İSTEMLER

1- Bir arama başlığını (11) içeren, bir zemin (1) içeriğine dair sinyallerin alınmasını ve zemin (1) altı anomalilerinin ve boşluklarının (2), kullanıcıya görselleştirilmiş olarak sunulmasını sağlamak için, elde kullanmaya uygun metal veya manyetik alan tespit etmek üzere bir dedektör (10) olup, ***özelliği;***

- bahsedilen dedektörün (10) bahsedilen arama başlığının (11) tarama yaptığı sırada konumunu takip etmek için taradığı bahsedilen zemin (1) yüzeyini, optik akış yöntemiyle takip edecek şekilde konfigüre edilmiş, dedektör (10) bünyesine entegre edilmiş olan bir konum takip ünitesini (20),
- dedektör (10) tarafından alınan zemin (1) içeriğine dair sinyaller ve konum takip ünitesinden (20) elde edilen konum bilgilerinin en az üç boyutlu bir sinyal konum verileri dizisi veya matrisi haline getirilmesini ve bu dizi veya matrisin zeminin (1) zemin boşlukları (2) ve anomalileri ifade edecek şekilde eş şiddet eğrileri ve/veya renkli görseller haline getirilmesini ve görselleştirilerek ve/veya haritalandırılarak dahili ve/veya harici bir ekranda (32) gösterilmesini sağlayan dahili ve/veya harici en az bir adet grafik işleme ünitesini (30);

içermesidir.

2- İstem 1' de bahsedilen dedektör(10) olup, özelliği; konum takip ünitesinin(20), dedektör(10) şaftına(12) konumlandırılmış olmasıdır.

3- İstem 1' de bahsedilen dedektör(10) olup, özelliği; konum takip ünitesi(20) bünyesinde bulunan ve zemin(1) desenlerinin hareket miktarının optik akış ile algılanmasını sağlayan optik akış kamerası(21) ve işlemcisine veya tümleşik optik akış algılayıcısına sahip olmasıdır.

4- İstem 3' te bahsedilen dedektör(10) olup, özelliği; konum takip ünitesi(20) bünyesinde bulunan ve optik akış kamerasının(21) zemin(1) ile mesafesinin sürekli olarak ölçülmesini sağlayan en az bir temassız mesafe ölçüm sensörüne(23) sahip olmasıdır.

5- İstem 3 veya 4'te bahsedilen dedektör(10) olup, özelliği; konum takip ünitesi(20) bünyesinde bulunan ve tarama sırasında, kullanılan el ve beden hareketlerinden kaynaklanan, dedektörün(10) eksenel hareketlerin tespit edilmesini sağlayan;

- En az bir adet jiroskop(24) veya MEMS çözümleri ile oluşturulmuş eylemsizlik ölçen en az bir yapı
  ve/veya
- En az bir adet ivmeölçer(25) veya MEMS çözümleri ile oluşturulmuş ivme ölçen en az bir yapı

İçeren en az bir adet IMU sensörüne sahip olmasıdır.

6- İstem 3'te bahsedilen dedektör(10) olup, özelliği; konum takip ünitesi(20) bünyesinde bulunan ve optik akış kamerasının(21) yeterli ışığı alabilmesi için zemininin(1) aydınlatılmasını sağlayan aydınlatma elemanlarına(26) sahip olmasıdır.

7- İstem 6'da bahsedilen dedektör(10) olup, özelliği; aydınlatma elemanlarının(26) ışık şiddetinin, sistem ihtiyacına göre otomatik olarak ayarlanabilmesidir.

8- İstem 3'te bahsedilen dedektör(10) olup, özelliği; konum takip ünitesi(20) bünyesinde bulunan ve optik akış kamerasında(21) veya tümleşik optik akış sensöründe yansımaların önlenmesini sağlayan soğuk ayna filtresine(27) sahip olmasıdır.

9- İstem 3'te bahsedilen dedektör(10) olup, özelliği; optik akış kamerasının(21) merceğinin(28) hareketli olmasıdır.

TARİFNAME

ZEMİN ALTI BOŞLUKLARINI GÖSTEREBİLEN DEDEKTÖR

Teknik Alan

Bu buluş; zemin özelliklerini algılamak üzere optimize edilmiş ve elde kullanılan bir dedektöre irtibatlandırılmış olan optik akış temelli konum ölçme ünitesi ve grafik sinyal işleme ünitesi sayesinde, yer altındaki boşlukların ve bu boşluklara dair anomalilerin şeklini, görselleştirilmiş olarak, herhangi bir ekranda gösteren cihaz ve bu cihazın çalışma yöntemi ile ilgilidir.

Önceki Teknik

Yer altındaki boşluklar; eski bir evin temeli, eski bir tünel, bir kuyu, arkeolojik bir mezar ve benzeri yapılar olabilmektedir. Özellikle yaşam kalıntısı niteliğine sahip hedefler, birlikte var oldukları büyük bir boşluğun içinde ve genellikle de bu boşluğun alt kısmına yakın konumda bulunurlar. Bu nedenle; arayıcılar için boşluk tayini, hedef (obje) tespiti kadar önemli bir kriterdir. Bu kriter, yapılacak kazma işlemine ilişkin kararların verilmesini sağlamaktadır.

Doğrudan hedef bulmaya yönelik sistemler (bilinen metal dedektörleri vb.) sadece hedefe doğrudan erişmeyi sağlayan bir prensip ile çalışmaktadır. Bir boşluk dedektörü ise zeminin altında bulunan, hedef (obje vb.) bulunma olasılığının yüksek olduğu boşlukları tespit ederek, hedefe yönelik çalışan bir dedektörün menzili dışındaki derinliklerde bulunan hedeflerin de tayin edebilmesine olanak sağlamaktadır.

Bilinen teknikte; yer altındaki (veya bir engel arkasındaki) boşlukları veya yer altına dair aykırılıkları (anomalileri) tespit etmek için kullanılan bazı yöntemler bulunmaktadır. Mevcut teknikte; ek aparat ve yöntemler ile birlikte kullanılan metal dedektörü ve manyetik dedektör (gradiometre) temelli bazı cihazlar, yer altı boşluklarının varlığını, belirli sınırlar dâhilinde, algılayabilmektedir. Ancak sadece boşluğun varlığının tespit edilmesi; boşluğun türünü ve sınırlarını tayin edebilmek konusunda yeterli olmamaktadır. Boşluğunun türünün ve sınırlarının tayin edilebilmesi için; söz konusu boşluğun en

azından yatay geometrisinin tespit edilmesi gerekmektedir. Zemin altındaki boşlukların sınırlarının ve türünün tayini için; boşluğa ilişkin verilerin, görsel olarak ifade edilmesi sağlanırsa, bu boşluk ile ilgili yorum yapmak mümkün olabilmektedir.

Mevcut teknikte söz konusu görselleri oluşturmak amacıyla kullanılan cihazlar; manyetik dedektör veya metal dedektör başlığının, bir tarama çalışması şeklinde, düzenli olarak hareket ettirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca bu tarama çalışması şeklindeki hareket sırasında; sabit hız ve hizalamalara özen gösterilmesi ve tekrarlar yapılması gerektirmektedir. Bahsedilen yöntemde; dedektör arama başlığının, kullanıcının doğal arama hareketleri ile kullanması mümkün olmamaktadır. Aynı zamanda, bu tarama yöntemi; kullanıcının el ve beden hareketleri nedeniyle, özellikle görüntünün bütünleştirilmesinde kritik hatalara neden olmaktadırlar. Mevcut yöntem ile elde edilen boşluk şekli ile ilgili hataların miktarı, boşluğun büyüklüğü ile birlikte artmaktadır. Bu durumda; bahsedilen yöntem ile elde edilen boşluk görüntüsü çoğunlukla yanıltıcı olmaktadır.

Mevcut teknikte; jeolojik iletkenliğin elektrik akımı ile ölçümünü sağlayan cihazlar (Electrical Resistivity Tomography) toprak iletkenliğindeki farklılıkları teşhis etmek ve dolayısıyla boşluk bulmak için kullanılabilmektedir. Ancak bu cihazlar yere çakılan elektrotlar aracılığıyla, boşluğun varlığına ilişkin tespit sağlamaktadır. Söz konusu cihazlar ile boşluğun yatay konum geometrisine ilişkin, pratik olarak herhangi bir ayrıntılı bilgi elde etmek mümkün olmamaktadır.

1994 tarihli US5629626A yayın numaralı patent dokümanında; GPS yardımı ile dedektörün konumunu takip ederek anomalileri hedef bulmak amacıyla kullanan bir cihaz ve yöntemden bahsedilmektedir. Söz konusu cihaz ve yöntem, özellikle büyük ölçekli bir alanda kullanılabilmektedir. Dokümanda cihazın, araç veya romörk ile taşınabilir olanından bahsedildiği gibi; kullanıcı (insan) üstünde taşınabilir olanı da tarif edilmektedir. Ancak söz konusu cihaz, tespit edilen bir boşluğun detaylarını değil, boşluklara ilişkin bilgileri bir haritada birleştiren makro boyutlu işlemler için tasarlanmıştır. GPS kullanımı; boşluğa ait olabilecek bölgenin metre altı boyutlarda analizini mümkün kılmamaktadır. Bu dokümanda; bir "micro-navigation system" kavramından bahsedilmiş olmasına rağmen; dedektörün santimetre olarak konumunu takip edebilecek bir sensörden bahsedilmemiştir.

Bu bağlamda söz konusu olan ivmeölçer, eğim ölçer ve yükseklik sensörü gibi sensörler; ana veri kaynağı olan manyetik sensörün kendi içindeki (yataylık, eksenel hareketler vb.) konumsal sorunlarına yöneliktir.

Mevcut teknikte kullanılan GPR (Ground Penetrating Radar) cihazları; radar tekniğiyle permeabiliteye bağlı katman gösterimi yapabilmektedir. Söz konusu gösterim; düşey doğrultuda ve genellikle bir hattı izleyerek gerçekleşmektedir. Ayrıca; GPR'ların performansları, zemin çeşidine ve zeminin fiziksel parametrelerine (nem, ıslaklık, sıcaklık vb.) bağlı olarak değişmektedir. GPR cihazları; anten yapıları nedeniyle zemine yakın çalıştırılmaları gerektiğinden, sadece düz zeminler için elverişlidir.

Mevcut teknikte bulunan US8510048B2 yayın numaralı patent dokümanında; gravitasyonel gradiyentleri ölçerek, gravitasyonal bir analizle tünel yapılarının bulunmasını amaçlayan bir yöntemden bahsedilmektedir. Bahsedilen cihazda bir konum ölçümü düzeneği bulunmadığı için zemin üzerinden sabit hızla geçirilmesi (dokümanda bahsedildiği üzere bir uçaktan gravitasyon ölçümü gibi) suretiyle toplanan verilerin analizi konu edilmektedir. Dokümanda bahsi geçen ivmeölçer, gravitasyon ölçmekle ilgili olarak tanımlanmaktadır. Bahsedilen cihaz ve yöntemde; optik akış veya benzeri süreci düzeltmek üzere IMU ile eşdeğer bir fonksiyon bulunmamaktadır.

Optik akış, mevcut teknikte uygulama alanı olan bir konudur. Bu konu; ilk defa 1940'larda Amerikalı psikolog James J. Gibson tarafından, hayvanların görsel algıları ile ilgili bir terim olarak kullanılmıştır. Bilinen teknikte; optik akış ile konum takibi, bilgisayarlarda kullanılan işaretleme (pointing) araçlarında, özellikle optik fare (optical mouse) olarak sıkça kullanılmaktadır. Optik akış ile farklı eksenlerdeki hareketlere duyarlı, daha hassas konum takibi yapabilmek için; optik akış sensörlerinin, başka sensörlerle tümleştirilmesi gerekmektedir. Bu tümleştirme uygulamaları; bilinen teknikte çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Örnek olarak; US20130002854A1 numaralı, "Marking methods, apparatus and systems including optical flow-based dead reckoning features" başlıklı patent başvurusunda, optik akışın, aktüel pozisyon işaretleme (marking) işlemi için kullanımı konu edilmektedir. Söz konusu cihazda, konum takibine yardımcı olarak çeşitli sensörler (IMU gibi) tümleştirilmiştir.

Sensörlerin tümleştirmesini konu eden US9841503B2 numaralı, "Optical ground tracking apparatus, systems, and methods" başlıklı patent dokümanında bahsedilen cihaz; manyetik bir dedektör ve bu dedektöre bağlı bir optik zemin takip ünitesi içermektedir. Ancak, söz konusu cihaz; boşluk bulma ve boşluk şeklini algılama konusunda herhangi bir çözüm sunmamaktadır. Bahsedilen cihaz ile belli türdeki hedeflerin (kablo, boru gibi tesisat hatlarını) bulunması ve takip edilmesi amaçlanmaktadır.

Mevcut teknikte yer altı boşluklarının tespit yöntemlerini konu eden bazı dokümanlar bulunmaktadır:

CN104459763A numaralı, "Method and system for detecting position of underground cavity through compactly supported wavelet" başlıklı dokümanda; sismik veriler (Rayleigh dalgaları) aracılığı çalışan ve bir konumda boşluk olup olmadığını tespit etmek amacıyla kullanılan bir yöntem tarif edilmektedir. Söz konusu yöntemde, boşluğun şeklinin tayin edilmesi ile ilgili herhangi bir çözüm sunulmamaktadır.

CN102662195B numaralı, "Underground cavity detection system" başlıklı dokümanda; GPR (Ground Penetrating Radar) tekniği ile özellikle yol altındaki coğrafi boşlukların bulunması konu edilmektedir. Söz konusu dokümanda; GPR tekniğinin GPS verileri ile entegre edilmesinden bahsedilmektedir. Dokümanda sözü edilen büyüklükteki boşluklar için ve geniş bir alanda; GPS verileri elverişli olabilmektedir. Ancak, insan eli ile açılmış ve nispeten küçük boyutlu boşlukların gösterimi için GPS çözünürlüğü yeterli değildir. Nispeten küçük boyutlu boşluk ve anomaliler ile ilgili detayların görüntülenebilmesi için; santimetre boyutlarında çalışan bir yöntem gerekmektedir.

KR100831932 numaralı, "3-D gravity inversion method of underground cavities using Euler deconvolution and 3-D imaging method using it" başlıklı patent dokümanında; "gravity inversion" olarak bilinen ve zemin altı boşluk derinliği ölçümü için kullanılan bir jeodezi ve jeofizik yönteminden bahsedilmektedir. Söz konusu yöntem ile zeminin alt katmanlarındaki büyük boşlukların jeodezik amaçla (mağara, hava boşluğu, su katmanı vb.) görselleştirilmesi ve böylece zemin altı haritalandırma yapılması amaçlanmaktadır. Söz konusu yöntem; uzun bir süreç içinde toplanan verilerin analiz edilmesiyle, büyük boyutlu boşlukların görsel olarak gösterimini amaçlamaktadır. Bahsedilen yöntemde;

nispeten küçük boyutlu (insanlar tarafından açılmış) boşlukların, nispeten kısa süreli ve rastgele ölçümler ile görselleştirilmesi hakkında herhangi bir çözüm sunulmamaktadır.

Buluşun Kısa Açıklaması

Bu buluş; zemin özelliklerini algılamak üzere optimize edilmiş metal dedektörü veya manyetik dedektöre entegre edilmiş olan optik akışlı konum takip ünitesi sayesinde boşluk bulma ve boşluğun şeklini dahili ve/veya bir ekranda görüntüleme özelliğine sahip cihaz ve bu cihazın çalışma yöntemi ile ilgilidir. Buluş konusu cihaz sayesinde; zemin altında, içinde hedef bulunma olasılığı yüksek olan boşlukların tayin edilmesi mümkün olmaktadır. Böylece hedefe yönelik çalışan bir dedektörün algılama derinliği altındaki hedefler, zemin altı boşluk ve anomali görsellerinin yorumlanması sayesinde, tespit edilebilmektedir. Ayrıca, zemin altı boşluklarını gösterebilen dedektör ile doğrudan hedefler değil, içinde hedef bulunma olasılığı yüksek boşluklar tespit edildiğinden; boşluklar içinde bulunabilecek hedeflerin belirli bir fiziksel niteliğe sahip olması (metal gibi) tespit için şart değildir.

Toprak altında herhangi bir normal dışı ancak sınırları düzgün oluşum (anomali); insan eliyle açılmış kuyu, mezar, ev temeli vb. bir boşluk anlamına gelebileceği için; boşluğun şeklinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu buluş; zemin özelliklerini algılamak üzere optimize edilmiş, elde kullanılan bir dedektör; söz konusu dedektöre entegre edilmiş olan optik akışlı konum takip ünitesi; söz konusu konum takibinin, dedektörün farklı eksenlerdeki hareketlerinden (kullanıcının kasıtlı veya kasıtsız beden ve el hareketleri vb. dolayısıyla) ve zemin yüzey değişimlerinden (yükseltiler, çukurlar vb.) etkilenmeden gerçekleşmesini sağlayan yardımcı çeşitli sensörler (IMU, yükseklik sensörü vb.) ve dahili veya harici bir grafik işleme ünitesi vasıtasıyla; zemin altındaki boşlukların şekillerinin görselleştirilmesini sağlamaktadır.

Buluşun Anlatımı

Bu buluş; zemin özelliklerini algılamak üzere optimize edilmiş olan bir dedektörün zemine ilişkin verdiği sinyaller ile optik akış yöntemiyle çalışan konum takip ünitesinden elde edilen konum verilerinin tümleştirilmesi sayesinde; zemin altı boşluklarına ilişkin görselleri yatay izdüşümü olarak elde etmeyi sağlayan cihaz ve yöntem ile ilgilidir.

Taranan zeminin kompozisyonuna ilişkin sinyallerin alınması için zemin özelliklerini algılamak üzere optimize edilmiş olan metal dedektörü veya manyetik dedektör (manyetik gradient dedektörü) kullanılabilmektedir. Buluşun tercih edilen uygulamasına dair olarak, metal dedektöründen bahsedilecektir.

Metal dedektörü veya manyetik dedektör vasıtasıyla alınan zemin iletkenliği ve zeminin ferromanyetik tepkisine ilişkin sinyaller; dedektör gövdesine bağlanmış olan konum takip ünitesi tarafından oluşturulan konum bilgisi ile birleştirilmektedir. Birleştirilmiş veriler; sinyal ve grafik işleme yöntemleri ile haritalama formunda görsel olarak dâhili veya harici bir ekranda, kullanıcıya gösterilmektedir. Grafik işleme ünitesi; dedektör bünyesinde dâhili veya harici olabilmektedir.

Zemin altı boşluklarını gösterebilen dedektör bünyesindeki konum takip ünitesi, temel olarak optik akış yöntemi ile çalışmaktadır. Konum takip ünitesi, dedektör vasıtasıyla algılanan sinyaller ile eşzamanlı olarak anlık konum tespiti yapmaktadır. Bahsedilen konum tespitinin, kullanıcının (ve dolayısıyla dedektörün) serbest hareketlerini sınırlamadan ve zemin yüzey değişimlerinden etkilenmeden, minimum hata ile yapabilmesi; konum takip ünitesine entegre edilmiş çeşitli sensörler sayesinde mümkün olmaktadır. Konum takip ünitesi; kullanıcının el ve beden hareketleri dolayısıyla oluşabilecek eksenel hareketlerin ölçümü için ivmeölçer ve jiroskop ve/veya tümleştirilmiş IMU sensörü içermektedir. Optik akış sensörünün zemine olan mesafesinin değişimi ise temassız mesafe ölçüm sensörü sayesinde ölçülmektedir. Böylece; zemin altı sinyallerinin, konum verileri ile tümleştirilmesi sırasında, cihazın eksenel hareketleri ve zemin yüzey değişimleri tespit edilerek hesaba katılabilmektedir.

Zemin altı boşluklarını gösterebilen dedektör; tüm bu verilerin toplamasını, işlenmesini ve görsel hale getirilmesini sağlayan bir grafik işleme ünitesine sahiptir. Bahsedilen grafik işleme ünitesi, dedektör bünyesinde olabileceği gibi; detektörden alınan sinyal ve verilerin toplandığı harici bir bilgisayar veya işlemci bünyesinde de olabilmektedir.

Bu buluş, bundan sonra; aşağıda listelenmiş şekillere ve grafiklere değinilerek, referanslar aracılığıyla, daha detaylı olarak açıklanmaktadır:

Şekillerin Açıklaması

Şekil 1: Zemin altı boşluklarını gösterebilen dedektörün tercih edilen yapılanmasının perspektif görünüşüdür.

Şekil 2: Zemin altı boşluklarını gösterebilen dedektörün tercih edilen yapılanmasının yandan görünüşüdür.

Şekil 3: Zemin altı boşluklarını gösterebilen dedektörün, konum takip ünitesinin detay görünüşüdür.

Şekil 4: Zemin altı boşluklarını gösterebilen dedektörün, zemin üstünde çalışma şekli ve konuma göre sinyal grafiğinin görünüşüdür.

Şekil 5: Zemin altı boşluklarını gösterebilen dedektörün, zemin üstünde çalışma şekli üstten görünüşüdür.

Referans Numaralarının Açıklaması

NO	PARÇA ADI
1	Zemin
2	Boşluk
10	Dedektör
11	Arama başlığı
12	Şaft
20	Konum takip ünitesi
21	Optik akış kamerası
22	Optik akış işlemcisi
23	Mesafe ölçüm sensörü
24	Jiroskop
25	İvmeölçer

26	Aydınlatma elemanı
27	Soğuk ayna filtresi
28	Mercek
30	Grafik işleme ünitesi
31	Harici grafik işleme ünitesi
32	Ekran
40	Kablosuz iletişim ünitesi

Buluşun Ayrıntılı Açıklaması

Zemin(1) altı boşluklarını(2) gösterebilen dedektör(10), genel olarak; zemin(1) özelliklerini algılayarak, zemine(1) ilişkin sinyalleri üreten dedektör(10); dedektör(10) üzerine entegre edilmiş olan ve optik akış yöntemiyle, konum verilerinin elde edilmesini sağlayan tümleştirilmiş konum takip ünitesi(20); dedektörün(10) zemine(1) ilişkin verdiği sinyaller ile konum takip ünitesinden(20) elde edilen konum verilerinin işlenmesini ve görsel hale getirilmesini sağlayan grafik işleme ünitesinden(30) oluşmaktadır.

Bu buluş; zemin(1) altı anomalilerini ve boşluklarını(2), kullanıcıya görselleştirilmiş olarak sunan bir metal dedektör(10) veya manyetik dedektör(10) ile ilgili olup, özelliği;

- Çalışma frekansı, arama başlığı(11) geometrisi ve sinyal işleme sistemi, zemin(1) özelliklerini algılamaya yönelik olarak optimize edilmiş olan ve böylece zemin(1) içeriğine dair sinyallerin alınmasını sağlayan, elde kullanılan dedektör(10);
- Bahsedilen dedektör(10) arama başlığının(11) taradığı zemin(1) yüzeyini, optik akış yöntemiyle takip edebilecek şekilde, dedektör(10) bünyesine entegre edilmiş olan ve zemin(1) üzerindeki geometrik kusurların oluşturduğu gölgelerin, başka bir ifade ile desenlerin, resim karesi içindeki hareketinden yararlanarak taranan zemindeki(1) konum bilgilerinin elde edilmesini sağlayan konum takip ünitesi(20)

veya dedektör(10) gövdesine ayrı ayrı veya gruplar halinde konumlandırılmış, bahsedilen konum takip işinin yapılmasını sağlayan alt elemanlar;

- Dedektör(10) tarafından alınan zemin(1) içeriğine dair sinyaller ve konum takip ünitesinden(20) elde edilen konum bilgilerinin en az üç boyutlu bir sinyal-konum verileri dizisi veya matrisi haline getirilmesini ve bu dizi veya matrisin eş şiddet eğrileri ve/veya renkli görseller olarak anlamlandırılmasını ve böylece görselleştirilerek ve/veya haritalandırılarak dâhili ve/veya harici bir ekranda(32) gösterilmesini sağlayan dâhili ve/veya harici en az bir adet grafik işleme ünitesi(30);
- Konum takip ünitesi(20) bünyesinde bulunan ve zemin(1) desenlerinin hareket miktarının optik akış ile algılanmasını sağlayan optik akış kamerası(21) ve işlemcisi veya tümleşik optik akış algılayıcısı;
- Konum takip ünitesi(20) bünyesinde bulunan ve optik akış kamerasının(21) zemin(1) ile mesafesinin sürekli olarak ölçülmesini sağlayan en az bir temassız mesafe ölçüm sensörü(23);
- Konum takip ünitesi(20) bünyesinde bulunan ve tarama sırasında kullanıcının el ve beden hareketlerinden kaynaklanan dedektörün(10) eksenel hareketlerinin tespit edilmesini sağlayan en az bir adet jiroskop(24) ve en az bir adet ivmeölçer(25) içeren en az bir adet IMU sensörü;

içermesidir.

Buluşun örnek bir yapılanması ve örnek bir çalışma yöntemi şu şekilde olmaktadır:

Buluş uygulamalarında dedektör(10) olarak; metal dedektörü veya manyetik dedektör kullanılabilmektedir. Buluşta bahsedilen dedektör(10); zemin(1) özelliklerini algılamak üzere optimize edilmiştir. Dedektör(10), zemin(1) altındaki bir boşluğu(2); zemin(1) içeriğinin oluşturduğu sinyalin sürekliliğinde meydana gelen değişimleri (aykırılıklar, anomaliler vs.) ve sinyaldeki azalmaları kullanarak tespit etmektedir. Bahsedilen zemin(1); iletken ve/veya ferromanyetik özellikler göstermektedir. Metal dedektörleri; bir hedefin veya ortamın iletkenlik ve ferromanyetik özelliklerini birlikte ölçebilmektedir. Manyetik dedektörler ise; sadece ferromanyetik özellikleri ölçebilmektedir.

Bahsedilen dedektör(10), temel prensip olarak, bir metal dedektörü veya manyetik dedektör olmakla beraber; zemin(1) iletkenliğini ve/veya ferromanyetik özelliğini ölçebilmektedir. Standart metal dedektörleri; zemin(1) etkilerini ölçmek için değil, tam tersine, bu etkileri ortadan kaldırmak için optimize edilmektedir. Buluş konusu dedektörde(10) ise; çalışma frekansı, arama başlığı(11) (bobin) geometrisi ve sinyal işleme sistemi, zemin(1) özelliklerini algılamaya yönelik olarak optimize edilmiştir. Buluşta tercih edilen metal dedektörü(10); standart ticari dedektörlerde kullanılmakta olan sinyal filtreleme, zemin(1) etkilerini sıfırlama ve benzeri önlemlerin, zemin(1) (toprak) özelliklerini algılama yönünde değiştirildiği bir cihaz olarak tasarlanmıştır.

Zemin(1) altı boşluklarını(2) gösterebilen dedektör(10); konum verilerinin elde edilmesini sağlayan tümleştirilmiş konum takip ünitesine(20) sahiptir. Buluş konusu cihazda, konumun takibi için optik akış yöntemi kullanılmaktadır. Optik akış yöntemiyle konum takibi için; zemin(1) üzerindeki geometrik kusurların oluşturduğu gölgelerin, başka bir ifade ile desenlerin, resim karesi içindeki hareketinden yararlanılmaktadır. Tümleştirilmiş konum takip ünitesi(20); optik akış kamerası(21), optik akış işlemcisi(22) ve yardımcı sensörlerin (IMU, ivmeölçer(25), jiroskop(24), mesafe ölçüm sensörü(23) vb.) entegrasyonu ile oluşturulmuştur. Konum takip ünitesi(20); dedektör(10) arama başlığı(11) ile birlikte hareket edecek şekilde dedektör(10) gövdesine veya arama başlığı(11) üzerine sabitlenmiştir. Buluşun tercih edilen uygulamasında; konum takip ünitesi(20), dedektör(10) şaftına(12) monte edilmiş haldedir.

Konum takip ünitesi(20) bünyesinde bulunan optik akış kamerası(21) olarak; optik akış işlemi için uyarlanmış tümleşik bir görüntü sensörü veya doğrudan zemini görsel olarak görüntüleyen bir kamera ve sinyal işlemeyi sağlayan DSP ("Digital Signal Processor") kullanılabilmektedir. Buluşun tercih edilen uygulamasında; optik akışı kapasitesine sahip tümleşik görüntü sensörü olarak optik akış kamerası(21) (optik akış sensörü) tercih edilmiştir.

Dedektör(10) ile taranan zemin(1), optik akış kamerası(21) ile görüntülenmekte ve bu görüntü üzerindeki desenlerin hareketi optik akış işlemcisi(22) tarafından değerlendirilmektedir.

Görüntüdeki hareket, optik akış kamerasının(21) zeminden(1) yüksekliğine göreli olmaktadır. Bu nedenle, gerçek konum değişim miktarının tespit edilebilmesi için; optik akış kamerasının(21) zemine(1) göre yüksekliğinin sürekli olarak ölçülmesini sağlayan temassız mesafe ölçüm sensörü(23) kullanılmaktadır. Temassız mesafe ölçüm sensörü(23); ışık, ses ve benzeri bir dalganın ToF (Time of Flight) ölçümü ile çalışmaktadır. Söz konusu ölçüm; stereoskopik, geometrik veya iz düşümlü veya benzer bir yöntemle de gerçekleştirilebilmektedir. Buluşun tercih edilen uygulamasında; kızılötesi temassız mesafe ölçüm sensörü(23) kullanılmıştır.

Konum takip ünitesi(20); optik akış kamerasının(21) yeterli ışığı alabilmesi için zemini(1) aydınlatan aydınlatma elemanlarına(26) ve tercihen soğuk ayna filtresine(27) sahip olabilmektedir. Enerji tasarrufu amacıyla; aydınlatma elemanlarının(26) ışık şiddeti, sistem ihtiyacına göre otomatik olarak ayarlanabilmektedir. Ayrıca; optik akış kamerasının(21) merceği(28) hareketli bir yapıda olabilmektedir.

Buluşta tarif edilen dedektör(10), kullanıcının elinde tutarak serbest hareketler ile kullandığı bir cihazdır. Dedektörün(10) serbest hareket ile kullanılması, doğal olarak; arama başlığının(11) ve konum takip ünitesinin(20) zeminden(1) yüksekliğinin sürekli olarak değişmesine ve eksenel hareketlere maruz kalmasına neden olmaktadır. Dedektörün(10), kullanıcı hareketlerine ve zemin(1) yükseklik değişimlerine rağmen optik akışta, gerçek değerleri elde etmesi yardımcı sensörler ile mümkün olmaktadır. Bahsedilen dedektör(10) bünyesinde; zemin(1) ile mesafeyi sürekli olarak ölçen en az bir temassız mesafe ölçüm sensörü(23) ve kullanıcının eksenel hareketlerinin hesaplanıp düzeltilebilmesi için en az bir IMU sensörü bulunmaktadır. Açısal hız ve doğrusal ivme verilerini tek bir modülde toplayan IMU sensörü içinde; en az bir adet jiroskop(24) ve/veya en az bir adet ivmeölçer(25) bulunmaktadır.

IMU sensöründe, eylemsizlik ölçümleri için; jiroskop(24) veya jiroskop(24) ile aynı işleve sahip MEMS (Mikro Elektro Mekanik Sistemler) çözümleri ile oluşturulmuş tümleşik bir yapı kullanılmaktadır. Ayrıca yine IMU sensöründe, ivmelenme ölçümleri için; ivmeölçer(25) veya ivmeölçer(25) ile aynı işleve sahip, MEMS çözümleri ile oluşturulmuş tümleşik bir yapı bulunmaktadır.

Zemin(1) içeriği sinyallerini üreten dedektörden(10) ve konum takip ünitesinden(20) eşzamanlı olarak alınan veriler; grafik işleme ünitesinde(30), konuma ait sinyal (sinyalin sürekliliği, varlığı yokluğu, şiddeti, seviyesi vb) bilgilerinden oluşan bir dizi veya matris şeklinde yapılandırılmaktadır. Grafik işleme ünitesi(30), dedektöre(10) tümleşik yapıda olabileceği gibi; dedektör(10) bünyesinden ayrı, kablolu veya kablosuz olarak verileri alan bir mobil ünite, taşınabilir bilgisayar, akıllı telefon, tablet veya benzeri bir harici grafik işleme ünitesi(31) olması da mümkündür. Buluşun tercih edilen uygulamasında; dedektörden(10) ayrı olarak taşınan, zemin içeriği ve konuma ait verileri (bilgileri) dedektörden(10) kablosuz iletişim üniteleri(40) aracılığı ile alan ve kendi üzerindeki ekran(32) sayesinde zemine(1) ve boşluğa(2) ilişkin görselleri kullanıcıya sunabilen bir harici grafik işleme ünitesi(31) olarak yapılandırılmıştır.

Buluşun olası bir uygulaması şu şekilde olmaktadır:

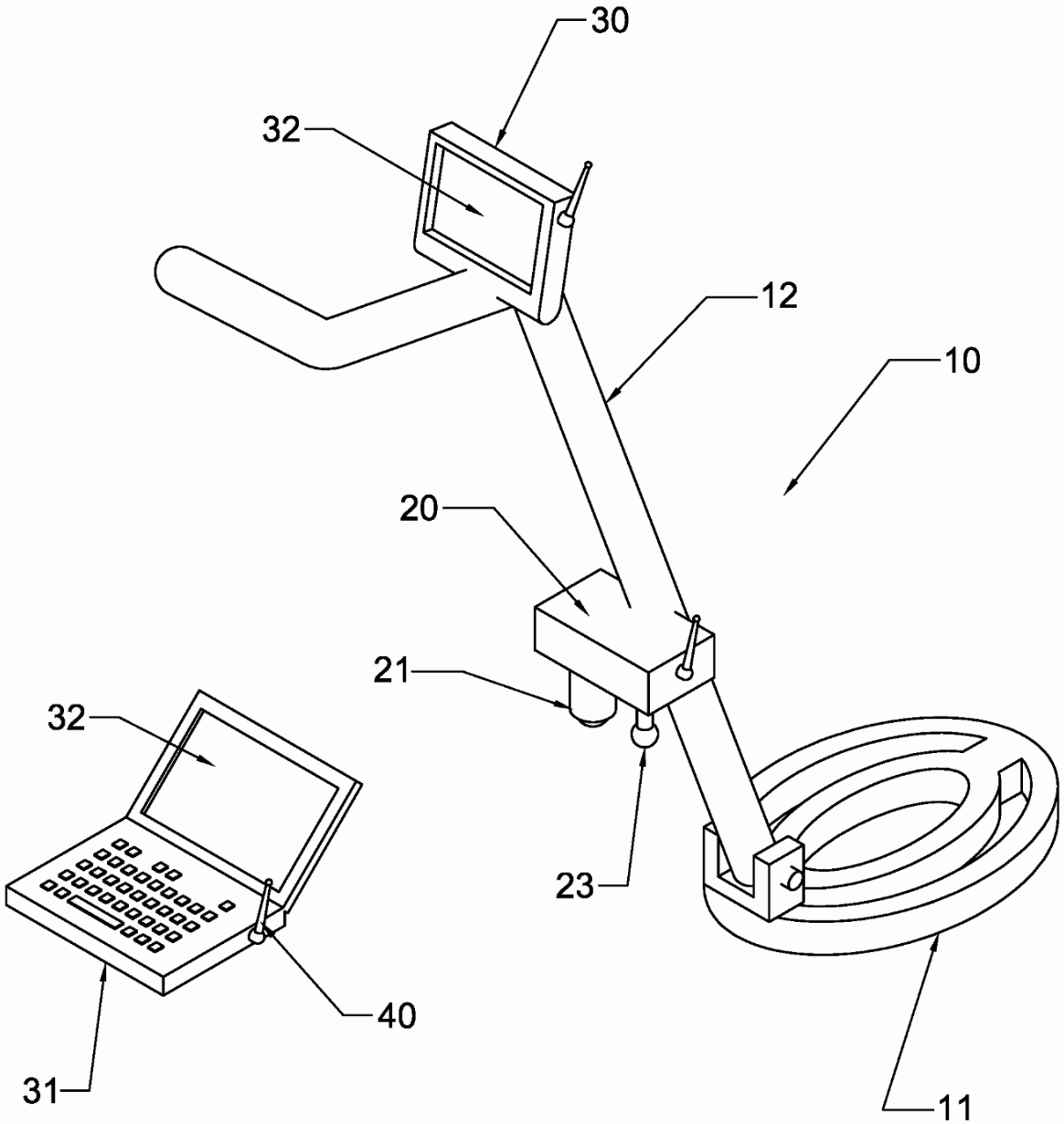
Kullanıcı, dedektör(10) ile arama başlığını(11) zemin(1) üzerinde serbest şekilde dolaştırarak taramayı gerçekleştirmektedir. Söz konusu tarama işlemi yapılırken belirli bir formun izlenmesi gerekli değildir ancak; mümkün olduğu ölçüde sorgulanan alanın tümünden zemin(1) yüzey verisi toplamış olması tercih edilmektedir. Böylece ölçüm sonuçlarındaki hata minimum seviyede olmaktadır.

Tarama sırasında; dedektör(10) arama başlığından(11) zemine(1) ilişkin sinyaller ve optik akışlı konum takip ünitesinden(20) konum bilgileri eşzamanlı olarak alınmaktadır. Tarama sırasında; zemin(1) yüzeyi ile konum takip ünitesi(20) arasındaki yükseklik değişimleri mesafe ölçüm sensörü(23) ile tespit edilmekte ve konum bilgilerinin düzeltilmesi sağlanmaktadır. Tarama sırasında; kullanıcının el ve beden hareketlerinden kaynaklanan dedektörün(10) eksenel hareketleri, en az bir adet jiroskop(24) ve en az bir adet ivmeölçer(25) içeren en az bir adet IMU sensörü ile tespit edilmekte ve konum bilgilerinin düzeltilmesi sağlanmaktadır. Eşzamanlı olarak toplanan ve bahsedilen düzeltmeleri yapılmış olan zemine(1) ilişkin sinyal ve konum verileri, kablolu veya kablosuz iletişim ünitesi(40) ile grafik işleme ünitesine(30) aktarılmaktadır. Grafik işleme ünitesine(30) aktarılan zemin(1) sinyali ve konum verileri en az üç boyutlu bir dizi veya matris haline getirilmektedir. Söz konusu dizi veya matris; interpolasyon ve diğer grafik işleme

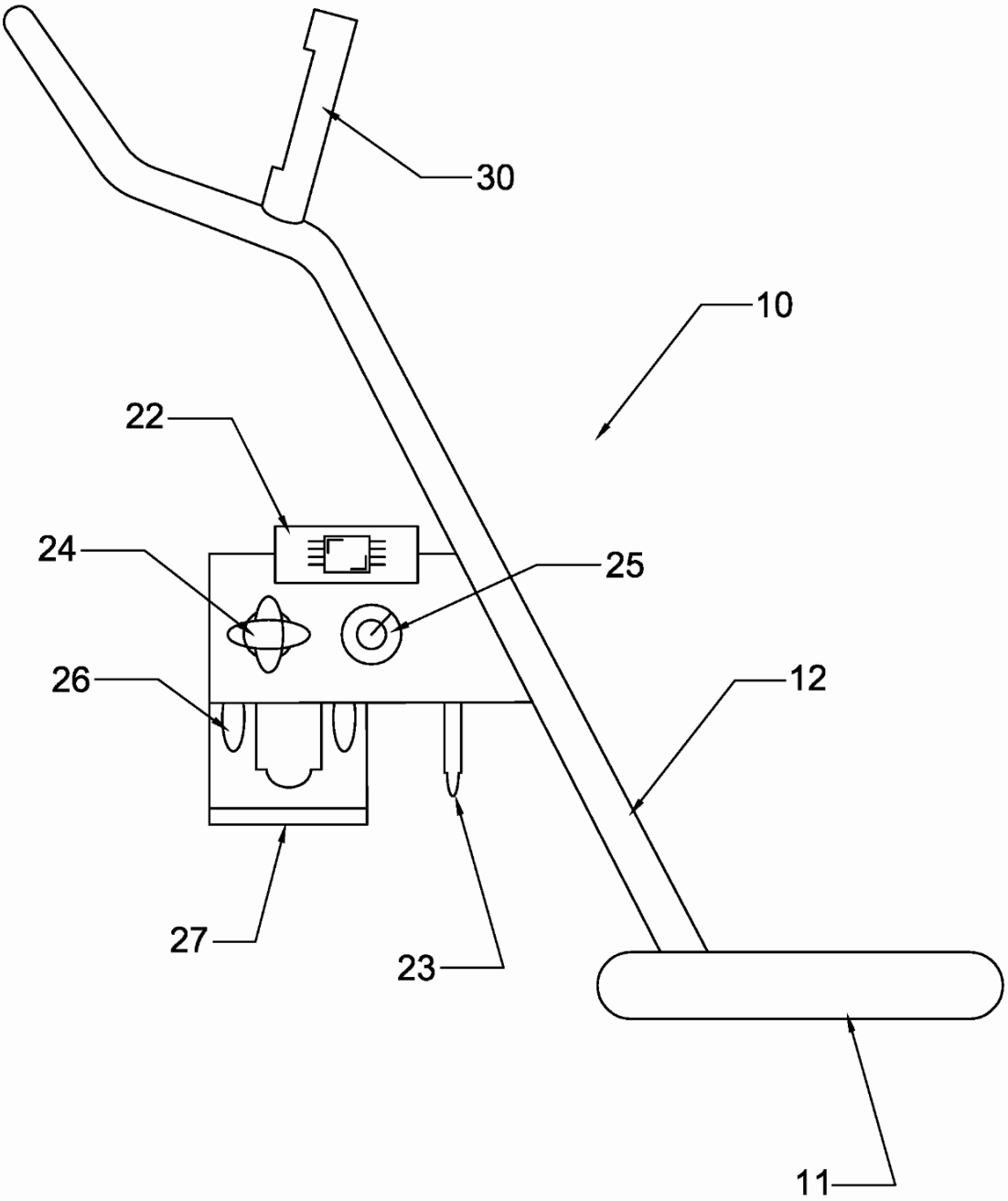
yöntemlerine tabi tutularak eksik veriler tamamlanmakta ve olası gürültüler filtrelenmektedir.

Bahsedilen işlemlerden geçirilmiş olan zemin(1) sinyali ve konum verilerini içeren dizi veya matris; eş şiddet eğrileri ve tercihen renk kullanarak görsel olarak anlamlandırılmakta ve görselleştirilerek veya haritalandırılarak ekranda(32) gösterilmektedir. Söz konusu harita kullanıcı tarafından yorumlanarak değerlendirilmekte ve böylece zemin(1) altı boşluklara(2) yönelik tayinler yapılmaktadır.

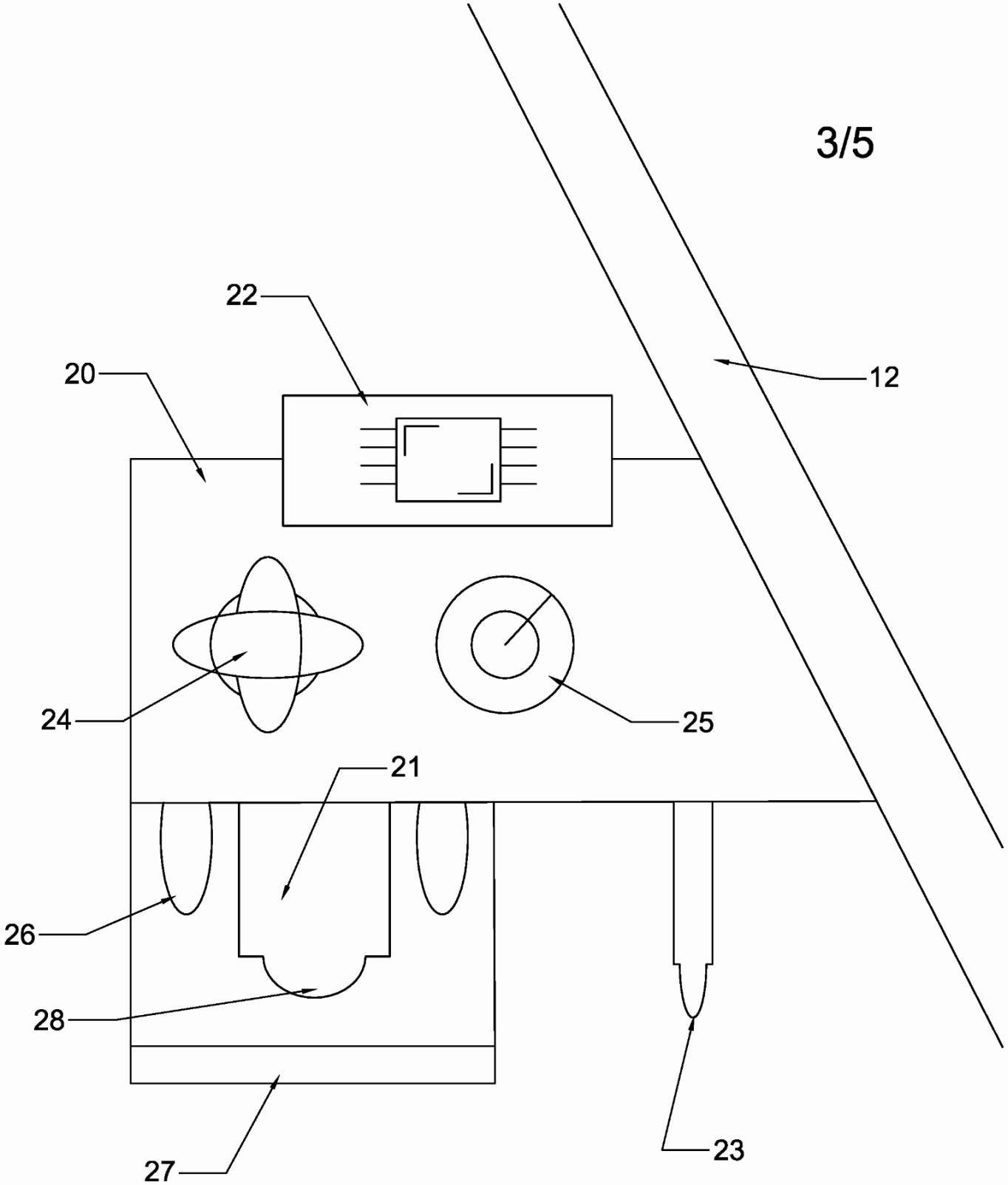
Kullanıcı, tarama işleminden önce, harita üzerinde yer alması ve referans olması amacıyla, tarama zemininin(1) üzerine, yön ve konumları belli edecek bazı metal objeler yerleştirebilmektedir.



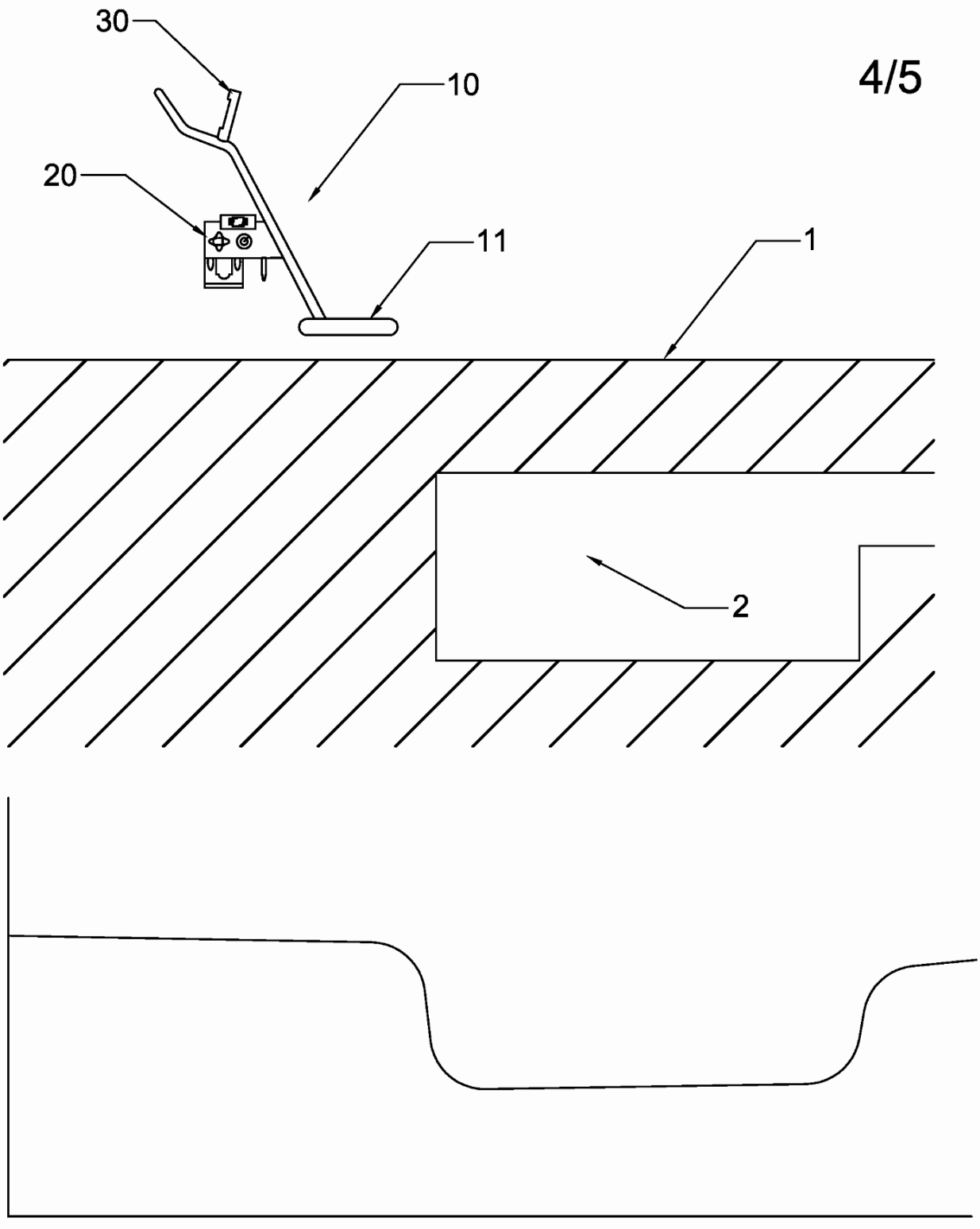
ŞEKİL 1



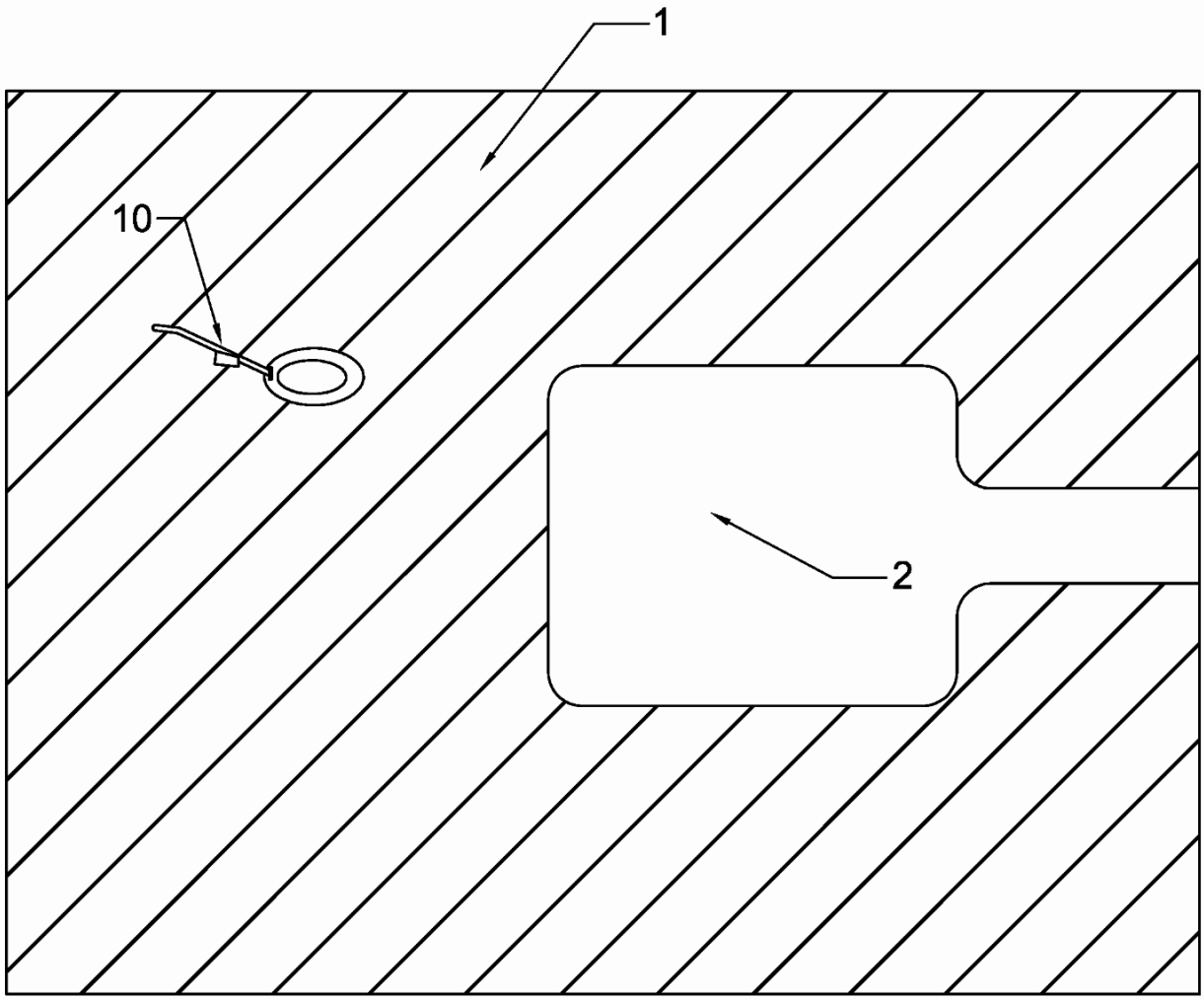
ŞEKİL 2



ŞEKİL 3



ŞEKİL 4



ŞEKİL 5