
Tel: 0 236 612 00 63  
Fax: 0 236 612 20 02  
e-mail: [somamyo-dergi@cbu.edu.tr](mailto:somamyo-dergi@cbu.edu.tr)  
[firat.tekin@cbu.edu.tr](mailto:firat.tekin@cbu.edu.tr)

TC  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi  
**İÇİNDEKİLER**

**1- Kömür Damarlarının Gaz İçeriklerinin Tespit Edilmesi – Genel Bir Bakış**

Özer ÖREN, Mehmet ÖZDEMİR, Cem ŞENSÖĞÜT .....1-12

**2- Üzümde Çeşitliliğin Belirlenmesinde Morfolojik Farklılıkların Kullanılması**

E. Dilşat Yeğenoğlu, Şenay Aydın, Cuma Arık, Yakut Gevrekçi, Mahmut Aşık .....13-20

**3- Cevher Hazırlama İşlemlerinde Yüzey Gerilimi ve Temas Açısı Ölçümünün Genel Bir Değerlendirmesi**

Selma DÜZYOL.....21-31

**4- Bucket Overloading Ratio Of Mining Size Wheel Loaders & Load Distribution Curves - A Case Study**

Metin Özdoğan, Hakkı Özdoğan .....32-41

**5- Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi Yazım Kuralları.....42-43**

## KÖMÜR DAMARLARININ GAZ İÇERİKLERİNİN TESPİT EDİLMESİ – GENEL BİR BAKIŞ

Özer ÖREN<sup>1</sup>, Mehmet ÖZDEMİR<sup>2</sup>, Cem ŞENSÖĞÜT<sup>3</sup>

### ÖZET

Global dünyada enerjiye olan talebin artışı; kömür orijinli üretim miktarlarının da buna paralel olarak artmasına ve gün geçtikçe daha derin damarlara inilmesine neden olmuştur. Özellikle derin sahalarda yapılan kömür üretimleri, iş sağlığı ve güvenliği konularının daha da önem kazandığı günümüzde, ileride yaşanması muhtemel ani kömür ve gaz püskürmesi gibi facialar için zemin hazırlamaktadır. Önceki dönemlerde de sıklıkla karşılaşılmış bu facia ve trajedileri minimize etmek ve kömür damarının bu tip özelliklerine göre gerek üretim gerekse de havalandırma planlarını oluşturmak adına, kömür damarının gaz içeriğini belirlemek hayati önem taşımaktadır. Yapılan bu çalışmada; genel olarak kömür damarlarının gaz içeriğini tespit etmede kullanılan yöntemler üzerinde bilgiler verilmiş ve geçmişten günümüze kadar ülkemizde ve dünyada envanterlere girmiş gaz ve kömür püskürmesi olayları ile ilgili bilançolara değinilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ani Gaz Püskürmesi, Kömür, Kömür Gaz İçeriği

### ABSTRACT

Global increase in the demand of energy has resulted in a parallel increase of coal originated production together with causing the extraction of coal from deeper horizons. Coal production, at today's increasingly awareness issues towards the occupational health and safety, realized specifically in deeper seams establishes a ground for possible disasters such as instantaneous coal and gas outburst in the future. It is vitally important to ascertain the gassiness of the coal seams for minimizing the tragedies encountered very often in the past by means of composing production and ventilation plans according to the specifications of coal itself. In the present work, the methods used to define the gas content of coal seams in general together with gas and coal outburst events taking place in the world and Turkey found in the inventories in a chronological order.

**Keywords:** Coal, Coal Gas Content, Instantaneous Gas Outburst

---

<sup>1</sup> Arş.Gör.Dr., Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 43270, Kütahya, e-mail:ozer.oren@dpu.edu.tr

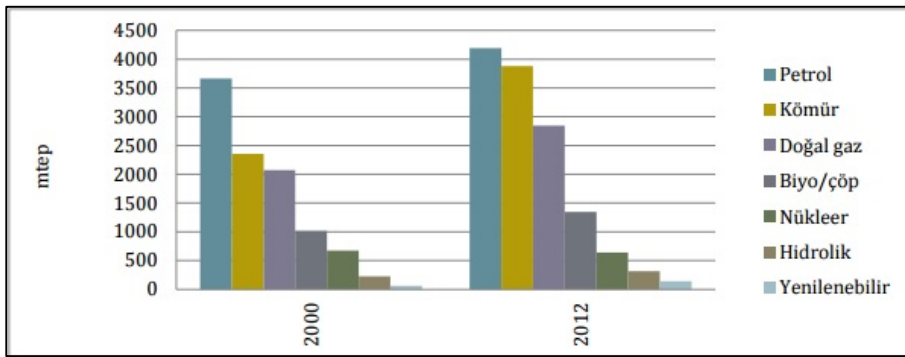
<sup>2</sup> Arş.Gör., Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 43270, Kütahya, e-mail:mehmet.ozdemir@dpu.edu.tr

<sup>3</sup> Prof.Dr., Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 43270, Kütahya, e-mail:cem.sensogut@dpu.edu.tr

Yazışmaların yapılacağı yazar: Cem ŞENSÖĞÜT, cem.sensogut@dpu.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Madencilik, insanlığın varoluşundan itibaren yaşamsal gereksinimlerin karşılanması hususunda hem yeraltı hem de yerüstü kaynakları ile beraber çok kilit bir rol oynamaktadır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergesi olan kişi başına enerji tüketiminin temel girdilerinden olan kömür; günümüz dünyasında rüzgâr, güneş, nükleer enerji ve jeotermal gibi alternatif enerji kaynakları ile kıyaslandığında vazgeçilemez olduğunu sürekli ispat etmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın verilerine göre, 2000–2012 yılları arasında dünyadaki enerji arzı sırası ile petrol için %36,4'ten %31,4'e, nükleer enerji için %6,7'den %4,8'e düşerken, doğalgazın payı ufak bir artışla %20,6'dan %21,3'e yükseliş göstermiştir. Bu değerler arasında %23,4'ten %29 düzeyine çıkan artış değeri ile kömür en dikkat çekici istatistiklere ulaşmıştır. Söz konusu değişime ait grafik Şekil-1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. 2000–2012 yılları arası kaynaklara göre Dünya birincil enerji arzı [33].

Enerji arzı için bu boyutlarda önemli olan kömürün üretimi yeraltı madenciliği açısından büyük risklere sahip bir iş koludur. Özellikle oluşumu itibari ile sayısız fizikokimyasal süreçten geçen kömürün yapısında insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek CO, CO<sub>2</sub>, metan ve hidrokarbonlar ile H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>S gibi zehirleyici ve boğucu gazlar bulunmaktadır. Saklı kalan bu gazların büyük bir miktarı biyolojik bozulmaya maruz kalan organizmaların çökeldikleri derinliğin artmasına bağlı olarak oluşmuştur. Araştırmalarda; kömürleşme sürecinde 1 ton kömür ile birlikte hacmi 2300 m<sup>3</sup>'e kadar ulaşan oranlarda gaz birikiminin olduğu ifade edilmektedir [19]. Kömür içerisinde birikmiş halde ve belirli basınçlarda bulunan bu gazlar, madencilik faaliyetleri sonrasında kömür yapısından ani gaz ve kömür püskürmesi şeklinde ortamı terk edebilmekte ve bu olay neticesinde ciddi can ve mal kayıplarının yaşandığı kazalar meydana gelebilmektedir [32]. Söz konusu bu kazaların önüne geçebilmek adına, ani gaz püskürmesi mekanizmasını ve bu mekanizmayı etkileyen faktörleri bilmek, ayrıca söz konusu kömür damarının gaz içeriğini niceliksel olarak belirlemek son derece önemlidir.

## 2. ANİ GAZ PÜSKÜRME Sİ MEKANİZMASI VE SÜRECİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Ani gaz püskürmesi; yeraltı kömür ocaklarında üretim ve hazırlık çalışmaları sırasında; jeolojik ve tektonik nedenler ile basınç altında sıkışmış olarak bulunan gazların ani olarak ocak açıklıklarına kömürle veya çevresinde bulunan kayaçla beraber püskürerek açığa çıkması işlemi olarak tanımlanmaktadır [34].

Maden ocaklarında meydana gelen gaz ve kömür patlamaları, yeraltı madenciliğinin işleyişini negatif yönde etkileyen unsurlar arasındadır. Gaz patlamaları birkaç metre küp hacimden binlerce metre küp hacimlere kadar yayılım gösterebilmektedir. Gaz içeriği genelde metan, karbondioksit ve diğer karışımlardan oluşmaktadır. Patlamalarda kömür, daha çok pulverize ve akışkan haldedir [3].

Bir gaz püskürmesinde etkin olan faktörler, her maden ocağında farklılıklar gösterebilse de, aşağıda belirtilmiş dört unsur bunların en önemlileri ve çoğunlukla kabul görenleridir [21].

- Gaz içeriği,
- Jeolojik yapılar,
- Gerilme koşulları ve
- Malzeme özellikleri

Kömür damarının ve çevre kayaçların jeolojik ve tektonik yapısı ani gaz püskürmesinin yerini belirler. Fay gibi jeolojik parametrelerin azlığı püskürmenin oluştuğu derinliği bile azaltabilir. Özellikle gerilme, püskürmeyi başlatmada etkindir. Ayrıca gerilmelerin büyüklüğü kayacın kırılmasına ve pulverize halde yüksek şiddetli patlamaların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Gaz içeriği ise olayda açığa çıkan enerjiyi ve malzemeyi ötelemede etkili olmaktadır. Bahsedilen bu dört etmenden gaz içeriği, jeolojik yapı ve malzeme özelliklerinin ölçümü ve tahmini kolay olmasına rağmen gerilme ölçümlerinin gerçekleştirilmesi, faal halde olan yeraltı madenlerinde zorlu ve imkânsıza yakındır [21]. Gaz birikimi sonucu oluşan püskürme; kömür damarı içerisinde serbest halde bulunan gazın kazı işlemi neticesinde önündeki engelin kalkması ve kömürü kazı boşluğuna doğru ötelenmesi olarak tanımlanırken; kayaç basıncına dayandırılan kuram ise, meydana gelen püskürmeleri üst kısımdaki katmanların ağırlığına ve bu katmanların damar ve tavan taşı üzerinde yarattığı gerilime bağlamaktadır [30]. Yeraltı şartlarında basınç kemeri teorisine göre üretim panolarında ayak önündeki kömürden ileri doğru gidildikçe, kömür damarı üzerine gelen basınç maksimum değerine ulaşmış belirli bir mesafeden sonra ise yerçekimsel basınç değerlerine ulaşmaktadır. Dolgu ve göçük üzerindeki basınçlar ise arından uzaklaştıkça kömürlü zona göre daha az artmakta, fakat ilerledikçe yerçekimsel basınç değerlerine ulaşmaktadır [18]. Böylelikle oluşan basınç artışlarının ani gaz püskürmelerini tetiklediği düşünülmektedir.

Ani gaz püskürmesinin oluşumuna dair geçmişten günümüze kadar farklı mekanizmalar öne sürülmesine karşın; söz konusu olayın ana nedeni olarak gaz birikimi ve kayaç basıncı olmak üzere iki faktör altında toplanmaktadır. Gaz püskürmelerine ait bu iki nedeni temel alan farklı teoriler öne sürülmüştür. Bu teorileri Yuva ya da Cep Teorisi, Dinamik Teori ve Çok Faktörlü Teori olmak üzere üç ana başlık altında toplamak mümkündür [14], [6].

Yuva ya da Cep Teorisi'ne göre; damar içerisindeki yuvalarda çok ince halde bulunan kömür tozu ile gaz; madencilik faaliyetleri sırasında yuvalara yaklaşılmaması durumunda arın basıncının etkisi ile birlikte püskürmelere neden olmaktadır [12].

Dinamik Teori ya da diğer ismi ile Kaya Basıncı Teorisi; madencilik aktiviteleri sonucu arın çevresinde oluşan kaya basıncının, üretim yerinin ötelenmesi ile birlikte kömür damarının dayanıklılığını azalttığını ve püskürme için elverişli koşulları sağladığını ifade etmektedir [12]. Ayrıca ocak çevresindeki hareketliliğin de gaz püskürmelerine neden olduğu özellikle patlatma işlemlerinden sonra gaz püskürmesi olaylarına rastlanıldığı da vurgulanmaktadır [7].

Çok Faktörlü Teori ise; püskürmeye neden olan etmenleri tek bir başlık altında toplamaktan ziyade, söz konusu olayın çıkış noktasını kömür ve kayacın yapısal özellikleri, damarın içerdiği gaz miktarı gibi birden fazla faktörün etkisine dayandırmaktadır [12].

Öne sürülen teoriler ne olursa olsun, genel olarak ani gaz ya da kömür püskürmesinin gerçekleşebilmesi için aşağıdaki koşulların meydana gelmesi gerekmektedir [25]:

- Kömür damarı içerisinde yeterli bir gaz konsantrasyonuna sahip bir zon bulunmalıdır,
- Gaz ve kömür arasındaki bağlantı kayaç basıncı aracılığıyla ortadan kalkmalıdır,
- Püskürme için gerekli olan gaz basıncı yeterli bir hıza erişmelidir,
- Meydana gelen yüksek basınçlı zonun yeterli büyüklükteki bir yüzeyden yeterli bir uzaklıkta olması gereklidir,
- Aynı şekilde püskürmenin oluşabilmesi için kömürün gerekli gaz geçirgenliğine ve parçalanma derecesine sahip olması şarttır.

Yukarıda bahsi geçen koşulları etkileyen birden fazla faktör bulunmaktadır. Bu faktörler zaman zaman kömür damarının yapısal ve jeolojik özellikleri olabildiği gibi, damar çevresinde bulunan kayacın nitelikleri de ani püskürme mekanizmasını hızlandırıcı bir rol üstlenebilmektedir. Genel olarak gaz püskürmesi yüksek gaz içeriği, gaz desorpsiyon oranı ve gerilim derecesine sahip hızlı üretilen kömür damarlarında oluşmaktadır. Bunların dışında kömür geçirgenliği, madenin derinliği ve kömürün ince taneli olması da gaz püskürmesinde etkili olan diğer faktörler olarak sıralanabilmektedir [22]. Belirli spesifik özelliklere sahip olan kömür damarlarının gaz püskürmesine daha yatkın olduğu da araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir. Bu şartları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür [21]:

- Gaz içeriği (metan) > 8 m<sup>3</sup>/t,
- Permeabilite < 2 md,
- Mekanik dayanım < En düşük asal gerilme.

Bu etmenler arasında özellikle kömür damarının jeolojik yapısı büyük bir önem arz etmektedir. Jeolojik faktörler; kömür damarının geometrik özellikleri ve oluşum mekanizmasını belirleyen parametreler ile yine damarın ve komşu kayaçların tektonizma davranışları olarak ikiye ayrılmaktadır [12]. Geçmiş dönemlerde yapılan çalışmalarda; üretim derinliğinin artması ile birlikte kömürün gaz depolama kapasitesinin ve damar üzerine binen kaya basıncının da arttığı belirtilmiştir [20]. Bunun dışında kömür damar kalınlığının aniden artması gaz içeriği ve basıncının da buna bağlı olarak artmasına ve kömürün elastisite modülünün azalarak kırılabilirliğinin yükselmesine neden olabildiği ifade edilmiştir [36]. Kömür bünyesinde bulunan yüksek vitrinit ve inertodetrinit gibi litotiplerin de püskürme için gerekli olan gazın depo edilmesini kolaylaştırdığı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur [3]. Farklı bir araştırmada da kömürdeki vitrinit yansıma ve sabit karbon değerlerinin artması ile birlikte, metan içeriğinin doğru orantılı olarak arttığı ifade edilmiştir [16]. Ayrıca kömürleşme derecesine göre az olandan çok olana doğru derece arttıkça kömürün gaz adsorpsiyonu artmakta, gaz içeriği ve püskürme miktarı çoğalmaktadır [24].

### **3. KÖMÜRÜN GAZ İÇERİĞİNİN TESPİT EDİLMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER**

Ani gaz ya da kömür püskürmesine neden olan etmenlerin başında kömürün içerdiği gaz

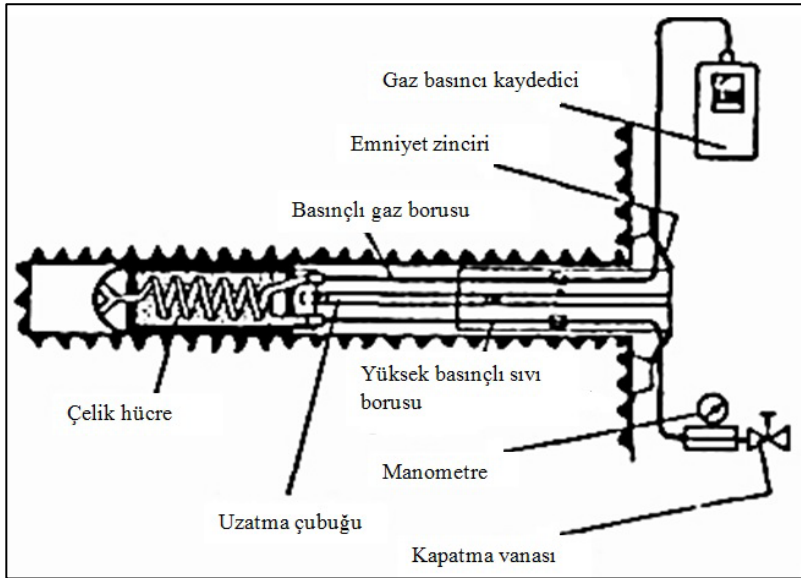


miktarı gelmektedir. Bundan dolayı kömürün gaz içeriğinin tespit edilmesi ileriki dönemlerde söz konusu ocak veya ocaklarda yaşanması muhtemel kazaların önüne geçilmesi adına hayati bir önem taşımaktadır. Bu bağlamda kömür damarlarının gaz içeriğini belirlemek adına kullanılan yöntemleri dolaylı, doğrudan ve görgül yöntemler olmak üzere üç ana kısımda incelemek mümkündür [10].

### 3.1. Dolaylı Yöntemler

Bu yöntemde, kömür damarını temsil edecek şekilde alınan numuneler üzerinde sabit sıcaklık altında adsorpsiyon-desorpsiyon deneyleri yapılmakta ve mevcut kömür damarı için adsorpsiyon izotermeleri oluşturularak damarın orijinal gaz basıncı tahmin edilmektedir [12]. Damarın gaz basıncı yeraltında açılan yatay bir sondaj deliği ile ölçülebildiği gibi, yeryüzünden indirilen düşey bir sondaj deliği ile de bu ölçüm yapılabilmektedir. Şekil 2’de yatay sondaj ile açılan bir delikten yapılan gaz ölçüm düzeneği ile ilgili ayrıntılar görülmektedir [11].

Yeraltında açılan yatay deliğe bir boru yerleştirilerek kömür içerisindeki uç kısmı dışında sızdırmazlık sağlanmaktadır. Bu boru, delik ağzında bir manometreye bağlanmak sureti ile damar içerisindeki gaz basıncı ölçülmektedir. Düşey deliklerden gaz basıncı ölçülmesinde ise "Drill Stem Test" gibi sondaj tekniklerinden yararlanılmaktadır [11].



Şekil 2. Yeraltında yatay sondaj ile gaz içeriğinin belirlenmesi.

### 3.2. Doğrudan Yöntemler

Kömürün gaz içeriğini belirlemek için kullanılan birçok yöntem olmasına karşın, özellikle günümüzde doğrudan yöntemler olarak adlandırılan metotlar daha yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır. Yöntemin esası; ocak ve laboratuvar ortamında direk olarak ölçülebilen veya tahmin edilebilen kayıp gaz (lost gas), desorbe gaz (desorbed gas) ve artık gaz (residual gas)

değerlerinin toplanarak damarın gaz içeriğini belirlemeye dayanmaktadır [26]. Toplam gaz içeriğinin bahsedilen bu elemanlarını belirlemek için yıllar içinde farklı araştırmacılar tarafından değişik yaklaşımlar öne sürülmüş olsa da ([17], [35], [29], [5], [31], [28]), Bertard vd. (1970) tarafından Fransız Kömür Araştırma Merkezi CERCHAR’da yaptıkları çalışmalar sonraki uygulamalar için temel teşkil etmektedir [4]. Aşağıda toplam gaz içeriğinin belirlenmesinde kullanılan bileşenler ana hatları ile özetlenmiştir:

### 3.2.1. Kayıp gaz miktarı (Q1)

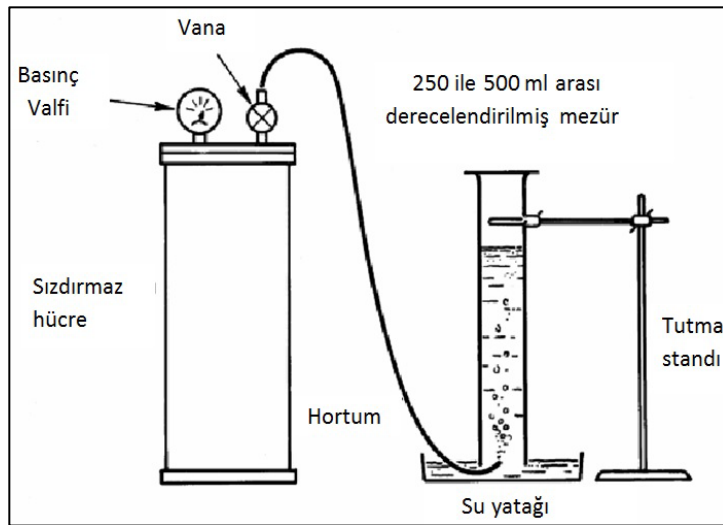
Kayıp gaz miktarı örneğin damardan kazılıp sızdırmaz kap içerisine alınmaya kadar olan süre zarfında kömür numunesinden açığa çıkan gazı ifade etmekte olup, bu gaz miktarı toplam gaz miktarının bir bölümünü oluşturmaktadır [8]. Kayıp gazın değeri direk olarak ölçülememekle birlikte, desorpsiyon ölçümlerinden tahmin yolu ile çıkarılmaktadır [12].

### 3.2.2. Desorbe (Yayılan) gaz miktarı (Q2)

Kömür damar gaz içeriğinin ikinci bileşeni olan ve “yavaş” yayılan gaz olarak ta ifade edilen desorbe gaz miktarı (Q2); sızdırmaz kap içerisinde ocaktan laboratuvara getirilen kömür örneklerinden ulaşım süreci boyunca açığa çıkan gazı ifade etmektedir [27].

### 3.2.3. Artık gaz miktarı (Q3)

Üçüncü ve son bileşen olan artık gaz miktarı (Q3) ya da diğer adı ile “hızlı” yayılım gazı ise; laboratuvara getirilen kömür numunesinin değirmende yaklaşık olarak 150 ~ 200 µm boyutlara gelinceye kadar ki süreç içerisinde bünyesinden yayılan gaz miktarını ifade etmektedir. Burada gas desorpsiyon ölçümlerinin atmosferik basınçta gerçekleştirilmesine dikkat edilmelidir [27], [2]. Toplam gaz içeriğinin tespit edilmesi kullanılan yöntem açısından farklılıklar içerse de, genel olarak bahsi geçen bileşenlerin belirlenmesin de Şekil 3’te temsili olarak gösterilen düzeneklerden faydalanılmaktadır [9].



Şekil 3. Doğrudan gaz hacim ölçme aparatları.

### 3.3. Görgül Yöntemler

Doğrudan yöntemler ile elde edilmiş sonuçları baz alarak geliştirilmiş olan görgül yöntemler; kömür damarı gaz içeriğini tespit etmek adına deney ve ölçüm sayısını azaltmayı ve bu sonuçları ampirik bağlantılar ile ifade etmeyi amaçlamaktadır [10], [2]. Bilgisayar destekli program kullanımlarının artması ve yeraltı şartlarının modellenmesi yönünde atılan olumlu adımlar, görgül yöntemlerin uygulama sahasını günümüzde üst seviyelere çıkartmıştır. Fakat geliştirilen model ve bağlantıların spesifik bölgelere odaklı olması, söz konusu yaklaşımların farklı bölgelerde kullanılması yönünde ciddi şüphelere neden olabilmektedir [11].

## 4. ANI GAZ PÜSKÜRMESİNE KARŞI ALINABİLECEK TEDBİRLER

Kömür madenciliğinin en önemli sorunlarından biri olarak kabul edilen ani gaz ve kömür püskürmeleri geçmişten günümüze kadar dünyanın farklı bölgelerinde ciddi can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Tablo 1’de gerek ülkemizde gerekse de dünyada kayıt altına alınmış ani gaz püskürmesi vakaları ve bu vakalara ait bilançolar gösterilmektedir [13]. Bu denli önemli bir sorunu bertaraf etmek ve ileriki dönemlerde yaşanması muhtemel kazaların önüne geçebilmek adına, maden ocağının hazırlık aşamasından kazı sürecine kadar gerekli tedbirleri hayata geçirmek son derece büyük bir önem arz etmektedir.

Kömür ve gaz püskürmesinin oluşmasında öncelikle bu olaya eğilimli bölgelerin belirlenmesi ve bu bağlamda acil eylem planlarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bunun için makroskopik gözlemler, olayda rol oynayan etkenlerin araştırılması (ettinger sorpsiyon/desorpsiyon indeksi,  $\Delta P0-60$  indeksi,  $\Delta P$ express indeksi, Polonya desorbometresi, kt indeksi, gaz emisyon v-indeksi ve hargraves emisyon indeksi), gaz içeriğinin belirlenmesi, gaz akış indeksi-g, kırıntı geliri-s, damar kalınlığı değişim indeksi-Mm, V30 indeksi ve kömür darbe dayanım indeksi gibi unsurların araştırmalarda ön planda tutulması gerekmektedir [12].

Püskürmeye eğilimli bölgelerde kömür üretiminden önce sondajlar yapılmalı, gaz boşluklarda toplanmalı ve daha sonra boşlukta toplanan bu gazın drene edilerek püskürme olayını tetikleyecek şartların azaltılması sağlanmalıdır. Ani gaz püskürmesinden şüphe edilen ocaklarda martopikör kazısı yapılmamalı, kazı alanı ve dönüş yolunda hiçbir personel bulundurulmamalıdır [34].

Kömür ve gaz püskürmesinin olduğu ve olma ihtimali yüksek bölgelerde oksijen yetersizliğine maruz kalabilecek personel için sığınma odaları veya oksijen istasyonları tasarlanmalı ve maden üretim noktalarına uygulanmalıdır. Metan ölçüm dedektörleri maden sahasının püskürmeye yatkın bölgelerine yerleştirilmeli, her vardiyada kontrol yapılmalı ve gözlem odalarında sınır değerler baz alınarak uyarı sistemleri oluşturulmalıdır.

Tablo 1. Dünyadaki Kömür Gaz Püskürmesi Bilançosu.

Ülke	Bölge	Püskürme Çeşidi (Kömür/Kaya)	Zaman	Vaka Sayısı
Almanya	Ruhr ve Aachen	Kömür+Kaya (CH <sub>4</sub> )	1903-2010	419
Avustralya	Sidney ve Bowen	Kömür(CH <sub>4</sub> +CO <sub>2</sub> )	1895-2010	>730
Belçika	Güney Kömür Sahası	Kömür(CH <sub>4</sub> )	1847-1965	487
Bulgaristan	Balkan	Kömür(CH <sub>4</sub> )	1933-1989	>250
Çek Cumhuriyeti	Ostrava, Slany, Oslavany	Kömür+Kaya (CH <sub>4</sub> +CO <sub>2</sub> )	1894-2004	626
Çin	Genel	Kömür+Kaya (CH <sub>4</sub> )	1951-2012	>20.000
Fransa	Genel	Kömür+Kaya (CH <sub>4</sub> +CO <sub>2</sub> )	1899-1989	>6.814
Güney Afrika	Highveld	Kömür(CH <sub>4</sub> )	1993-1994	5
İngiltere	West Wales	Kömür(CH <sub>4</sub> )	1901-1981	250
İspanya	Asturian	Kömür(CH <sub>4</sub> )	2009-2010	5
Japonya	Hokkaido ve Kyushu	Kömür(CH <sub>4</sub> )	1926-1986	920
Kanada	Nanaimo, Crows Nest Canmore, Sidney	Kömür+Kaya (CH <sub>4</sub> +CO <sub>2</sub> )	1903-1984	>548
Kazakistan	Karaganda	Kömür(CH <sub>4</sub> )	1956-2012	55
Macaristan	Mecsek	Kömür(CH <sub>4</sub> )	1894-1989	600
Polonya	Upper Silesia	Kömür(CH <sub>4</sub> +CO <sub>2</sub> )	1894-1995	>2.000
Romanya	Anima-Resica	Kömür(CH <sub>4</sub> )	-	20
Rusya	Genel	Kömür+Kaya (CH <sub>4</sub> )	1943-1990	646
Tayvan	Genel	Kömür(CH <sub>4</sub> )	1972-1986	61
Türkiye	Zonguldak	Kömür(CH <sub>4</sub> )	1969-2013	89
Ukrayna	Donetsk	Kömür+Kaya (CH <sub>4</sub> )	1951-2001	5866
Yeni Zelanda	Mount Davy	Kömür(CH <sub>4</sub> )	1997-1999	21

Her maden ocağının kömür ve gaz püskürmesi dâhil diğer bütün tehlikeler için bir tahliye planı olmalı, sürekli tatbikatlar yapılmalı ve simülasyonlar ile olayın sonuçlarının daha görsel ve anlaşılır hale gelmesi sağlanmalıdır.

Ayrıca vardiya başına en az iki defa kontrol yapılmalı ve olasılığı yüksek olan bölgelerde başyukarı açılması gaz birikiminin çalışma alanında toplanmasına sebep vereceğinden baş aşağı şeklinde üretim yapılmalıdır. Kömür ve gaz püskürmesi olayları daha çok fay zonları ve diğer süreksizliklerin olduğu lokasyonlarda meydana geldiğinden şüpheli bölgelerde en az damar kalınlığının iki katı kadar topuk bırakılmalıdır [34].

Delik delme sırasında kömür ve gaz püskürmesi riski var ise, sondaj makineleri sabit hale getirilmeli ve uzaktan kumandalı olarak idaresi yapılmalıdır. Sondaj makinesi ile püskürme zonunun etkisini azaltan rahatlatma sondajları yapılırken teçhizatın en az 20 metre yakınına kadar hiç kimse yaklaşmamalıdır. Ayrıca sondaj yapılırken ayna tarafı ve çevresi için metan dedektörü bulundurulmalıdır [34].

Patlatmalardan sonra, açığa çıkan gazlar ve gaz püskürmesini tetikleyecek koşullar oluşmaması için yeraltı maden ocaklarında havalandırma sistemleri, galerilere yeterli havayı vermeli ve havalandırma programları ile basınç kayıpları, şok kayıpları, hava debileri, vantilatörler, ocak gazları ve ilgili etmenler sürekli kontrol edilmelidir.

Bazı ülkelerde ani gaz püskürmelerinin meydana geldiği bölgeler su ile doygunlaştırılarak olayın etkisi azaltılmaktadır. Bu işlemin ana amacı; kırıkların ve çatlakların su ile doldurularak gazların bu bölgelerden püskürmesi ve olayın meydana gelmesini engellemektir [15], [1].

Maden ocakları için günümüz madencilik programları ile üretim ve hazırlık aşamalarında iki veya üç boyutta gerilme analiz testleri ve bunların ilgili noktalara etkisinin bulunması ve değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bu program ile gerilme analizleri sayesinde şüphelenilen gaz püskürme noktaları için risk analizleri yapılabilir.

Yetkili bir kişi tarafından iş güvenliği tedbirleri ile tehlikeli bölgeler derecelendirilmeli, personel bu bölgeler hususunda uyarılmalı ve gerekli tedbirler alınarak olayın meydana gelme olasılığı azaltılmalıdır.

Önemli bir diğer husus ise madencilik çalışmalarının ve tehlike arz eden bölgelerin üretim haritalarında açık bir şekilde gösterilmesi ve her değişikliğin ilgili haritaya işlenmesidir.

## 5. SONUÇ

Gaz ve kömür püskürmesi olayı, birçok faktörün etkisinde gerçekleşebilen ve meydana geldiğinde domino etkisi yaratan bir doğa faciasıdır. Bu konu ile ilgili gerekli tedbirlerin alınması, söz konusu eğitimlerin maden ocağında görevli personele özenle ve titizlikle aktarılması ve ocak içerisindeki şartların periyodik olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Dünya genelinde artan enerji ihtiyacının gelecek dönemlerde de kendini daha fazla hissettireceği düşünüldüğünde, özellikle ülkelerin enerji politikalarında stratejik bir öneme sahip olan kömür ve kömüre dayalı madencilik faaliyetlerinin daha derin damarlara inilmesi ve kazanılması yönünde bir ivme kazanacağı açıktır. Özellikle kömür kaynaklı metan oluşumunun madencilik her döneminde dramatik kazalara ve ölümlere neden olduğu ve kömür damarının içinde depo halde bulunan bu gazların atmosferik ölçekte sera gazı emisyon değerlerini de arttırdığı bilinmektedir. Ayrıca söz konusu gazların günümüz teknolojik gelişmeleri de dikkate alındığında alternatif bir enerji kaynağı olarak ta kullanılabilecek olması, kömür damarının gaz içeriğini tespit etmenin gerekliliğini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Gün geçtikçe artan iş sağlığı ve güvenliği bilinci ve buna bağlı olarak oluşturulan yönetmelik ve mevzuatlar açısından da konunun önemine dikkat çekilmiştir. Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nin 12.5.1. maddesi (a), (b) ve (c) bentlerinde bu durum belirtilmiş ve gaz içeriklerinin belirlenmesi zorunlu hale getirilmiştir [23]. Bu bağlamda kömürün gaz içeriğini ve ani gaz püskürmesi potansiyelini belirlemek ve maden ocağına ait üretim planlarını şekillendirmek ileriki periyotlarda yaşanması muhtemel olan kazaların önüne geçilmesi adına farkındalık yaratacaktır.

## KAYNAKLAR

[1] Aguado M.B.D., Nicieza C.G., 2007, Control and prevention of gas outbursts in coal mines: Riosa–Olloniego coalfield - Spain, International Journal of Coal Geology, 69,253-266.

[2] Barış, K., Oskan, M., Didari, V., 2015, TTK Armutçuk Müessesesi büyük damar gaz içeriğinin doğrudan ölçme yöntemiyle belirlenmesi, Madencilik, 54/2,3-12

- [3] Beamish, B.B., Crosdale, P.J., 1998, Instantaneous outbursts in underground coal mines: an overview and association with coal type. *International Journal of Coal Geology*, 35, 27–55
- [4] Bertard, C., Bruyet, B., Gunther, J., 1970, Determination of desorbable gas concentration of coal (direct method). *International Journal of Rock Mechanics and Mining Science*, 7,43-65
- [5] Chase, R.W., 1979, A comparison of methods used for determining the natural gas content of coalbeds from exploratory cores, US Department of Energy, METC/CR-79/18, 257 pp.
- [6] Chen, K.P., 2011, A new mechanistic model for prediction of instantaneous coal outbursts — Dedicated to the memory of Prof. Daniel D. Joseph, *International Journal of Coal Geology*, 87,72-79
- [7] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB), 2011, Yeraltı ve yerüstü maden işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği rehberi, 43, s.138
- [8] Diamond, W.P. and Schatzel, S.J., 1998, Measuring the gas content of coal: a review, *International Journal of Coal Geology*, 35,311-331
- [9] Diamond, W.P., Schatzel, S.J., Garcia, F., Ulery, J.P., 2001, The Modified Direct Method: A Solution for Obtaining Accurate Coal Desorption Measurements. *Proceedings International Coalbed Methane Symposium*, Tuscaloosa, Alabama,331-342.
- [10] Didari, V., Çakıra, A., 1996, TTK Karadon işletmesi büyük damarında metan gazı içeriğinin incelenmesi, *Madencilik*, 35/3,27-37
- [11] Didari, V., Ökten, G., 1989, Taşkömürünün içerdiği gaz miktarının ölçülmesinde uygulanan yöntemler, *Madencilik*, 28/1,17-23
- [12] Esen, O., 2013, Türkiye Taşkömürü Kurumu Ocaklarındaki Ani Gaz Ve Kömür Püskürmesi Olaylarının Değerlendirilmesi ve Olayları Etkileyen Faktörlerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, Türkiye
- [13] Fisne, A., Esen, O., 2014, Coal and gas outburst hazard in Zonguldak Coal Basin of Turkey and association with geological parameters, *Natural Hazards*, 74,1363-1390
- [14] Guan, P., Wang, H., Zhang, Y., 2009, Mechanism of instantaneous coal outbursts, *Geology*, 37,10,915-918
- [15] Jackson, L.J., 1984, Outbursts in coal mines, Technical Report, No: ICTIS/ TR25, Int. Energy Agency Coal Res., London. 55 pp.
- [16] Karmakar, B., Ghosh, T., Ojha, K., Pathak, A.K., Devraju, J., 2013, Effects of chemical composition and petrography of coal for coalbed methane evaluation with special

reference to in-situ gas content, 10th Biennial International Conference & Exposition, Kochi, India

[17] Kissell, F.N., C.M. McCulloch, C.H. Elder, 1973, The Direct Method of Determining Methane Content of Coalbeds for Ventilation Design, U.S. Bureau of Mines, Report of Investigations 7767, 17 p.

[18] Köse H., Kahraman B., 2009, Kaya Mekaniği Ders Kitabı, 4. Baskı, Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir, Türkiye

[19] Kural, O., 1998, Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri, Özgün Ofset Matbaacılık A.Ş.

[20] Lama, R.D., Bodziony, J., 1998, Management of outburst in underground coal mines, International Journal of Coal Geology, 35,83–115

[21] Lama, R.D., Saghafi, A., 2002, Overview of gas outbursts and unusual emissions, Proceedings of Coal Operators' Conference, University of Wollongong, Australia, pp. 74–88

[22] Li, G., Saghafi, A., 2014, Comparing potentials for gas outburst in a Chinese anthracite and an Australian bituminous coal mine, International Journal of Mining Science and Technology, 24,391-396

[23] Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, 2013, T.C. Resmi Gazete, 28770, 19.09.2013

[24] Ökten, G., 1983, Zonguldak Taşkömür Havzasındaki Ani Gaz ve Kömür Püskürmesi Olaylarının İncelenmesi ve Olaya Eğilimli Zonların Belirlenebilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, İTÜ, İstanbul, Türkiye

[25] Ökten, G., Kural, O., 1976, Ani gaz ve kayaç püskürmelerinin oluşumu, Madencilik, 15/3,14-18

[26] Özer, S.C., Ergenekon, Ö.A., Esen, O., Fişne, A., 2015, Zonguldak taşkömürü havzası kömür damarlarının gaz içeriklerinin belirlenmesi, MT Bilimsel-Yeraltı Kaynakları Dergisi, 4,7,51-66

[27] Saghafi, A., 2016, Determination of the gas content of coal, Proceedings of Coal Operators' Conference, University of Wollongong, Australia, 347-356

[28] Saghafi, A., Williams, D.J., Roberts, D.B., 1995, Determination of coal gas content by quick crushing method, CSIRO Investigation Reports, CET/IR391R, 9 pp.

[29] Smith, D.M., Williams, F.L., 1981, A new technique for determining the methane content of coal, Proceedings 16th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, New York, 1272-1277

[30] Sorbbe, J., Kocal, K., 1978, Ani metan ve kömür püskürmeleri, Madencilik, 17/3,25-34

[31] Standards Association of Australia, 1991, Australian Standards AS 3980: Guide to the determination of desorbable gas content of coal seams-direct method, North Sydney, NSW

[32] Şensöğüt, C., Barış, K., 2015, Kömür Damarlarının Gaz İçeriğinin Belirlenmesi - Örnek Bir Uygulama, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 30,1,223-229

[33] Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ), 2015, Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2014.

[34] Türkiye Taş Kömürü Kurumu (TTK), 2009, Türkiye Taşkömürü Kurumu Ani Gaz Ve Kömür Püskürmesi (Degaj) Olaylarına Karşı Alınacak Emniyet Tedbirleri Yönergesi

[35] Ulery, J.P., Hyman, D.M., 1991, The modified direct method of gas content determination: application and results, Proceedings the Coalbed Methane Symposium, The University of Alabama, Tuscaloosa, 489-500

[36] Zhai, C., Xiang, X., Xu, J., Wu, S., 2016, The characteristics and main influencing factors affecting coal and gas outbursts in Chinese Pingdingshan mining region, Natural Hazards, 82,507-530.



## ÜZÜMDE ÇEŞİTLİLİĞİN BELİRLENMESİNDE MORFOLOJİK FARKLILIKLARIN KULLANILMASI

E. Dilşat Yeğenoğlu<sup>1</sup>, Şenay Aydın<sup>2</sup>, Cuma Arık<sup>3</sup>, Yakut Gevrekçi<sup>4</sup>, Mahmut Aşık<sup>5</sup>

### ÖZET

Asma, yeryüzünün en eski bitkilerinden olup; günümüzdeki bulgular ışığında geçmişinin 150 milyon yıl öncesine uzandığı kabul edilmektedir. Günümüzde 10.000'den fazla üzüm çeşidi olduğu düşünülmektedir ve yaklaşık 1200 çeşidin kökeni Anadolu'dur. Asmanın morfolojik özelliklerinden yararlanarak farklılıkların teşhis edilmesi, tanımlama ve sınıflandırmada temel yöntemlerden biridir. Asma çeşitlerinin yaprak karakteristikleri, bitki beslenme durumları ve meyve özelliklerine göre sınıflandırılmaları DNA düzeyindeki çalışmalarla beraber sadece çevre koşullarında ve iklimde görülen değişikliklerin olumsuz etkilerine göre yeni ıslah programlarının oluşturulmasında değil, verimli ve dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde de yardımcı olabilecektir. Bu çalışmada üzümde çeşitliliğin belirlenmesinde morfolojik farklılıkların kullanılması ile ilgili araştırmalar derlenerek verilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Üzüm, *Vitis vinifera* L., morfolojik özellikler, sınıflandırma

### ABSTRACT

Vine is one of the oldest cultivated plants in the Earth. It's considered that more than 10000 grape varieties has presented, and approximately 1200 varieties were originated from Asia Minor. The grape has more than 10000 thousand varieties, and 1200 of them were originated from Turkey. The identification of grape varieties using morphological characteristics is one of the basic methods for characterization and classification. Classification of grape germplasm with leaf and fruit characteristics and plant nutrition status is not only helpful for forming new breeding strategies against the negative aspects of changes in environmental conditions and climate; is also useful for the forming of productive and resistant varieties. The aim of the study was to summarize the researches on determination of diversity in grapes with morphological characteristics.

**Keywords:** Grape, *Vitis vinifera* L., morphological characteristics, classification.

### 1. GİRİŞ

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Alaşehir Meslek Yüksekokulu, 45600, Manisa, Türkiye

<sup>2</sup> Prof., Dr., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Alaşehir Meslek Yüksekokulu, 45600, Manisa, Türkiye

<sup>3</sup> Öğr. Gör., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Alaşehir Meslek Yüksekokulu, 45600, Manisa, Türkiye

<sup>4</sup> Doç.Dr. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir

<sup>5</sup> Ziraat Müh., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Bilimler ABD, Manisa, Türkiye.

*Vitaceae* ailesi üyelerinden üzüm (*Vitis vinifera* L.) bitkisinin yeryüzünün en eski bitkilerinden olup; günümüzdeki bulgular ışığında geçmişinin 150 milyon yıl öncesine uzandığı kabul edilmektedir (Türkben, 2010). Asma bitkisi yetiştiriciliğinin M.Ö 6500-6000 yıllarında Neolitik Çağ'da başladığı düşünülmektedir. M.Ö 4000'de üzüm Nil Deltası yoluyla Anadolu'ya girmiş ve buradan dünyaya yayılmıştır. Günümüzde 10.000'den fazla üzüm çeşidi olduğu düşünülmektedir ve yaklaşık 1200 çeşidin kökeni Anadolu'dur. Çok çeşitli kullanım alanları olan üzümden sofralık, kurutmalık ve şaraplık olarak yararlanılmaktadır. Ülkemiz dünyada bağ alanları açısından 4. sırada ve yaş üzüm üretimi yönünden 6. sırada bulunmaktadır (Kurtural, 2016; MEB, 2016).

Türkiye; Kuzey Yarıküre'de bulunduğu enlemler arasındaki konumu ve iklim özellikleri nedeniyle üzüm yetiştiriciliği için en uygun bölgelerdendir. Binlerce yıldır bağcılığın yapıyor olması ve üzüm bitkisinin dünyaya yayılmasında bir geçit bölgesi rolü de oynamasıyla bağcılıkta tarih boyunca önemli bir yere sahip olmuştur. Bu nedenle de hem yabancı hem kültür üzümlerini içeren zengin bir genetik çeşitliliğe sahiptir (Sabır, 2008).

Ülkemiz ekonomisinde tarımın yeri çok büyüktür. Manisa ili ve ilçeleri coğrafi konumu ve ekolojik koşulları nedeniyle önemli bir bağ bölgesidir. Manisa ilinin işlenebilir tarım arazisi varlığı 5.151.928 dekadır. Günümüzde Manisa ile özdeşleşmiş bazı ürünlerin başında çekirdeksiz kuru üzüm, tütün ve zeytin gelir. Sultani Çekirdeksiz üzüm yetiştiriciliği ile Manisa'nın Alaşehir İlçesi dikkat çekici bir tarımsal potansiyele sahiptir (Anonim, 2014). Manisa dünyada Sultani Çekirdeksiz Kuru üzümün başkentidir ve dünya sofralık yaş üzüm ticaretinin % 40' ı Manisa'dan sağlanmaktadır. TÜİK verilerine göre, Manisa'da 2014 yılında sofralık ve kurutmalık, çekirdekli ve çekirdeksiz üzüm olmak üzere üretim 1.380.686 ton olarak gerçekleşmiştir. Alaşehir İlçesi ise 452.712 ton ile birinci sırada yer almakta ve Türkiye'nin üzüm üretiminin yaklaşık % 45'ini karşılamaktadır (TUIK, 2014).

Bu çalışmada üzümde çeşitliliğin belirlenmesinde morfolojik farklılıkların kullanılması ile ilgili araştırmalar derlenerek verilmiştir.

## 2. ASMADA YAPILAN MORFOLOJİK ÇALIŞMALAR

Yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve ıslah çalışmalarında üzerinde çalışılan bitkiye ait genetik varyasyon yani çeşitlilik önemlidir. Özellikle yabancı formlar hastalıklara ve çevre koşullarına dayanıklılık açısından ıslah araştırmalarında önemli genetik kaynaklardır. Bir germplasmada çeşitliliğin araştırılmasında farklı belirteçler kullanılabilir.

Bitkilerde kullanılan belirteçlerden biri de morfolojik özelliklerdir. Ampelografi ve Ampelometri çeşitler arasındaki morfolojik farklılıklara dayanmaktadır. Asmanın morfolojik özelliklerinden yararlanan Ampelografi, asma tür ve çeşitlerinin teşhis edilmesi, tanımlanması ve sınıflandırılmasını amaçlayan eski bir botanik bilim dalıdır. Yunanca "*amphelos*" üzüm ve "*graphe*" tanımlama terimlerinin bir araya getirilmesi ile oluşturulmuştur (Sabır, 2008). Ampelografi bilim dalının tarihçesi 1661 yılına uzanmaktadır. İlk defa Sachs tarafından Ampelografi terimi kullanılmış ve önceleri generatif organlar tanımlamada kullanılırken, 1876 yılında Goethe tarafından yaprakların kullanılacağı fikri ortaya atılmıştır. İlerleyen yıllarda asma bitkisinin sürgün, yaprak, salkım ve tane gibi birçok morfolojik özellikleri teşhiste kullanılmıştır (Demir, 1987). IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources), OIV

(Office International de la Vigne et du Vin) ile UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants) 1983 yılında ampelografik özelliklerin belirlenmesinde ortak bir yol olması amacıyla “Descriptors for Grape” adlı teşhis kodlarını yayınlamışlardır (Sabır, 2008; Demir, 1987).

Morfolojik karakterlerden yararlanan ampelografi asma çeşitlerinin gerçek kökenlerine sınıflandırılmasında yaklaşık dört yüzyıldır kullanılmaktadır. Sadece asma yetiştiriciliğinde değil, şarap endüstrisinde, gıda sektöründe, anaç seçiminde, klon seçimlerinde, sofralık üzüm yetiştiriciliğinde asmanın kökenini doğru bir şekilde tahmin edilmesinde kullanılmaktadır (Dexheimer, 2011). Ampelografi 1850-1885 yılları arasında külleme, mildiyö, filoksera, kök çürüklüğü gibi hastalıkların Amerika’dan Avrupa’ya geçmesiyle önem kazanmıştır. Bu hastalıklara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine yönelirken çeşitleri doğru teşhis edecek botanik kriterler geliştirmek zorunlu hale gelmiştir (Dexheimer, 2011). Aynı dönemde Fransa’da yaşanan Filoksera Krizi’nde DNA’nın henüz bilinmediği 19. yüzyılda ampelografi, filoksera’ya dayanıklı çeşit arayışında, ıslah ve aşı çalışmalarında Amerikan ve Avrupa varyetelerinin kesin olarak ayrılması ve tanımlanmasında yardımcı olmuştur. Asma yaprakları belirgin ve ayırıcı bir fenotipik özellik olarak ortaya çıkmıştır (Chitwood ve ark., 2014).

Ampelografinin babası olarak adlandırılan Pierre Galet, II. Dünya Savaşını takip eden dönemde Pinot çeşidine ait 100 den fazla varyete tanımlamış, 1980’ de California’da Pinot Blanc olarak bilinen şaraplık üzüm çeşidinin gerçekte Melon de Bourgogne yani Loire Vadisi’nde Muskat şaraplarının üretiminde kullanılan çeşit olduğunu tespit etmiştir. Boursiquot 1994 yılında Şili’de Chilean Merlot olarak tanınan asmanın ampelografi yardımıyla aslında çok eski ve nesli tükenmek üzere olan Carmeneré adlı Bordeaux varyetesi olduğunu saptamış ve DNA parmakizi çalışmaları aracılığıyla teşhisi doğrulanmıştır (Dexheimer, 2011).

Her bir üzüm çeşidinin tanımlanması homonim ve sinonim kultivarların teşhis edilmesinde önemlidir. Homonim ve sinonimler yani farklı varyetelerin aynı adı alması, ya da aynı kultivarın farklı adlarla adlandırılması hem endüstride hem de tarımsal yetiştiriciliğinde karışıklıklara neden olmaktadır. Asma çeliklendirme yoluyla vejetatif olarak üretilmektedir ve üzüm yetiştiriciliğinin binlerce yıldır yapıldığı Türkiye’de kesilen çelikler tarih boyunca bir bölgeden bir bölgeye çeşidin adı dikkate alınmaksızın dikilmiş ve yeni bir ad verilmiştir. Bu nedenle ülkemizde üzüm çeşitlerinde büyük bir oranda homonim ve sinonim kultivarlar bulunmaktadır (Karataş ve Ağaoğlu, 2008).

Türkiye’de üzüm çeşitlerinin tanımlanmasına ait ilk çalışma Oraman (1937) tarafından yapılmıştır. Ankara ili ve çevresinde yürütülen çalışmada tespit edilen çeşitlerin 35’inde ampelografik özellikler belirlenmiştir. Kelen (1991) ise, Van ilinde yetiştirilen kırmızı, siyah ve beyaz toplam 11 üzüm çeşidinin ampelografik özelliklerini belirlemiştir. Ünal (2000), yürütmüş olduğu çalışmada Malatya’da yetiştirilen üzüm çeşitlerinin ampelografik özelliklerini saptamıştır. (Demir, 1987; Sabır, 2008).

Galet (1952) Amerikan asma tür ve melezleri ile Fransa’da yetiştirilen sofralık ve şaraplık üzüm çeşitlerinin sürgün ucu, tüy tipleri ve yaprak özellikleri üzerinde durmuştur. Yaprakların ampelografik ölçülerinin 0-9 arasında kodlanmasını sağlayan yöntemini 4 ciltlik “Cepages et Vignobles De France” adlı eserinde açıklamıştır (Demir, 1987; Sabır, 2008).

İspanya'nın kuzeybatı kesimi ile Portekiz'in kuzeyinde yetiştirilen çeşitler içerisinde sinonim ve homonim genotiplerin bulunduğunu bildiren Santiago ve ark. (2005), İspanyol ve Portekiz çeşitlerini ampelografik özelliklerini incelemişler, bazı genotiplerin sinonim olduğunu belirlemişlerdir. Diğer genotipler içerisinde ise 2 çeşidin sinonim olma olasılığının bulunduğunu; diğerlerinin kolaylıkla birbirinden ayrıldığını bildirmişlerdir.

Kadu (2007)'de toplam 15 üzüm çeşidinde yaprak morfolojisi ve omca gücü (vine vigor) özelliklerini inceleyerek en geniş yaprağın Banglor Purple çeşidinde saptandığını, Merlot, Pinot Noir, Arka Shyam ve Pinot Meunier çeşitlerinde omca gücünün düşük olduğunu belirtmişlerdir.

Khadivi-Khub ve ark. (2014) İran üzüm germplasmını meyve özellikleri kullanarak sınıflandırmışlardır. Kümeleme ve temel koordinat analizi sonucunda germplasmında dikkat çekici bir çeşitlilik olduğu, yüksek ayırma gücüne sahip değerlerin meyve özellikleri ile ilişkili olduğu ve meyve özelliklerindeki bu geniş farklılıkların büyük bir gen havuzunu işaret ettiğini bildirmişlerdir.

Morfolojik karakterler sadece çeşitlerin sınıflandırılmasında değil farklı stres koşulları ve hastalıklara karşı bitkilerin dayanıklılıklarını değerlendirmede de kullanılabilir. Gabler ve ark. (2003) yaptıkları araştırmada morfolojik, anatomik ve kimyasal özellikler kullanarak üzüm tanelerinin *Botrytis cinerea* mantarına karşı dayanıklılıklarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda deri gözenekleri ile dayanıklılık arasında negatif korelasyon, epidermal ve hipodermal hücre katmanları kalınlığı, kütikül ve pus tabakası arasında pozitif bir ilişki saptamışlardır.

Gökbayrak ve ark. (2010) yaprak hastalıklarına dayanıklılık ile morfolojik karakterler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Sonuçta, yaprak sapı renklenmesinin mildiyö için temel ayırıcı özellik olduğunu saptamışlardır. Antosiyanin renklenmesi ile dayanıklılık arasında bir ilişki bulunduğunu bildirmişlerdir.

Arkeolojik, tarihsel, genetik, biyocoğrafik verilerin ve kayıtların çokluğuna rağmen günümüzdeki üzüm çeşitlerinin geçmişteki atalarıyla ve birbiriyle ilişkileri ve çeşitlerin evcilleştirmedeki yerleri hala büyük oranda bilinmemektedir (Terral ve ark., 2010). Fenotiplerin genetik yapılarının bilinmesi, özellikle ekonomik öneme sahip bitkilerde önemlidir. Günümüzde geniş çapta bir genetik veri toplanmasına rağmen fenotipik özelliklere ait doğru verilerin azlığı çok yıllık bitkiler ve ağaçlarda genoma dayalı bitki ıslah yöntemlerinin geliştirilmesinde problemlere yol açmaktadır. Çok yıllık bitkilerin doğru bir şekilde fenotiplendirilmeleri zordur, özellikle genotip-çevre interaksiyonunun tespit edilmesine yönelik çalışmalarda zaman alıcı ve iş gücü yoğunludur. Bitkinin özelliklerinin bilinmesi ve ekonomik özelliklerle ilişkilerinin bulunması başarılı genom temelli ıslah çalışmalarının geliştirilmesi için gereklidir (Aradhya ve ark., 2010).

Farklı fenolojik dönemlerde bir bitkinin farklı organlarının morfolojik tanımlamaları ve bitki organlarının parametrelerinin morfometri temelli ölçümleri ampelografide kullanılan eski yöntemlerdendir. Varyetelerin tanımlanmasında aynı zamanda biyokimyasal (izoenzimler) ve genetik (SSR, RAPD, ISSR) belirteçler de kullanılmaktadır. Morfolojik özelliklerin avantajı basit, kolay, ucuz ve doğrudan sahada ya da laboratuvarında yapılabilir olmasıdır. Günümüzde asma koleksiyonlarında bulunan çeşitlerin yaklaşık % 5 ile % 10 arasının yanlış adlandırıldığı,

ticari yetiştiricilikte de sinonim ve homonimlere bağlı karışıklıkların olduğu düşünülmektedir (Rusjan, 2013). Ampelografi asma ıslahında, sınıflandırma sorunlarının çözümünde ve yakın agronomik mutasyonların tespit edilerek aksesyonların tanımlanmasında ilk basamaktır. Asma varyetelerinin tanımlanmasında OIV kodlarına göre sınıflandırma ve ampelometri en çok kullanılan yöntemlerdendir (Tomic ve ark., 2013). Biyokimyasal ve moleküler belirteçlerle desteklenen morfolojik karakterler aracılığı ile çeşitlerin sınıflandırılması genetik ilişkilerin tespitinde büyük bir avantaj sağlamaktadır.

Asma yaprağında 5 ana damar olup, yaprağın optimal ışık yakalaması için açılanmış belirgin bir yaprak sapı ile desteklenmektedir. Ortak bu özelliğin dışında *Vitis* spp. de yapraklar büyük ve etkileyici bir çeşitlilik göstermektedir (Galet, 1952). Yapraklar çok farklı form ve yapıda şekillenebilirler, superior (distal) ve inferior (proximal) yanıl damarlar arası açılar ve uzunluklar, dairesel, böbrek ya da kalp şekilli gibi geniş bir yaprak yapısı topluluğu oluşturmaktadırlar. Yapraklar aynı zamanda tüylülük, renk, yüzey kontürü, büyüklük ve dişlilik özellikleri ile de çeşitlilik göstermektedirler. Yaprak yapısı ile kök morfolojisi arasında bir ilişki vardır. Bu da bitkinin beslenme durumu ile yaprak şekli arasında bir ilişkinin olabileceğini göstermektedir. Yaprak şeklinin düzenleyen genetik yapı aynı zamanda tüm bitkide diğer organların morfolojisini de etkilemektedir. Chitwood ve ark. (2013), yaprak şekli ile domateste şeker düzeyi arasında bir ilişki olduğunu saptamışlardır. Bu ilişkinin yaprak ve meyve arasındaki gelişimsel ortaklıktan olabileceği gibi yaprak şeklinin fotosentez performansını etkilemesinden de kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Chitwood ve ark. (2014), ABD Tarım Bakanlığı (USDA) germplasm koleksiyonundan aldıkları üzümelerde yaptıkları çalışmaları sonunda yaprak şekli ile meyvede Brix değeri, tat, ben düşme ve çekirdeksizlik özellikleri arasında bir ilişkinin olduğunu saptamışlardır. Ana fotosentez organı yapraktır. Fotosentez ile stres, çevre koşulları, hastalıklar, bitkinin genetik yapısı, morfolojik özellikleri, bitkinin beslenme durumu ve verim arasında bir ilişki vardır. Fotosentez aynı zamanda meyve gelişimini de etkilemektedir. Yapraktaki klorofil oranı (klorofil a, b) ile yapraktaki stoma sayısı fotosentezi etkileyen etmenler arasındadır. Yaprağın morfolojik özellikleri fotosentez performansı arasında bir ilişki bulunmaktadır, dolayısı ile verim ve bitkinin beslenme durumuyla da ilişkilidir.

Bağda verim ve kalite bölge koşullarına uygun anaç ve klon seçilmesi, tarımsal mücadele, sulama, drenaj gibi teknik ve kültürel programlarla sağlanabilir. Bölge koşullarına uygun anaç seçiminde isme doğru, patojenlerden arı, kaliteli fidanlardan seçilmesi gerekmektedir. Asma çeşitlerinin doğru sınıflandırılması bu bitkilerden üretilecek gelecek nesillerin doğru bir şekilde adlandırılması için gereklidir.

Asmada farklı genotiplerin doğru şekilde sınıflandırılması ekonomik açıdan olduğu gibi, asma çeşitleri toprak yapısı ve iklim özellikleri nedeniyle farklı bölgelerde yetiştirmeye ve verim vermeye uygunluğundan dolayı bölge seçiminde de önemlidir. 19. yüzyılda gerçekleşen filoksera krizi sınıflandırmanın önemini göstermiştir. Etkili ıslah programlarının geliştirilmesi ve aşılama; yerel çeşitler ile Amerikan ve Avrupa asma çeşitlerinin uygun bir şekilde tanımlanması ile mümkündür. Yaprak yapısındaki farklılıkları tespit etmek bitkinin biyoçeşitliliğinin anlaşılmasında önemlidir. Yaprak yapısı aynı zamanda bitkinin gelişimsel evreleri üzerinde de etkilidir. Değişen iklim koşullarının etkilerinin görüldüğü günümüzde sürdürülebilir asma yetiştiriciliğinin yapılabilmesi ve etkin bir tarımsal üretim profilinin ortaya koyulabilmesi için yerel çeşitlerin doğru bir şekilde sınıflandırmasının yapılması önemlidir.

İklim değişiklikleri üzüm kalitesi ve verimi üzerinde etkilidir. Örneğin CO<sub>2</sub> seviyesinde yükselme vejetatif özellikleri, UV-B radyasyonundaki artış ise yaprak gelişimini, total biyokütle ve fotosentetik kapasitede azalmaya neden olmaktadır. Asma yetiştiriciliği esas olarak enlem, sıcaklık, çeşit, toprak tipi ve topoğrafyaya bağlıdır ve iklim koşullarında görülen değişimlerin zaman içerisinde bazı asma çeşitlerinin belirli bölgelerde artık yetişmemesine neden olabileceği düşünülmektedir. Sıcaklıkta beklenen değişimlerle Avrupa'da asma yetiştiriciliğinin her on yılda bir 10-30 kilometre arasında kuzeye doğru kayma göstereceği varsayılmaktadır (Jackson ve Cherry, 1988). Yapılan araştırmalar ıslah çalışmaları, kultivasyon ve tüketici taleplerinin yanı sıra iklim değişikliklerinin asma yetiştiriciliğini etkilediğini göstermektedir (Hannah ve ark., 2013). İklimin değişmesiyle yaprak morfolojisinin ve yaprak damarlanma yapısının farklılaşması yeni bir olgu değildir, fosil kayıtları tarih boyunca böyle değişimler olduğunu göstermektedir (Chitwood ve ark., 2013).

### 3. SONUÇ

Tarımda gereksiz gübreleme, yanlış sulama gibi kültürel uygulamalar çevre kirliliğine, topraklarda tuzluluğa ve bitkilerde besin yetersizliğine neden olmaktadır. Tarımsal arazilerde sürekli bir tuzluluk söz konusudur ve bu da önceden verimli alanların giderek verimlerin azalması anlamına gelmektedir. Kurak ile yarı kurak topraklarda bitkisel üretimi sınırlandıran önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Küresel ısınma ve buna bağlı olarak önümüzde ki yıllarda iklim koşullarında beklenen değişiklikler tarımın yoğun yapıldığı bölgelerde bitkisel üretim deseninin tahmin edilen iklimsel, çevresel değişimlere göre ayarlanması düşüncesini ortaya çıkarmaktadır. Geniş bütün yaprakların daha nemli ve ılıman iklimlerde bulunduğu, küçük parçalı yaprakların ise daha serin ve kuru iklimlerde görüldüğü bilinmektedir.

Asma çeşitlerinin yaprak morfolojileri, bitki beslenme durumları ve meyve özelliklerine göre sınıflandırılmaları sadece çevre koşullarında ve iklimde görülen değişikliklerin olumsuz etkilerine göre yeni ıslah programlarının oluşturulmasında değil, verimli ve dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde DNA düzeyindeki çalışmalarla beraber yardımcı olacaktır.

### KAYNAKLAR

[1] Anonim. (2014). Tarım, Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı, Manisa İl Müdürlüğü. [http://manisa.tarim.gov.tr/Menu/11/Tarimsal-Veriler-\\_2014](http://manisa.tarim.gov.tr/Menu/11/Tarimsal-Veriler-_2014). manisatarim.gov.tr adresinden alındı.

[2] Aradhya, M., Prins, B.H., Marsden, C.V., Preece, J. (2010). Morphometric Analysis of Cultivated Grape (*Vitis vinifera* L.).

[3][https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/np305/Oct2010GrapeWorkshop/Preece%20et%20al\\_Davis%20CA.pdf](https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/np305/Oct2010GrapeWorkshop/Preece%20et%20al_Davis%20CA.pdf). www.ars.usda.gov adresinden alındı.

[4] Chitwood, D. H. Ranjan, A., Martinez, C.C., Headland, L.R., Thiem, T., Kumar, R., Covington, M.F., Hatcher, T., Naylor, D.T., Zimmerman, S., Downs, N., Raymundo, N., Buckler, E.S., Maloof, J.N., Aradhya, M., Prins, B., Li, L., Myles, S., Sinha, N.R. (2014). A Modern Ampelography: A Genetic Basis for Leaf Shape and Venation Patterning in Grape. *Plant Physiology*, 259-272.

- [5] Chitwood, D.H., Kumar, R., Headland, L.R., Ranjan, A., Covington, M.F., Ichihashi, Y., Fulop, D., Jiménez-Gómez, J.M, Peng, J., Maloof, J.N., Sinha, N.R. (2013). A quantitative genetic basis for leaf morphology in a set of precisely defined tomato introgression lines. *Plant Cell*. 25 (7):2465-81.
- [6] Demir, İ. (1987). Ankara Koşullarında Yetiştirilen Yabancı Kökenli Bazı Üzüm Çeşitlerinin Ampelografik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [7] Dexheimer, F. (2011). The Science of Ampelography. *Sommelier Journal*, 87-91.
- [8] Galet, P. (1952) *Précis d'Ampélographie Pratique*. Impr. P. Déhan, Montpellier, France.
- [9] Gökbayrak, Özer, C., Söylemezoğlu, G. (2010). Use of morphological markers to identify foliar disease resistance in grapevine. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 20(4): 243-247.
- [10] Hannah, L., Roehrdanz, P.R., Ikegami, M., Shephard, A.V., Shaw, M.R., Tabor, G., Zhi, L., Marquet, P.A. (2013). Climate change, wine, and conservation. *PNAS*, 110 (17): 6907–6912.
- [11] Jackson, D. I., Cherry, N. J. (1988). Prediction of a District's Grape-Ripening Capacity Using a Latitude-Temperature Index (LTI). *Am J Enol Vitic*. 39: 19-28.
- [12] Kadu, S. T. (2007). Studies on leaf morphology and vine vigour of various grape wine varieties. *The Asian Journal of Horticulture*, 131-134.
- [13] Karataş, H. Ağaoğlu, S.Y. (2008). Genetic diversity among Turkish local grape accessions (*Vitis vinifera* L.) using RAPD markers. *Hereditas*, 58-63.
- [14] Kelen, M. (1991). Van İli Bağcılığı ve Burada Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Ampelografik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 120s.
- [15] Khadivi-Khub, A., Salimpour, A., Rasouli, M. (2014). Analysis of grape germplasm from Iran based on fruit characteristics. *Brazilian Journal of Botany*. Volume 37, Issue 2, pp 105–113.
- [16] Kurtural, K. (2016). A Brief History of the Grape and Its Uses. Kentucky University Cooperative Extension Service.: <https://www.uky.edu/Ag/CCD/history&uses.pdf>. [www.uky.edu](http://www.uky.edu) adresinden alındı.
- [17] MEB. (2016). MEGEP, Bahçecilik, Asma Yetiştiriciliği. MEB, Milli Eğitim Bakanlığı: [http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Asma%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Asma%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf). <http://megep.meb.gov.tr> adresinden alındı.
- [18] Gabler, F. M., Smilanick, J.L., Mansour, M., Ramming, D.W., Mackey, B.E. (2003). Correlations of morphological, anatomical, and chemical features of grape berries with resistance to *Botrytis cinerea*. *Phytopathology*, 1263-1273.

- [19] Oraman, M.N. (1937). Ankara Vilayeti Bağcılığının ve Ankara'da Yetişen Başlıca Üzüm Çeşitlerinin Ampelografisi. Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmaları, 6: 170.
- [20] Rusjan, D. (2013). Genetic and Phenotypic Diversity and Relations Between Grapevine Varieties: Slovenian Germplasm. In: The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive., Eds: Danijela Poljuha ve Barbara Sladonja, ISBN 978-953-51-1067-5.
- [21] Sabır, A. (2008). Bazı Üzüm Çeşit ve Anaçlarının Ampelografik ve Moleküler Karakterizasyonu. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- [22] Santiago, J.L, Boso, S., Del Carmen Martínez, M., Pinto-Carnide, O., Ortiz, J.M. (2005). Ampelographic Comparison of Grape Cultivars (*Vitis vinifera* L.) Grown in Northwestern Spain and Northern Portugal. Am J Enol Vitic. 56: 287-290.
- [23] Terral, J.F., Tabard, E., Bouby, L., Ivorra, S., Pastor, T., Figueiral, I., Picq, S., Chevance, J.B., Jung, C., Fabre, L., Tardy, C., Compan, M., Bacilieri, R., Lacombe, T., This, P. (2010).
- [24] Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. Ann Bot.105 (3): 443–455.
- [25] Tomic, L., Stajner, N., Javornik, B., Characterization of Grapevines by the Use of Genetic Markers. (2013). In: The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive., Eds: Danijela Poljuha ve Barbara Sladonja, ISBN 978-953-51-1067-5.
- [26] TUIK. (2014). Türkiye İstatistik Kurumu. tuik.gov.tr: www.tuik.gov.tr adresinden alındı.
- [27] Türkben, C. (2010). Sofralık üzümün muhafazası. p. 48. Hasad Yayıncılık.
- [28] Ünal, M.S. (2000). Malatya ve Elazığ İlleri Bağcılığı ile Malatya İlinde Yetiştirilen Üzüm Çeşitlerinin Ampelografik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 105s.



## CEVHER HAZIRLAMA İŞLEMLERİNDE YÜZEY GERİLİMİ VE TEMAS AÇISI ÖLÇÜMÜNÜN GENEL BİR DEĞERLENDİRMESİ

Selma DÜZYOL<sup>1</sup>

### ÖZET

Madencilik endüstrisinde cevher hazırlamanın önemi büyüktür. Flotasyon, flokülasyon, dispersiyon, aglomerasyon gibi ıslanabilirliğe bağlı işlemlerde minerallerin bazı fizikokimyasal özelliklerinden faydalanılmaktadır. Mineral hidrofobitesi, ıslanmayla ilişkili olup uygulanan zenginleştirme yöntemlerinin başarısını oldukça etkilemektedir. Islanmayla ilişkili zenginleştirme yöntemleri sulu ortamda gerçekleştirilmekte olup sıvının yüzey gerilimi kullanılan kimyasalların etkisiyle değişebilmekte ve dolayısıyla bu değer de tespit edilmesi temas açısı kadar önemli olmaktadır. Bu çalışmada yüzey gerilimi ve temas açısı hakkında bilgi verilmiş, ölçüm yöntemleri anlatılmış ve örnek bir uygulama ile konuya dikkat çekilmesi hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yüzey Gerilimi, Temas Açısı, Islanabilirlik, Hidrofobite

### ABSTRACT

The mineral processing has a great importance in the mining industry. Some physicochemical properties of minerals are utilized on wettability-based processes such as flotation, flocculation, dispersion, agglomeration. Mineral hydrophobicity is associated with the wettability and highly affects the success of the enrichment methods employed. The wettability-based enrichment methods are carried out in an aqueous medium and the surface tension of the liquid can vary by the influence of the chemicals used, and the determination of this value is thus as important as the contact angle. In this study, the information was given about the surface tension and the contact angle together with their measurement methods and it is also aimed to draw attention to the subject in concern with a case study.

**Keywords:** Surface Tension, Contact Angle, Wettability, Hydrophobicity

### 1. GİRİŞ

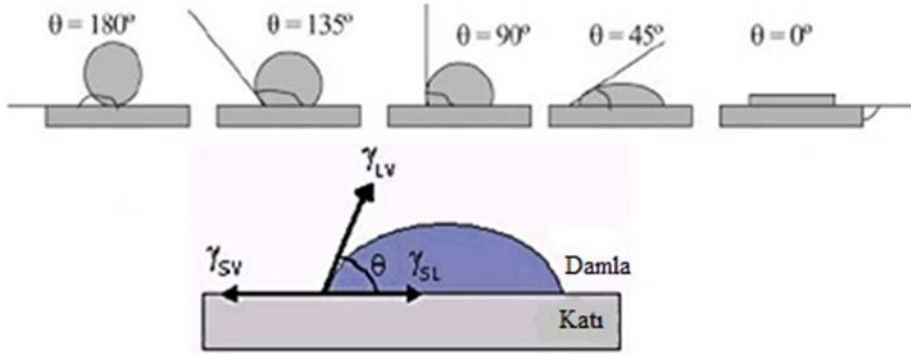
Madencilik endüstrisi içerisinde yer alan cevher hazırlama işlemlerinde, özellikle ince taneli cevherlerin ekonomik olarak kazanımında uygulanan yöntemler başlıca flotasyon, makaslama flokülasyonu, yağ aglomerasyonu olarak sayılabilir (Yarar, 1988; Somasundaran, 1980; Capes ve Darcovich, 1984; Laskowski, 1992; Düzyol, 2009). Günümüzde yaygın olarak kullanılan flotasyon yöntemi, süspansiyondaki mineral yüzeylerinin uygun reaktiflerle muamele edildikten sonra bazı mineral yüzeylerinin havaya karşı (hidrofobik), bazı mineral yüzeylerinin ise suya karşı (hidrofilik) seçimli yaklaşmalarından faydalanılarak birbirinden

---

<sup>1</sup> Doç.Dr., Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 42075, Konya, e-mail: selmad@selcuk.edu.tr

ayrılması işlemidir. Makaslama flokülasyonu ise flotasyon yöntemine benzer olarak, hidrofobik tanelerin uygun şartlarda bir araya getirilerek kazanılmasıdır. Flotasyon ve makaslama flokülasyonundan farklı olan yağ aglomerasyonunda da yine tanelerin hidrofobik olması istenir. Yağ aglomerasyonunda, yeterli hidrofobisiteye sahip tanelerin, uygun yağların bağlayıcılık etkisiyle biraya getirilmesiyle oluşan yapının (aglomerat) boyut farklılığından faydalanılarak kazanılması söz konusudur. Bahsedilen bu yöntemlerde minerallerin fizikokimyasal yüzey özellik farklılıklarından faydalanılmakla birlikte tane hidrofobisitesi oldukça önemli olmaktadır (Fuerstenau ve ark., 1991).

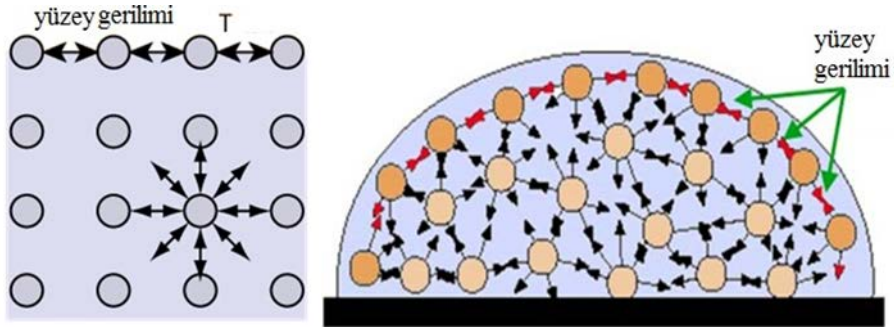
Hidrofobisite, bir mineralin hava-severliğinin ölçüsü olup, çoğunlukla temas açısı ( $\theta$ ) ile değerlendirilir. Katı, sıvı ve havadan oluşan üçlü faz sisteminde, sıvının parlatılmış veya preslenmiş katı yüzeyinde oluşturduğu statik haldeki açı, temas açısı olarak tanımlanır (Şekil 1). Bu açının artması durumunda katı yüzeyi, sıvı tarafından ıslatılmamakta dolayısıyla katı yüzeyi hidrofobik olarak ifade edilmektedir. Yüksek temas açısı, katının daha hidrofobik olduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 1. Katı yüzeyinde sıvının oluşturduğu farklı temas açılarının gösterimi

Yüzey gerilimi ( $\gamma$ ), iki faz arasındaki ara yüzeyin birim miktarda artışı ile yapılan tersinir iş şeklinde tanımlanmakta olup sıvıların yüzey gerilimi, çoğunlukla sıvı yüzeyinde birim uzunluktaki herhangi bir çizgi ile  $90^\circ$ 'lik açı yapan kuvvet olarak ifade edilmektedir. Her ne kadar yüzey gerilimi olarak ifade edilse de, bir ara yüzey söz konusu olup yüzey gerilimi ile ara yüzey gerilimi aynı anlamı taşımaktadır.

Bir sıvının molekülleri arasındaki kohezyon kuvveti, moleküllerin her yöne doğru çekilmesini sağlar. Ancak sıvı yüzeyinde (hava ile temas eden yüzeylerinde), karşı kuvvetler olmadığından, moleküller sıvının içine doğru çekilmeye çalışılır (adezyon kuvveti). Bu durum, hava ile temas eden yüzeyin mümkün olduğunca küçülmesine ve küre şeklini almasına dolayısıyla yüzey alanının minimum duruma gelmesine neden olur (Şekil 2). Sıvının yüzeyini küçültme gayretine, yüzey gerilimi denir. Bir sıvının yüzeyinin genişletilmesiyle, molekülleri yeni yüzeye itmek için bir iş yapılmış olur. Bunun için de bir enerji harcamak gerekir. Bu da dyn/cm veya mN/m olarak ifade edilir (Birdi, 2009).



Şekil 2. Sıvı yüzeyinde moleküllerin dengesizliğinden kaynaklanan yüzey gerilimi.

Statik haldeki katı yüzeyinde bulunan sıvı damlacığının oluşturduğu temas açısı, ilk olarak Thomas Young (1805) tarafından ara yüzey gerilmeleri ile ifade edilmiştir. Üç fazın (katı, sıvı ve hava) dengede olduğu durumda ara yüzey gerilmeleri toplamı sıfıra eşit olmakta ve temas açısı;

$$\cos\theta = \frac{\gamma_{SV} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LV}} \quad (1)$$

olarak bulunur. Burada;  $\gamma_{SV}$ ,  $\gamma_{SL}$  ve  $\gamma_{LV}$  sırasıyla katı-hava, katı-sıvı ve sıvı-hava ara yüzey gerilmelerini ifade etmekte olup Eşitlik 1, “Young Eşitliği” olarak bilinmektedir.

Ölçülebilen bir büyüklük olan  $\gamma$ , kullanılan kimyasal reaktiflerin varlığı ile kolayca değişebildiğinden cevher zenginleştirme işlemlerinde temas açısı kadar önemlidir. Bu nedenle, bu çalışmada  $\gamma$  ve  $\theta$ 'nın ölçülmesi hakkında genel bir değerlendirme yapılmıştır.

## 2. ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

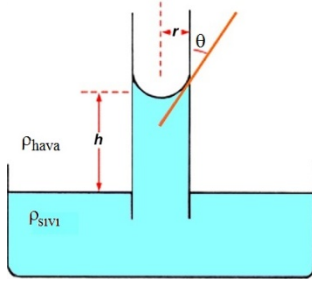
Cevher zenginleştirme işlemlerinde oldukça yaygın olarak uygulanan flotasyon yönteminde, katı, sıvı ve havadan oluşan üç fazlı sistem söz konusudur. Yağ aglomerasyonu yönteminde ise bu sistemi, katı, sıvı ve yağ meydana getirmektedir. Kullanılan zenginleştirme yöntemlerinden bağımsız olarak minerallerin ıslanabilme özellikleri ön plana çıkmakta ve zenginleştirme işleminin başarısını etkilemektedir. Benzer şekilde kullanılan sıvının (ki bu sıvı genellikle içinde kimyasallar olan seyreltik bir su çözeltisidir) yüzey gerilimi de minerallerin ıslanmasını etkilemektedir.

### 2.1. Ara Yüzey Gerilimi Ölçüm Yöntemleri

#### 2.1.1. Kılcalda (kapilerde) yükselme yöntemi:

Bir cam kılcal tüp sıvıya daldırıldığında sıvı, tüp içerisinde belli bir seviyeye kadar yükselir (Şekil 3). Bunun sebebi, sıvı ile kılcal tüp arasındaki adezyon kuvvetinin sıvının molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetinden daha fazla olmasıdır. Sıvı yerçekimi kuvveti ile dengeleninceye kadar yükselmeye devam eder ve tüp cidarlarını ıslatır (temas açısı  $90^\circ$  den küçükse). Sıvının tamamen tüp cidarlarını ıslattığı durumda  $\theta=0^\circ$  ve  $\cos\theta=1$  olur ve bu durumda yüzey gerilimi, tüp içerisindeki sıvı ile sıvı yüzeyi arasındaki yükseklik farkından

faizdalanılarak aşağıdaki Eřitikten (2) hesaplanır. Burada hesaplanan yüzey gerilimi, sıvının havaya karşı olan yüzey gerilimidir (Bartell ve Osterhof, 1927).



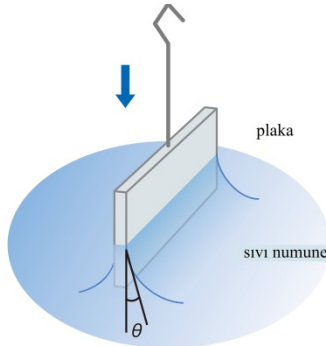
$$\gamma = \frac{1}{2} r h \rho g \quad (2)$$

Burada;  
 h: sıvı yüksekliği (cm),  
 r: kılcal tüp yarıçapı (cm)  
 ρ: sıvı yoğunluğu (g/mL),  
 g: 981 (cm/sn<sup>2</sup>)

Şekil 3. Kılcalda yükselme yöntemi ile yüzey geriliminin belirlenmesi.

### 2.1.2. Plaka Yöntemi (Wilhelmy Plate):

Bu yöntemde, sıvının içine daldırılan lamel şeklindeki platin plakanın (Wilhelmy plakası) bir ucu, terazinin kefesine bağlanır (Şekil 4). Plaka, sıvı yüzeyi ile temas ettiğinde sıvı tarafından yukarı doğru ısıtılır (Wilhelmy, 1863). Bu durumda yüzey gerilimi plakanın çevresine etki eder ve çekme kuvvetinin (F) tespit edilmesiyle sıvının yüzey gerilimi Eřitik 3' ten belirlenir.



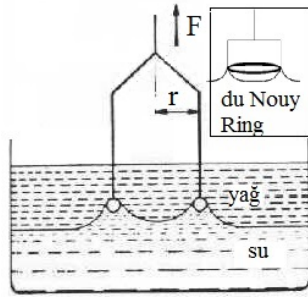
$$\gamma = \frac{F}{2(d+w)\cos\theta} \quad (3)$$

Burada;  
 F: plaka üzerinde etkili kuvvet (dyn)  
 d: plaka genişlięi (cm)  
 w: plaka uzunluęu (cm)  
 θ: temas açısı (°), pratikte nadiren ölçülebilir tam ıslanma durumunda 0 kabul edilir

Şekil 4. Plaka yöntemi ile yüzey geriliminin belirlenmesi.

### 2.1.3. Halka-Koparma Yöntemi (Du Noüy Ring Tensiyometresi):

Yüzey ve ara yüzey gerilimi ölçümlerinde yaygın olarak kullanılan bu yöntemde, platinden yapılmış özel bir deney aparatı kullanılır (Harkins ve Jordan, 1930; Freud ve Freud, 1930). Bu halka aparatın, yüzey veya ara yüzeye paralel olarak daldırılması ve tekrar dikey yönde çekilmesi sırasında sıvının yüzey gerilimi, halka üzerinde bir kuvvet meydana getirir. Alet, halkanın sıvıdan koparılması için gerekli olan kuvvetin yüzey/ara yüzey gerilimi ile orantılı olması esasına göre ölçüm yapar (Şekil 5). Yüzey veya ara yüzey gerilimi Eřitik 4' ten hesaplanır.



$$\gamma = \frac{FC}{2(2\pi r)} \quad (4)$$

Burada;  
 F: halka üzerinde etkili kuvvet (dyn)  
 r: halkanın yarıçapı (cm)  
 C: düzeltme faktörü

Şekil 5. Halka- koparma yöntemi ile yüzey geriliminin belirlenmesi.

#### 2.1.4. Damla Ağırlığı Yöntemi:

Yarıçapı bilinen bir pipetin kullanıldığı bu yöntemde, pipetten damlatılan damlanın ağırlığı nedeniyle kopmasından hareketle sıvının yüzey geriliminin hesaplanması esasına dayanmaktadır (Amberg, 1946). Sıvının yüzey gerilimi, r yarıçaplı pipetten (Şekil 6) düşen damlanın ağırlığı ölçülerek Eşitlik 5'ten hesaplanır. Pratikte, pipetin ucunda bir miktar sıvının düşmeden kaldığı gözlenerek, eşitlikteki düzeltme faktörü ilave edilmiştir. Uygulamada tek bir damlanın kütesinin belirlenmesi zor olduğundan genellikle 50-100 damla sayılarak tartılır ve buradan tek bir damla ağırlığına geçilir.



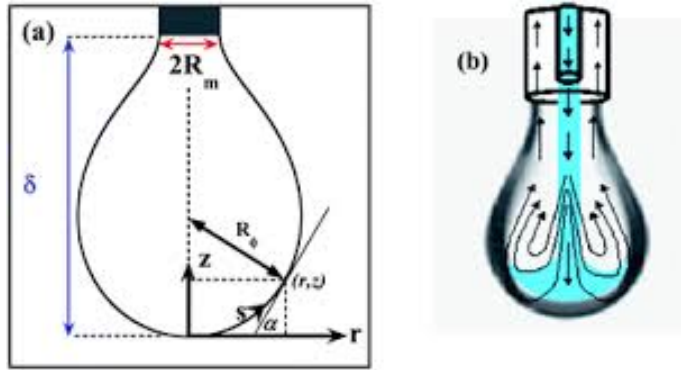
$$\gamma = \frac{Fmg}{2\pi r} = \frac{FV\rho g}{2\pi r} \quad (5)$$

Burada;  
 m: damlanın kütlesi (g),  
 r: pipet yarıçapı (cm)  
 V: damlanın hacmi (ml veya cm<sup>3</sup>)  
 ρ: sıvı yoğunluğu (g/ml),  
 F: düzeltme faktörü (r/V<sup>1/3</sup>)

Şekil 6. Damla ağırlığı yöntemi ile yüzey geriliminin belirlenmesi.

#### 2.1.5. Asılı Damla Yöntemi (Pendant Drop):

Çapı belirli bir iğnenin ucundan dikey yönde aşağı bırakılan sıvı, özel bir şekil alır (Şekil 7). Sıvının yoğunluğu, miktarı ve yüzey gerilimi, asılı damlanın şeklini belirler. Bu şekil analiz edilerek yüzey ve ara yüzey gerilimi değeri belirlenebilir (Kingery, 1959). Asılı damla yöntemi, plakaları kolaylıkla ıslatmayan, erimiş polimerleri ve iki sıvı arasındaki ara yüzey gerilimini ölçen yüksek derecede yapışkan sıvılar için bile kolaylıkla uygulanabilir.

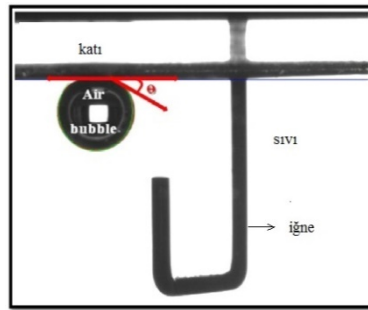


Şekil 7: Asılı damla tekniği ile yüzey geriliminin belirlenmesi.

## 2.2. Temas Açısı Ölçüm Yöntemleri

### 2.2.1. Hapsedilmiş Kabarcık Yöntemi (Captive Bubble):

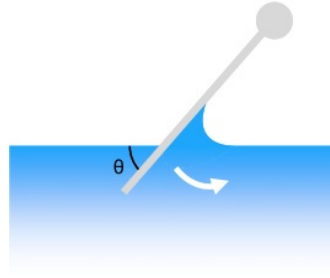
Taggart ve ark (1930) tarafından geliştirilen bu yöntemde, sıvı içerisinde bulunan katının alt yüzeyine hapsedilen hava kabarcığının oluşturduğu temas açısı ölçülebilir. Çok az miktardaki hava (yaklaşık 0.05 ml), sıvı içerisinde bulunan katının alt yüzeyine özel bir iğne yardımıyla tutturularak temas açısı oluşturulur (Şekil 8). Burada, katı yüzeyinin mümkün olduğu kadar yatay olması önemlidir. Ancak fazla sıvı kullanımı, katının sıvı içerisinde şişme ve dağılması söz konusu olabilmektedir.



Şekil 8. Hapsedilmiş kabarcık yöntemi ile temas açısının belirlenmesi.

### 2.2.2. Eğik Plaka Yöntemi (Tilting Plate):

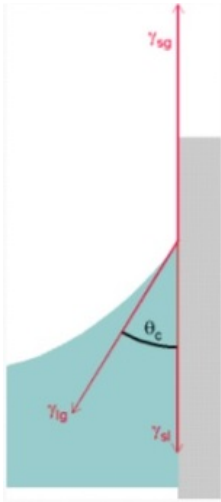
Adam ve Jasop (1925) tarafından geliştirilen bu yöntemde, dikdörtgen şeklinde bir plaka bir kenarından sıvı yüzeyinde sabit bir şekilde tutturulur. Daha sonra plakanın serbest olan ucu, ağızına kadar sıvı dolu bir kabin içine bir kenarından daldırılır ve bu esnada plakanın her iki yüzeyinde sıvı tarafından bir eğrilik oluşur. Plakanın bir yüzeyindeki eğrilik, Şekil 9'daki gibi dik duruma gelinceye kadar yavaşça sıvı içinde döndürülür ve plaka üzerinde oluşan açı belirlenir (Yuan ve Lee, 2013). Bu yöntem ile çok küçük temas açılarının ( $< 10^\circ$ ) ölçülebilmesi mümkündür (Spreece ve ark., 1957).



Şekil 9. Eğik plaka yöntemi ile temas açısının belirlenmesi.

### 2.2.3. Wilhelmy Denge Yöntemi (Wilhelmy Balance):

Wilhelmy denge yöntemi (Wilhelmy, 1863), katı bir numunede temas açısının dolaylı olarak ölçülebildiği yaygın bir tekniktir. İnce, pürüzsüz, dikey bir plaka bir sıvı ile temasa getirildiğinde, ağırlığındaki değişim bir denge yoluyla tespit edilir (Şekil 10). Denge üzerinde tespit edilen kuvvet değişikliği, yüzdürme kuvveti ve ıslatma kuvvetinin bir kombinasyonudur (yerçekimi kuvveti aynı kalır). Toplam tespit edilen dengedeki değişimden Eşitlik 6 ile temas açısı belirlenir. Böylece, sıvının yüzey gerilimi ve plakanın çevresi biliniyorsa, temas açısı değeri kolayca hesaplanabilir.



$$F = \gamma P \cos \theta - V \Delta \rho \quad (6)$$

Burada;

P: plaka çevresi,

V: yer değiştiren sıvı hacmi

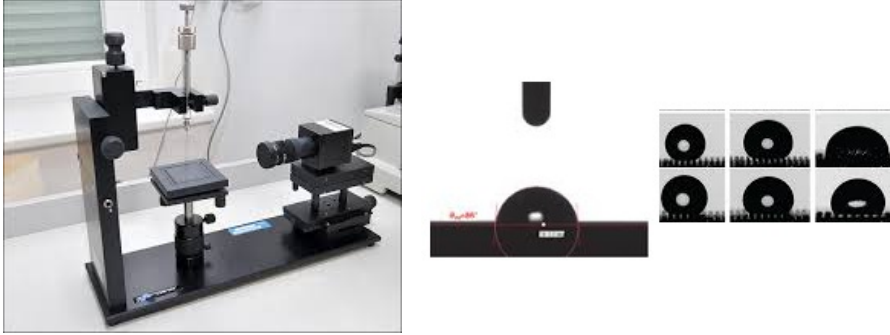
$\Delta \rho$ : sıvı-hava yoğunluk farkı

Şekil 10. Wilhelmy denge yöntemi ile temas açısının belirlenmesi.

### 2.2.4. Gonyometre ile Durağan Damla Ölçümü (Sessile Drop):

Temas açısı ölçümünde oldukça yaygın kullanılan bu yöntem, sıvı damlasının düz bir yüzey üzerinde dengede olduğu durumda üç fazlı temas noktasındaki teğet açısının doğrudan ölçümüne dayanmaktadır. İlk olarak Bigelow ve ark. (1946) tarafından cilalanmış yüzeyler üzerindeki çeşitli sıvıların temas açısını ölçmek için tasarlanan basit bir gonyometre, Zisman

tarafından 1960 yılında geliştirilerek ticari olarak üretilmeye başlanmış ve günümüzde farklı firmalar tarafından da üretilmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. Temas açısı ölçüm cihazı (gonyometre)

Gonyometre ile cihaz üzerinde uygun yere yerleştirilmiş katı üzerine özel şırıngadan damlatılan sıvının oluşturduğu temas açısının ölçümü, bir kamera yardımıyla alınan görüntü üzerinde gerçekleştirilir. Özel şırınga ve kamera sayesinde dinamik temas açılarının da ölçülmesi mümkündür. Çok az miktarlarda sıvı kullanılması ve çok küçük yüzeylerde temas açısının ölçülmesine olanak sağlamasına rağmen, kullanıcının tecrübesine göre hatalı ölçüm yapılma olasılığı fazladır.

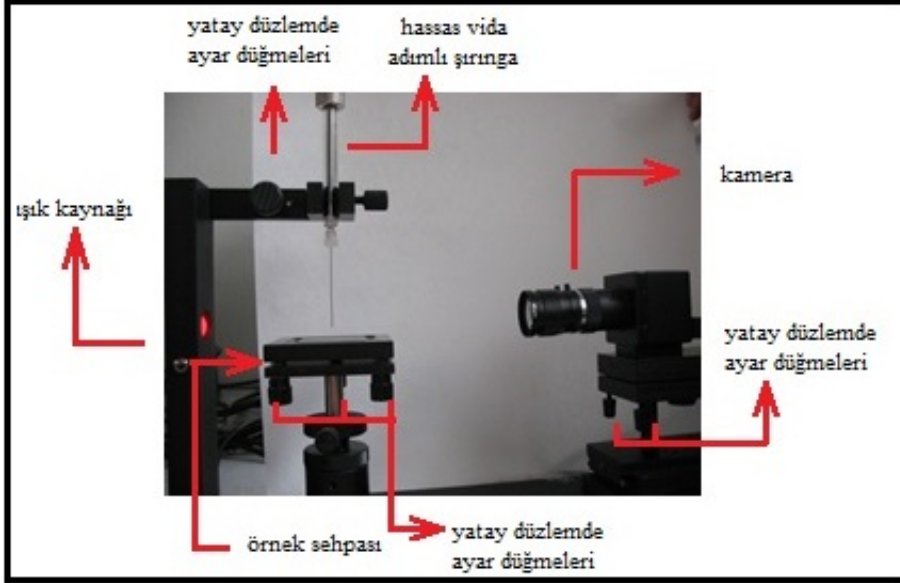
### 3. GONYOMETRE İLE YÜZEY GERİLİMİ VE TEMAS AÇISI ÖLÇÜMÜ- ÖRNEK UYGULAMA

#### 3.1. Gonyometre ile Yüzey Gerilimi Ölçümü

Gonyometre ile yoğunluğu bilinen sıvıların yüzey ve ara yüzey gerilimlerinin kolaylıkla ölçülmesi mümkündür. Bu çalışmada örnek olarak verilen uygulamada kullanılan cihaz; kamera, örnek sehpa, ışık kaynağı ve şırıngadan oluşmaktadır (Şekil 12).

Bu cihazla yüzey gerilimi ölçmek için, sıvı hassas şırınganın içine çekilir. Şırınganın temiz olmasına yani bir önceki ölçümden kalan sıvıdan arındırılmış olmasına dikkat edilmelidir. Şırınga cihaz üzerine yerleştirildikten sonra kamera ayarlanarak, kameranın bağlı olduğu bilgisayar ekranında görüntü netleştirilir. Gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra sıvı, şırınganın ucundan yavaşça sarkıtılmaya başlanır. Daha sonra cihazın kayıt düğmesine basılır ve damla şırınganın ucundan kopana kadar sarkıtılmaya devam edilir. Bu sırada kamera, kullanıcının daha önceden belirlemiş olduğu zaman aralıklarında sarkan damlanın görüntüsünü alarak kaydetmektedir. Alınan görüntü sayısı yapılan işlemin hassasiyetine ve kullanıcının tecrübesine bağlıdır. Damla koptuktan sonra görüntü alma işlemi kesilir ve kaydedilen görüntüler içerisinden damlanın şırıngadan kopmadan hemen önceki görüntüsü seçilerek hesaplama kısmına geçilir. Cihazın bu görüntüden elde ettiği şekil faktörü ile yazılımında bulunan eşitlikten, sıvının yüzey gerilimi değerini hesaplar ve mN/m şeklinde ekrana verir. Cihaz yüzey gerilimini, görüntü üzerinde eğri uydurulmasıyla elde edilen şekil faktöründen hesaplandığı için seçilen görüntünün doğru olması son derece önemlidir. Aksi takdirde hatalı sonuçlar elde edilmesi kaçınılmazdır.





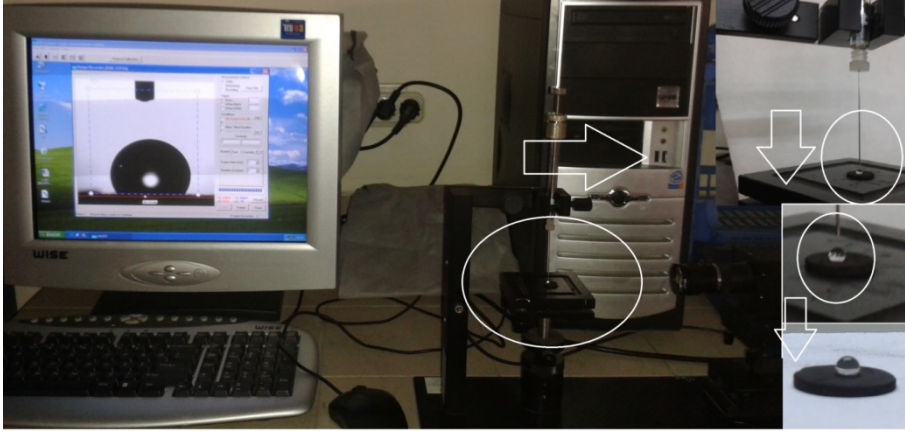
. Şekil 12. Temas açısı ve yüzey gerilimi ölçümü yapabilen bir gonyometre.

### 3.2. Gonyometre ile Temas Açısı Ölçümü

Parlatılmış veya preslenmiş yüzeyler üzerinde temas açısı ölçümleri gerçekleştirilebilmektedir. Ancak ölçülen açının doğru olması için, katı yüzeyinin mümkün olduğunca düz ve pürüzsüz olması gerekmektedir. Aksi halde katı yüzeyinden kaynaklanan sorunlar, ya temas açısının yanlış hesaplanmasına ya da sıvı yüzeyinin kirlenmesi neticesinde temas açısının tespit edilememesine yol açabilir.

Temas açısı ölçümü için, hazırlanmış olan numune cihazın örnek sehpasına yerleştirilerek kameranın bağlı olduğu bilgisayar üzerinden izlenen görüntü netleşinceye kadar gerekli ayarlamalar yapılır. Daha sonra katı numune üzerine şırınga ile su damlatılır. Statik temas açısının ölçümü için, katı, sıvı ve havadan oluşan üç fazın dengeye gelmesi beklenir. Dengeye geldikten sonra cihazın kayıt düğmesine basılır. Alınan görüntü üzerinde gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra hesaplama kısmına geçilir. Cihaz, bu damlanın görüntüsü üzerine eğri uydurarak elde ettiği şekil faktörünü kullanarak temas açısını  $\theta_{sol}$  ve  $\theta_{sağ}$  olmak üzere, derece cinsinden ekrana verir. Numune yüzeyinde herhangi bir eğrilik olması durumunda ölçülen bu iki açı, birbirinden farklı olacaktır. Numune yüzeyinin düz olmadığı durumlarda, örnek sehpasının altındaki düğmeler kullanılarak yüzey olabildiğince yatay eksene paralel ayarlanmalıdır. Şekil 13'te örnek bir uygulama görülmektedir (Düzyol ve Şensöğüt, 2015).

Temas açısı ölçümü de yüzey gerilimi ölçümünde olduğu gibi kullanıcıya oldukça bağlıdır ve ayarlamalar dikkatli bir şekilde tecrübeli kişiler tarafından yapılmazsa ölçülen açıların doğruluğu tartışılır.



Şekil 13. Gonyometre ile temas açısı ölçümüne örnek bir uygulama

#### 4. SONUÇ

Cevher hazırlamada ıslanabilirliğe bağlı olan işlemlerde, minerallerin ıslanabilirliklerini belirleyen parametreler olan temas açısı ve yüzey gerilimi oldukça önemlidir. Temas açısının yüksek olması yüksek hidrofobisiteyi ifade ettiğinden, zenginleştirme işlemlerinin başarısını da arttırmaktadır. Özellikle flotasyon, yağ aglomerasyonu işlemlerinde minerallerin yüksek hidrofobisiteye sahip olması istenir. Bu sayede, uygulanan zenginleştirme yönteminde istenilen mineralin kazanılması ile yüksek verimlere ulaşılabilir. Benzer şekilde yüzey gerilimi de kullanılan reaktifler nedeniyle değişebilmektedir. Yüzey geriliminin ölçülerek kontrol altında tutulması dolayısıyla minerallerin ıslanabileceği kritik seviyelerin altına inmesinin engellenmesi mümkündür. Sonuç olarak bu çalışmada bahsedilen temas açısı ve yüzey gerilimi parametrelerin doğru olarak ölçülmesi, uygulamada istenilen hassasiyetin elde edilmesi açısından son derece önemlidir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Adam, N.K., Jessop, G.J., 1925, Angles of contact and polarity of solid surfaces, Chem. Soc., 127, 1863–1868.
- [2] Amberg, C.R., 1946, Effect of molybdenum and other oxides on surface tension of silicate melts and on properties of refractories and abrasives, J Am Ceram Soc, 29, 87–93.
- [3] Bartell, F.E., Osterhof, H.J., 1927, Determination of the wettability of a solid by a liquid, Ind. Eng. Chem., 19, 1277–1280.
- [4] Bigelow, W.C., Pickett, D.L., Zisman, W.A., 1946, Oleophobic monolayers. 1. Films adsorbed from solution in non-polar liquids, J. Coll. Sci., 1, 513–538.
- [5] Birdi, K.S., 2009, Surface and Colloid Chemistry, in: Handbook of Surface and Colloid Chemistry, K.S. Birdi, (ed.), CRC Press, New York., 1–43.

- [6] Capes, C.E., Darcovich, K.,1984, A survey of oil agglomeration in wet fine coal processing, *Powder Technology*, 40, 43–52.
- [7] Düzyol, S., 2009, Cevher Hazırlamada Islanabilirliğe Dayanan İşlemlerde Hidrofobisite ve Yüzey Geriliminin Etkisi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye.
- [8] Düzyol, S., Şensöğüt, C., 2015, The relation between hydrophobic flocculation and combustion characteristics of coal, *Fuel Processing Technology*, 137, 333–338.
- [9] Freud, B.B., Freud, H.Z., 1930, A theory of the ring method for the determination of surface tension, *J. Amer. Chem. Soc.*, 52, 5, 1772–1782.
- [10] Fuerstenau, D.W., Diago, J., Williams, M.C., 1991, Characterization of the wettability of solid particles by film flotation 1. Experimental investigation, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 60, 127–144.
- [11] Harkins, W.D., Jordan, H.F., 1930, A method for the determination of surface and interfacial tension from the maximum pull on a ring, *J. Amer. Chem. Soc.*, 52, 5, 1751–1772.
- [12] Kingery, W.D., 1959, Surface tension of some liquid oxides and their temperature coefficients, *J Am Ceram Soc.*, 42, 6–10.
- [13] Laskowski, J.S., 1992, Oil assisted fine particle processing, In: *Colloid Chemistry in: Mineral Processing*, J.S. Laskowski and J. Ralston (eds.), Elsevier, New York, 361–394.
- [14] Somasundaran, P., 1980, Principles of flocculation, dispersion, and selective flocculation, in: *Fine Particle Processing*, P. Somasundaran, (ed.), AIME, New York, 947–975.
- [15] Spreece, A.L., Rutkowski, C.P., Gaines, G.L. Jr., 1957, Apparatus for the Measurement of Small Contact Angles between Liquids and Solids, *Rev. Sci. Instrum.*, 28, 636–637.
- [16] Taggart, A.F., Taylor, T.C., Ince, C.R., 1930, Experiments with Flotation Agents, *Trans. Am. Inst. Min. Metall. Pet. Eng.*, 87, 285–386.
- [17] Wilhelmy, L., 1863, Ueber die abhangigkeit der capillaritats-constanten des alkohols von substanz und gestalt des benetzten festen korpers, *Annalen der Physik und Chemie (Leipzig)*, 119, 6, 177–217.
- [18] Yazar, B., 1988, Gamma flotation: a new approach to flotation, using liquid–vapor surface tension control, in: *Developments in Mineral Processing*, S.H. Castro and J. Alvarez (eds.), Elsevier, New York, 4164 p.
- [19] Young, T., 1805, An essay on the cohesion of fluids, *Philos. Trans. R. Soc. London*, 95, 65–87.
- [20] Yuan, Y., Lee, T.R. 2013, Contact Angle and Wetting Properties, in: *Surface Science Techniques*, G. Bracco, B. Holst (eds.), Springer Series in Surface Sciences, 51, 1–33.

## BUCKET OVERLOADING RATIO OF MINING SIZE WHEEL LOADERS & LOAD DISTRIBUTION CURVES - A CASE STUDY

Metin Özdoğan<sup>1</sup>, Hakkı Özdoğan<sup>2</sup>

### ABSTRACT

It is extremely important to monitor bucket payload of mining wheel loader in terms of evaluating both performance of the operator and the equipment. Both underloading and overloading should be avoided. It is better sticking to the optimum payload recommended by the Original Equipment Manufacturer (OEM) which represents the optimum load for the equipment. Neither overloading nor underloading of wheel loader (WL) is recommended. Underloading is not good from productivity point of view; whereas, overloading will be shortening the life expectancy of the machine in the long run and lower the Mean Time Between Failures, (MTBF).

A LeTourneau L-1350 model (21m<sup>3</sup>) Electric Wheel Loader (EWL) operating in a gold mine in Uşak, Aegean Turkey, was monitored via onboard device for five cases. The payloads, overloads and critical overloads; load distribution curves of shifts with respect to overloads investigated. The overload and critical payload counts are given and ratios in total bucket counts are calculated and illustrated for the cases reviewed.

**Keywords:** Electrical Wheel Loader, Bucket Payload, Target Payload, Bucket Overload, Bucket Critical Overload, Payload Distribution.

### ÖZET

Elektrik tekerli yükleyicinin kepçe yükünü izlemek, hem operatörün hem de ekipmanın başarımını değerlendirmek bakımından olağanüstü önemlidir. Kepçeyi makina üreticisi tarafından önerilen hedef yükten az ya da çok yüklemekten kaçınılmalıdır. Optimum yükten az doldurmak araç üretkenliği bakımından, çok doldurmak ise araç ömrü ve sağlığı açısından önerilmez. Kepçenin aşırı yüklenmesi makinadan beklenen ömrün ve arızalar arası sürenin kısılmasına neden olur.

Ege Bölgesinde, Uşak'da bir altın madeninde çalışan bir LeTourneau L-1350 model (21m<sup>3</sup>) elektrik tekerlekli yükleyicinin başarımı özellikle kepçe yükü ve aşırı kepçe yükleri yönünden izlenen beş vaka verilmiştir. Vardiya ve günlük kepçe yükü dağılım eğrileri, aşırı ve kritik aşırı yük sayıları ve yüzdeleri irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrik Tekerli Yükleyici, Kepçe Yükü, Hedef Kepçe Yükü, Kepçe Aşırı Yükü, Kritik Kepçe Aşırı Yükü, Kepçe Yük Dağılımı.

<sup>1</sup> Dr. Maden Yüksek Mühendisi, Çayyolu Mahallesi, 2706. Sokak, Havadar Sitesi No:44 Çankaya, 06810 ANKARA e-mail: metinozdogan@gmail.com

<sup>2</sup> Elektrik-Elektronik Mühendisi, Çayyolu Mahallesi, 2706. Sokak, Havadar Sitesi No:44 Çankaya, 06810 ANKARA e-mail: hakki@idealph.com

## **1. INTRODUCTION**

### **1.1 Overview**

Surface Mining Equipment mainly comprise of wheel loaders, hydraulic shovels, hydraulic backhoes, electric rope shovels and electric walking draglines. Large wheel loaders (electric or mechanic) have grown in size to match large off-highway mining size trucks developed. If the prevailing conditions of the mine favours, it is a low capital cost alternative as a loading tool. Where mobility is paramount (selective mining, multiple loading faces etc.) the mining class wheel loaders are primary loading tools. Mining size wheel loaders are available in 15m<sup>3</sup>, 20 m<sup>3</sup>, 25 m<sup>3</sup>, 30 m<sup>3</sup>, 40 m<sup>3</sup> bucket ranges;and capable of loading to 150 tonnes, 200 tonnes, 250 tonnes, 350 tonnes and 400+ tonnes range off -highway trucks (OHT). Wheel loaders need wider benches to manoeuvre, eventhough they are articulated 40° degrees [1].

Firm level, dry, smooth and wide bench floors, drained wet sections to minimize tire damage, well-blasted materials for minimizing penetrating time, especially in the toe-area of the face, multiple faces, frequent moving, lower bench heights are favourable conditions for wheel loader applications. Whereas, soft, wet and weak bench floors, poor blasting, loading areas with limited spaces are unfavourable conditions for wheel loader applications [11].

Productivity of the loading equipment affected by several factors: Muckpile characteristics, loader type and design, loading geometry and practice and operating conditions [10].

### **1.2 Bucket Payload**

Payload (PYLD) is the net weight of the material in the bucket excluding the dead weight of the bucket and rigging. Payload limit (PYLD-L) is the recommended load limit by the OEM not to exceed the optimum bucket load. Exceeding this load limit implies wear and tear on the equipment and shorter economic life span [2].

Poor bucket fill factor (BFF) is generally an indicator of the loader operators' miss of some critical skills; and consequently implying loss of production. It is important to have a good match between the loader bucket sizes and haul truck capacity. If the operator cannot fill the bucket correctly, the expected BFF can not be achieved. The reason why may either be not digging right angle to the face or poor penetration into the bank [1][9]. Safe and quick training of operators is achieved by having realistic virtual training simulators, at the site. Operator training simulators secure less machine downtime, fewer accidents, more efficient and productive wheel loader operation [1].

Improved bucket fill factor results in less passes and better productivity. Poorly blasted material will result in partially filled buckets as well as having to work over toe and uneven floors. It is also important to make sure that the operator has the right tool for the job. A good bucket, matched to the application and machine is critical to achieve both short loading cycles with good bucket fill, resulting in high productivity [1][6].

Correct haul-truck positioning can make a tremendous difference to the safety and productivity of the load and haul operations [1][9].

## 2. FIELD INVESTIGATIONS

### 2.1 Equipment Specifications

The studied electric wheel loader (EWL) (21m<sup>3</sup>) is a high-lift electric wheel loader (LeTourneau L-1350) operating at Kisladag open pit gold mine (Figure-1); The data belongs to September 2016 and recorded by the onboard monitor of the equipment. It is a diesel electric drive loader and has four motorised electric wheels. Thus, the mechanical drive train is avoided and energy is transferred to the wheel motors via electric cables, only. By design, it has less number of moving parts so it requires less number of parts to maintain and replace. It consumes considerable less amount of fuel compared to mechanical mining loaders because of the design features. Some of the technical specifications are given in Table-1.

**Table 1** Some technical specifications of L-1350 Electric Wheel Loader [1]

Specifications	Standard Lift Model	High Lift Model
Engine	1193 kW (1600HP)	1193 kW (1600HP)
Breakout Force	961 kN	987 kN
Operating Weight	184 tons	186 tons
Static Tipping Load	102 tons	95 tons
Bucket Capacity	23 m <sup>3</sup>	21 m <sup>3</sup>
Payload	-----	31 tons
Payload Limit	-----	34 tons
Overload Limit	-----	37.4 tons
Critical Overload Limit	-----	40.8 tons



**Figure 1** L-1350 is loading to Hitachi HT-AC-5500 OHT at the gold mine in Uşak

The original equipment manufacturer (OEM) suggested payload (PYLD) is 31 t and payload limit (PYLD-L) of L-1350 high-lift loader is 34 tons. The overload limit (OVRD-L) is 10% excess of PYLD-L which is 37.4 tons. Whereas, critical overload limit (C-OVRD-L) is 20% excess of PYLD-L that is 40.8 tons [1][9]. When the bucket load reaches to critical overload limit, the hoist system stops working to protect the equipment; upon the excess material is dumped off, the hoist system starts functioning again[1] [11].

The target payload (T-PYLD) is taken 10% lighter than PYLD-L which is about 34 tons. The OEM recommends that the payload deviation of the target payload should not be greater or smaller than 5%.

Please note that bucket capacity is sized to material density. Standard rock bucket is based on a material density of 17,46 N/ m<sup>3</sup> (1,78 kg/m<sup>3</sup>) by the manufacturer [2].

### 2.2 Electric Wheel Loader Bucket Payloads

Target payload (T-PYLD) is the optimum load suggested by the original equipment manufacturer; effort should be spent to reach the target payload and it is recommended that the

deviation from this load should be in the range of  $\pm 5\%$ . See Table-2 for the EWL and OHT (Off-Highway Truck) payloads of the cases monitored in the gold mine.

Table 2 Average per shift bucket and truck payloads of the cases monitored.

Case#	Shift#1 (07-19hrs)			Shift#2 (19-07hrs)			Daily PYLD
	PYLD	# of Passes	T-PYLD	PYLD	# of Passes	T-PYLD	
1	30	4	131	32	5	171	31
2	30	6	169	30	4	116	30
3	31	6	160	30	4	127	30
4	35	4	130	35	4	124	35
5	30	4	124	31	4	122	30
Mean	31.2 $\pm$ 2.2	5 $\pm$ 1	143 $\pm$ 20	31.6 $\pm$ 2.1	4 $\pm$ 0.5	132 $\pm$ 22	31.2 $\pm$ 2.2

Not digging straight angle to the face results in poor bucket fill factors; it is also very hard on the loader, see Figure-2. It twists the loader frame, results in broken corner adapters on the bucket and causes unnecessary wear and tear on the machine [1]. The most common position for the truck to be placed at 45 degrees to the face and close into it, with the loader loading from driver's side. By placing the truck at this angle, the shortest possible loader travel distance is ensured guaranteeing productivity [6][8].

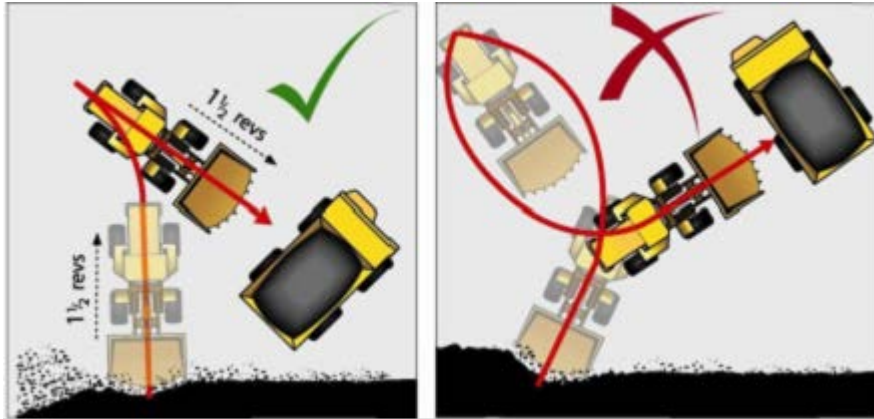
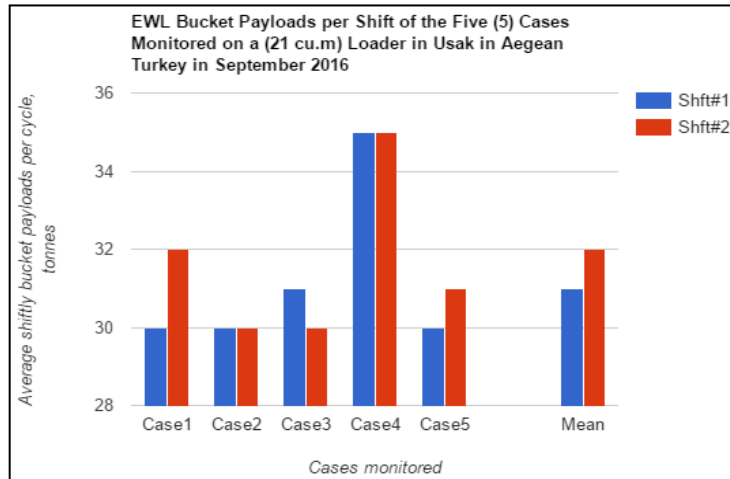


Figure 2 The position of wheel loader and truck with respect to the face [4]

It should be made sure that the loader operators dig at right angles to the face whenever possible, Figure-2. It should also be ensured that the back of the bucket is filled through good initial penetration. Bucket should be flicked before leaving the face in order to reduce the tyre damage [1][9].

Average bucket payloads shift 1 and 2 are depicted in Figure-3 for the five cases monitored. Case 2 have the highest bucket payloads in both shifts. This might be due to the style of the operator and/or density change of the face due to selective mining.

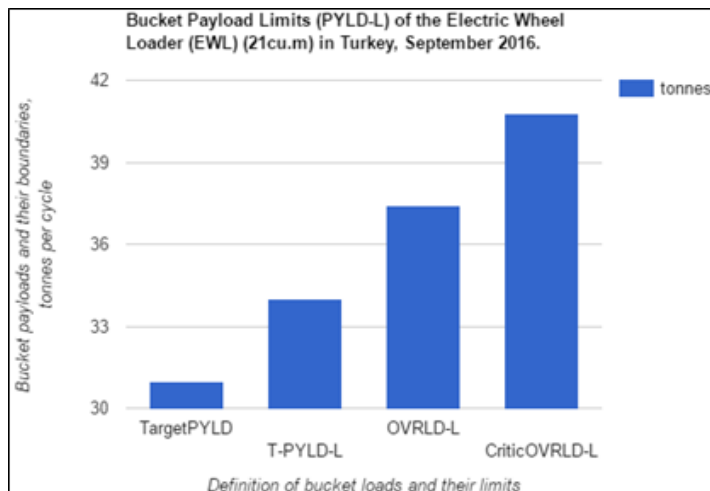


**Figure 3** Average bucket payloads per shift of the cases

### 3. OVERLOADS AND CRITICAL OVERLOADS OF BUCKET

#### 3.1 Bucket Overload and Critical Bucket Overload

Overload Limit (OVRD-L) is the load which is 10 percent heavier than PYLD-L, whereas, Critical Overload Limit (C-OVRD-L) is 20 percent heavier than PYLD-L by definition. If the weight of the load in the bucket gets closer to the critical overload limit, equipment enters into self-control mode and stop lifting the bucket. Upon reducing the load in the bucket by dumping some of the material to ground, and getting the bucket load below the critical overload limit, it starts lifting the bucket again.



**Figure 4** Bucket load boundaries of the electric loader examined.



The target payload and deviation ratios of the electric loader (21m<sup>3</sup>) investigated in this study are given in Table-3 and Figure-4. Based on the monitoring results of the week, average bucket payload is 31.2 ± 2.2 tons, target payload is 34 tons, and deviation from the target payload is minus (-) 8% (Table-3).

Table 3 Definition of bucket payload and boundaries

Loader Model	Bucket m <sup>3</sup>	Payload, tonne	Target Load Limit, tonne	Overload Limit, tonne	Critic. Overload Limit, tonne
L-1350 High Lift	21	31	34	37.4	40.8

Table-4 depicts that overload and critical overload percentage of the cases monitored are acceptable with an exception of Case 2, night shift. Overloads and critical overloads may cause premature failures of the machine that is why they are better to be monitored shift by shift, operator by operator so that the operator’s misuse may be improved by further hands on training.

### 3.2 Bucket Overload (OVRLD) and Critical Bucket Overload (C-OVRLD) Ratios of the Monitored Cases

Table 4 Overload and critical overload percentages in the total number of buckets

Case#	Shift#1 (07-19hrs)		Shift#2 (19-07hrs)		OVRLD Ratio in Total Bucket Counts, (%)	C-OVRLD Ratio in Total Bucket Counts (%)	Total Bucket Counts in Shift#2, Counts
	OVRLD Count	C-OVRLD Count	OVRLD Count	C-OVRLD Count			
1	0	0	22	12	3.45	1.88	637
2	0	0	5	5	0.98	0.98	510
3	0	0	3	7	0.69	1.62	431
4	0	0	97	28	16.30	4.71	595
5	0	0	17	11	2.64	1.71	643

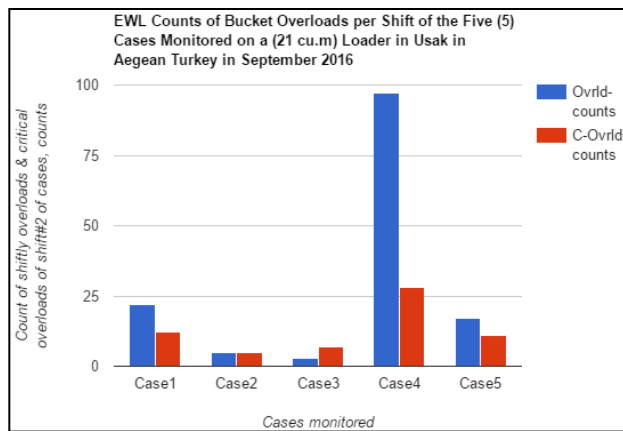


Figure 5 Number of overloads and critical overload counts of the cases studied.

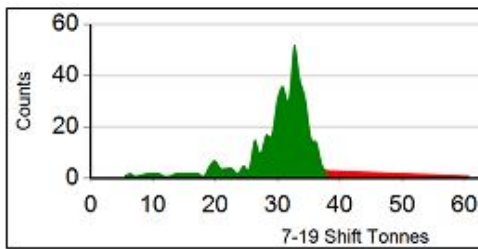
Overloads and critical overloads of bucket may be detrimental to the equipment in the long run, (Figure-5) and have negative effect on the expected economic life of the loader [2][5][7].

#### 4. DISCUSSION

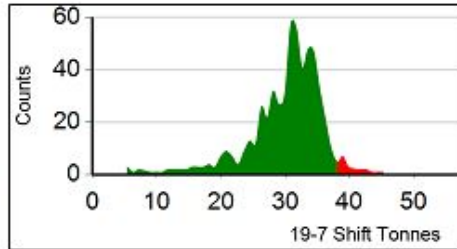
##### 4.1. Bucket Load Distribution Curves

Interpretation of shift and/or daily bucket load distribution curves give hint about the operator; one can differentiate the good operator from the shift's load distribution curve qualitatively.

The higher the bucket fill factor is the higher bucket payload, consequently the higher the production is. However, an optimum payload has to be found which is termed as target payload. Overloads may be considered favourable from productivity of the equipment perspective, but overloads to be avoided because of the fact that they may adversely affect the availability of the electric wheel loader in the long run.



**Figure 6a** Day shift bucket distribution curve of Case 2 [3].



**Figure 6b** Night shift bucket distribution curve of Case 2 [3].



**Figure 6c** Daily load distribution of Case 2 [3].

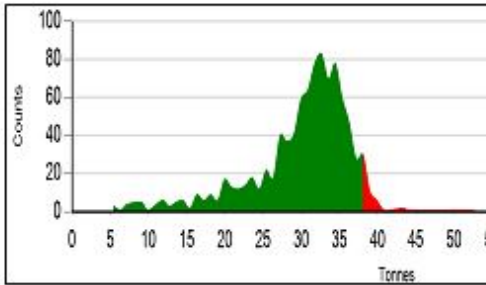
There exist no overloads of Case 2 day shift in September 2016, Figure-6a, and night shift's counts of bucket overloads are negligible i.e five counts of overloads and five counts of critical overloads. Bucket loads have to be monitored regularly whether the deviations from the original equipment manufacturer's recommended target loads are in acceptable limits. As a rule of thumb, the deviation should be in the range of  $\pm 5\%$ .

There exist 5 counts of overload and 5 counts of critical overload in shift 2 of Case 2, which is a good distribution curve in terms of bucket overloading see Figure-6a, Figure-6b, Figure 6-c and Figure-7. It is interesting to note that day shifts of the monitored five days have no overloading, at all. All the overloading cases happened during night shifts.

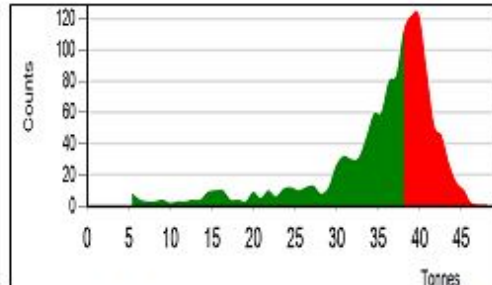
#### 4.2. Analysis of Bucket Load Distribution Curves

Figure-7 illustrated a normal bucket load distribution curve with acceptable number of overloads. Whereas, the situation seen in Figure-8 is not so good; overloading limits of the equipment is violated frequently.

Beyond 37.5 tons line of the curve indicates over-loadings. The number of overloads seems to be acceptable; which are 7 counts bucket critical overload and 3 counts bucket overload (Figure-7). However, there are some under-loaded bucket counts as well. In general, average payload is in the range of the target bucket payload, as it is recommended.



**Figure 7** Daily load distribution curve of Case 3 [3]

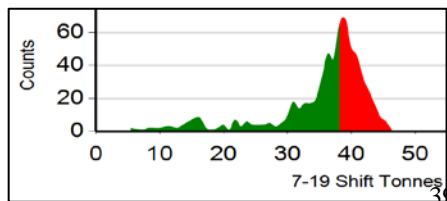


**Figure 8** Daily load distribution curve of Case 4 [3]

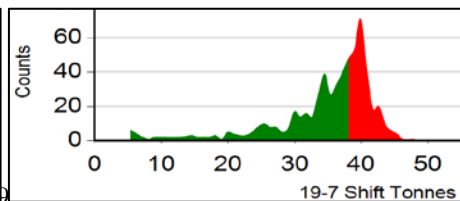
The curve's section beyond 37.5 tonnes line indicates overloading area, Figure-7 and Figure-8. It is a normal (bell shaped) distribution curve. Daily load-weight records indicate that there exist 28 counts of bucket critical overloads and 97counts of bucket overloads in Case 4 of September 2016.

Average bucket pass counts of the five cases are  $4.5 \pm 0.7$  passes. Day shift's (07AM-07PM) counts of bucket passes per haul-truck are  $5 \pm 1$ , and that of night shift (07PM-07AM) passes are  $4 \pm 0.5$  per truck.

Case 4 has the highest overloading and critical overloading number of counts among the five cases examined. The overloaded section of the curve is beyond 37.5 tons boundary (Case 4), as seen in Figure-9 and Figure-10. It happened again in night shift.



**Figure 9** Bucket load distribution curve of case 4 in day shift [3]



**Figure 10** Bucket load distribution curve of case 4 in night shift [3]

## CONCLUSIONS

- The higher the bucket fill factor, the higher bucket payload, and the higher the production. However, an optimum payload has to be found which is termed as target payload. Overloads may be considered favourable from productivity of the equipment perspective, but overloads to be avoided because of the fact that they may adversely affect the availability of the electric wheel loader in the long run.
- On the other hand, under-loading is as unfavourable as overloading; it implies that the mine site does not making use the full capacity of the equipment; thus losing money.
- The operator has a key role in proper performance of loader and truck system of excavation. Therefore, performance of the operators should be monitored shift by shift. They have to be trained properly and periodically. Hands on trained either on the real equipment and/or on realistic virtual training simulators.
- The performance of the operator may be distinguished from the load distribution curves, qualitatively. The load distribution curve of a good operator's shift has a smaller red section that implies less number of overloads and critical overloads happened. If the distribution curve has a wider red area, it depicts the bigger violation of overload limits of the equipment. Having smoother bell shaped distribution curve indicates a smoother operation.
- As far as the cases monitored are concerned, it is interesting to note that all overloading violations happened in the second shifts (night shifts) (19-07 hrs) of the cases and mostly in 5 to 6 AM hours. In this sense, the worst cases are Shift 2 of Case 4, Shift 2 of Case1, and Shift 2 of Case 5 in sequence.
- Loading the loader bucket and haul-truck tray to target load specified, ensure the operation gets the highest optimum productivity, possible. In the past, mine sites often put as much on the bucket and truck tray as possible. In other words, overloading was seen as a good practice. The original equipment manufacturer certainly did not see it that way. For this reason, equipment have on-board load weighing systems to ensure that loaders and haulers are not overloaded and prematurely worn-out and can be operated in a safe manner.

## REFERENCES

- [1] Anon a, 2016 ; "Wheel Loaders", [www.joyglobal.com/surface-mining/wheel-loaders](http://www.joyglobal.com/surface-mining/wheel-loaders).
- [2] Anon b, 2016 ; "P&H PreVail System Centre", U.K.
- [3] Anon c, 2016 ; "P&H Prevail System Daily Monitoring Reports", U.K.
- [4] Anon d, 2016 ; "Loader Manual Sample" North Pacific Training &Performance, Inc., B.C., Canada
- [5] Franklin, S., 2016 a; "Fill the loader bucket", [www.cemagg.com/fill-the-loader-bucket](http://www.cemagg.com/fill-the-loader-bucket).

[6] Franklin, S., 2016b; “Position the haultruck correctly”, [www.cemagg.com/position-the-haultruck-correctly](http://www.cemagg.com/position-the-haultruck-correctly).

[7] Franklin, S., 2016c; “Establish the correct haultruck payload”, [www.cemagg.com/establish-the-correct-haultruck-payload](http://www.cemagg.com/establish-the-correct-haultruck-payload).

[8] Franklin, S., 2016d; “Provide sufficient working room”, [www.cemagg.com/provide-sufficient-working-room](http://www.cemagg.com/provide-sufficient-working-room).

[9] Franklin, S., 2016 e; “Don’t work in water”, [www.cemagg.com/don't-work-in-water](http://www.cemagg.com/don't-work-in-water).

[10] Singh, S and Narendrula, R. 2007; “Performance monitoring of loading equipment” Aggregates International, 01/2007, pp.16-21, Netherlands

[11] Wood, A., 2014; “Personal communication”, Joy Global Surface Mining Equipment Division”, Bolton, England.

**T.C. CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ**  
**SOMA MESLEK YÜKSEKOKULU TEKNİK BİLİMLER DERGİSİ**  
**YAZIM KURALLARI VE YAYIN İLKELERİ**

Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi**, Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu tarafından yılda iki kez yayımlanır. Dergide, Meslek Yüksekokulları Teknik Programlarında yer alan anabilim dallarıyla ilgili konularda özgün ve nitelikli çalışmalar, yabancı dillerden Türkçe'ye çeviriler ve güncel tez özetleri yayımlanabilir.

Dergiye gönderilen eserlerde aranacak yayın ilkeleri ve yazım kuralları aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

**1-)** Dergiye gönderilen yazı ve makaleler daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış ve yayın hakları verilmemiş olmalıdır.

**2-)** Dergide yayınlanacak yazı ve makaleler Türkçe, İngilizce, Fransızca ve Almanca'dan herhangi biriyle yapılabilir. Ancak Türkçe hazırlanan çalışmalarda Türk Dil Kurumunun belirlediği kurallar esas alınmalıdır. Çalışmanın başında Türkçe başlık ve en fazla 200 sözcükten oluşan Türkçe ve İngilizce özet ile en fazla 10 tane anahtar sözcük verilmelidir.

**3-)** Dergide yayımlanacak çalışmaların biçim sırası

- Türkçe başlık
- Özet
- Anahtar sözcükler
- İngilizce özet
- İngilizce anahtar sözcükler
- Metin
- Kaynaklar
- Ekler

şeklinde olmalıdır.

**4-)** Çalışmanın başlığı sol üst kenardan 6 cm. aşağıdan yazılmalıdır. Başlığın sağ alt tarafına yazar veya yazarların adları akademik ünvanlarla birlikte yazılmalı çalıştığı kurum, iletişim ve elektronik posta adresleri ise adların yanına konulacak dipnot işaretleriyle sayfa altına verilmelidir. Eğer çalışma başka bir kurumdan destek aldıysa başlık yanına verilecek dipnotla sayfa altına ilgili kurum yazılmalıdır.

**5-)** Dergiye gönderilecek yazı ve makaleler MS Word programında yazılmış olarak diskette ve üç kopya olarak gönderilmelidir.

**6-)** Çalışmalar ekleriyle birlikte 15 sayfayı geçmemelidir.

**7-)** Metin yazımı A4 boyutundaki kağıda tek aralıklı olarak times new roman tur karakteriyle 10 punto, dipnot ve açıklamalar 8 punto ile yazılmalıdır. Başlıklar 12 punto koyu, özet ve dipnotlar tek ara ile yazılmalıdır. Sayfa boyutları sol 5 cm, sağ 4 cm, üst 7 cm ve alt 5 cm. olacak şekilde ayarlanmalıdır.

**8-)** Metin içindeki alıntı ve aktarma yoluyla kullanılan kaynaklar; parantez sistemine göre soyadı, yılı ve sayfası olacak şekilde metin içinde cümle bitiminde gösterilmeli ve ayrıca kaynakçada da yer almalıdır. Açıklama ve diğer dipnotlar numaralandırma esasına göre metnin sonuna eklenmelidir.

**9-)** Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu **Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi** ulusal hakemli bir dergidir. Dergiye gönderilen yazı ve makaleler ilgili alandaki en az iki hakeme gönderilir. Oy birliği sağlanamazsa üçüncü bir hakeme gönderilerek sonuca karar verilir. Yazı ve makalelerin içeriğinden yazarlar ve hakemler sorumludur.

**10-)** Yazı ve makalesi yayımlanan her yazara derginin ilgili sayısından 1 adet gönderilir. Ayrıca telif ücreti ödenmez.

**11-)** Dergi yayın ilkelerine, yazım kurallarına ve bilimsel araştırma yöntemlerine uygun olmayan yazı ve makaleler yayın kurulunca dikkate alınmaz.