

**ÖZET****BİR DELİK DELME SİSTEMİ**

5 Bu buluş, hava araçlarında yer alan bir gövde (2), üretici tarafından birbirlerine monte edilecek olan, gövde (2) üzerinde birbirine temas edecek şekilde karşılıklı yer alan en az iki parça (3), parçaları (3) birleştirmeye yarayan en az bir bağlayıcı (4), parça (3) üzerine yerleştirilen, parçaları (3) birbirlerine monte edebilmek için açılacak olan deliklerin kılavuzlanmasını sağlayan en az bir delme plakası (5), parçaların (3) üç boyutlu dijital ortamda taratılmasını sağlayan bir fotogrametri cihazı (6) ile ilgilidir.

## İSTEMLER

1. Hava araçlarında yer alan bir gövde (2), üretici tarafından birbirlerine monte edilecek olan, gövde (2) üzerinde birbirine temas edecek şekilde karşılıklı yer alan en az iki parça (3), parçaları (3) birleştirmeye yarayan en az bir bağlayıcı (4), parça (3) üzerine yerleştirilen, parçaları (3) birbirlerine monte edebilmek için açılacak olan deliklerin kılavuzlanmasını sağlayan en az bir delme plakası (5), parçaların (3) üç boyutlu dijital ortamda taratılmasını sağlayan bir fotogrametri cihazı (6) **içeren** kullanıcı tarafından parçaların (3) üzerine çıkarılabilir şekilde tutturulan delme plakası (5), delme plakası (5) ile parçaların (3) birlikte üç boyutlu taratıldığı fotogrametri cihazı (6), tarama sonucu elde edilen bu sayede montaj gerçekleştiğinde parçalarda (3) açılacak deliklerin konumlarının tespit edilmesine olanak sağlayan, sanal ortamda oluşturulan bir model (7), birbirinden farklı delik kombinasyonlarına sahip olan birden fazla delme plakası (5) modeli (7) alınan bir veri tabanı (10), ve veri tabanından (10) delme plakası (5) ile parçaları (3) eşleştiren, delik delme tolerans değerlerini belirleyen ve bağlayıcıların (4) parçalarda (3) denk geleceği konumları belirleyen bu sayede ideal delme plakasını (5) tespit eden bir kontrol ünitesi (11) **ile karakterize edilen** bir delik delme sistemi (1).
2. Delme plakası (5) yerleştirilecek konumun belirlenmesi için parçalar (3) üzerinde yer alan birden fazla referans delikler (8), referans delikler (8) ile hizalanarak yerleştirilen delme plakası (5) **ile karakterize edilen** istem 1'deki gibi bir delik delme sistemi (1).
3. Delme plakası (5) üzerinde yer alan en az bir deliğe sanal ortamda bağlayıcı (4) yerleştirilerek bağlayıcının parçalar (4) üzerindeki konumunu ve doğrultusunu gösteren model (7) **ile karakterize edilen** istem 1 veya istem 2'deki gibi bir delik delme sistemi (1).
4. Parçalar (3) ile delme plakasının (5) çıkarılabilir şekilde tutturulmasını sağlayan en az bir tutturucu (9) **ile karakterize edilen** yukarıdaki istemlerden herhangi birindeki gibi bir delik delme sistemi (1).
5. Kullanıcı tarafından üst üste yerleştirilen parçaların (3) ve parçalar (3) üzerine tutturulan delme plakasının (5) tutturucu (9) ile geçici tutturulmasını (101), Tutturulan parçalar (3) ve delme plakasının (5) fotogrametri cihazı (6) vasıtasıyla birlikte taratılmasını (102), Taratılan parçaların (3) ve delme plakasının (5) üst üste çakıştırılması ile nokta bulutu oluşturulması ve tek bir bilgisayar destekli tasarım (CAD) modeli (7) oluşturulmasını, delinecek deliklerin konumlarının oluşturulan modelde delme plakası (5) ile temas eden parça (3) üzerinde tespit edilmesini (103), delme plakasına (5) temas eden parça (3)

üzerinde tespit edilen deliklerin bir diğer parçada (3) hangi koordinatlara denk geleceğinin dik vektör atılarak belirlenmesini (104) sağlayan ve hatalı olabilecek delik konumlarının değiştirilmesine (105) olanak sağlayan fotogrametri cihazı (6) **ile karakterize edilen** istem 4'teki gibi bir delik delme sistemi (1).

5

6. Otomatik delme ünitesi ile delinen referans delikler (8) **ile karakterize edilen** istem 2 ile istem 5'teki gibi bir delik delme sistemi (1).

10

7. Birbirlerine tutturucularla (9) geçici tutturulan parçaların (3) ve delme plakasının (5) kullanıcı tarafından önceden belirlenen sayıda fotoğrafını çeken bir kamera (12) vasıtasıyla fotoğraflarının çekilmesini (201), Kontrol ünitesinin (11) sahip olduğu bir yazılım aracılığıyla fotoğrafları kullanarak üç boyutlu model (7) oluşturmasını (202) sağlayan ve oluşturulan modelde (7) fotogrametri cihazı (6) vasıtasıyla montaj deliklerinin konumlarının belirlenmesine (203) olanak sağlayan kontrol ünitesi (11) **ile karakterize**

15

**edilen** istem 1 veya istem 6'daki gibi bir delik delme sistemi (1).

## TARİFNAME

### BİR DELİK DELME SİSTEMİ

Bu buluş, hava aracı montaj işlemlerinde kullanılan bir delik delme sistemi ile ilgilidir.

5 Hava aracı platformlarında montaj faaliyetlerinin en önemli işlemlerinden birisi hassas delik delme prosesidir. Havacılık sektöründe delik delme prosesleri, aerodinamik isterler ve buna bağlı olarak etkilenen geometrik unsurlardaki karmaşık gereksinimler, dayanımı yüksek malzeme kullanımı gibi etkenlerden doğrudan etkilenmektedir. Delik delme işlemleri bağlayıcı takılmadan önce birleştirilecek yapısal unsurlara kademeli veya tek seferde özel ekipmanlar ve takımlar vasıtası ile uygulanmaktadır. Erişimi zor olan bölgelerde delik delinirken veya 10 delik eksenini doğru belirlenmek istenirken ciddi hatalar ile karşılaşmaktadır. Bu hatalar, uzun montaj sürelerine ve yüksek maliyetli montaj hurdalarına neden olabilmektedir.

Tekniğin bilinen durumuna dâhil olan US11132479B1 sayılı Amerika Birleşik Devletleri menşei patent başvuru dokümanında bileşenlerin montajı için yöntemler, sistemler ve cihazlardan bahsedilmektedir. Gerçek zamanlı sanal montaj araçlarının; CAD ve/veya 15 bileşenin taramasından bağlantı parçası, delik, perçin konum bilgilerini otomatik olarak programa eklemeyi içerdiği açıklanmaktadır.

Bu buluşla geliştirilen bir delik delme sistemi sayesinde, hava araçlarında henüz delikler delinmeden ortaya çıkabilecek hatalar önlenmektedir.

20 Bu buluşun bir başka amacı, hava aracı montaj işlemleri delik delme proseslerinde uzun montaj süreleri ve yüksek maliyetli montaj hurdaları dezavantajlarının oluşmasını engellemektir.

Bu buluşun bir diğer amacı, hava aracı delik delme işlemlerini hızlı, hatasız ve efektif bir şekilde gerçekleştirmektir.

25 Buluşun amacına ulaşmak için gerçekleştirilen, ilk istem ve bu isteme bağlı istemlerde tanımlanan delik delme sistemi, hava araçlarında bulunan bir gövde, üretici tarafından birbirlerine monte edilecek olan en az iki parça içermektedir. Parçalar gövde üzerinde birbirlerine temas edecek şekilde karşılıklı yer almaktadır. Bağlayıcılar vasıtasıyla parçalar birbirlerine monte edilmektedir. Parçaların birbirlerine monte edilebilmesi için gövde üzerindeki parça üzerine delme plakası (drill plate) yerleştirilmektedir. Delme plakası

vasıtasıyla parçalar üzerinde açılacak deliklerin kılavuzlanması sağlanmaktadır. Parçaların fotogrametri cihazı ile sanal ortamda üç boyutlu tarama işlemi gerçekleştirilmektedir.

5 Buluş konusu delik delme sistemi, kullanıcı tarafından parçaların üzerine çıkarılabilir şekilde takılan delme plakası içermektedir. Delme plakası ve birbirlerine monte edilecek parçaların tamamı birlikte fotogrametri cihazında üç boyutlu taratılmaktadır. Tarama sonucu sanal ortamda üç boyutlu bütünleşik tek bir model elde edilmektedir. Model ile montaj gerçekleştirildiğinde parçalarda açılacak deliklerin hangi konum ve koordinatlarda olacağını tayin edilebilmektedir. Böylece alttaki parçada köşe noktaya, radyuslu bölgeye çıkan delikler gibi hatalı olabilecek delikler henüz delinmeden önlenmektedir. Bunun sonucunda havacılık sektöründe yüksek maliyetli montaj hatalarının ve uzun zamanlı montaj süreçlerinin önüne geçilmektedir.

15 Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi, birbirlerine montajı gerçekleştirilecek parçalardan birisinin üzerine delme plakasının yerleştirileceği konumun tespit edilebilmesi için parça üzerinde bulunan birden çok referans delik içermektedir. Referans delikler parçalardan biri üzerinde somut olarak var olabilmekte ve delme plakası vasıtasıyla bir diğer parçaya geçirilmektedir. Bir başka uygulamada referans delikler sadece konum olarak belirli olup somut olarak açılmamış olabilmektedir. Delme plakası referans delikler ile hizalanarak parça üzerine yerleştirilmektedir.

20 Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi, sanal ortamda bağlayıcıların deliklere yerleştirildiğinde hangi konum, koordinat ve doğrultularda olacağını gösteren model içermektedir. Delme plakası üzerinde bulunan deliklere sanal ortamda model üzerinde bağlayıcılar yerleştirilmektedir. Bağlayıcıların parçalar üzerinde hangi noktalara denk geleceği tespit edilmektedir. Böylece montajın uygunluğu sağlanmakta ve olası hatalar önlenmektedir.

25 Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi, parçalar ile delme plakasının çıkarılabilir şekilde tutturulmasını sağlayan en az bir tutturucu (cleco) içermektedir. Hava araçları imalat ve onarımında parçaları birbirlerine geçici olarak tutturmak ve kalıcı olarak birleştirilmeden önce parçaları bir arada tutmak için tutturucu kullanılmaktadır. Montaj gerçekleştirilmeden önce üç boyutlu tarama yapılarak model oluşturulması için tutturucular vasıtasıyla parçalar ile delme plakası bir arada tutulmaktadır. Böylece istenilen hizalama korunurken parçaların bozulması önlenmektedir. Tutturucular tercihen pim ve somun olmaktadır.

Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi, kullanıcı tarafından üst üste yerleştirilen parçalar ve delme plakasını birlikte geçici olarak bağlayan tutturucular içermektedir. Parçalar ve delme plakası birlikte fotogrametri cihazı ile taratılmaktadır. Taratılan parçalar ve delme plakası üst üste çakıştırılmaktadır. Çakıştırma sonrasında nokta bulutu (point cloud) oluşturulmaktadır. Nokta bulutu ile tek bir bilgisayar destekli tasarım (CAD) modeli olan dijital ikiz oluşturulmaktadır. Delme plakasına temas eden parça üzerinde delinecek delikler için model üzerinde konum ve/veya koordinatlar tespit edilmektedir. Delme plakasına temas eden parça üzerinde tespit edilen deliklerin bir diğer parçada hangi koordinatlara denk geleceği delikler belirlenen parçadan diğer parçaya dik vektör atılarak tayin edilmektedir. Eğer delikler 5 10 radyus bölgesine veya köşe bölgelere denk geliyorsa ya da olabilecek diğer istenmeyen delik delme prosesi hataları oluşturabilecek kısımlara denk geliyorsa deliğin belirlenen konumu değiştirilmektedir. Model sayesinde hatalı olabilecek delikler delinmeden önlenmekte ve konumları değiştirilmektedir.

Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi, birbirinden farklı konumlarda ve farklı 15 sayılarda deliklere sahip olan birden fazla delme plakası modeli alınan bir veri tabanı içermektedir. Farklı delme plakaları sanal ortamda model üzerine taşınabilmektedir. Bu sayede montaj için gerekli olan delik delme prosesinin gerçekleştirilebilmesi için en uygun delik konumları belirlenebilmektedir.

Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi, veri tabanından delme plakası ile parçaları 20 eşleştiren bir kontrol ünitesi içermektedir. Kontrol ünitesi deliklerin tolerans değerlerini ve bağlayıcıların parçalarda hangi konumlara geleceğini belirlemektedir. Bu sayede ideal delme plakası tespit edilmekte ve proste bu delme plakası kullanılmaktadır.

Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi, otomatik delme ünitesi (automatic drilling 25 unit) ile delinen referans delikler içermektedir. Bu sayede hatasız, verimli ve daha hızlı delik delme prosesleri gerçekleştirilmektedir.

Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi, birbirlerine tutturucularla geçici bağlanan parçaların ve parçalar üzerine yerleştirilen delme plakasının birlikte kullanıcı tarafından önceden belirlenen sayıda fotoğrafının çekilmesini sağlayan bir kamera içermektedir. Fotoğraflar kontrol ünitesi tarafından üç boyutlu model oluşturmaları için bir yazılıma 30 aktarılmaktadırlar. Oluşturulan modelde fotogrametri cihazı kullanılarak montaj deliklerinin konumları tayin edilmektedir.

Bu buluşun amacına ulaşmak için gerçekleştirilen delik delme sistemi ekli şekillerde gösterilmiş olup, bu şekillerden;

Şekil 1 - Delik delme sistemi perspektif görünümüdür.

Şekil 2 - Buluşun uygulamasında delik delme sistemi akış şemasıdır.

Şekil 3 - Buluşun uygulamasında delik delme sistemi akış şemasıdır.

Şekillerdeki parçalar tek tek numaralandırılmış olup bu numaraların karşılıkları aşağıda verilmiştir.

5

1. Delik delme sistemi
2. Gövde
3. Parça
- 10 4. Bağlayıcı
5. Delme plakası
6. Fotogrametri cihazı
7. Model
8. Referans delikler
- 15 9. Tutturucu
10. Veri tabanı
11. Kontrol ünitesi
12. Kamera

20 Delik delme sistemi (1), hava araçlarında yer alan bir gövde (2), üretici tarafından birbirlerine monte edilecek olan, gövde (2) üzerinde birbirine temas edecek şekilde karşılıklı yer alan en az iki parça (3), parçaları (3) birleştirmeye yarayan en az bir bağlayıcı (4), parça (3) üzerine yerleştirilen, parçaları (3) birbirlerine monte edebilmek için açılacak olan deliklerin kılavuzlanmasını sağlayan en az bir delme plakası (5), parçaların (3) üç boyutlu dijital ortamda taratılmasını sağlayan bir fotogrametri cihazı (6) içermektedir. (Şekil 1)

25 Buluş konusu delik delme sistemi (1), kullanıcı tarafından parçaların (3) üzerine çıkarılabilir şekilde tutturulan delme plakası (5), delme plakası (5) ile parçaların (3) birlikte üç boyutlu taratıldığı fotogrametri cihazı (6), tarama sonucu elde edilen bu sayede montaj gerçekleştiğinde parçalarda (3) açılacak deliklerin konumlarının tespit edilmesine olanak sağlayan, sanal ortamda oluşturulan bir model (7) içermektedir.

30 Delik delme sistemi (1), hava araçlarında bulunan bir gövde (2) içermektedir. Üretici tarafından montajı gerçekleşecek en az iki parça (3) bulunmaktadır. Parçalar (3) gövde (2) üzerinde birbirine temas halinde karşılıklı olarak bulunmaktadır. Parçalar (3) bağlayıcı (4)

vasıtasıyla birbirlerine bağlanmaktadır. Parçalardan (3) birisinin üzerine en az bir delme plakası (5) yerleştirilmektedir. Delme plakası (5) parçaların (3) birbirlerine monte edilebilmesi için açılacak olan deliklerin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Parçalar (3) üç boyutlu dijital ortamda bir fotogrametri cihazı (6) vasıtasıyla taratılmaktadır.

- 5 Buluş konusu delik delme sistemi (1), kullanıcı tarafından parçaların (3) üzerine çıkarılabilir şekilde tutturulan delme plakası (5) içermektedir. Delme plakası (5) ve parçalar (3) fotogrametri cihazında (6) üç boyutlu taratılmaktadır. Tarama sonucunda sanal ortamda üç boyutlu bir model (7) oluşturulmaktadır. Model (7) ile montaj gerçekleştirildiğinde parçalarda (3) açılacak deliklerin hangi konumlarda olacağı saptanmaktadır. Böylece olası istenmeyen ve/veya hatalı delikler henüz delinmeden konumları değiştirilmektedir.

- 15 Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi (1), delme plakası (5) yerleştirilecek konumun belirlenmesi için parçalar (3) üzerinde yer alan birden fazla referans delikler (8), referans delikler (8) ile hizalanarak yerleştirilen delme plakası (5) içermektedir. Referans delikler (8) parçalardan (3) biri üzerinde belirli olmakta ve bu parça (3) üzerine yerleştirilecek olan delme plakasının (5) konumunu belirlemek için kullanılmaktadır. Delme plakası (5) referans delikler (8) ile hizalanarak parça (3) üzerine yerleştirilmektedir. (Şekil 1)

- 20 Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi (1), delme plakası (5) üzerinde yer alan en az bir deliğe sanal ortamda bağlayıcı (4) yerleştirerek bağlayıcının parçalar (4) üzerindeki konumunu ve doğrultusunu gösteren model (7) içermektedir. Sanal ortamda bağlayıcıların (4) deliklere yerleştirildiğinde konum, koordinat ve doğrultu olarak nerelerde olacağını gösteren model (7) içermektedir. Delme plakası (5) üzerinde bulunan deliklere modelde (7) bağlayıcılar (4) yerleştirilmektedir. Parçalarda (3) bağlayıcıların (4) nerelere denk geleceği belirlenmektedir. Böylece montajda hatalı delik delinmesi engellenmektedir.

- 25 Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi (1), parçalar (3) ile delme plakasının (5) çıkarılabilir şekilde tutturulmasını sağlayan en az bir tutturucu (9) içermektedir. Parçaları (3) birbirlerine geçici olarak tutturmak için tutturucu (9) kullanılmaktadır. Montaj gerçekleştirilmeden önce üç boyutlu tarama yapıp model (7) oluşturulmaktadır. Tutturucular (9) vasıtasıyla parçalar (3) ve delme plakası (5) bir arada tutulmaktadır. Böylece hizalama sağlanmaktadır. Tutturucular (9) tercihen pim ve somun olmaktadır

- 30 Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi (1),  
- Kullanıcı tarafından üst üste yerleştirilen parçaların (3) ve parçalar (3) üzerine tutturulan delme plakasının (5) tutturucu (9) ile geçici tutturulması (101),

- Tutturu lan parçalar (3) ve delme plakasının (5) fotogrametri cihazı (6) vasıtasıyla birlikte taratılması (102),

- Taratılan parçaların (3) ve delme plakasının (5) üst üste çakıştırılması ile nokta bulutu oluşturulması ve tek bir bilgisayar destekli tasarım (CAD) modeli (7) oluşturulması,

5 - Delinecek deliklerin konumlarının oluşturulan modelde delme plakası (5) ile temas eden parça (3) üzerinde tespit edilmesi (103),

- Delme plakasına (5) temas eden parça (3) üzerinde tespit edilen deliklerin bir diğer parçada (3) hangi koordinatlara denk geleceğinin dik vektör atılarak belirlenmesi (104),

10 - Hatalı olabilecek delik konumlarının değiştirilmesine (105) olanak sağlayan fotogrametri cihazı (6) içermektedir. (Şekil 2)

Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi (1), birbirinden farklı delik kombinasyonlarına sahip olan birden fazla delme plakası (5) modeli (7) alınan bir veri tabanı (10) içermektedir. Birbirinden farklı delik dağılımına sahip olan birden fazla delme plakası (5) modeli (7) alınan bir veri tabanı (10) bulunmaktadır. Dijital ortamda model (7) üzerine farklı delme plakaları (5) yerleştirilebilmektedir. Böylece montaj için gerekli olan delik delme prosesinin gerçekleştirilebilmesi için ideal delik konumları belirlenebilmektedir.

20 Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi (1), veri tabanından (10) delme plakası (5) ile parçaları (3) eşleştiren, delik delme tolerans değerlerini belirleyen ve bağlayıcıların (4) parçalarda (3) denk geleceği konumları belirleyen bu sayede ideal delme plakasını (5) tespit eden bir kontrol ünitesi (11) içermektedir. Kontrol ünitesi (11) deliklerin tolerans değerlerini ve bağlayıcıların (4) parçalarda (3) hangi konumlara geleceğini belirlemektedir. Bu sayede ideal delme plakası tespit edilmekte ve proste bu delme plakası kullanılmaktadır. (Şekil 1)

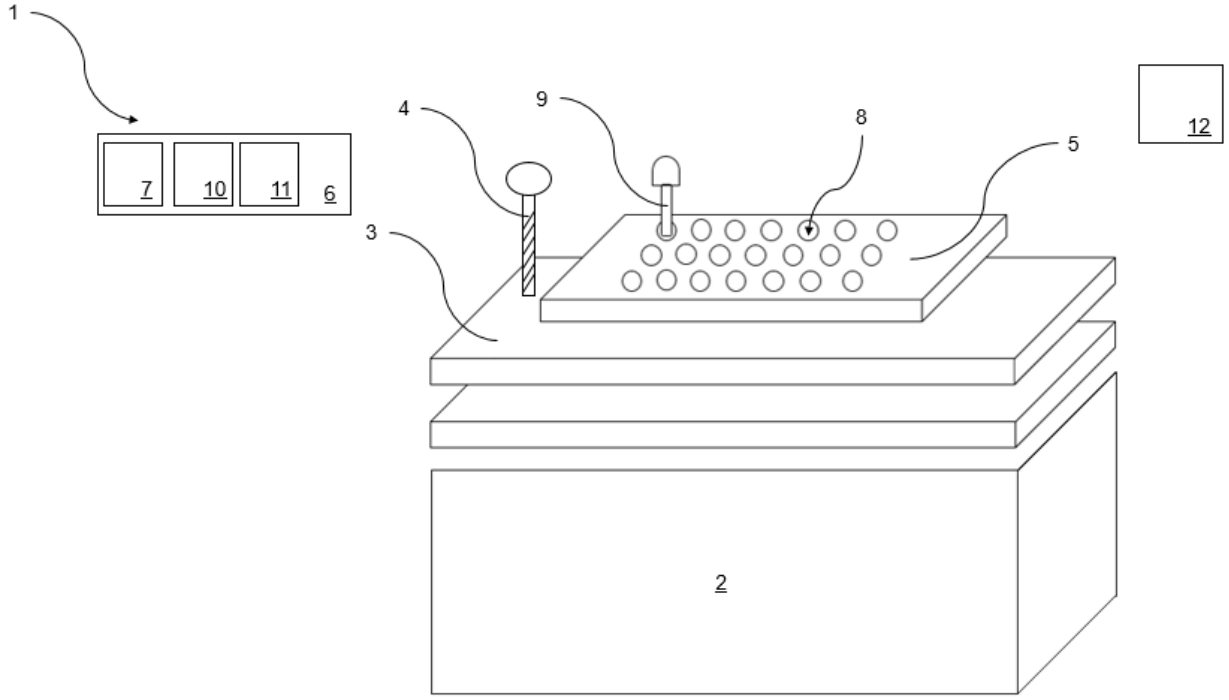
Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi (1), otomatik delme ünitesi ile delinen referans delikler (8) içermektedir.

25 Buluşun bir uygulamasında, delik delme sistemi (1),

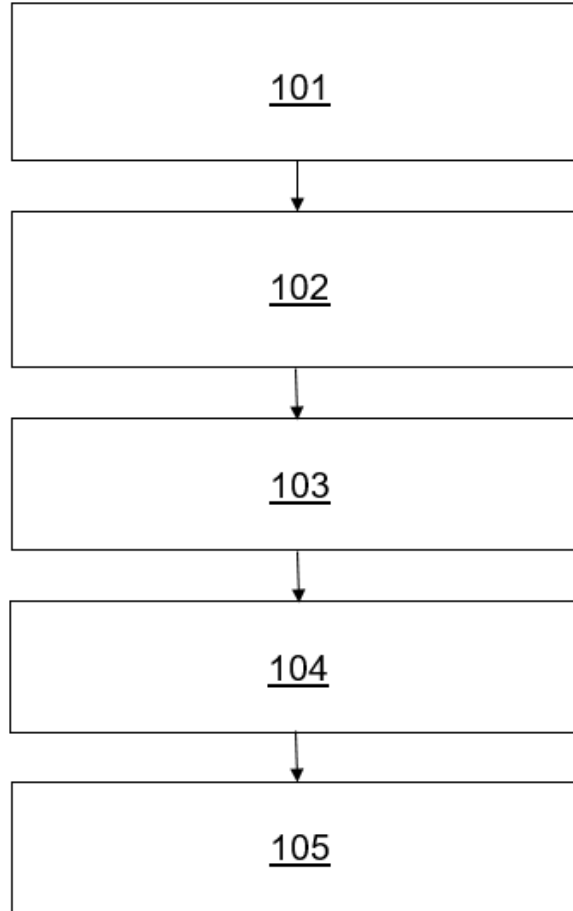
- Birbirlerine tutturucularla (9) geçici tutturulan parçaların (3) ve delme plakasının (5) kullanıcı tarafından önceden belirlenen sayıda fotoğrafını çeken bir kamera (12) vasıtasıyla fotoğraflarının çekilmesi (201),

30 - Kontrol ünitesinin (11) sahip olduğu bir yazılım aracılığıyla fotoğrafları kullanarak üç boyutlu model (7) oluşturması (202),

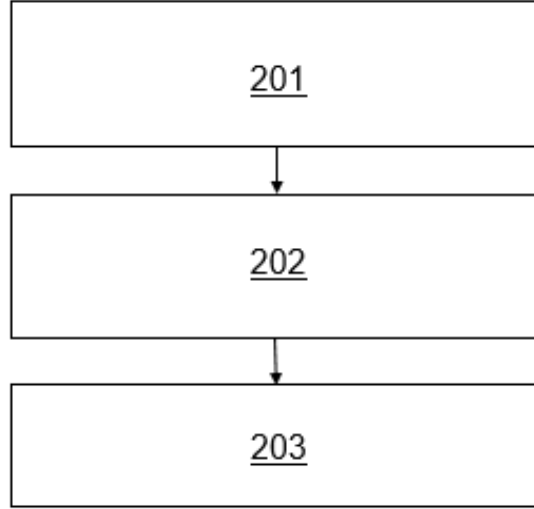
- Oluşturulan modelde (7) fotogrametri cihazı (6) vasıtasıyla montaj deliklerinin konumlarının belirlenmesine (203) olanak sağlayan kontrol ünitesi (11) içermektedir. (Şekil 3)



Şekil - 1



Şekil - 2



**Şekil - 3**