

ÖZET

BİR TAŞINABİLİR NUMUNE ANALİZ CİHAZI VE YÖNTEMİ

- 5 Bu buluş örnekler içerisinde bulunabilecek olası elementlerin tespit edilmesini sağlayan ve genişletilmiş kütüphaneyi kullanarak miktarlarının ölçülmesini sağlayan yerinde ve anında sonuç verebilen taşınabilir bir katı, sıvı, gaz numune analiz cihazı ve bu cihazın çalışmasını sağlayan yöntem ile ilgilidir. Buluş konusu cihaz içerdği ya da yanında taşınan bir lazer kaynağından gelen ışınları bir numune üzerine yönlendirmeyi ve bu numuneden çevreye saçılan
- 10 fotonları yakalayıp analiz etmeyi amaçlamaktadır. Hem lazeri odaklama hem de uyarılan elementlerin yaydığı fotonları yakalama işleminin aynı anda yapılması da buluşun bir diğer amacıdır.

İSTEMLER

- 5 1. Lazer ışınlarının bir numune (4) üzerine yönlendiren ve bu numuneden çevreye saçılan fotonları yakalayıp numune içerisindeki maddeleri nicelik ve nitelik açısından analiz etmeyi sağlayan taşınabilir numune (4) analiz cihazı (1) olup, özelliği;
- İçerisinde lazerin (5) bulunduğu ve numuneye (4) odaklanabilen taşınabilir gövde (2),
 - Gövde içerisinde bulunan ve numunenin lazer ışını göndermek üzere kontrol devresi (7) ile lazer ışınının niteliğinin belirlendiği lazer (5),
 - Lazer (5) atışını algılayıp kontrol devresine (7) bilgiyi ulaştıran yüksek yoğunluklu ışınları tespit eden bir optik algılayıcı (15),
 - Lazerin (5) gönderdiği ışınların niteliğini ve spektrometrenin ölçüm süresini düzenleyen kontrol devresi (7),
 - Plazma numunedeki (4) yayılan fotonları kayıt ederek ölçüm yapan bir spektrometre (6),
 - Plazmadan çıkan karakteristik ışınların toplanarak spektrometreye (6) ulaşmasını sağlayan odağı kaydırılmış kollimatör (12),
 - Lazer ışınının, darbe enerjisine dayanarak ilgili dalga boyunda numune (4) üzerinde odaklanması için bir mercekle (13),
 - Cihazın (1) numune ağızına yakın bölümünde bulunan ve lazer ışını yüksek miktarda geçiren yüksek hasar eşiği seviyesine sahip optik pencere (14),

unsurlarını içermesidir.

- 25 2. İstem 1' e göre numune (4) analiz cihazı (1) olup; özelliği, kontrol devresinin (7), spektrometrenin (6) ve lazerin (5) ihtiyaç duyduğu temel enerjiyi sağlayan pil (10) içermesidir.

3. İstem 1' e göre numune (4) analiz cihazı (1) olup; özelliği, numunenin (4) ağza (16) yerleştirilmesi ile basılan ve kontrol devresine (7) sinyal gönderen bir anahtar (17) içermesidir.
- 5 4. İstem 1' e göre numune (4) analiz cihazı (1) olup; özelliği, bileşenler arasında veri iletişimi ve enerjinin taşınmasını sağlayan elektrik ve veri kablosuna (9) sahip olmasıdır.
- 10 5. İstem 1' e göre numune (4) analiz cihazı (1) olup; özelliği, gaz ve sıvı numunelerin element içeriklerinin daha yüksek bir doğruluk oranıyla tespit edilmesi için lazer ışınlarına dayanıklı malzemedir silindirik yapıda piston (19) ile kapatılan deney tüpüne (20), akışkan numunelerin sıkıştırılması için kullanılan bir piston (19) ve deney tüpünü sabitlemek için kullanılan bir kısıka (21) sahip akışkan numune (4) hazırlama aparatı (18) içermesidir.
- 15 6. İstem 1' e göre numune (4) analiz cihazı (1) olup; özelliği, sıvı numuneyi (4) muhafaza edecek açıklığa, numune ağzının (16) yerleştirilmesini sağlayacak bir yuvaya ve alt kısmında lazer ışınına dayanıklı bir lam bulunan sıvı haznesine (13) sahip olmasıdır.
7. İstem 1' e göre numune (4) analiz cihazı (1) olup; özelliği, gaz ve sıvı içerisinde analiz edilecek numuneyi (4) ayıran filtreye (24) sahip olmasıdır.
- 20 8. İstem 1' e göre numune (4) analiz cihazı (1) olup; özelliği, toz numunenin (4) belirlenen bir miktarda konulduktan sonra vidalı kapağın çevrilmesi ile toz numunenin (4) sıkıştırılarak tablet haline getirilmesini sağlayan toz sıkıştırma aparatına sahip olmasıdır.
9. Numune (4) üzerinden saçılan fotonları yakalayıp numune içerisindeki maddeleri nicelik ve nitelik açısından anlık olarak ve yerinde analiz edilebilmesi için numune analiz yöntemi olup; özelliği,
- Numunenin (4) ağza (16) yerleştirilmesi ile basılan bir anahtar (17) ile kontrol devresinin (7) numunenin (4) yerleştirildiğini kullanıcıya bildirmesi ve kontrol devresi (7) tarafından lazerin (5) çalışır konuma getirilmesi,
 - Kullanıcının tetiğe (11) basması ile numune (4) üzerine lazer (5) atışının yapılması,
 - Lazer (5) atışı sonrası, optik algılayıcı (15) sayesinde, lazerin atıldığı kontrol devresine iletilmesi,
- 25

- Numuneye (4) ve lazere (5) bağlı olarak ön tanımlı bekleme süresi sonunda kontrol devresinin (7), spektrometreyi (6) lm yapmaya başlatması,
 - Numuneye (4) ve lazere (5) bağlı olarak ön tanımlı süre boyunca spektrometrenin (6) kontrol devresinin (7) komutuyla ölçüm yapması,
- 5
- Elde edilen değerlerin programlanabilir bir cihaz üzerindeki önceden hazırlanmış kütüphane dhilindeki veriler ile karşılaştırılması,

yöntem adımlarını içermesidir.

TARİFNAME**BİR TAŞINABİLİR NUMUNE ANALİZ CİHAZI VE YÖNTEMİ****Teknik Alan**

Bu buluş, örnekler içerisinde bulunabilecek olası elementlerin tespit edilmesini sağlayan ve genişletilmiş kütüphaneyi kullanarak miktarlarının ölçülmesini sağlayan yerinde ve anında sonuç verebilen taşınabilir bir katı, sıvı, gaz numune analiz cihazı ve bu cihazın çalışmasını sağlayan yöntem ile ilgilidir.

Önceki Teknik

“Lazerle İrkitilmiş Bozunum Spektroskopisi” veya orjinal adı ile “Laser Induced Breakdown Spectroscopy” (LIBS) tekniği katı, sıvı ve gazların içerisindeki elementlerin tespit edilmesi için kullanılan yöntemlerden birisidir. Temelinde yeterli miktarda enerjinin lazer atımları sonucu numuneye ulaşması ile önce numuneyi oluşturan elementlerin uyarılması sağlanmakta ve uyarılan elementlerin yaydığı fotonların spektrometre sayesinde ölçülmesi ile numune içerisindeki elementlerin neler olduğu belirlenebilmektedir. Bu yöntem kullanarak herhangi bir örneğin içerisinde yer alan elementlerin belirlenmesi mümkündür.

LIBS yöntemine göre çalışan çeşitli analiz cihazlarına ilişkin patent başvurularına literatürde ulaşılmaktadır. Bunlardan birisi WO2011006156A2 sayılı PCT başvurusunda açıklanmıştır. Bu patent başvurusunda numune üzerine düşürülen birincil lazer ile numune üzerinden malzeme plazma formunda kaldırılmaktadır. Söz konusu plazmanın bir taşıyıcı gaz sayesinde ölçümü yapacak spektrometrenin odağına getirilmesi de aynı anda sağlanmaktadır. İkincil bir lazerin LIBS amaçlı olarak bu plazma bulutunun üzerine düşürülmesi ile katı maddenin içeriğinin ölçülmesi sağlanabilmektedir.

Teknikte bilinen bir diğer örnek ise US 2004/189990 A1 sayılı Birleşik Devletler patent başvurusunda açıklanan ve gaz içerisindeki elementlerin belirlenmesini sağlayan buluştur. Bu patent başvurusunda kapalı bir kesit içerisinde akan gazın akış yönüne karşı eğik konumlanmış bir yüzeye çarpıtılması ile gazın ölçüm yerinin üzerinden akması sağlanmaktadır. Akan gazın üzerine düşürülen lazer ile gaz içerisindeki elementlerin analizi LIBS yöntemine göre gerçekleştirilmektedir.

CN102914522 numaralı patent dokümanında bir gaz-sıvı lazer indüksiyonlu spektroskopi cihazı bulunmaktadır. Söz konusu doküman taşınabilir olmamasının yanı sıra cihazın kendi içerisindeki bir boşluğa katı ve sıvı numunelerinin konması ve analiz edilmesi ile ilgilidir.

5 Sıvıların spektrokimyasal analizlerinin yapıldığı US 6700660 B2 cihaz ve cihazın kullanıldığı yöntem bir üretim hattında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Yukarıda kısaca açıklanan patent başvurularındaki buluşlar temel olarak belirli bir örnek içerisindeki olası elementleri aramakta ve tespiti halinde miktarını da kantitatif olarak ölçümleyebilmektedir. Ancak tekniğin bilinen durumunda hem yeteri kadar doğru bir ölçüm yapan hem de numunelerin yerinde incelenmesine olanak sağlayan bir cihaz mevcut değildir.

10

Buluşun Kısa Açıklaması

Buluş konusu cihaz içerdiği ya da yanında taşınan bir lazer kaynağından gelen ışınları bir numune üzerine yönlendirmeyi ve bu numunedeki çevreye saçılan fotonları yakalayıp analiz etmeyi amaçlamaktadır. Hem lazeri odaklama hem de uyarılan elementlerin yaydığı fotonları yakalama işleminin aynı anda yapılması da buluşun bir diğer amacıdır.

15 Buluş konusu cihaz jeoloji, maden, metal geri dönüşüm gibi birçok sektörde kullanılabileceği gibi, gıda, sağlık ve çevresel kirlilik denetim ölçümlerinde de kullanılabilecektir. Özellikle metal geri dönüşüm sektöründe çok önemli bir ihtiyaca cevap verebilecek bir araçtır. Zira metal geri dönüşüm sektöründeki atıkların içerebildikleri elementler bilinmektedir. Bu bilinen elementlerin, 20 atıkta hangilerinin ve ne miktarda bulduklarının tespiti için lazerle tespit sisteminin kullanımı olasıdır. Kullanım kolaylığı ve amaçları açısından taşınabilir, yerinde ve anında, hassas olarak nicel (kantitatif) ölçüm sağlayan geri dönüşüm atıklarına özelleştirilmiş donanım ve yazılımlarla beslenmiş bir element tespit sistemi aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

25 Buluşun amaçlarına ulaşması için geliştirilen cihaz ekli şekillerde gösterilmiş olup bu şekillerden;

Şekil 1 – Buluş konusu taşınabilir numune analiz cihazının şematik görünüşüdür.

Şekil 2 – Buluş konusu taşınabilir numune analiz cihazının çalışma yönteminin gösterildiği algoritmadır.

Şekil 3 – Farklı oranlardaki çinko oksit toz örneklerinin karşılaştırılmasının gösterildiği grafiklerdir.

Şekil 4 – Akışkan numune hazırlama aparatının yan görünümüdür.

Şekil 5 – Sıvı haznesi izometrik görünümüdür.

Şekil 6 – Üzerinde filtre bulunan sıvı haznesi izometrik görünümüdür.

Şekil 7 – Buluş konusu taşınabilir numune analiz cihazının pil, kontrol devresi ve spektrometrenin

5 bütünleşik olmadığı şematik görünüşüdür.

1. Cihaz
2. Gövde
3. Kabza
4. Numune
- 10 5. Lazer
6. Spektrometre
7. Kontrol devresi
8. Fiber kablo
9. Elektrik ve veri kablosu
- 15 10. Pil
11. Tetik
12. Kolimator
13. Mercek
14. Optik pencere
- 20 15. Optik alıcı
16. Numune ağzı
17. Anahtar
18. Akışkan numune hazırlama aparatı

19. Piston

20. Deney tüpü

21. Kıskaç

22. Tutacak

5 23. Sıvı haznesi

24. Filtre

10 Buluş konusu numune (4) analiz cihazı (1) en temel halinde bir gövde (2) içerisine gizlenmiş olan lazer (5), spektrometre (6) ve bir kontrol devresinden (7) oluşmaktadır. Gövde (2) silindirik Şekilde olup bir tarafından dışarı doğru çıkan kabza (3) ile taşınmaktadır. Buluşun tercih edilen uygulamasında kabza (3) içerdiği pil (10) sayesinde kontrol devresinin (7), spektrometrenin (6) ve lazerin (5) ihtiyaç duyduğu temel enerjiyi sağlamaktadır. Buluşun farklı uygulamalarında ihtiyaca göre pilin (10) boyutu değiştirilebilmektedir. Bunun yanı sıra cihazın (1) içinde bütünleşik olarak yüklenen unsurların farklı uygulamalar için ölçümün yapılacağ cihazın dışındaki bir modül ile de çalışabilmesi mümkündür.

15 Buluşun farklı bir uygulamasında spektrometre (6), kontrol devresi (7) ve pil (10) ayrı bir haznede bulunmaktadır. Bu sayede taşınabilir numune analiz cihazı (1) farklı boyutlardaki spektrometre (6) ve pil (10) ile kullanılabilir. Buluşun bahsedilen uygulaması Şekil-7' de örneklendirilmiştir.

20 Kontrol devresi (7) sürekli aktif olarak ya da kabza (3)  zerindeki tetiğin (11) ekilmesi sonucunda aktive edildikten sonra cihazın (1) alışmasını denetlemektedir. Cihazın (1) bir tarafındaki numune ağzına (16) temas edecek Şekilde yaklaştırılmış olan numune (4) kontrol devresi (7) tarafından tespit edilmektedir. Kontrol devresi (7) numunenin (4) ağza (16) yerleştirilmesi ile basılan bir anahtar (17) aracılığı ile numunenin (4) yerleştirildiğini kullanıcısına bildirecektir (101). Numunenin (4) yerleştirilmesi ile lazer (5) sisteminin devreye alınması ve çalışır konuma getirilmesi yine kontrol devresi (7) ile sağlanacaktır (102). Buluşun tercih edilen farklı bir uygulamasında ise kontrol devresine (7) ışın yollanması için gereken sinyal cihazın (1) bağlandığı bir programlanabilir cihaz ile sağlanmaktadır. Cihazın (1) ışını ne kadar süre ile numunenin (4)  zerine yollanacağı da bağlı olduğu programlanabilir cihaz ile belirlenmektedir.

Kontrol devresi (7) kendisi gibi gövde (2) içerisinde olan lazer (5) ve spektrometrenin (6) çalışmasını denetlemekte ve onlardan geri bildirim almaktadır. Kullanıcının tetiğe (11) basması ile lazer (5) atışını yaparak (103) numune (4) üzerine önce mercekten (13) sonra da optik pencereden (14) geçerek ulaşır. Lazer (5), enerjisini pilden (10) almaktadır ve lazer ışını, darbe enerjisine dayanarak ilgili dalga boyunda (örneğin 1064 nm'de) ışığın geçişini en az miktarda azaltan bir mercek (13) ile numune (4) üzerinde odaklanır. Lazer ışınının, numuneye (4) ulaşmadan önce cihazın (1) ucunda bulunan ve lazer ışınına yüksek miktarda geçirirken yüksek hasar eşiği seviyesi ile zarar görmeyen optik pencereden (14) geçmektedir.

Lazer (5) ile numuneden (4) çıkacak plazmanın ışınımları, hem mor ötesi (UV), hem görünür dalga boylarını kapsadığından optik pencere (14) aynı zamanda ilgili ışınımların içeri alınmasına da olanak tanımaktadır. Plazmadan çıkan karakteristik ışınımın toplanarak spektrometreye (6) ulaşmasını sağlayan odağı kaydırılmış kollimatör (12) ve fiber optik kablo (8) da hem UV, hem görünür dalga boylarını bozmadan ve azaltmadan iletecek kabiliyetlerdedirler.

Spektrometrenin (6) gelen plazma ışınımlarını kayıt etmeye başlayıp, kaydı durdurması ölçümün doğru ve anlamlı sonuç vermesi aşamasında önem arz etmektedir. Lazer (5) ile irkitilmiş plazmadan çıkan ışınımların tamamı numuneye (4) ait karakteristik ışınımlar olmayabilir. Örneğe (4) has ışınımlar, lazerin (5) örneğe (4) ulaşmasından belirli bir süre beklendikten sonra diğer ışınımlardan ayırt edilebilir seviyelerde olmaktadır. Bu bekleme süresi ise, kullanılan lazerin (5) enerjisine, dalga boyuna ve örneğin özelliğine göre değişim göstermektedir. Söz konusu donanım ve numuneye (4) özel olarak belirlenecek bekleme süresi sonunda kontrol devresi (7) spektrometrenin (6) ölçüm yapmaya başlaması talimatını verecektir (104).

Benzer şekilde numuneye (4) ve lazere (5) özgü olarak belirlenen süre boyunca ölçüm yapılabilmesi için spektrometre (6) kontrol devresi (7) tarafından önceden belirlenmiş bir süre boyunca ölçüm yapacaktır (105). Hem lazerin (5) tetiklenmesinden sonraki bekleme hem de ölçüm yapma süresince olan ölçüm süresinin spektrometreye (6) hassas şekilde ulaştırılması için lazerin (5) yollandığı zamanın hassas olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için lazerin (5) tetiklendiği zaman değil, numune (4) üzerinden geri dönen lazer yansımasının alındığı zaman referans alınmaktadır.

Lazer numune (4) üzerine düşürüldüğünde geri yansıyan lazer ışınımının tespiti belirli dalga boyunda, burada lazerin (5) dalga boyunda yayılan yüksek yoğunluklu ışınlar tespit eden bir optik alıcı (15) sayesinde gerçekleşecektir. Optik alıcının (15) lazerin atıldığını tespit etmesi

sonrasında bu bilgi kontrol devresi (7) tarafından okunacaktır (106). Lazerin (5) numune (4) üzerinde plazmayı oluşturmasından sonra;

- Kontrol devresi (7) plazmanın olduğu andan itibaren ilk beklemesini yaparak spektrometrenin (6) ölçüm yapmasını bekletmesi;
- 5
- Önceden belirlenmiş bekleme süresinin dolmasından sonra kontrol devresinin (7) kontrolü ile spektrometrenin (6) ölçüm yapmaya başlaması;
 - Ölçüm için önceden belirlenmiş sürenin sonuna dek ölçümün yapılması.

Adımların tetikleyicisi optik alıcının (15) yaptığı ölçümdür.

Spektrometre (6) hassas, yüksek çözünürlükte, UV ve görünür dalga boylarında ölçüm yapabilen ve enerjisini harici bir enerji kaynağından ya da pilden (10) alabilen bir yapıdadır. Spektrometrenin (6) elde ettiği veriler kayıt verisi olarak cihazın (1) içinde ya da harici bir ortamda saklanabilir ya da doğrudan işlenebilmeleri için bir bilgisayara gönderilebilirler. Buluşun tercih edilen uygulamasında spektrometre (6) cihaz (1) içerisinde bütünleşik bir biçimde bulunmaktadır. Ancak buluşun farklı uygulamalarında spektrometre (6) cihaza (1) gömülü olarak bulunmamaktadır. Bu tasanmda farklı spektrometrelerin (6) cihaz ile birlikte kullanılması sağlanmaktadır.

Buluşun farklı uygulamalarında cihaz (1) verilere herhangi bir kablosuz iletişim protokolü kullanarak merkezi bilgisayara erişerek aktarabilmekte veya bu bilgisayardaki verileri kullanabilmektedir.

20 Bileşenler arasında gerek veri iletişimi gerekse de enerjinin taşınması için Elektrik ve veri kablosundan (9) faydalanılacaktır.

Akışkan numune hazırlama aparatı (18) kullanarak taşınabilir numune (4) analiz cihazıyla (1), gaz ve sıvı örneklerin element içeriklerinin daha yüksek bir doğruluk oranıyla tespit edilmesi sağlanmaktadır. Gaz ve sıvı örnekler için, lazere dayanıklı malzemeden silindirik yapıda ve piston (19) ile kapatılan deney tüpü (20) kullanılmaktadır. Özellikle gaz fazındaki numuneler (4) için gazın girişinden sonra piston (19) ile gaz sıkıştırılıp yoğunlaştırılması yani birim hacimde daha çok parçacık içermesi sağlandıktan sonra, analiz cihazının (1) ölçüm yapması sağlanır. Lazer deney tüpünün (20) yüzeyine değil, iç kısmına odaklanmakta ve buradaki parçacıklara özel ışınım bilgilerinin oluşturulmasını sağlamaktadır. Deney tüpünün (20) düz bir yüzeye sabitlenmesi ile işlem daha da hassas yapılabilmektedir. Sabitleme işlemi için kıskaç (21) kullanılmaktadır.

Sıvı numunelerin incelenebileceği farklı bir aparat ise Şekil 5'te yer almaktadır. Sıvı haznesi (23) üzerine içine damlalıklı analizi yapılacak sıvı numune (4) damlatıldığında dağılmadan ve sıçramadan durmasını sağlayacak orta kısmında küçük bir açıklığa sahiptir. Numune ağzının (16) yerleştirilmesini sağlayacak bir yuvaya sahip olmaktadır. Sıvı haznesinin (23) alt kısmında lazer ışınına dayanıklı bir lam bulunmaktadır. Bu sayede analiz sağlıklı hale gelmemektedir. Bazı sıvı ve gaz numunelerin (4) analizi için filtre (24) kullanılması mümkündür. Analizi yapılacak olan gaz veya sıvı numune (4) filtreden (24) geçirilebilmektedir. Bu sayede sıvı içerisinde bulunan analiz edilecek numune (4) filtre üzerinde toplanabilmektedir. Filtre (24), sıvı haznesi (23) ve yerleştirilen lam yüzeyinin içerik bilgileri bilinir olması sayesinde ölçüm sonuçları olumsuz etkilenmemektedir. Toz numunelerde (4) ise, numunenin sıkıştırılıp tablet haline getirilmesi analizin daha sağlıklı sonuç vermesini sağlamaktadır. Dolayısıyla, toz örnekler, vidalı bir yapıdaki pirinç veya benzeri malzemeden yapılan toz sıkıştırma aparatına belirlenen bir miktarda konulduktan sonra vidalı kapağı çevrilerek kapatılır, böylelikle toz numune (4) tablet haline getirilebilmektedir. Bu tablet numune (4) dışarı alınır ve cihaz (1) ile ölçümü gerçekleştirilir.

15 **Buluşun Sanayiye Uygulanması**

Taşınabilir numune analiz cihazı (1) jeolojik etütlerde, maden tetkiklerinde, geri dönüşüm uygulamalarında, gıda analizlerinde, sağlık ve çevre kirliliği denetim ve ölçümleri ile iklim değişikliği etmenlerinin tespiti gibi sanayinin farklı alanlarında uygulanabilir bir buluştur. Uygulamaya göre tespit edilmesi istenilen elementler önceden belirlenip, gerekli kütüphane oluşturulması sayesinde cihaz ile analizi sırasında kantitatif olarak tespit edilmeleri mümkündür.

Örnek olarak metal geri dönüşümünde kullanılmakta olan ezilmiş, parçalanmış ve harman haline gelmiş karışımların içerisinde bilhassa çinko (Zn) ve bakır (Cu) elementlerinin miktarı aranmaktadır. Çinko elementinin, 328 nm, 330 nm, 334 nm, 472 nm ve 481 nm gibi dalga boyu değerlerinde bilinen ışınımları bulunmaktadır. Bunun yanı sıra bakır elementinin de 327 nm dalga boyunda (Çinkonun dalga boyuna yakın) ışınımı bilinmektedir. Dolayısıyla, bakır elementinin varlığı, yalnızca bir dalga boyu değeri (328 nm) yerine birden çok dalga boyu değerine bakılarak karar verilmektedir. Hali hazırda bilinen spektrometrelerin donanım hassasiyeti 1 nm mertebelerinden çok daha verimli olsa da, farklı elementlerin karakteristik ışınımlarının karıştırılma olasılığının dikkate alınması amacıyla, ikincil değerlerin de kontrol edilmesi gereklidir.

Kalitatif olarak hangi elementlerin bulunduğu bilgisine ulaşıldıktan sonra, kantitatif sonuç verecek şekilde değerlendirmenin de yine cihaz (1) ile yapılması mümkündür. Kantitatif

karşılaştırma yapılacak elemente ait dalga boyları ve ışınım şiddeti eğrileri, bir dizi içeriği ve miktarı bilinen elementin bulunduğu metal geri dönüşüm numuneleriyle yapılan deneylerden oluşturulan kalibrasyon eğrileri sonucu yaratılan veri kütüphanesi ile karşılaştırılabilir. Söz konusu veri kütüphanesi, metal geri dönüşüm atıklarıyla gerçekleştirilen her bir ölçümde cihazın (1) sağladığı sabit tutulan lazer gücü, odaklama uzaklığı, plazmadan çıkan ışınımın alınma zamanı ve alınma süresi gibi değişken olmayan deney ortamı ile oluşturulacaktır.

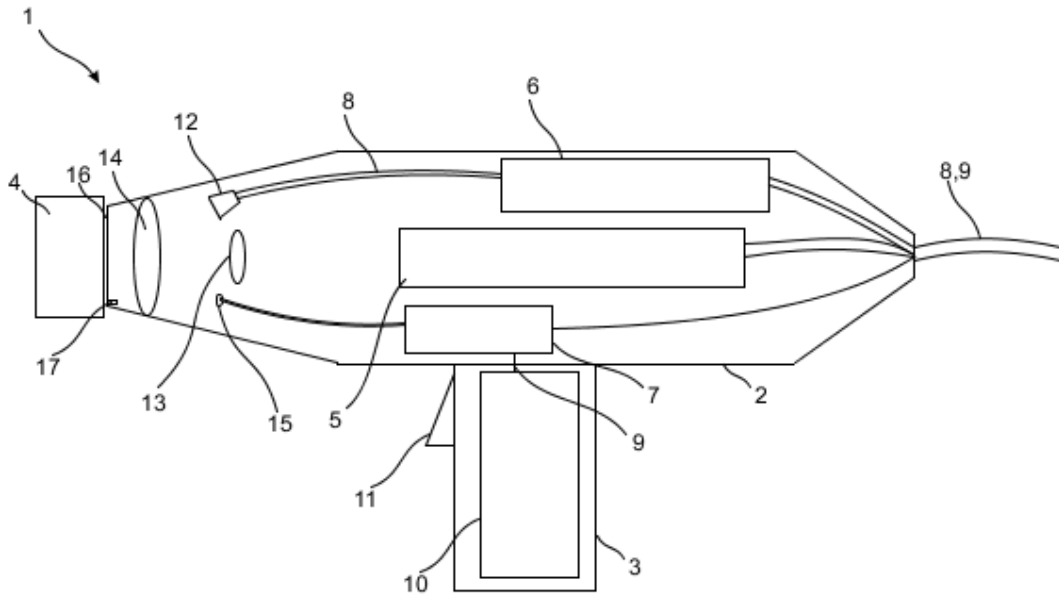
Aynı ölçüm koşullarında, element bazında hangi elementin, numunenin (4) içinde hangi yüzde miktarında bulunduğu, farklı yüzde miktarlarında toplanan bilinen numunelerin ölçüm sonuçlarının eğrileri kullanılarak cihaz (1) aracılığı ile ölçümlenebilecektir. İçeriği bilinmeyen numunenin (4), ilgili dalga boylarındaki ışınım şiddetlerinin içeriği bilinen eğrilerle oluşturulmuş veri kütüphanesi ile karşılaştırılması numunenin (4) içerik miktarının bulunmasını sağlayacaktır. %99'luk Zn içeriği ile %95'lik Zn içeriği bulunan geri dönüşüm numunesinin (4) hangi dalga boyu değerinde ne miktarda ışımaya göstermekte olduğu bilgisi Şekil-3' te bulunan grafikte gösterilmiştir.

Cihazın sürekli aynı tutulan lazer gücü, odaklama uzaklığı, plazmadan çıkan ışınımın alınma zamanı ve alınma süresi gibi ölçüm koşulları sayesinde kantitatif sonuç elde edilebilmektedir. Bu sonuçların sağladığı bilgilerin derlenmesi sayesinde yaratılan veri kütüphanesi ile yine cihaz (1) sayesinde yapılacak diğer ölçümler ile bilinmeyen numunelerin içerik tayini ve miktarlarının ölçüm değerlerine erişilmesi mümkün olacaktır. Benzer şekilde oluşturulacak veri kütüphanesi, kalibrasyon eğrisi ve ölçüm koşulları ile farklı sektörlere özelleştirilebilen cihaz (1) portatif olup kantitatif element tespiti anında ve yerinde mümkün olacaktır.

Yukarıda sanayiye uygulanmasına ilişkin bilgilerin açıklanması sırasında cihazın (1) sürekli olarak ölçümlerinin değişkenliğinin en aza indirerek yapacağından bahsedilmiştir. Değişkenliklerin olmaması sayesinde alınan sonuçların veri kütüphanesi içerisindeki diğer değerler ile karşılaştırılması ve herhangi bir numune (4) içerisindeki herhangi bir element miktarının tespit edilmesinin mümkün olacağı belirtilmiştir. Buna karşın cihazın (1) taşınabilir olması ve sahada kullanılabilir olması beraberinde ölçüm ortamının yan etkilerine karşı önlem alınmasını da gerektirmektedir. Ölçüm ortamının nem ve sıcaklık gibi değerlerinin de ölçümleri etkilemesi mümkündür. Ölçümlerin sağlığı açısından belirli limit değerlerin üzerinde ya da altında olması durumunun kontrol devresi (7) sayesinde kontrol edilerek cihazın (1) hiç çalıştırılmaması sağlanabilir.

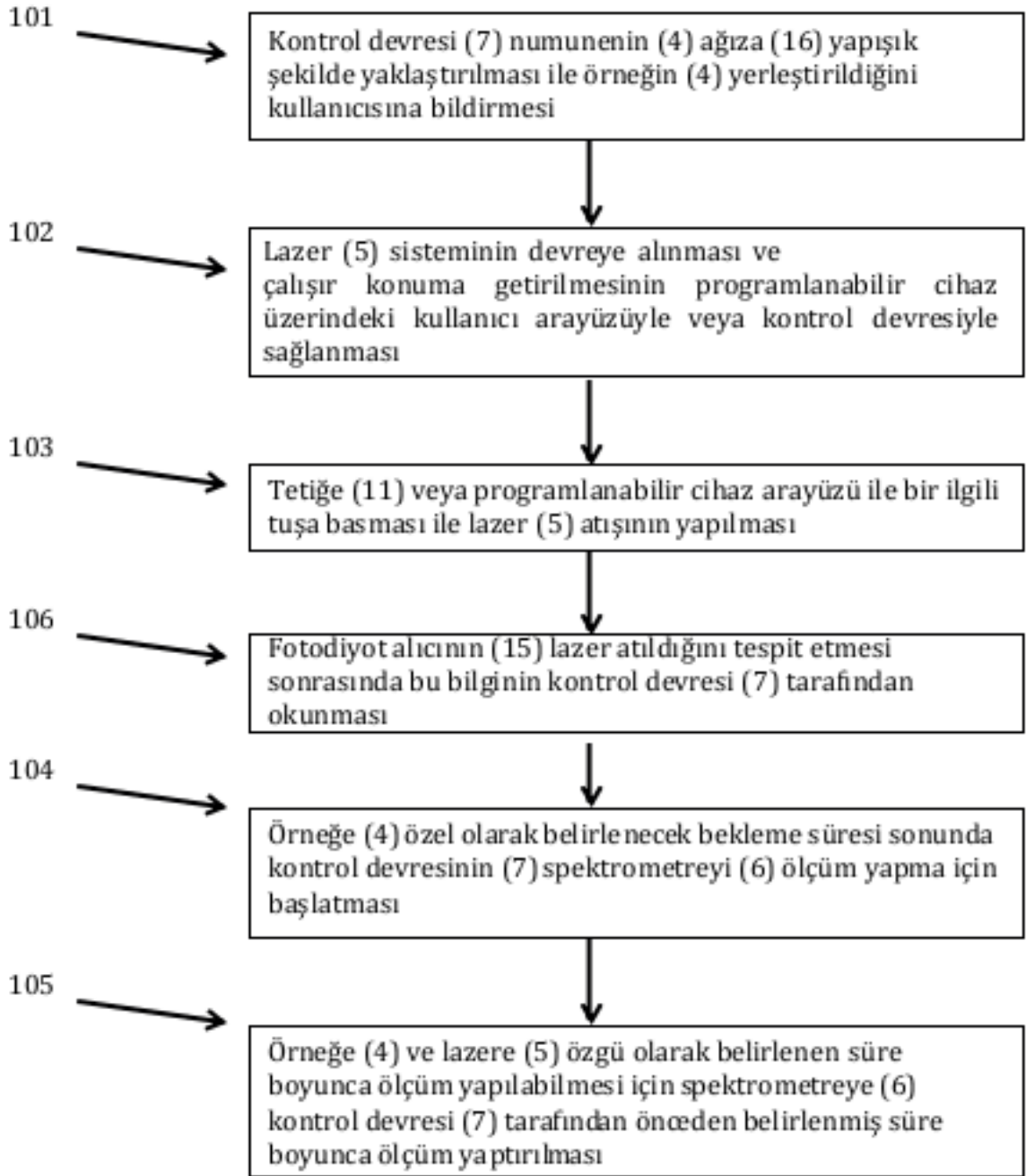
2014/01433

2014-G-46042

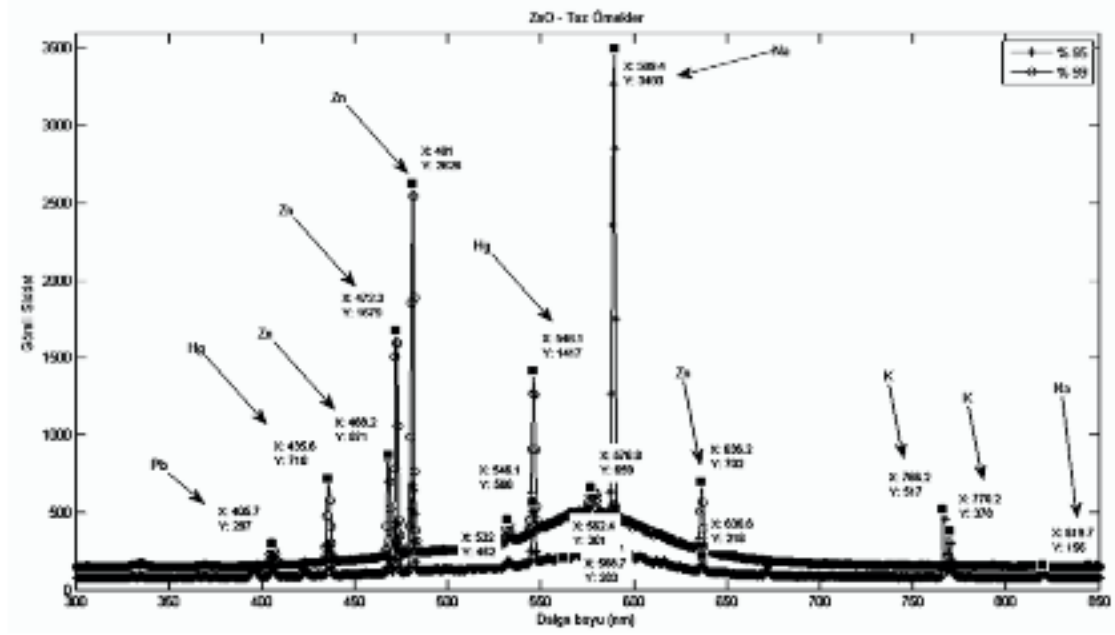


1 / 5

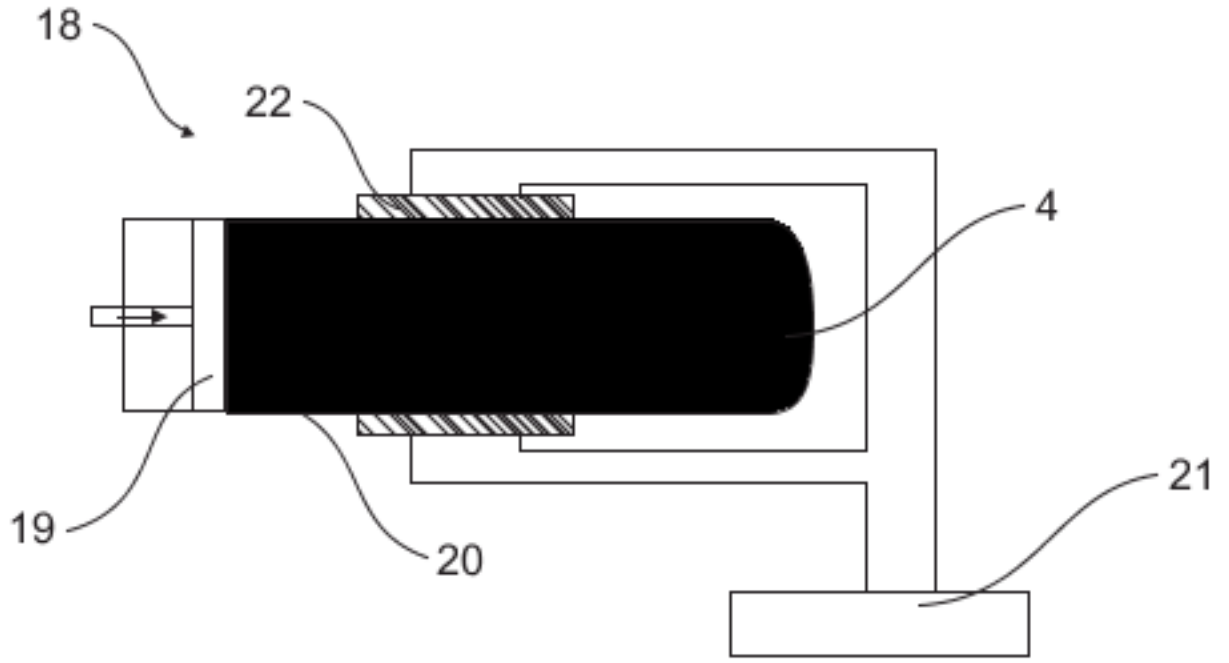
Şekil 1



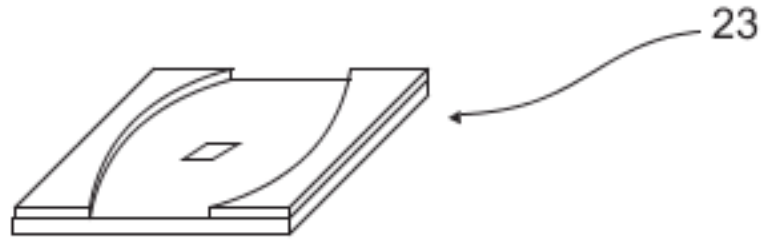
Şekil 2



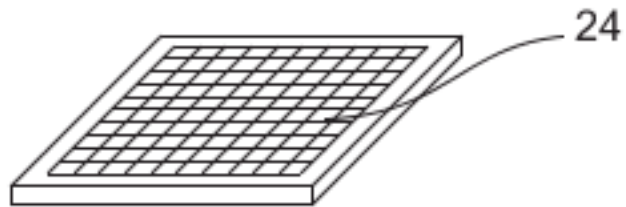
Şekil 3



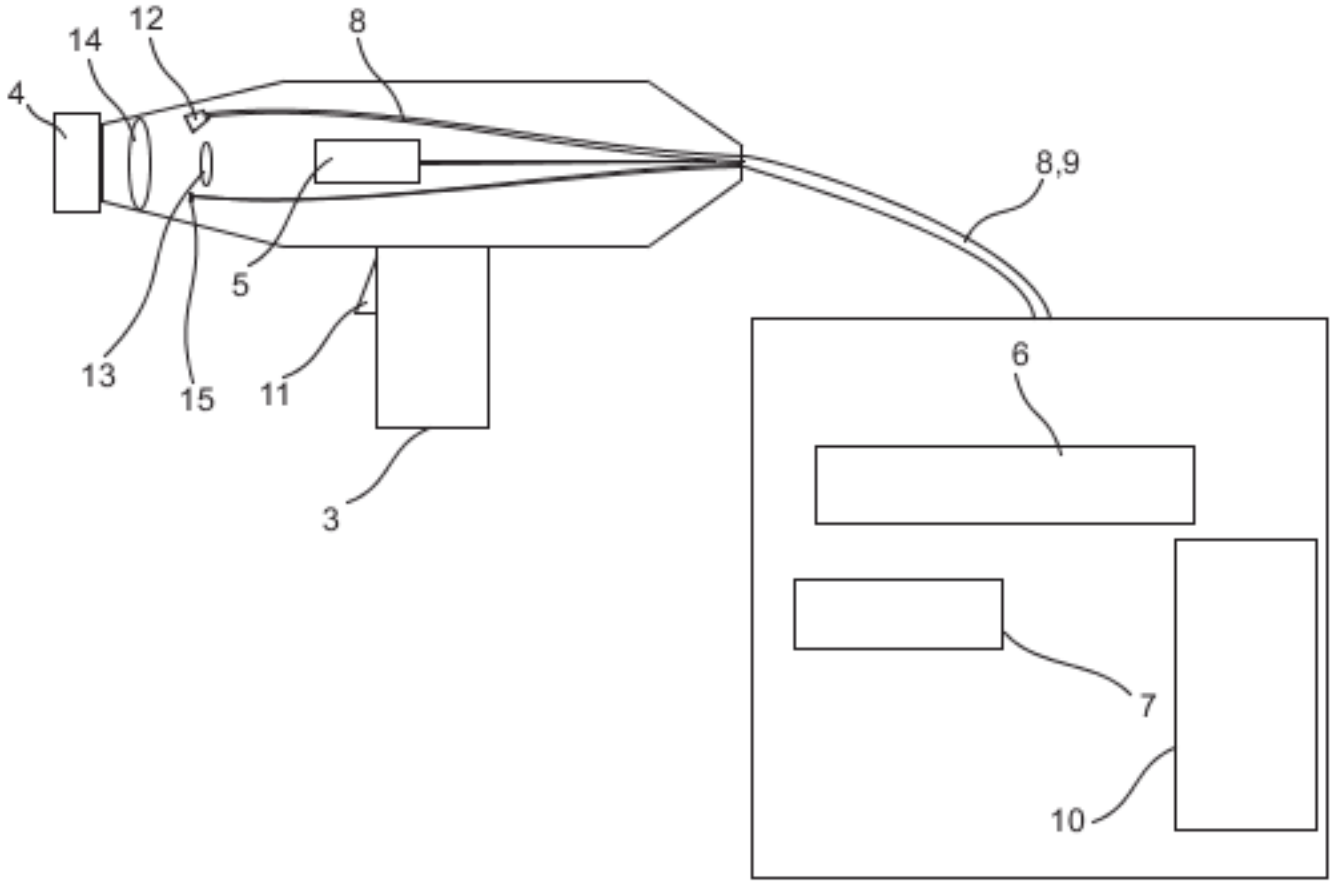
Şekil 4



Şekil 5



Şekil 6



Şekil 7