

ÖZET**TAHMİNİ HEDEF İZLEME VE KUMANDA NOKTALARI KULLANILARAK
RADYASYON TEDAVİSİ**

Bir sistem bir hedef hacmin bir yörüngesinin saptanmasını gerçekleştirmek üzere bir işlemciyi; hedef hacmin yörüngesine ait bir bölümü tanımlayan bir tedavi planının ve yörüngenin bir kumanda noktasında başlayan bölümüne karşılık gelen bir ışınlama alanının (610) saptanmasını (S520); bir tedavi huzmesinin ışınlama alanına kısıtlanması için bir kolimatörü (300); hedef hacmin yörüngesinin, kumanda noktasında olduğunun saptanmasına kadar izlenmesini (S550); ve hedef hacmin yörüngesinin kumanda noktasında olduğunun saptanmasına karşılık olarak, tedavi huzmesinin ışınlama alanına verilmesini içerir.

15

20

İSTEMLER

1. Bir sistem olup aşağıdakileri içermektedir:

aşağıdakileri gerçekleştirmek üzere yapılandırılmış bir işlemci(275)

- 5 : bir hedef hacme ait bir yörünge saptama(S510)
 hedef hacmin yörüngesine ait bir bölümün ve yörünge bölümüne karşılık gelen bir ışınım alanının (610) tanımlanması yoluyla, bir tedavi planını saptama (S520), yörünge bölümü yörünge bir kumanda noktasında başlamaktadır; ve
 10 hedef hacmin yörüngesini, kumanda noktasında olduğu saptanmaya kadar izleme (S550);

bir tedavi huzmesini ışınım alanına kısıtlamak üzere bir kolimatör (300); ve

- tedavi huzmesini, hedef hacmin yörüngesinin kumanda noktasında olduğunun saptanmasına karşılık olarak, ışınım alanına vermek üzere yapılandırılmış bir
 15 tedavi huzmesi tatbik aygıtı (210),

burada yörünge bölümüne karşılık gelen ışınım alanı dinamik, ve

kolimatör, tedavi huzmesi yörünge bölümü esnasında verilirken hareket etmek üzere yapılandırılmıştır,

- 20 sistemin **özellik**, yörünge bölümünün, hedef hacme ait bir hızın kolimatörün (300) yapıları tarafından elde edilebilecek bir hızdan daha az olacağı şekilde tanımlanmasıdır (S520).

2. İstem 1'e göre bir sistem olup,

işlemci ayrıca aşağıdakileri gerçekleştirmek üzere yapılandırılmıştır:

- 25 hedef hacmin yörüngesine ait bir ikinci bölümün ve yörünge ikinci bölümüne karşılık gelen bir ışınım alanının (620) tanımlanması yoluyla, tedavi planını saptama, yörünge ikinci bölümü yörünge bir ikinci kumanda noktasında başlamaktadır; ve
 hedef hacmin yörüngesini, ikinci kumanda noktasında olduğu saptanmaya kadar izleme; ve

kolimatör ayrıca, bir ikinci tedavi huzmesini ikinci ışıyım alanına kısıtlamak üzere yapılandırılmıştır; ve

bir ikinci tedavi huzmesini, hedef hacmin yörüngesinin ikinci kumanda noktasında olduğunun saptanmasına karşılık olarak ikinci ışıyım alanına vermek üzere yapılandırılmış tedavi huzmesi tatbik aygıtı.

3. İstem 1'e göre sistem olup, burada tedavi planının saptanması, bir etki alanı açısının hedef hacmin bir yörüngesine ait bölüme ve ışıyım alanına karşılık gelen hedef hacme göre tanımlanmasını içermekte, ayrıca aşağıdakileri içermektedir:

tedavi huzmesini hedef hacme etki alanı açısında vermek üzere tedavi huzmesi tatbik aygıtının konumlandırılması (S530) için tedavi huzmesi tatbik aygıtına akuple edilmiş bir tedavi rampası (215),
burada tedavi huzmesinin ışıyım alanına verilmesi, tedavi huzmesinin ışıyım alanına etki alanı açısında tedavi rampasından verilmesini içerir.

4. İstem 3'e göre sistem olup,

işlemci ayrıca aşağıdakileri gerçekleştirmek üzere yapılandırılmıştır:

hedef hacmin yörüngesine ait bir ikinci bölümün ve yörüngenin ikinci bölümüne ve etki alanı açısına karşılık gelen bir ikinci ışıyım alanının tanımlanması yoluyla tedavi planını saptama, yörüngenin ikinci bölümü yörüngenin bir ikinci kumanda noktasında başlamaktadır; ve

hedef hacmin yörüngesini, yörüngenin ikinci kumanda noktasında olduğu saptanıncaya kadar izleme;

kolimatör ayrıca, bir ikinci tedavi huzmesini ikinci ışıyım alanına kısıtlamak üzere yapılandırılmıştır; ve

tedavi tatbik aygıtı ayrıca, ikinci tedavi huzmesini hedef hacmin yörüngesinin ikinci kumanda noktasında olduğunun saptanmasına karşılık olarak ikinci ışıyım alanına, etki alanı açısında tedavi rampasından vermek üzere yapılandırılmıştır.

5. İstem 1'e göre sistem olup, burada yörüngenin saptanması yörüngeye ait bir modelin saptanmasını içerir, ve burada hedef hacmin yörüngesinin izlenmesi, yörüngenin yörünge modeline uymakta olup olmadığının saptanmasını içerir, ve burada tedavi ışıyını tatbik aygıtı ayrıca şunu gerçekleştirmek üzere yapılandırılmıştır: yörüngenin yörünge modeline uymadığı saptandığı takdirde tedavi huzmesinin verilmesinin durdurulması.

TARİFNAME

TAHMİNİ HEDEF İZLEME VE KUMANDA NOKTALARI KULLANILARAK RADYASYON TEDAVİSİ

Açıklama

5 BİLİNEN HUSUSLAR

Alan

Aşağıda açıklanan düzenlemeler genel olarak bir hastaya terapötik radyasyon verilmesine ilişkindir. Daha belirgin olarak, bazı düzenlemeler hareketli hedef hacimlerine radyasyon verilmesine yöneliktir.

10 Açıklama

Geleneksel radyasyon tedavisine göre, bir radyasyon huzmesi bir hasta içerisinde tespit edilmiş bir hedef hacme (örneğin kanserli bir tümöre) doğru yönlendirilir. Radyasyon huzmesi belirlenmiş bir tedavi planına göre önceden saptanmış bir terapötik radyasyon dozunu hedef hacme verir. Verilen radyasyon hücreler içerisinde iyonizasyonlar sağlanması, 15 ya da radyasyonla indüklenen başka hücre hasarı yoluyla hedef hacmin hücrelerini öldürür.

Bir hastaya radyasyon uygulanması için tedavi planları bir hedef hacme verilen radyasyonu maksimuma çıkarırken sağlıklı dokuya verilen radyasyonu minimuma indirme amaçlıdır. Ancak solunum ve başka istemsiz hasta deviniminden ötürü, bir hasta bir tedavi radyasyonu almak üzere konumlandırılmış iken bir hedef hacim hareket edebilir ve/veya 20 biçim değiştirebilir. Bu soruna olası çözümler US 2008/0144772 ve US 2206/0074292’de önerilmiş bulunmaktadır.

Radyasyon tedavisinin hareketli bir hedefe verilmesi için geleneksel bir usul, nominal bir pozisyondan hedef sapmalarının hesaba katılmasına yeterli büyüklükte olan bir ışıyım alanının kullanılmasını içerir. Bu usul çevredeki sağlıklı doku veya organları da ışıyım 25 konusunda artan bir riskte bırakır. Kapılı tedavi, hedef hareketinin minimum olduğu bir zaman aralığı saptanmasını, ve bir radyasyon huzmesinin hedefe yalnızca bu zaman aralığında verilmesini kapsamaktadır. Kapılı tedavi, bir tedavi radyasyonunun verilmediği önemli zaman sürelerinden ötürü, kaynaklarda verimsiz bir kullanım sunar.

Bir tedavi radyasyonunun hareketli bir hedefe verilmesi için önerilen daha başka bir teknik, hedefin konumunu ve şeklini zaman içinde herhangi bir noktada saptamak, ve saptanmış konum ile şeklin takibi (yani izlenmesi) için bir MLC'nin (çok yapraklı kolimatör) yapraklarını sürekli olarak yeniden şekillendirmek üzere bir yardımcı aygıt kullanır. Ancak bu

5 teknik dinamik olarak kumanda edilebilir (yani hız ve pozisyon kumandası) bir kolimatör, ve sofistike görüntüleme ve kayıt sistemleri gerektirmektedir. Bu şekilde donatılmış olsalar bile, bu tekniği kullanan sistemler arzu edilen hassasiyet düzeylerine erişmede zorluk çeker.

Hareketli hedef hacimlere terapötik radyasyon verilmesi için, geliştirilmiş bir tedavi doluluk boşluk oranı (ve böylelikle arttırılmış tedavi hızı), uygun doğruluk, ve/veya

10 basitleştirilmiş operasyon sağlayan sistemlere ihtiyaç vardır.

ÖZET

En azından yukarıdakilere değinmek üzere, bazı düzenlemeler bir hedef hacmin yörüngesini saptamak, hedef hacmin yörüngesine ait bir bölümün ve yörüngenin bölümüne karşılık gelen bir ışınlam alanının tanımlanması için bir tedavi planı belirlemek üzere bir

15 sistem sağlamakta olup, yörüngeye ait bölüm yörüngenin bir kumanda noktasında başlamaktadır. Ayrıca, bir tedavi ışınını ışınlam alanına kısıtlamak üzere bir kolimatörün kumandası; hedef hacmin yörüngesinin, kumanda noktasında olduğunun saptanmasına kadar izlenmesi; ve hedef hacmin kumanda noktasında olduğunun saptanmasına karşılık olarak, tedavi radyasyonunun ışınlam alanına verilmesi de sağlanır.

Bazı cihazlardan, tedavi planının saptanması hedef hacmin bir ikinci bölümünün ve yörüngenin bölümüne karşılık gelen bir ikinci ışınlam alanının tanımlanmasını içermekte, yörüngenin ikinci bölümü yörüngenin bir ikinci kumanda noktasında başlamaktadır. Bu gibi bir cihaz ayrıca, bir ikinci tedavi radyasyonunun ikinci ışınlam alanına kısıtlanmasını; hedef hacmin yörüngesinin, ikinci kumanda noktasında olduğunun saptanmasına kadar izlenmesini;

25 ve hedef hacmin yörüngesinin ikinci kumanda noktasında olduğunun saptanmasına karşılık olarak, ikinci ışınlam alanına bir ikinci tedavi ışınının verilmesini içerebilir.

Bazı cihazlar, yörüngenin bölümü esnasında tedavi radyasyonu verilirken, kolimatörün hareket ettirilmesi için kumandasını içerir. Bazı cihazlara göre, bir yörünge modeli saptanmakta; yörüngenin yörünge modeline uyup uymadığı belirlenmekte; ve yörüngenin

30 yörünge modeline uymadığının saptanması halinde tedavi radyasyonunun uygulanması durdurulmaktadır.

İstemler açıklanmış düzenlemeler ile kısıtlı değildir; ancak teknikteki kişiler buradaki açıklamayı başka düzenlemeler ve uygulamalar yaratmak üzere kolaylıkla uyarlayabilir.

ÇİZİMLERİN KISA AÇIKLAMASI

Düzenlemelerin yapımı ve kullanımı, referans numaralarının benzer kısımları gösterdiği ekli çizimlerde resmedildiği üzere, aşağıdaki tarifnamenin değerlendirilmesinden kolaylıkla anlaşılır hale gelecektir, ve burada

Şekil 1 bazı düzenlemelere göre bir bilgisayarlı tomografi sistemini resmeder;

Şekil 2 bazı düzenlemelere göre bir radyasyon tedavisi odasının bir perspektif görüntüsüdür;

10 Şekil 3 bazı düzenlemelere göre bir radyasyon tedavisi başlığının saydam bir perspektif görüntüsüdür;

Şekil 4 bazı düzenlemelere göre radyasyon tedavisi odasının aygıtlarına ait dahili mimarinin bir blok diyagramıdır;

Şekil 5 bir süreci resmeden bir akış diyagramı içerir; ve

15 Şekil 6 bir devrim döngüsünü resmeden bir dalga formudur.

DETAYLI AÇIKLAMA

Aşağıdaki açıklama, teknikteki herhangi bir kişinin açıklanan düzenlemeleri yapmasını ve kullanmasını, ve açıklanan düzenlemelerin gerçekleştirilmesi için tasarlanmış en iyi modları ortaya koymasını temin için sağlanmıştır. Bununla birlikte, çeşitli modifikasyonlar bu teknikteki kişiler için anlaşılır olacaktır.

Bazı düzenlemelere ait vasıfların kısa bir tanıtımı sağlanacak, bazı düzenlemelerin uygulanmasında kullanılabilecek sistemlerin bir irdelemesi bunu takip edecektir.

Bir hedef hacme ait bir yörünge başlangıç olarak saptanabilir. Yörünge hedef hacmin zaman içindeki devrimini temsil edebilir. Devrim ilgili bir etki alanı boyunca üç boyutlu uzamda, ve/veya bir ya da daha fazla sayıda iki boyutlu yansıtmada saptanabilir. Yörünge, 25 koni ışınli görüntüleme (örneğin bir lineer hızlandırıcı) veya ölçüm işaretleri bulunan ya da bulunmayan, ve/veya görüntülemeyen araçlar vasıtasıyla pozisyonu algılanabilen implante

ölçüm işaretleri kullanan CT görüntüleme (örneğin bir CT tarayıcı) kullanılarak gerçekleştirilen 4D floroskopi yoluyla saptanabilir.

Yörünge bir hasta devinimi döngüsü (örneğin solunum) ile ilişkilendirilebilir. Daha belirgin olarak, yörüngeye ait noktalar hasta devinim döngüsünün algılanan göstergeleri ile ilişkilendirilebilir. Bir örnekte, hedef hacmin belirli bir şekli, hasta % 80 soluk vermede iken (örneğin optik sensörler veya solunum temas sensörleri yoluyla belirlenmiştir) etki alanının belirli bir açısı boyunca saptanabilir.

Saptanan yörüngeye dayalı olarak, belirli bir etki alanı açısı (örneğin yansıtma açısı) için yörüngeyi bir veya daha fazla bölümünü tanımlayan bir tedavi planı geliştirilir. Bir veya daha fazla bölümün her biri için, tedavi planı ilgili bir ışınlama alanı da tanımlar.

Buna uygun olarak, tedavi planı yörüngeyi belirli bir bölümü esnasında hedef hacmin belirli bir etki alanı açısından özellikle şekillendirilmiş bir ışınlama alanı ile ışınlamasını gerektirir. Tedavi planı yörüngeyi başka belirli bölümleri esnasında hedef hacmin belirli etki alanı açısından özellikle biçimlendirilmiş başka ışınlama alanları ile ışınlamasını da gerektirebilir. Etki alanı açısı, yörüngeyi bölümleri ve ışınlama alanları, hedef hacmin ışınlaması esnasında yörüngeyi bir yüzdesini maksimuma çıkarmak üzere seçilebilir. Tedavi planı, yukarıda açıklandığı üzere ilgili yörünge bölümlerinin ve ışınlama alanlarının bulunduğu bir veya daha fazla etki alanını içerebilir.

Tedavi tatbiki, tedavi planının saptanmasından sonra ilerleyebilir. Örneğin bir hasta ve bir tedavi ışını tatbik aygıtı, tatbik aygıtı tarafından verilen bir tedavi ışınının hastanın içerisinde tedavi planı tarafından belirtilmiş bir belirli etki alanı açısında bulunan bir hedef hacmi yakalayacağı şekilde konumlandırılır. Hedef hacmin yörüngeyi bir kumanda noktasına (yani yörüngeyi, tedavi planı tarafından belirtilen bir noktasının başlangıcına) ulaşmasına kadar (görüntüleme/ölçüm belirleme yoluyla direkt olarak, veya temsili bir karakteristik (örneğin solunum) yoluyla dolaylı olarak) izlenir. Bu izleme esnasında, tatbik aygıtının bir kolimatörüne kendi tedavi radyasyonunu tedavi planının yörüngeyi kumanda noktası ile başlayan bölümü ile ilişkilendirdiği bir ışınlama alanına kısıtlaması için kumanda edilir. Hedef hacmin yörüngeyi kumanda noktasında gelir gelmez, tedavi radyasyonu ışınlama alanına verilir.

Yukarıda açıklanan kolimatör kumandası, izleme ve tatbik bundan sonra yörüngeyi farklı bölümleri için tekrar edilebilir. Tedavi radyasyonunun tedavi planı tarafından belirlenen her bir bölüm esnasında tatbikinin ardından, tedavi radyasyonu tatbik aygıtı

(örneğin kendisine tutturulmuş bir rampanın döndürülmesi yoluyla) tekrar konumlandırılabilir ve yukarıdaki süreç yeniden konumlandırılmış aygıtta karşılık gelen yeni bir etki alanı açısı için tekrarlanabilir.

Yukarıdaki açıklama bir örneği yansıtmaktadır, ve düzenlemeler bununla sınırlı değildir. Yukarıdaki sisteme çeşitli alternatifler, ilaveler ve çıkarmalar aşağıda açıklanacaktır.

Şekil 1 CT sistemini (1) resmeder. CT tarayıcı (10) bir CT odasında yerleşiktir ve hasta hacimlerine ait görüntüleri üretmek üzere kullanılabilir. CT tarayıcı (10) yelpaze biçimli X ışını huzmesinin radyasyon alıcıya (13) doğru yayılması için X ışını kaynağı (11) içerir. X ışını kaynağı (11) ile radyasyon alıcının (13) her ikisi de, aralarındaki fiziksel ilişkiyi muhafaza ederken 360 derece boyunca döndürülecekleri şekilde halka (14) üzerine yerleştirilmiştir.

Operasyon sırasında, beden (15) kendisinin bir bölümünün X ışını kaynağı (11) ile radyasyon alıcı (13) arasına yerleştirilmesi için yatağın (16) üzerinde konumlandırılır. Bundan sonra, X ışını kaynağı (11) ile alıcı (13), içinde bedenin (15) uzandığı kavitenin (18) etrafında dönüş tahriği (17) tarafından döndürülür. Bu dönüş esnasında X ışını kaynağına (11) X ışınını alıcıya (13) doğru iletmesi için yüksek voltajlı jeneratör (18) tarafından güç verilir. Alıcı (13) ışını alır ve her bir yansıtma açısı için bir veri kümesi (yani bir yansıtma görüntüsü) üretir.

Monitör (30) bedenin (15) döngüsel devinimini izler. Yukarıda belirtildiği gibi, monitör (30) bedenin (15) solunumunu optik sensörler veya temas sensörleri yoluyla belirleyebilir. Bilgisayar sistemi (20) monitörden (30) veriyi ve alıcıdan (13) yansıtma görüntülerini alabilir. Yansıtma görüntüleri edinilmeleri esnasında zaman damgalı olabilir, ve belirli devinim evrelerine ilişkin görüntülerin alt kümeleri, görüntülerin zaman damgalarının monitörden (40) gelen veri ile karşılaştırılması yoluyla saptanabilir. Evreye karşılık gelen yansıtma görüntülerinin alt kümesi kullanılmak suretiyle, her bir evre için üç boyutlu bir kesit görüntüsü yeniden yapılandırılabilir.

Dolayısıyla sistem (1), bazı düzenlemelere göre bir tedavi planını saptamak üzere kullanılabilecek olan, zaman içindeki bir hedef hacmin (yani bir yörüngenin) görüntülerini üretebilir. Görüntüler izlenebilir fizyolojik süreçlere (örneğin solunuma) ilişkin bir döngüsel yörüngeyi temsil edebilir.

Şekil 2 bazı düzenlemelere uygun olan radyasyon tedavisi (200) odasını resmetmektedir. Radyasyon tedavi odası (200) lineer hızlandırıcı (linac) (205), masa (245) ve

operatör konsolu (260) içerir. Radyasyon tedavi odasının (200) öğeleri, huzme objesinin (250) bir hedef hacmine ışın vermek üzere kullanılabilir. Bu bağlamda huzme objesi (250) bir radyasyon tedavisi planına göre radyasyon almak üzere konumlandırılmış bir hastayı içerebilir.

5 Linac cihazı (205) radyasyon üretir ve yayar, ve öncelikli olarak tedavi başlığından (210) ve rampadan (215) oluşur. Tedavi başlığı (210) tedavi, kalibrasyon, ve/veya başka senaryolar esnasında bir ya da daha fazla radyasyon huzmesinin yayılması için bir huzme yayıcı aygıt (gösterilmemiştir) içermektedir. Yayılan bir radyasyon huzmesi elektron, foton veya herhangi bir başka ışın tipi içerebilir. Bazı düzenlemelere göre, radyasyon huzmesi 10 megavoltaj aralığında (yani >1 MeV) enerjiler sergiler ve dolayısıyla megavoltaj ışın olarak adlandırılabilir. Tedavi başlığı (210) içerisinde huzmenin şekillendirilmesi için ve duyarlı yüzeylerin huzmeden siperlenmesi için, bir huzme siperleyici aygıt veya kolimatör de (gösterilmemiştir) içermektedir.

Tedavi başlığı (210) rampanın (215) bir çıkıntısına akuple edilmiştir. Rampa 15 (215)radyasyon tedavisi öncesinde, esnasında ve sonrasında rampa eksenini (220) etrafında dönebilir niteliktedir. Ok (225) tarafından gösterildiği gibi, rampa (215) bazı düzenlemelere göre saat yönünde veya saatin aksi yönünde dönebilir. Rampanın (215) dönüşü, tedavi başlığının (210) eksen (220) etrafında döndürülmesi görevi görür.

Radyasyon tedavisi esnasında, tedavi başlığından (210) yayılan bir radyasyon huzmesi 20 ıraksak bir huzmedir. Huzme linac cihazının (205) bir izomerkezine doğru yayılır. İzomerkez huzme eksenini (230) ile rampa ekseninin (220) kesişme yerinde yerleşiktir. Radyasyon huzmesinin ıraksaklığından ve huzmenin yukarıda sözü edilen ışın şekillendirme aygıtları tarafından şekillendirilmesinden ötürü, huzme yalnızca izomerkez yerine huzme objesinin (250) bir hacmine radyasyon verebilir.

25 Linac cihazı (205), bu suretle yayılan her bir tedavi ışınının arzu edilen (örneğin monitör ünitelerinde (MU) temsil edilen) bir yoğunluk ve açıklık (yani yukarıda sözü edilen kolimatör tarafından en azından kısmen saptanmış bir kesitsel biçim) sergileyeceği ve arzu edilen bir rampa açısından verileceği şekilde çalıştırılabilir. Bir huzmenin yoğunluğu, açıklığı ve rampa açısı bir tedavi planı tarafından belirlenir, ve kumanda yazılımı böyle bir tedavi 30 planının arzu edilen anlarda arzu edilen açılardan arzu edilen yoğunluklardaki huzmelerin verilmesi yoluyla otomatik olarak uygulanması için linac cihazını (205) yapılandırabilir.

Masa (245) radyasyon tedavisi esnasında huzme objesini (250) destekler. Masa (245) linac cihazının (250) izomerkezinde huzme objesinin (250) bir tedavi alanını konumlandırmak üzere ayarlanabilir nitelikte olabilir. Masa (245) bu gibi konumlandırma için, kalibrasyon için ve/veya doğrulama için kullanılan aygıtları desteklemek üzere de kullanılabılır.

Görüntüleme aygıtı (235) radyasyon tedavisi öncesinde, esnasında ve/veya sonrasında görüntüler elde edebilir. Örneğin, görüntüleme aygıtı (235) bir hedef hacim pozisyonunun ve radyasyonun verildiği bir dahili hasta portalının doğrulanması ve kaydedilmesi için görüntüler elde etmek üzere kullanılabılır.

Görüntüleme aygıtı (235) rampaya (215), genişletilebilir ve geri çekilebilir mahfaza (240) yoluyla dahil olmak üzere, herhangi bir tarzda tutturulabilir. Rampanın (215) dönüşü tedavi başlığının (210) ve görüntüleme aygıtının (235) izomerkezin etrafında, dönüş esnasında izomerkezin tedavi başlığı (210) ile görüntüleme aygıtının (235) arasında yerleşik kalacağı şekilde dönmesini sağlayabilir.

Görüntüleme aygıtı (235), alınan megavoltaj foton ışınına dayalı bir görüntü elde etmek üzere herhangi bir sistem içerebilir. Linac cihazının (205) ışın huzmesi yolu modifikasyonu veya başka teknikler yoluyla kilovoltaj foton ışını üretmeye yeterli olduğu bir durumda, görüntüleme aygıtı (235) bu kilovoltaj ışınına dayalı görüntüler de elde edebilir. Bazı düzenlemelerde, görüntüleme aygıtı (235) bir sintilatör katmanı ve iki boyutlu bir dizide konuşlandırılmış katı haldeki amorf silikon fotodiyotları kullanan bir düz panelli görüntüleme aygıtıdır. Operasyon esnasında, sintilatör katmanı fotonlar alır ve alınan fotonların yoğunluğuna orantılı ışık üretir. Fotodiyotlar dizisi ışığı alır ve alınan ışığın yoğunluğunu depolanmış elektrik yükü olarak kaydeder.

Başka düzenlemelerde, görüntüleme aygıtı (235) alınan fotonları bir sintilatör katmanı gerektirmeksizin elektrik yüküne dönüştürür. Fotonlar amorf selenyum fotoiletkenlerin bir dizisi tarafından direkt olarak absorbe edilir. Fotoiletkenler fotonları direkt olarak depolanmış elektrik yüküne dönüştürür. Görüntüleme aygıtı (235) bir CCD veya tüp tabanlı bir kamera da içerebilir. Bu gibi bir görüntüleme aygıtı (235), içerisine bir sintilatör, bir ayna, ve bir kameranın yerleştirildiği bir ışık geçirmez mahfaza içerebilir.

Görüntüleme aygıtı (235) tarafından geliştirilen ve depolanan yük, tedavi başlığından (210) yayılan bir huzme tarafından üretilen bir radyasyon alanının her bir konumunda

5 radyasyon yoğunlukları temsil eder. Obje (250) tedavi başlığı ile görüntüleme aygıtının (235) arasında yerleşik olduğundan, belirli bir konumdaki radyasyon yoğunluğu tedavi başlığındaki (210) bir radyasyon kaynağı ile belirli konum arasındaki bir ıraksak hat boyunca dokuların zayıflatıcı özelliklerini temsil eder. Dolayısıyla, görüntüleme aygıtı (235) tarafından elde edilen radyasyon yoğunlukları kümesi bu dokuların iki boyutlu bir yansıtma görüntüsünü içerebilir.

10 Monitör (290) huzme objesinin (250) döngüsel devinimini monitöre (30) ilişkin olarak açıklandığı üzere izleyebilir. Dolayısıyla tedavi odasının (200) öğeleri bir hedef hacmin bir yörüngesini yukarıda CT sistemine (1) ilişkin olarak açıklandığı gibi saptamak üzere kullanılabilir. Özellikle, operatör konsolu (260) monitörden (290) veri, görüntüleme aygıtından (235) ise yansıtma görüntüleri alabilir. Yansıtma görüntüleri zaman damgalı olabilir ve devinimin belirli evrelerine ilişkin görüntülerin alt kümeleri görüntülerin zaman damgalarının monitörden (290) gelen veri ile karşılaştırılması yoluyla saptanabilir. Üç boyutlu kesit görüntüleri, yansıtma görüntülerinin evreye karşılık gelen alt kümesi 15 kullanılarak her bir evre için yeniden yapılandırılabilir.

Operatör konsolu (260) bir operatörden, ve linac cihazının (205) ve görüntüleme aygıtının (235) ve/veya yönergelerin alınması için arayüzlerin işletim parametrelerinin sunulması için bir monitör olabilecek çıkış aygıtından (270) gelen yönergelerin alınması için giriş aygıtı (265) içerir. Çıkış aygıtı (270) ayrıca, iki boyutlu bir yansıtma görüntüsü, üç 20 boyutlu bir megavoltaj (veya kilovoltaj) koni ışını görüntüsü ve/veya üç boyutlu görüntüye dayalı iki boyutlu “kesit” görüntüleri sunabilir.

Giriş aygıtı (265) ve çıkış aygıtı (270) işlemciye (275) ve belleğe (280) akuple edilir. İşlemci (275) burada açıklanmış olan saptamaların ve üretimlerin herhangi birini gerçekleştirmek, ve/veya linac cihazının (205) burada açıklanmış olan süreç aşamalarının herhangi birini sağlamasını gerçekleştirmek üzere program kodu uygulayabilir. 25

Bellek (280) ayrıca, bir tedavi planını üretmek ve/veya bazı düzenlemelere göre modifiye etmek üzere program kodu depolayabilir. Bu gibi kod Siemens Medical Solutions® tarafından satılan SyngoRT™ grubunu ya da KONRAD™ tedavi planlama sistemini içerebilir. Buna uygun olarak, bellek (280) halihazırda bilinen – veya gelecekte bilinecek – herhangi bir 30 formata uygun ışın tedavi planları da depolayabilir. Tedavi planları, radyasyon terapisi fraksiyonlarını sağlamak üzere odanın (200) öğeleri tarafından otomatik olarak uygulanabilir

komut dizileri içerebilir. Her bir tedavi planının her bir fraksiyonu, bir hastanın tedavi başlığına (210) göre belirli bir tarzda konumlandırılmasını gerektirebilir.

Operatör konsolu (260), operatörünü ışıktan korumak üzere, tedavi odasından (200) başka bir odada bulunabilir. Örneğin, tedavi odası (200), operatörü linac cihazı (205) tarafından üretilen radyasyondan korumak üzere, betondan bir mahzen gibi ağır şekilde zırhlı olabilir.

Şekil 3 bazı düzenlemelere göre tedavi başlığını (210) resmetmektedir. Tedavi başlığı (210), bir tedavi planı tarafından belirlenmiş bir açıklığa uyması için bir radyasyon huzmesini biçimlendirmek üzere kullanılabilecek kolimatör (300) içerebilir. Kolimatör (300) bir çift çene (Y-çene) (310 ve 320) ve bir çift çene (X-çene) (330 ve 340) içerir. X-çenelerin (330 ve 340) ve Y-çenelerin (310 ve 320) konumlandırılması, içerisinden bir radyasyon huzmesinin eksen (230) boyunca geçebileceği bir açıklığa ait bir boyut ve biçimi saptar.

Her bir çene çifti (310/320 ve 330/340) eksen (230) etrafında döndürülebilir niteliktedir. Şekil 3'de betimlendiği gibi, X-çeneler (330 ve 340) çok sayıda münferit öğeden (yani yapraklardan) oluşturulabilir. Bu münferit öğeler eksenle (230) kesişen bir yol boyunca hareketli olabilir. Her bir yaprağın hareketi çok çeşitli açıklık biçimleri üretmek üzere münferit şekilde kumanda edilebilir nitelikte olabilecek, bir hedef hacmin ısınlaması için uygun olan çok çeşitli ışınlama alanları sonucu verecektir.

Yukarıda açıklandığı gibi, kolimatörün (300) öğelerine bir hedef hacim yörüngesinin belirli bir bölümü ile ilişkili bir ışınlama alanını tanımlamak üzere kumanda edilebilir. Bazı düzenlemelere göre, öğeler yörüngesinin belirli bölümünde, ışınlama alanının bu bölüm esnasında dinamik olacağı şekilde hareket etmektedir.

Tedavi başlığı (210) donatı tablası da (350) içerir. Donatı tablası (350) tedavi planının ve tedavinin süreci boyunca kullanılan (örneğin retiküller, kamalar, ya da benzerleri gibi) yardımcı teçhizatı içine almak ve güvenli biçimde tutmak üzere yapılandırılmış olabilir. Bazı düzenlemelere göre, tedavi başlığı (210) X-çeneler (330 ve 340), Y-çeneler (310 ve 320) ve donatı tablası (350) arasında süregelen fiziksel ilişkilerin düzenini bozmaksızın, kolimatör (300) ile donatı tablasını (350) eksenin (220) etrafında döndürmek üzere dönebilir niteliktedir.

Şekil 4 bazı düzenlemelere göre tedavi odasının (200) öğelerine ait bir blok diyagramdır. Resmedilen öğeler donanım, yazılım ve bellenimin uygun herhangi bir

kombinasyonu tarafından uygulanabilir. Operatör konsolu (260) bir veya daha fazla sayıda ayrı hesaplama sistemi tarafından uygulanabilir.

Gösterildiği üzere, operatör konsolu (260) tedavi odasının (200) diğer öğeleri ile arayüzleme için birçok öge içermektedir. Özellikle, operatör konsolu (260) kolimatör arayüzü (261), huzme arayüzü (262), rampa arayüzü (263), masa arayüzü (264), ve görüntüleme aygıtı arayüzü (266) içerir. Arayüzlerin her biri uygun herhangi bir tipte donanım ve/veya yazılım arayüzü içerebilir, ve tescilli ya da tescilsiz olabilir. Operatör konsolu (260) çeşitli öğelere arayüzler ve işlemciden (275) gelen yönergeler vasıtasıyla kumanda edebilir.

Kolimatör arayüzü (261) çenelerin (310-340) her birinin açılmasına ve kapatılmasına, her bir çene çiftinin bağımsız dönüşüne, ve/veya kolimatörün (300) dönüşüne kumanda etmek üzere kullanılabilir. Huzme arayüzü (262) linac cihazının (205) huzme kumanda öğelerine (207) arzu edilen huzme karakteristiklerine dayalı olarak kumanda edebilir. Özellikle, huzme arayüzü (262) belirli bir enerjiye sahip bir tedavi ışınını üretmek üzere bir enjektör akımına ve RF güç sinyaline kumanda için tetikleme sinyallerine kumanda edebilir.

Arayüzler (261, 262, 263, 264 ve 266) tahsis edilmiş donanım ve/veya yazılım arayüzleri içerebilir, ve arayüzlerin (261, 262, 263, 264 ve 266) biri veya daha fazlası tek bir arayüz tarafından uygulanabilir. Örneğin, arayüzler (261-263) tek bir Ethernet arayüzü tarafından, arayüzler (264 ve 266) ise masa (245) ile görüntüleme aygıtının (235) arayüzlenmesi için tescilli arayüzler tarafından uygulanabilir.

İşlemci (275) bazı düzenlemelere göre operasyon sağlamak üzere, bellekte (280) depolanmış olan, işlemcide uygulanabilir süreç aşamalarını uygulayabilir. Bu süreç aşamaları bazı düzenlemelere göre tedavi planlarından (284) birini uygulamak üzere sistem kumanda uygulaması (282) içerebilir. Sistem kumanda uygulaması (282) tedavi planlarından (284) birini veya daha fazlasını aşağıda açıklandığı üzere üretmek ve/veya modifiye etmek üzere program kodu da içerebilir. Aynı veya başka yazılımı uygulayan ayrı bir bilgisayar sistemi bazı düzenlemelerde bir tedavi planını aşağıda açıklandığı üzere üretebilir.

Tedavi planları (284) halihazırda bilinen – veya gelecekte bilinecek – herhangi bir formata uyabilir. Tedavi planlarından (284) biri bir hedef hacim yörüngesinin bir ya da daha fazla bölümünü tanımlayabilir, ve bir ya da daha fazla bölümün her biri için tedavi planı ilgili bir ışınım alanı da tanımlayabilir. Tedavi planları (284), radyasyon terapisi fraksiyonları sağlamak üzere lineer hızlandırıcı (205) ve tedavi masası (245) tarafından otomatik olarak

uygulanabilir komut dizileri içerebilir. Tedavi planlarının (284) her biri, tedavi başlığına (210) göre belirli bir tarzda konumlandırılacak bir hasta gerektirebilir.

Bazı düzenlemelere göre bir donanım ortamı Şekil 1'den 4'e kadar gösterilmiş olanlardan daha az veya daha fazla öge içerebilir. Ek olarak, düzenlemeler resmedilen aygıtlar ve/veya resmedilen ortam ile sınırlı değildir.

Şekil 5 sürecin (500) bir akış diyagramıdır. Süreç (500) ve burada açıklanan diğer süreçler donanım, yazılım veya manuel vasıtaların uygun herhangi bir kombinasyonu kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu süreçleri somutlaştıran yazılım bir sabit disk, bir disket, bir CD-ROM, bir DVD-ROM, bir flaş bellek ya da bir manyetik bant dahil olmak üzere herhangi bir somut ortam yoluyla depolanabilir. Bu süreçlerin örnekleri aşağıda tedavi odasının (200) öğelerine ilişkin olarak açıklanacaktır, fakat düzenlemeler bunlarla sınırlı değildir.

Başlangıç olarak, S510'da bir hedef hacmin bir yörüngesi saptanır. Yörünge hedef hacmin zaman içindeki devinimini temsil edebilir, ve ilgili bir etki alanı açısı boyunca üç boyutlu uzamda ve/veya bir ya da daha fazla sayıda iki boyutlu yansıtma açısında saptanabilir. Bazı düzenlemelerde, yörünge yukarıda Şekil 1 ve 2'ye ilişkin olarak açıklandığı gibi, harici sinyal izleme ile birlikte 4D floroskopi kullanılarak saptanmaktadır. Gene yukarıda açıklandığı gibi, yörünge bazı düzenlemelerde harici izleme sinyalleri ve hedef hacimde implante ve görüntülemeyen araçlar vasıtasıyla belirlenebilen ölçüm işaretleri (örneğin telsiz sinyalleri, radyoaktif yayılımlar) kullanılarak saptanabilir.

Bir tedavi planı S520'de, saptanmış olan yörüngeye dayalı olarak saptanır. Bir veya daha fazla sayıdaki etki alanı açılarının her biri için, tedavi planı yörünge için bir ya da daha fazla bölümünü tanımlar. Tedavi planı ayrıca, tanımlanmış her bir bölüm için ilgili bir ışınlama alanı tanımlar. Etki alanı açıları, yörünge için bölümleri, ve ışınlama alanları, hedef hacmin ışınlaması esnasında yörünge için bir yüzdesini maksimuma çıkarmak üzere seçilebilir.

Şekil 6 bir fizyolojik döngüyü (örneğin solunumu) temsil eden döngüyü (600) resmetmektedir. Döngü (600) % 0 ile % 100 soluk almayı temsil eden amplitüdler arasında salınır. Hedef hacmin, belirli bir yansıtma açısında elde edilen ve fizyolojik döngüye yukarıda açıklandığı gibi bağdaştırılan yansıtma görüntülerine dayalı olarak, döngünün (600) bölümü (A) S520'de hedef hacmin, ışınlama alanı (610) olarak şekillendirilmiş bir ışınlama alanına uygun biçimde ışınlanabilecek bir bölümüne karşılık gelmek üzere saptanır. Gösterildiği üzere,

bölüm (A) (ve yörünge için ilgili bölümü) kumanda noktasında (CP1) başlar, ve % 15 soluk almaya karşılık gelir.

Bir tedavi planlayıcı bundan başka, döngü ile ilintili görüntüleri S520’de, ışın alanı (620) olarak şekillendirilmiş bir ışınım alanı tarafından uygun biçimde ışınlanabilecek hedef hacmin yörüngesine ait bir bölüme karşılık gelen döngü (600) bölümünü (B) saptamak üzere analiz eder. Bölüm (B) (ve yörünge için karşılık gelen bölümü) kumanda noktasında (CP2) başlamakta, ve % 90 soluk almaya karşılık gelmektedir. Döngünün (600) farklılık gösteren süresinden ötürü, yörünge bölümlerinin (ve sonuçtaki huzme tatbikinin) devam süresi sabit değildir. Tedavi planının (ve sonuçtaki huzme tatbikinin) yörünge bölümleri sabit uzunlukta (örneğin % 20 soluk alma ilâ bunun 1 saniye sonrası) olabilir.

Düzenlemeler Şekil 6’da gösterildiği gibi iki bölüm ile sınırlı değildir. Ek olarak, yörünge için bölümlerinin gösterildiği gibi bir temsilî sinyalin belirli değerlerine sabit biçimde bağlanmış olması gerekmez. Örneğin, yörünge için bir bölümü temsilî sinyalin pozitif ilerleyen bir eğiminin ortadaki bir üçüncüsü olarak sınırlanabilir. Bazı düzenlemelerde, yörünge için bir bölümüne karşılık gelen ışınım alanı dinamiklidir. Bu bakımdan, yörünge noktaları hedef hacmine ait bir hızın kolimatörün (300) yaprakları tarafından elde edilebilecek bir hızdan daha az olduğu S520’de tanımlanabilir. Yörünge noktaları ve karşılık gelen ışınım alanları başka yansıtma açıları için de saptanabilir.

Bir sonra, S530’da bir tedavi rampası, tedavi planı tarafından belirlenmiş bir birinci etki alanı açısında konumlandırılır. Buna uygun olarak, kendisine tutturulmuş bir tedavi huzmesi takbik aygıtı tarafından verilen bir tedavi huzmesi, hedef hacmiyle birinci etki alanında kesişecektir. Tatbik aygıtının bir kolimatörüne bundan sonra S540’da, yörünge için tedavi planı tarafından belirlenmiş bir bölümüne karşılık gelen bir ışınım alanını ışınlamak üzere kumanda edilir. Örneğin, tedavi başlığının (210) kolimatörüne (300) S540’da döngünün (600) bölümüne (A) karşılık gelen hedef hacmi yörünge için bir bölümü esnasında ışınım alanını (610) ışınlaması için kumanda edilebilir.

Akış bundan sonra S550’de, hedef hacmin yörünge için yörünge bölümü ile ilişkili kumanda noktasına (örneğin kumanda noktası (CP1)) erişmiş olduğu saptanmışa kadar duraklar. Yörünge S550 esnasında uygun herhangi bir sistem yoluyla izlenebilir. Örneğin, monitör (290) konsolun (260) soluk almanın ne zaman % 15’de olduğunu ve dolayısıyla bu kumanda noktasına erişildiğini saptamasına imkan veren solunum sinyalleri sağlayabilir.

Hedef hacmin yörüngesi kumanda noktasında olur olmaz, tedavi huzmesi ışınım alanına S560'da tedavi planına göre verilir. Tedavi planı tedavi huzmesi için bir enerji ve doz oranını olduğu kadar bir devam süresini de belirleyebilir. Bazı düzenlemelere göre, huzme ikinci bir “durdurma” kumanda noktası algılanıncaya kadar verilir.

- 5 Bazı düzenlemelerde, tedavi ışını yörüngenin bölümü esnasında verilirken kolimatöre hareket etmesi için kumanda edilir. Bu bakımdan, yörüngenin bölümüne karşılık gelen ışınım alanı dinamiktir.

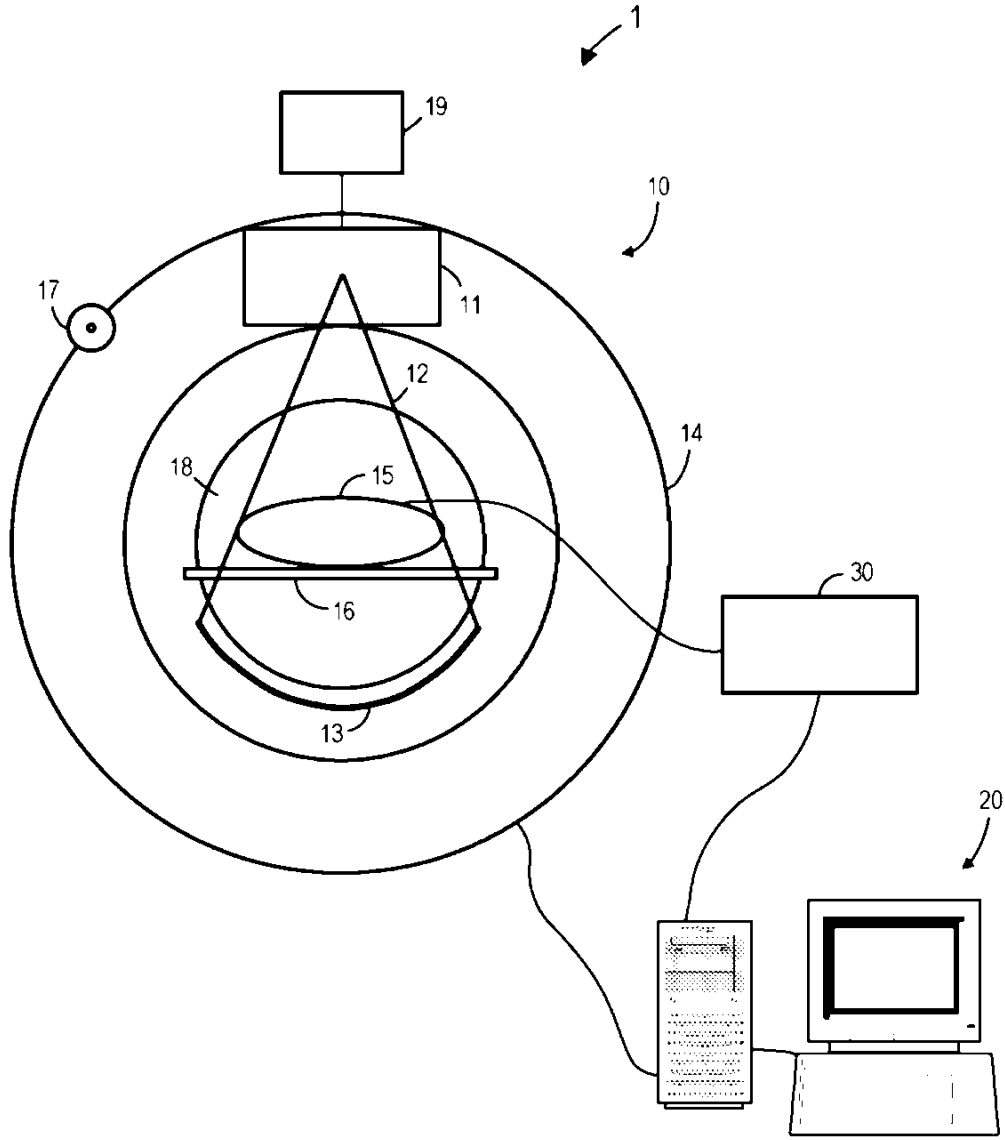
- Halihazırdaki etki alanı açısı için daha fazla kumanda noktası mevcut olduğu takdirde, akış S570'den S540'a geri döner ve yukarıda açıklandığı şekilde devam eder. Örneğin, 10 kolimatöre (300) S540'da alanı (620) ışınlamak üzere kumanda edilebilir, ve akış S550'de soluk alma % 90'a erişene kadar duraklayabilir. Önceki tedavi huzmesinden farklı bir enerji, doz oranı ve/veya devam süresi sergileyebilecek bir tedavi huzmesi verilir.

- Tedavi planının halihazırdaki etki alanı açısı için daha fazla kumanda noktası içermediği saptandığı takdirde, S580'de, tedavi planının ilave etki alanı açıları içermekte olup 15 olmadığı saptanır. İçerdiği takdirde, rampa tedavi planı tarafından belirlenmiş bir sonraki etki alanı açısında S590'da konumlandırılır ve akış S540'a geri döner. İçermediği takdirde, tedavi son bulur.

- Bazı düzenlemelere göre, S550'de yörüngenin izlenmesi, izlenmiş yörüngenin S510'da saptanmış yörüngeye ait bir model ile karşılaştırılmasını içerir. İzlenmiş yörünge ile 20 modelin karşılaştırılması uygun herhangi bir algoritma kullanılarak ilerleyebilir. İzlenmiş yörünge modele kabul edilebilir bir dereceye kadar uymadığı takdirde, tedavi huzmesinin verilmesi, ve süreç (500), durdurulabilir.

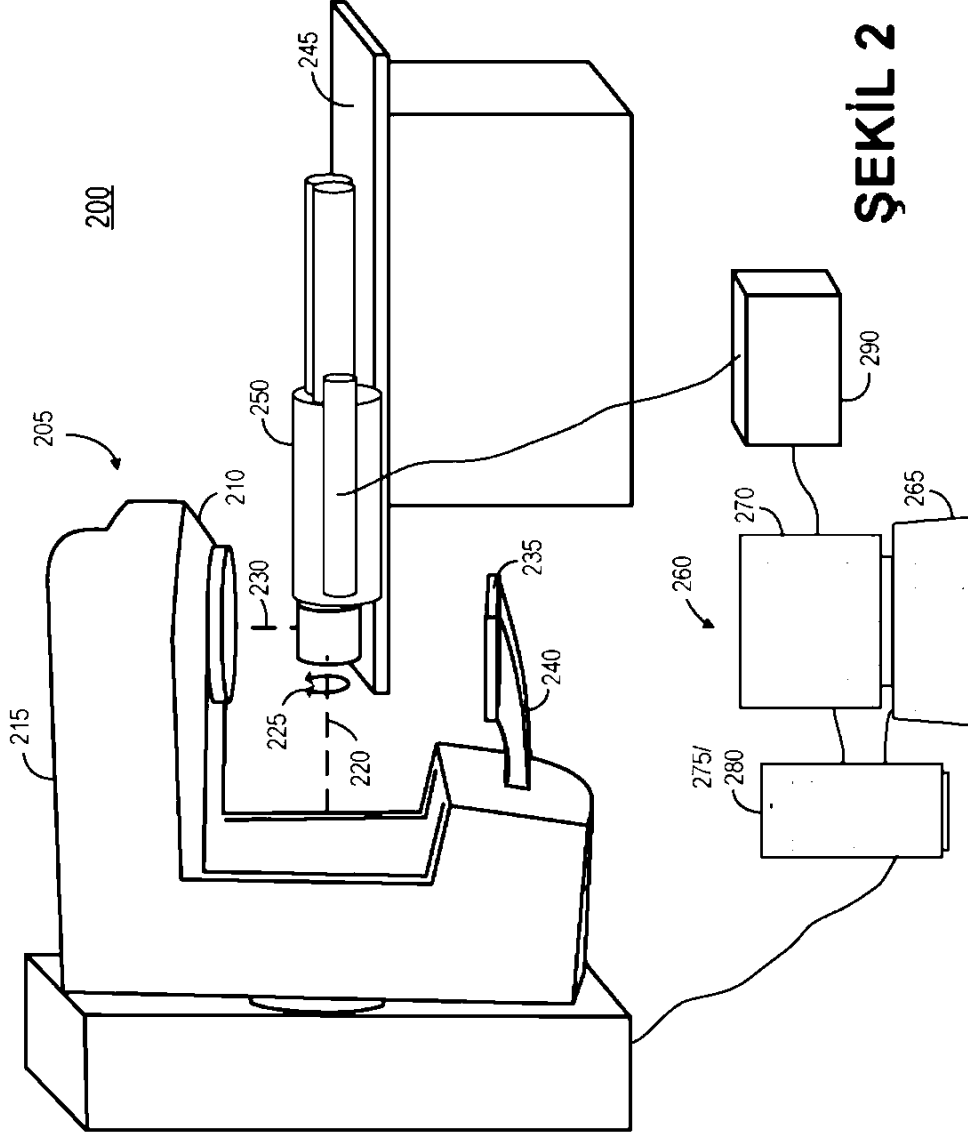
- Teknikteki kişiler yukarıda açıklanan düzenlemelerin çeşitli uyarlamalarının ve modifikasyonlarının, buluşun ekli istemlerde tanımlanan buluş kapsamından ayrılmaksızın 25 yapılandırılabilirliğini takdir edecektir. Dolayısıyla istemlerin burada özellikle açıklanmış şeklin dışında uygulanabileceği anlaşılmalıdır.

EP 2 415 500 B1

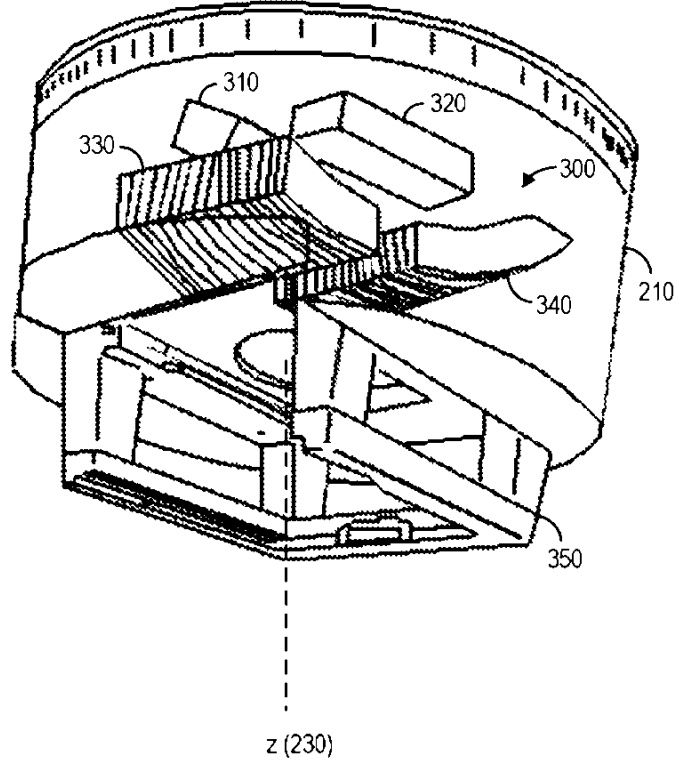


ŞEKİL 1

EP 2 415 500 B1

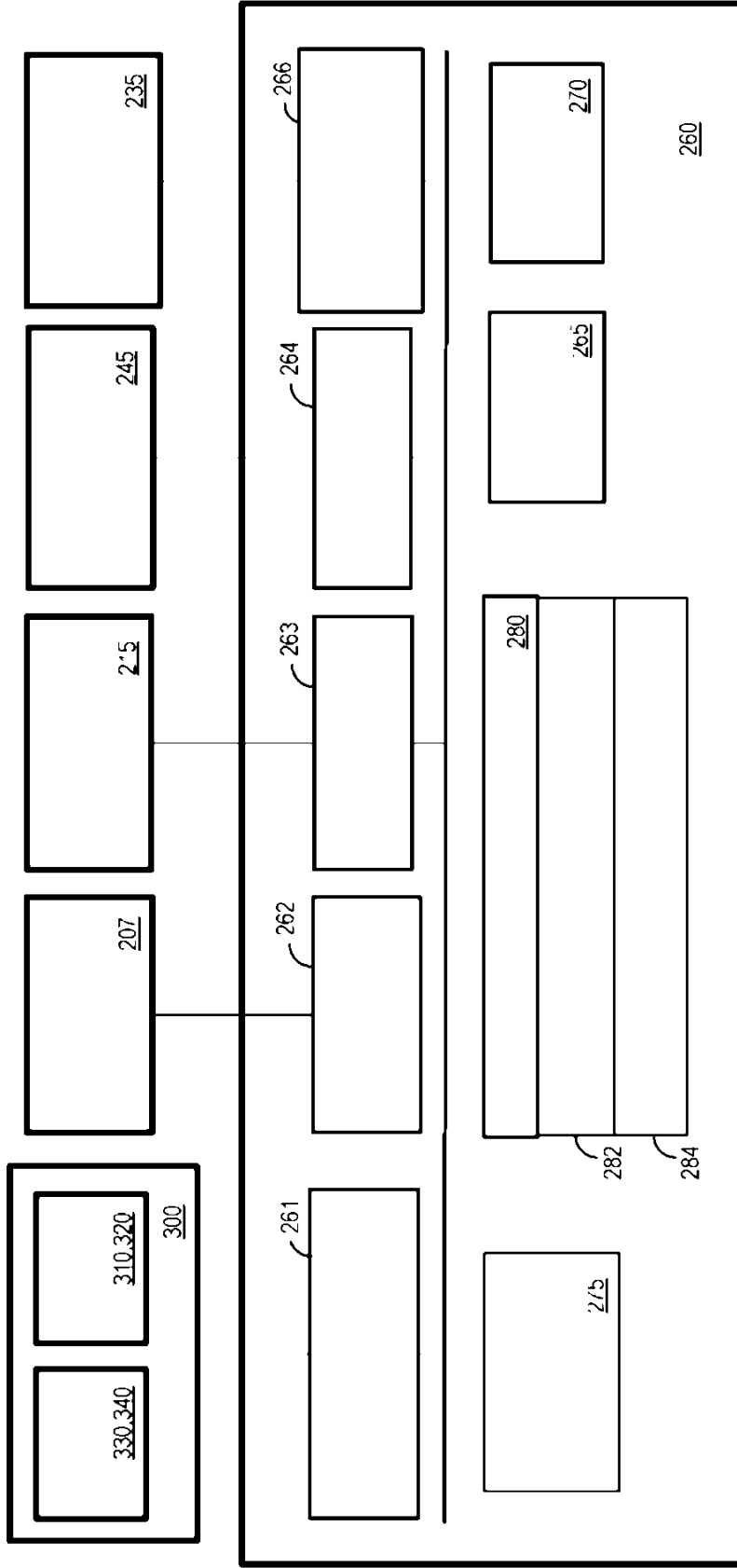


EP 2 415 500 B1



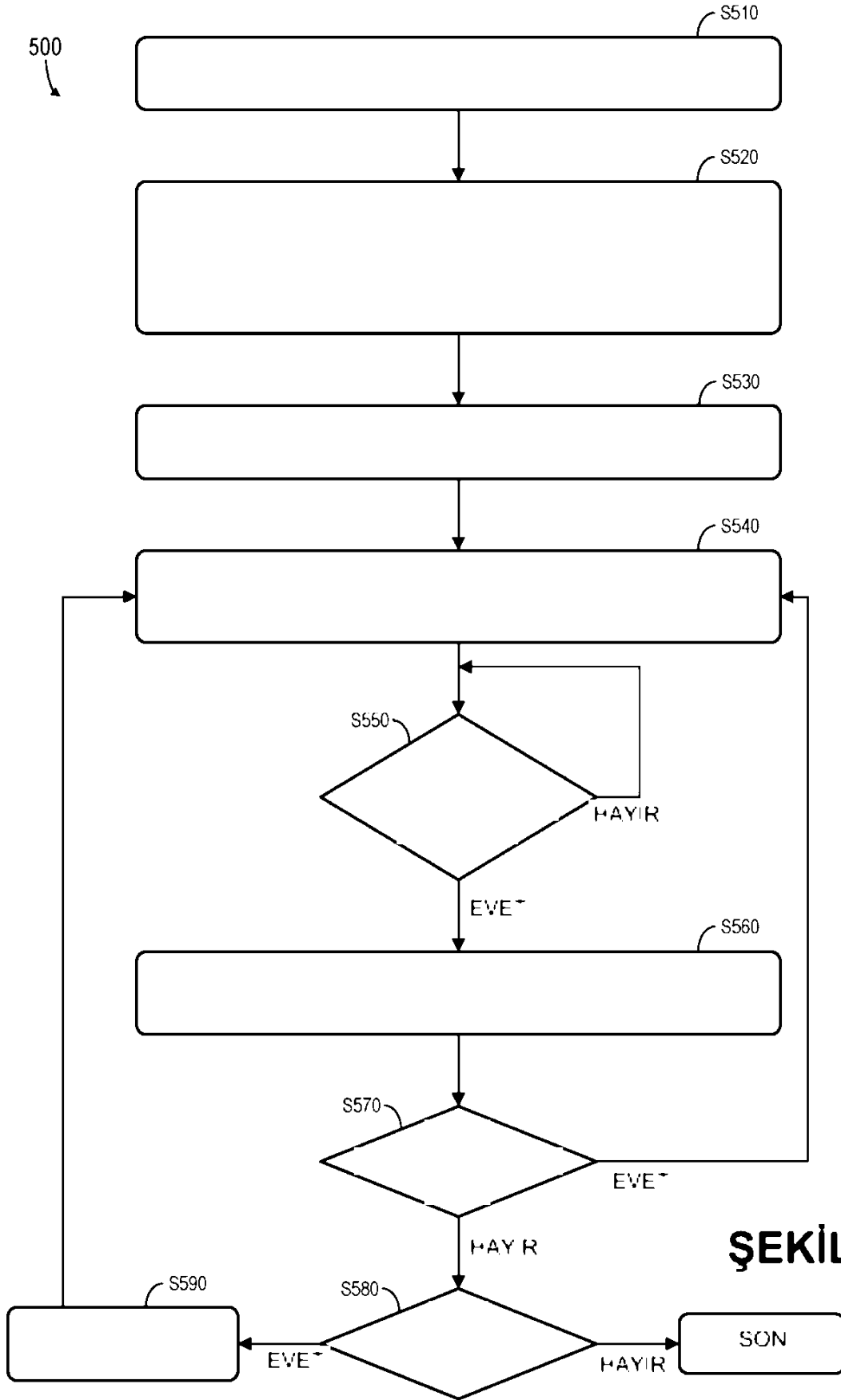
ŞEKİL 3

EP 2 415 500 B1



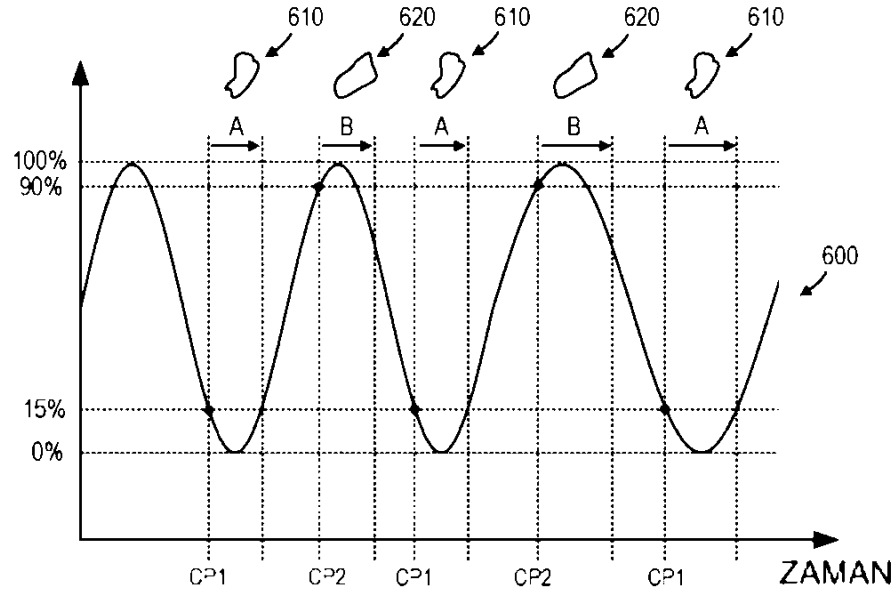
ŞEKİL 4

EP 2 415 500 B1



ŞEKİL 5

EP 2 415 500 B1



ŞEKİL 6