

**GÖRÜNTÜ İŞLEME VE ROBOTİK TEKNOLOJİLER KULLANILARAK YAPILAN SAÇ
EKİM SÜRECİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ VE YÖNTEME AİT SİSTEM**

10 Bu buluş saç ekim operasyonlarında, sürecin planlaması ve değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli yeni bir yöntem ve sistem ile ilgilidir. Buluş medikal alanda yaygın bir işlem olan saç ekimi operasyonunun, mevcut operasyonlardan farklı olarak, daha güvenilir ve sağlıklı sonuçlar elde edecek şekilde planlanması ve tüm operasyon sürecinin sistematik verilerle değerlendirilmesine ilişkin bir yöntem ve bu yöntemin uygulanmasına imkan veren sistem ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. Buluş saç ekim operasyonlarında, sürecin planlaması ve değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli bir sistem ile ilgili olup karakterize edici özelliği; söz konusu sistemin bir işlem birimi (1), söz konusu işlem birimini (1) yönetmeye yarayan kullanıcı arayüzü-ekran (1a) elemanı, bahsedilen sistemde görüntüyü algılayan en az bir kamera (2) ve sabit veya farklı dalga boylarında ışık yayma yeteneğine sahip en az bir aydınlatma elemanı (4) ve robotik sistemin (5) hareketliliğini sağlayan robot kontrolör (6) elemanlarını içeriyor olmasıdır.

5
2. İstem 1'e uygun görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli bir sistem ile ilgili olup karakterize edici özelliği; kamera (2) sistemlerinin işlevine uygun, telecentric, bi-telecentric veya benzeri lensler (3) içeriyor olmasıdır.

10
3. İstem 1 veya İstem 2'ye uygun görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli bir sistem ile ilgili olup karakterize edici özelliği; söz konusu sistemin ilgili işlem biriminin (1), tek başına veya gömülü şekilde çalışabilen bir bilgisayar elemanı, sabit-taşınabilir bilgisayarlar ya da üzerinde MCU (Micro Controller), DSP (Digital Signal Processor), FPGA (Field Programmable Gate Array) veya GPU (Graphic Processing Unit) bulunduran gömülü kartlar içeriyor olmasıdır.

15
4. Buluş, saç ekim operasyonlarında, sürecin planlaması ve değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli yeni bir yöntem ile ilgili olup aşağıdaki aşamalarla karakterize edilir;

20

 - Başlangıç aşaması (110)
 - Operasyon öncesi görüntü alma aşaması (120)
 - Hesaplama aşaması (130)
 - Ekim aşaması (140)
 - Operasyon sonrası görüntü alma aşaması (150)
 - Hesaplama ve raporlama aşaması (160)

25

5. İstem 4'e uygun yeni geliştirilen bir yöntem olup karakterize edici özelliği; Başlangıç aşamasında (110); saç ekimi yapılacak kişinin, robotik sistemin (5) kullanılmasıyla gerçekleştirilecek işlem için belirlenmiş alanda konumlandırılması, operatörün sistemin çalışması için kullanıcı ara yüzünden (1a) ilgili komutu çalıştırması, sonrasında işlem biriminin (1) robot kontrolöre (6) gerekli komutları yollayarak robotik sistemin (5) kişinin kafasını tarama işlemine başlangıç için uygun pozisyonuna geçirilmesi işlem adımlarını içeriyor olmasıdır.
6. İstem 4 veya İstem 5'e uygun yeni geliştirilen bir yöntem olup karakterize edici özelliği; Başlangıç aşamasında (110); robotik sistem (5) üzerindeki işlem biriminin (1) gerekli komutları kameralara (2) göndermesi ve kameraların (2) görüntü almaya hazır hale geçmesi işlem adımlarını içeriyor olmasıdır.
7. İstem 4 veya İstem 6'ya uygun yeni geliştirilen bir yöntem olup karakterize edici özelliği; Operasyon öncesi görüntü alma aşamasında (120); derinlik hesaplama yeteneğine sahip bir kameranın (2), robotik sistem (5) vasıtası ile hareket ettirilmesi, kişinin kafasına ait 3-boyutlu görüntü oluşturulması işlem adımlarını içeriyor olmasıdır.
8. İstem 4 veya İstem 7'ye uygun yeni geliştirilen bir yöntem olup karakterize edici özelliği; Operasyon öncesi görüntü alma aşamasında (120); oluşturulan 3-boyutlu görüntü verisi üzerinden rota planlamasının işlem birimi (1) aracılığı ile yapılması, planlanan rota üzerinden görünür ve/veya IR kameraların (2) robotik sistem (5) yardımı ile kafa etrafında uygun noktalara getirilerek, aralarında kısmi örtüşmelerin olduğu görüntülerin alınması işlem adımlarını içeriyor olmasıdır.
9. İstem 4 veya İstem 8'e uygun yeni geliştirilen bir yöntem olup karakterize edici özelliği; Hesaplama aşamasında (130); bir önceki Operasyon öncesi görüntü alma aşaması (120) aşamasında alınan görüntüler kullanılarak, saç kökü sayısı, her bir kökteki kıl sayısı ve kıl kalınlığının, görüntü işleme teknolojisi kullanılarak hesaplanması ve bu işlem sırasında kafa üzerinde işaretlenen çeşitli bölgelerin alanlarının hesaplanması işlem adımlarını içermesidir.
10. İstem 4 veya İstem 9'a uygun yeni geliştirilen bir yöntem olup karakterize edici özelliği; Hesaplama aşamasında (130); yapılan temel hesaplamalar sonrasında bütün kafa ve kafanın belirli donör bölgeleri (7) için, "Coverage Value" hesabı ve bölgesel olarak "Donör Kapasitesi" hesabının gerçekleştirilmesi işlem adımlarını içermesidir.

11. İstem 4 veya İstem 10'a uygun yeni geliştirilen bir yöntem olup karakterize edici özelliği; Ekim aşamasında (140); buluş konusu sistem kullanılarak elde edilen analiz sonuçları değerlendirilerek, donör bölgeden (7) alınan saç greftlerinin (7a) steril bir ortamda, kişinin kafasındaki saç eksikliği olduğu kısımlara ekiminin gerçekleştirilmesi işlem adımlarını içeriyor olmasıdır.
12. İstem 4 veya İstem 11'e uygun yeni geliştirilen bir yöntem olup karakterize edici özelliği; Operasyon sonrası görüntü alma aşamasında (150); Operasyon öncesi görüntü alma aşamasına (120) benzer bir şekilde ya da aynı kişi için ikinci kez 3-boyutlu tarama yapmaya gerek kalmadan, kişinin önceki 3-boyutlu model bilgileri kullanılarak, önceden hesaplanmış rota üzerinden veya yeniden yapılan tarama sonrasında oluşturulan rota ile görüntülerin alınması işlem adımlarını içeriyor olmasıdır.
13. İstem 4 veya İstem 12'ye uygun yeni geliştirilen bir yöntem olup karakterize edici özelliği; Hesaplama ve raporlama aşamasında (160); alınan 3-boyutlu görüntülerin üzerinden, görüntü işleme teknikleri ile donör bölgeden (7) alınan kök sayısı ve ekilen kök sayısının tespit edilmesi, kafanın hangi bölgesinden ne kadar saç alındığı ve bunların ne kadarının ekilebildiğinin işlem birimi (1) tarafından hesaplanması ve bu hesaplamaların doktor ve operasyon geçirmiş kişiye bilgi verecek şekilde raporlanması işlem adımlarını içeriyor olmasıdır.

TARİFNAME

GÖRÜNTÜ İŞLEME VE ROBOTİK TEKNOLOJİLER KULLANILARAK YAPILAN SAÇ EKİM SÜRECİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ VE YÖNTEME AİT SİSTEM

5 Buluşun Konusu

Bu buluş saç ekim operasyonlarında, sürecin planlaması ve değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli yeni bir yöntem ve sistem ile ilgilidir. Buluş medikal alanda yaygın bir işlem olan saç ekimi operasyonunun, mevcut operasyonlardan farklı olarak, daha güvenilir ve sağlıklı sonuçlar elde edecek şekilde planlanması ve tüm operasyon sürecinin sistematik verilerle değerlendirilmesine ilişkin bir yöntem ve bu yöntemin uygulanmasına imkan veren sistem ile ilgilidir.

Mevcut Teknik Alan

Günümüz şartlarında çoğu insan başta genetik ve stres kaynaklı olmak üzere, saç dökülmesi problemi ve kellik problemleri ile karşı karşıya kalmakta, bu gibi kayıpları engellemek ve istedikleri eski görüntüye sahip olmak için saç ekimi operasyonlarına başvurmaktadır. Genetik ve stres kaynaklı sebeplerin yanında, erkek ve kadınların yaşadığı metabolik değişimler, beslenme bozuklukları, aşırı kilo alma ve verme, ilaç kullanımı ve ağır tedavilerden doğan sebepler de saç dökülmesine rol alan faktörler olarak sayılmaktadır. Bu gibi problemlerin önüne geçmek için, insanlar piyasadaki bazı bitkisel ve kimyasal ilaçlar, kürler, şampuan ve losyonlar, serumlar gibi ürünleri denemekte, maalesef güvenilirliği ve kalıcılığı henüz kanıtlanmamış bu yöntemlerle problemleri gidermede başarı sağlayamamaktadırlar. Artık ilerleyen teknoloji sayesinde, sonuçları kesin olmayan ürünler yerine, bu konudan dolayı rahatsız olan kişiler tamamen kalıcı ve sonuçları tıbbi açıdan kanıtlanmış saç ekimi operasyonlarını tercih etmektedir.

Saç ekimi, kişinin güçlü ve genetik olarak dökülmeyen, saçlı bölgesinden alınan saçların steril ve ameliyathane ortamında, saçsız bölgeye çeşitli yöntemlerle aktarılma işlemidir. Bu operasyon uygulanmaya başlandığı ilk yıllarda, daha çok erkek tipi saç dökülmenin getirdiği sonuçlar (kellik, saç seyrelmesi vb.) için gerçekleştirilirken, günümüzde birçok türdeki saç dökülmesi yaşayan hastaların tedavisi için de kullanılmaktadır.

Saç ekimi uygulamasında, bu problemi yaşayan kişiden toplanan saçlar (greft olarak adlandırılır) genetik olarak dökülmemeye kodlanmış bölgelerden alınır. Genetik olarak saçların dökülmediği ve söz konusu operasyonlar için toplandığı ve saçların yoğun olduğu bu bölgeye donör bölge adı verilir. Söz konusu donör bölgeden toplanan greftler, saç dökülmesinin olduğu bölgelere konu hakkında uzmanlaşmış profesyonel kişiler tarafından yerleştirilmekte ve ekim işlemi tamamlanmaktadır. Söz konusu greftler dökülmeye karşı dayanıklı olduğu için saç dökülmesi olan, farklı bir bölgeye uygulansa bile özelliğini kaybetmez ve genlerini yeni ekildikleri bölgelerde de korurlar. Kişilerde saç dökülmesi ya da dökülmemesi, deri ya da belli bir bölge ile ilgili değil saç kökü yani saç kökündeki genetik kod ile alakalıdır. Saç ekiminin yanı sıra kirpik, kaş, favori, sakal ve bıyık bölgesine yapılan ekimlerde artık gerçekleştirilebilmektedir.

Saç dökülmesinde sık karşılaşılan bir sebep de başta çinko ve demir olmak üzere kan değerlerindeki eksikliklerden kaynaklanabilir. Saç ekimi yaptırmadan önce bu değerlerin ölçülmesi ve varsa öncelikle bu değerlerin normale dönmesi için öncelikle gerekli tedavilerin uygulanması ve ardından saç ekimi operasyonuna karar verilmesi gerekmektedir. Mevcut uygulamalarda saç ekim süreci tamamen doktorun tecrübesine göre planlanmaktadır. Bu durum verilen hatalı kararlar nedeniyle yanlış uygulamalara neden olabilmektedir. Örneğin saç ekimi için saç kökü çıkarılacak bölgede, fazla ya da orantısız saç kökü çıkarılması nedeniyle bu bölgelerde kelleşmenin meydana gelmesi söz konusu olabilmektedir.

Yukarıda bahsedilen problemler ve uygulanan tedaviler neticesinde geliştirilen bu buluşun içerdiği, yöntem ve sistem sayesinde, operasyon öncesi hastanın kafasındaki saç olan bölgeler, üzerinde kameralar bulunan robotik bir sistem ile taranmaktadır. Bu tarama işlemi sonrası, kişinin sahip olduğu saçın çeşitli özellikleri tespit edilerek, saç ekimi işlemi için kafanın hangi bölgesinden ne kadar saç çıkarılabileceği önceden oluşturulan analiz sistemine göre hesaplanmaktadır. Saç ekimi operasyonu sonrası, yapılan yeni bir tarama ile de çıkarılan kök sayısı ve ekilen kök sayısı tespit edilmektedir. Böylelikle operasyonun başarısının nicel olarak değerlendirilmesi mümkün hale gelmektedir.

Tekniğin bilinen durumunda, saç köklerinin kafanın hangi bölgesinden ve ne sayıda çıkarılacağı doktorun tecrübesine göre belirlenmektedir. Bu konuda kullanılabilecek tek nesnel ölçüt, Dr. Koray ERDOĞAN tarafından geliştirilen "Coverage Value" (Kapsama Değeri) değerinin hesaplanmasıdır. Bu ölçüt, temel olarak saçların kafa derisini kaplamasındaki etkisini belirlemek amacıyla, belirli bir alandaki (Örneğin 1 cm²) saç kılı sayısı ve bunların kalınlığının sayısal analizini kullanmaktadır. Söz konusu bu yaklaşımla

saç çıkarımı yapılacak bölgenin (donör bölge) ileride kelleşmemesi için o bölgeden yapılabilecek en yüksek kök çıkarımı (donör kapasitesi) tespit edilebilmektedir.

Bu yaklaşım pratikte oldukça önemli kazanımlar sağlasa da uygulaması oldukça zahmetli bir süreçtir. Halihazırda hastanın ameliyat öncesinde kafasının belirli bölgelerinden örnek fotoğraflar alınarak bunlar üzerinden bir operatör aracılığı ile oldukça uzun süren bir sayım yapılarak, kafadaki saç yoğunluğu hakkında bir öngöründe bulunmaktadır. Ayrıca hastanın ilgili bölgesinden alınan bir saç örneğinin (greft) de kalınlığı bir kumpas yardımı ile ölçülerek, kafanın çeşitli bölgeleri için "Coverage Value" hesabı yapılmakta ve saç kökü çıkarılacak bölgelere, bu analize göre karar verilmektedir.

- 5
- 10 Tekniğin bilinen durumunda, yukarıda bahsedilen analiz yöntemi dışında, saç ekimi operasyonu sonrası operasyonun başarısını değerlendirecek bir ölçüt bulunmamaktadır. Hastalar kendilerinden ne kadar saç çıkarıldığını ve bunların ne kadarının başarı ile kendilerine ekildiğini bilmemektedir.

- 15 Tekniğin bilinen durumunda, söz konusu klasik saç ekim işlemleriyle yöntem ve sistemler ile ilgili birçok patent ve tasarım bulunmaktadır. Fakat benzer yöntem kullanılarak, görüntü işleme ve robotik teknolojilerin kullanılmasıyla, saç ekimi operasyonuna ait işlem başarısını detaylı bir şekilde planlayan ve sonuçları analiz edebilen benzer bir sistemin yapısına sahip bir ürün patentine rastlanmamıştır.

- 20 US2016042512A1 nolu Amerikan patentinde, saç ekim ya da herhangi cerrahi bir operasyonda bulunan robot sistemlerinin, üzerinde çalışılan bölgeye ait alınan görüntüyü hızlı bir şekilde işlemesine ilişkin yeni bir yöntemden bahsedilmektedir. Üzerinde çalışılan bölgeye dair çeşitli görüntülerin üst üste getirilmesiyle oluşturulan çıktı bir başka operasyon için girdi olarak kullanılabilen bir analiz sonucudur. Fakat söz konusu patentte saç ekim operasyonlarında, sürecin planlaması ve değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme
- 25 teknoloji ve robotik teknolojiler temelli bir yöntem ve sistemden bahsedilmemiştir.

- WO2017040615A1 nolu Uluslararası patentte, kişilerden alınan 2-boyutlu (2D) kafa görüntüsünün 3-boyutlu (3D) bir model üzerine giydirilerek, kafa simülasyonunun oluşturulması ve bu program üzerinde gelecek operasyonların çıktılarının tahmini ile ilgili bir yöntemden bahsedilmektedir. Fakat doğrudan saç ekim operasyonlarında, sürecin
- 30 planlaması ve değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli bir yöntem ve sistemden bahsedilmemiştir.

US2016148435 nolu Amerikan patentinde, 3 boyutlu modeller ile gerçek düzlemlerde gerçekleştirilecek operasyonların, hesaplanmasına yarayan bir sistemden bahsedilmektedir. Fakat söz konusu patentte saç ekim operasyonlarında, sürecin planlaması ve değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli bir yöntem ve sistemden bahsedilmemiştir.

CN105844648 nolu Çin patentinde, saç kalitesini değerlendirmek için kullanılan kamera ve görüntü işleme teknolojisine dayalı ölçüm sistemlerinden bahsedilmektedir. Söz konusu sistemden elde edilen verilere göre kişilere saç bakım önerileri ve reçeteleri oluşturulmaktadır. Fakat söz konusu patentte saç ekim operasyonlarında, sürecin planlaması ve değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli bir yöntem ve sistemden bahsedilmemiştir.

MX2017004743A nolu Meksika patentinde, kızılötesi ışınlarla saçlı deri üzerinde analiz yapmak için kullanılan sistemden bahsedilmektedir. Bir video kamera yardımıyla elde edilen görüntüler bir analiz birimine gönderilerek, saçın analizi ve konsültasyonu yapılmaktadır. Fakat söz konusu patentte saç ekim operasyonlarında, sürecin planlaması ve değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli bir yöntem ve sistemden bahsedilmemiştir.

Bahsedilen patentlerde görüntü işleme ve bu teknoloji ile gerçekleştirilen operasyonlardan bahsedilmiş fakat benzer nitelikte olan saç ekim operasyonlarında, sürecin planlaması ve sonuçların değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli bir yöntem ve sistemden bahsedilen bir buluş konu edilmemiştir.

Buluşun Amacı ve Açıklanması

Buluş saç ekim operasyonlarında, görüntü işleme ve robotik teknolojilerin kullanılmasıyla, saç ekimi operasyonuna ait süreci ve operasyona ait işlem başarısını detaylı bir şekilde planlayan ve sonuçların analiz edebilen bir yöntemin geliştirilmesi ve bu planlama ve analiz işlemlerinin oluşturulan sistem ile gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır. Buluş medikal alanda yaygın bir işlem olan saç ekimi operasyonunu mevcut operasyonlardan farklı bir sistemle, daha güvenilir ve sağlıklı sonuçlar elde etmek amacıyla oluşturulan bir yöntem ve bu yöntemi uygulamaya imkân veren sistemi içermektedir.

Tekniğin bilinen durumunda, hastanın ameliyat öncesinde kafasının belirli bölgelerinden örnek fotoğraflar alınarak, bu fotoğraflar üzerinden bir operatörün görme yeteneği aracılığı ile oldukça uzun süren manuel (el yardımıyla) bir sayım yapılarak, kafadaki saç yoğunluğu hakkında bir öngöründe bulunulmakta olduğu daha önce belirtilmiştir. Bu yaklaşım pratikte oldukça önemli kazanımlar sağlasa da operasyonun bu şekilde uygulanması oldukça uzun ve zahmetli bir süreçtir. Söz konusu bu yaklaşımın birkaç önemli eksikliği de bulunmaktadır. Bunlardan ilki “Coverage Value” hesabında kafanın sadece sınırlı bir alanından fotoğraflar alınarak, belirtilen saç köklerine ait sayımın yapılıyor olmasıdır. Bu sayım sonucu, bahsedilen uygulama da bütün bölge için benzer olduğu varsayılmaktadır. Oysa ki aynı bölge içerisinde, farklı özelliklerde saç yapıları bulunabilmektedir. Ayrıca söz konusu yöntemde diğer bir dezavantaj ise, saç kalınlığı ölçümünün kumpas ile yapılması, bu yöntemin ölçüm hatalarını beraberinde getirmekte olmasıdır. Önceden de belirtildiği gibi, örnek olarak alınan saçın kalınlığının bütün saçları tam olarak temsil etmeme durumu da bahsi geçen dezavantajlar içerisinde yer almaktadır.

Buluş konusu saç ekim süreci değerlendirme yöntemi ve yönetime ait sistemin en büyük avantajı; geliştirilen görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler temelli sistem sayesinde, saç ekimi işleminin öncesinde tüm sürecin planlanması ve saç ekimi sonrasında ameliyatın başarısının sayısal olarak değerlendirilmesine imkân veriyor olmasıdır.

Buluş konusu saç ekim ekim süreci değerlendirme yöntemi ve yönetime ait sistemin bir diğer avantajı; ameliyat öncesi hastanın saçlı kafa bölgesinin taranması işlemiyle, tarama sonucu elde edilen görüntülerin üzerinde, saç kökü, her kökteki kıl sayısı ve kıl kalınlığı analizlerinin görüntü işleme teknolojisi ile hızlı bir şekilde tespit edilmesine imkan veriyor olmasıdır. Tespit edilen bu bilgiler ışığında “Coverage Value” hesabı otomatik olarak yapılarak, hangi bölgeden en fazla ne kadar saç çıkarılabileceği otomatik olarak analiz edilip hesaplanabilmektedir.

Buluş konusu saç ekim ekim süreci değerlendirme yöntemi ve yönetime ait sistemin bir diğer avantajı; saç ekimi sonrasında üzerinde kameralar bulunan robotik sistemle, hastanın kafasının tekrar taranması ve bu tarama sonucunda hastanın kafasından kaç adet kök çıkarıldığı ve bunların kaçının ekilebildiği ve tüm bu prosesin başarı oranının otomatik olarak tespit edilebilmekte olmasıdır.

Buluş konusu saç ekim ekim süreci değerlendirme yöntemi ve yönetime ait sistemde, sürecin planlanması ve değerlendirilmesi için kullanılan görüntü işleme ve robotik teknolojiler tabanlı sistemin daha iyi anlaşılması için şekillerden yararlanılacaktır.

Şekillerin Açıklanması

Şekil-1 Buluş konusu sisteme ait elemanları genel olarak gösteren temsili resimdir.

Şekil-2 Buluş konusu sisteme ait elemanları ve aralarındaki bağlantıyı genel olarak gösteren şematik resimdir.

- 5 Şekil-3a Buluş konusu sistem kullanılarak, gerçekleştirilecek operasyondan önce kafa üzerinde belirlenen, donör bölge ve saç greftini gösteren temsili resimdir.

Şekil-3b Buluş konusu sistem kullanılarak belirlenen donör bölge üzerinden alınacak saç greftini ve yapısını gösteren detaylı resimdir

- 10 Şekil-3c Buluş konusu sistem kullanılarak, gerçekleştirilen operasyondan sonra kafa üzerinde işlemin sonucunu gösteren temsili resimdir.

Şekil-4a Buluş konusu sistemle görüntüsü alınan, saç ekimi yapılacak olan kafa üzerindeki bölgeyi gösteren şematik resimdir.

Şekil-4b Buluş konusu sistemle belirlenen donör bölgenin kafa üzerindeki konumunu gösteren şematik resimdir.

- 15 Şekil-5 Buluş konusu sisteme ait işlem basamaklarını gösteren akış diyagramıdır.

Buluşun Açıklanmasına Yardımcı Olacak Aşama Adları, Bölüm ve Parça Referans Numaraları

- 1- İşlem birimi
- 20 1a- Kullanıcı arayüzü-ekran
- 2- Kamera
- 3- Lensler
- 4- Aydınlatma elemanı
- 5- Robotik sistemler
- 25 6- Robot kontrolör
- 7- Donör bölge
- 7a- Saç grefti

Yöntem aşamaları;

110: Başlangıç aşaması

120: Operasyon öncesi görüntü alma aşaması

130: Hesaplama aşaması

5 140: Ekim aşaması

150: Operasyon sonrası görüntü alma aşaması

160: Hesaplama ve raporlama aşaması

Buluşun Detaylı Açıklaması

- 10 Buluş saç ekim operasyonlarında, sürecin planlaması ve değerlendirilmesi için, görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojilerin ortak olarak kullanıldığı bir yöntemin geliştirilmesi ve bu değerlendirme yönteminin, oluşturulan yeni teknolojik bir sistem ile gerçekleştirilmesi yeniliğini içermektedir. Buluş medikal alanda yaygın bir işlem olan saç ekimi operasyonunu mevcut operasyonlardan farklı bir şekilde, daha güvenilir ve sağlıklı sonuçlar elde etmek
- 15 amacıyla oluşturulan, işlemin öncesinde ve sonrasındaki durumun analiz ve mukayesesine dayalı bir yöntem ve bu operasyonları uygulamaya imkân veren görüntü işleme teknolojisi ve robotik sistemleri içermektedir.

- Şekil-1 buluş konusu sisteme ait elemanları genel olarak gösteren temsili resimdir. Şekil-2 buluş konusu sisteme ait elemanları genel olarak gösteren şematik resimdir. Şekil-3a buluş
- 20 konusu sistemin kullanılmasıyla belirlenen, donör bölge ve bu bölgeden alınacak saç greftini, saç ekimi öncesi kafanın halini gösteren temsili resimdir. Şekil-3b donör bölgeden alınacak saç greftini ve yapısını gösteren detaylı resimdir. Şekil-3c saç ekimi sonrası kafanın halini gösteren temsili resimdir. Şekil-4a, Şekil-4b insan kafası üzerindeki saç ekimi yapılan ve donör bölgeyi gösteren temsili şekillerdir. Şekil-5 buluş konusu sisteme ait işlem
- 25 basamaklarını gösteren akış diyagramıdır.

Buluş konusu yöntemine ait sistem genel olarak, hesap yapma yeteneğine sahip bir işlem birimi (1), söz konusu işlem birimine (1) bağlantılı kamera (2) sistemleri ve işlem birimi (1) kontrolündeki robotik sistemler (5), ayrıca kamera (2) sistemlerinin kaydettiği görüntülerin daha etkin şekilde yakalanması için farklı dalga boylarında ışık yayma yeteneğine sahip

aydınlatma elemanları (4) ve bütün sistemin hareketliliğini sağlayan robot kontrolör (6) elemanlarını içermektedir.

Buluş konusu sistem üzerinde bulunan işlem birimi (1) kısmında, tek başına veya gömülü şekilde çalışabilen bilgisayar elemanı, örneğin, sabit-taşınabilir bilgisayarlar veya üzerinde
5 MCU (Micro Controller), DSP (Digital Signal Processor), FPGA (Field Programmable Gate Array) veya GPU (Graphic Processing Unit) bulunduran gömülü kartlar kullanılabilir. Söz konusu sistemde görüntüyü algılayan, görünür, kızılötesi (IR – Infrared Radiation) ışınları algılayan, derinlik hassasiyet olan (Stereo veya Time-of-flight vb.) kameralar (2) ve söz konusu kamera (2) sistemlerinin işlevine uygun lensler (3) kullanılmaktadır. Özellikle kalınlık
10 ölçümü ve sayım amacıyla geleneksel lenslere alternatif olarak telecentric veya bi-telecentric lensler (3) söz konusu sistem içerisinde kullanılabilir.

Buluş konusu sistemde kullanılan kameralar (2) ve aydınlatma elemanlarını (4) hareket ettiren robotik sistem (5), kameraların (2) istenen pozisyona getirilmesinden sorumludur. Kameraların (2) aldığı pozisyonlar, işlem birimi (1) tarafından içerisindeki program
15 vasıtasıyla hesaplanmaktadır. Söz konusu hesaplama işlemi sonrası robotik sisteme (5) gerekli komutlar, robot kontrolör (6) aracılığı ile iletilmektedir. Bahsedilen kameralar (2) vasıtasıyla elde edilen görüntülerin alınması sonrası; sayım, analiz, değerlendirme ve raporlama işlemleri tekrar işlem birimi (1) tarafından yerine getirilmektedir. Bu amaçla ayrı bir hesaplama birimi de sistem içerisinde kullanılabilir.

Buluş konusu sistemde, derinlik ölçüm ve/veya hesaplama özelliğine sahip kameralar (2) robotik sistemin (5) yardımı ile saç ekimi yapılacak kişinin kafasını tarayarak tüm kafanın dijital olarak, 3-boyutlu (3D) bir modeli çıkarılmaktadır. Çıkarılan 3-boyutlu model üzerinden kafanın detaylı görüntülenmesi için, izlenmesi gereken bir rota belirlenmektedir ve robotik sistem (5) söz konusu rota üzerinde hareket ettirilerek, standart bir görünür bölgenin
20 ve/veya IR kameralar (2) ile kafanın belirli alanlarının görüntülerini almaktadır. Söz konusu görüntüler ardışık çekimler sırasında, görüntüler arasında örtüşme olacak şekilde alınmaktadır. Alınan bu görüntüler arası örtüşme miktarı, görüntü işleme teknikleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Söz konusu örtüşme oranına ait bilgi, hem ayrık çekilen görüntülerden birleştirilmiş görüntünün oluşturulması, hem de sayım işlemlerinin ayrı ayrı
25 görüntüler üzerinden yapılması durumunda, örtüşen bölgelerdeki sayımların elimine edilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

Operasyon öncesi alınan görüntüler üzerinden, kafanın çeşitli bölgelerindeki saç kökü sayısı, her bir kökteki kıl sayısı ve kafa üzerinde işaretlenen bölgelerin alanları

hesaplanmaktadır. Bu bilgiler kullanılarak her bir bölge için Coverage Value hesabı yapılarak hastanın toplam donör kapasitesi ve donör bölgelerden (7) çıkarılabilecek en fazla kök yani saç grefti (7a) sayısı tespit edilmektedir. Bu hesaplamalar işlem birimi (1) üzerinde çalışan görüntü işleme algoritmaları ile yapılmaktadır. Bu hesaplamalar görüntü alma işlemine paralel bir şekilde yapılabileceği gibi, bütün görüntü alma işlemi bittikten sonra da yapılabilir.

Operasyon sonrasında ise önceden belirlenmiş rota veya derinlik ölçüm/hesaplama yeteneğine sahip kamera (2) aracılığı ile kaydedilen yeni görüntü üzerinden, belirlenecek rota üzerinde, kafadan çıkarılan kök yani saç grefti (7a) sayısı ve ekilen kök sayısı tespit edilmektedir. Bu hesaplamalar işlem birimi (1) üzerinde çalışan, görüntü işleme algoritmaları ile yapılmaktadır. Bu hesaplamalar görüntü alma işlemine paralel bir şekilde yapılabileceği gibi, bütün görüntü alma işlemi bittikten sonra da yapılabilir. Bu hesaplamalar sayesinde operasyonun başarısı nicel olarak değerlendirilebilir.

Buluş konusu saç ekim sürecinin planlaması ve değerlendirilmesi operasyonlarında kullanılan görüntü işleme teknolojisi ve robotik teknolojiler içeren yöntem bir proses akış şekli olarak ele alındığında temel olarak;

- Başlangıç aşaması (110)
- Operasyon öncesi görüntü alma aşaması (120)
- Hesaplama aşaması (130)
- Ekim aşaması (140)
- Operasyon sonrası görüntü alma aşaması (150)
- Hesaplama ve raporlama aşaması (160)

aşamalarından oluşmaktadır.

Başlangıç aşaması (110): Başlangıç aşamasında, ilk olarak saç ekimi yapılacak kişi, tüm sürecin planlanması ve sonrasında analizlerinin yapılabilmesi için geliştirilen robotik sistemin (5) önünde, belirlenen alan ve pozisyonda konumlandırılmaktadır. Operatör sistemin çalışması için kullanıcı ara yüzünden (1a) ilgili komutu çalıştırır ve işlem birimi (1) robot kontrolöre (6) gerekli komutları yollayarak, robotik sistemi (5) tarama başlangıç pozisyonuna geçirir.

İlk aşamanın ardından, işlem birimi (1) kameralara (2) gerekli komutları göndererek kameraların (2) görüntü almaya hazır hale geçmesini sağlar. Operatör işlem biriminin (1) direkt olarak veya işlem birimine (1) bağlanan bir kullanıcı ara yüzü (ekran) (1a) ile sistemi kontrol edebilmektedir.

- 5 **Operasyon öncesi görüntü alma aşaması (120):** Bu aşama iki ayrı proses adımından oluşmaktadır. İlk adımda derinlik hesaplama yeteneğine sahip bir kameranın (2) robotik sistem (5) aracılığı ile kişinin kafası etrafında hareket ettirilmesiyle, kafaya ait 3-boyutlu görüntü ara yüz üzerinde oluşturulur. Bu tarama işlemi sonrasında, söz konusu 3-boyutlu veri üzerinden, işlem birimi (1) aracılığı ile rota planlaması yapılmaktadır. İkinci adımda ise
- 10 planlanan rota üzerinden, görünür/IR kameralar (2), robotik sistem (5) yardımı ile kafa etrafında uygun noktalara getirilerek, aralarında kısmi örtüşmelerin olduğu görüntüler alınmaktadır.

- Hesaplama aşaması (130):** Bu aşamada bir önceki aşamada alınan görüntüler kullanılarak, öncelikle saç kökü sayısı, her bir kökteki kıl sayısı ve kıl kalınlığı, görüntü
- 15 işleme teknolojisi kullanılarak hesaplanır. Bu işlem sırasında kafa üzerinde işaretlenen çeşitli bölgelerin alanları da hesaplanmaktadır. Bu temel hesaplamalar sonrasında bütün kafa ve kafanın belirli donör bölgeleri (7) için Coverage Value hesabı yapıp, bölgesel olarak Donör Kapasitesi hesabı gerçekleştirilir.

- Ekim aşaması (140):** Bir önceki aşamada, buluş konusu yöntem ve yöneme ait sistem
- 20 kullanılarak yapılan analiz sonuçları değerlendirilerek, doktorlar tarafından donör bölgelerden (7) alınan saç greftlerinin (7a), steril bir ortamda kişinin kafasındaki saç eksikliği olduğu kısımlara ekimi gerçekleştirilir.

- Operasyon sonrası görüntü alma aşaması (150):** Operasyon sonrasında görüntü alma işlemi, Operasyon öncesi görüntü alma aşamasına (120) benzer bir şekilde
- 25 gerçekleştirilebilir. Öte yandan aynı kişi için ikinci kez 3-boyutlu tarama yapmaya gerek kalmadan kişinin önceki 3-boyutlu model bilgileri kullanılabilir ya da önceden hesaplanmış rota ya da yeniden yapılan tarama sonrasında oluşturulan rota ile alınan görüntüler alınmaktadır.

- Hesaplama ve raporlama aşaması (160):** Bu aşamada bir önceki aşamada alınan
- 30 görüntüler üzerinden görüntü işleme teknikleri ile donör bölgeden (7) alınan kök sayısı ve ekilen kök sayısı tespit edilmektedir. Böylelikle kafanın hangi bölgesinden ne kadar saç alındığı ve bunların ne kadarın ekilebildiği, işlem birimi (1) tarafından hesaplanmaktadır.

Bu hesaplamalar daha sonra doktor ve operasyon geçirmiş kişiye bilgi verecek şekilde raporlanmaktadır.

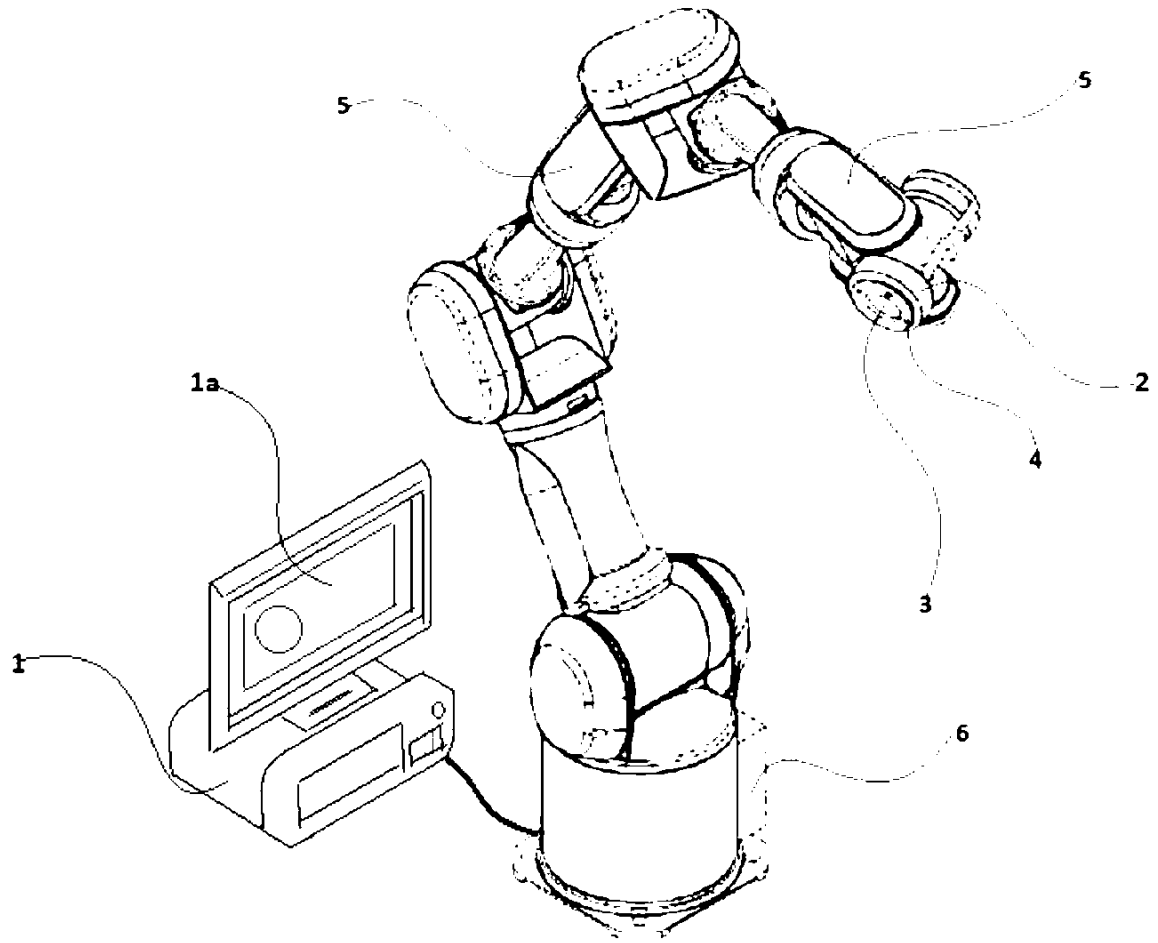
Buluşun Sanayiye Uygulama Biçimi

- 5 Bu buluşta kullanılan teknoloji ve teknik sistem, büyük düzlemsel olmayan alandaki oldukça küçük nesnelerin görüntü işleme teknikleri ile sayılması ve analiz edilmesi için geliştirilmiştir. Endüstride birçok sayım prosesinde, “pick-and-place” yani daha büyük cisimlerin yerinin tespiti ve değiştirilmesi amaçlı uygulamalar mevcuttur. Bu patentte sunulan buluş sayesinde, daha küçük nesneler için de bu işlemlerin etkin şekilde yapılması mümkün hale
- 10 gelebilecek ve yeni teknolojilerin gelişmesine yön verecektir.

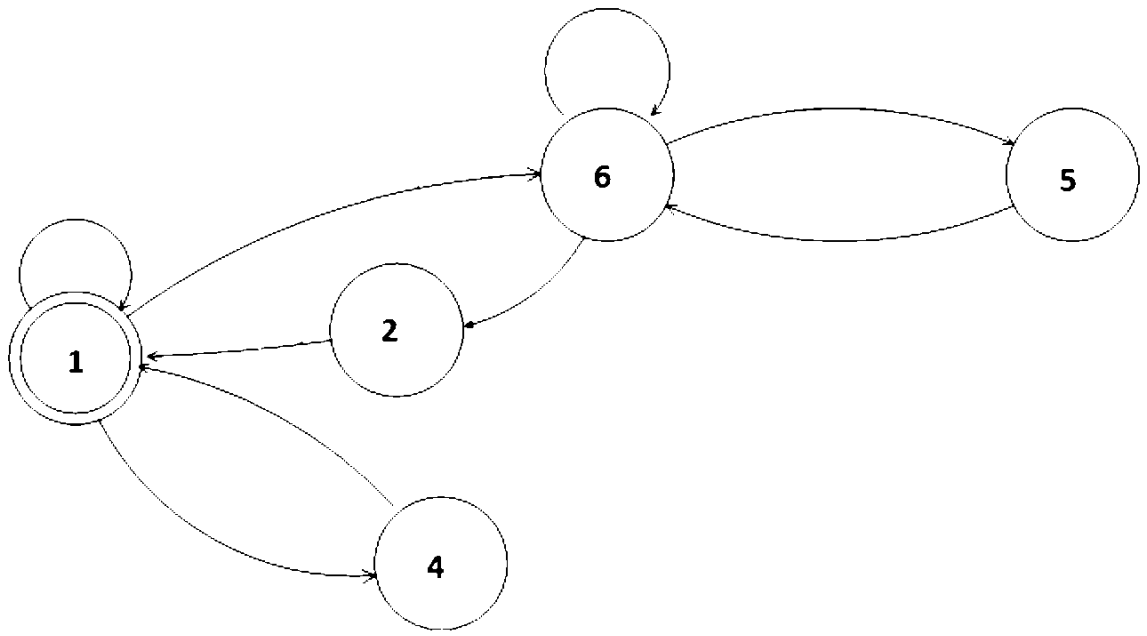
15

20

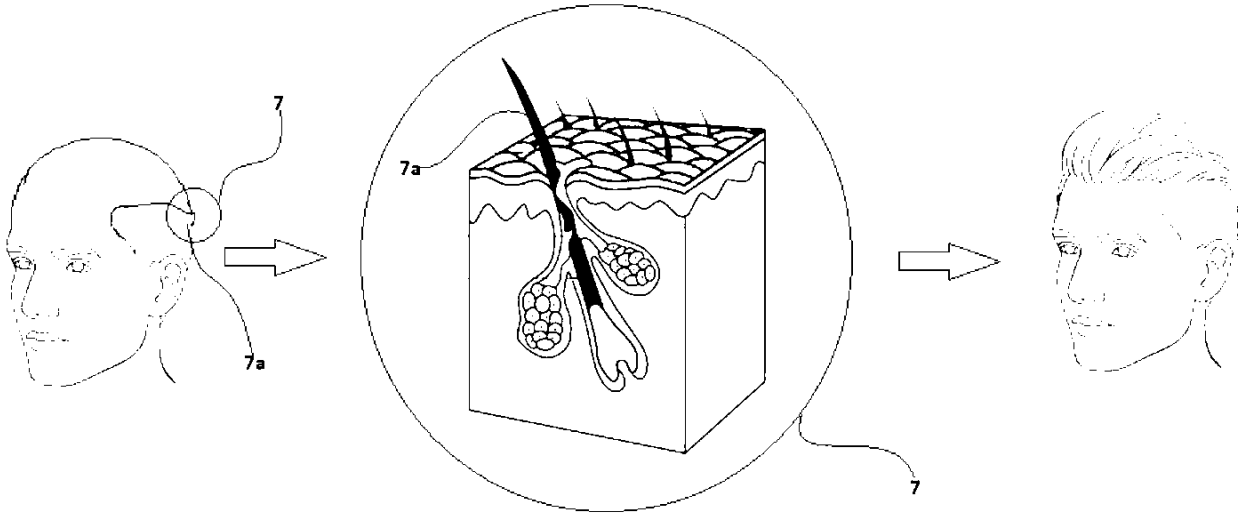
25



Şekil-1



Şekil-2



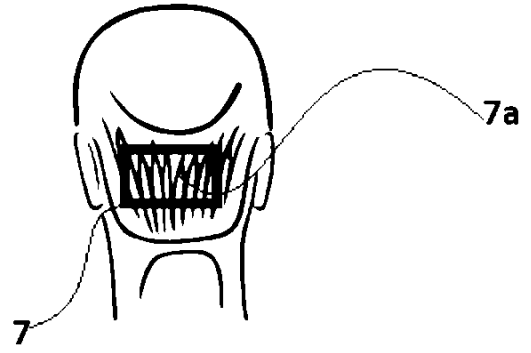
Şekil-3a

Şekil-3b

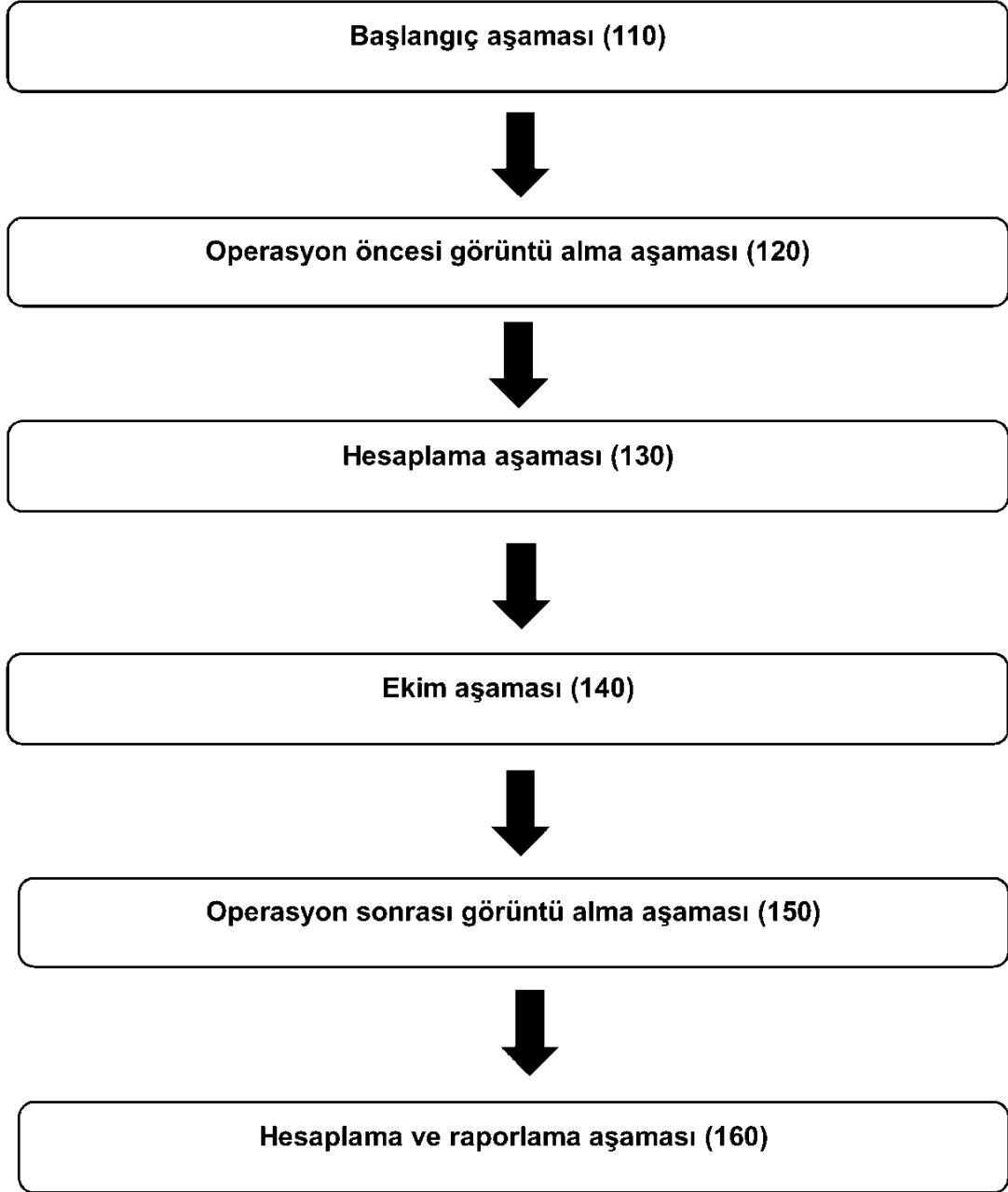
Şekil-3c



Şekil-4a



Şekil-4b



Şekil-5