

ÖZET**SAĞLIK RİSKİ DURUMUNUN TAHMİN EDİLMESİNİ SAĞLAYAN BİR YÖNTEM
VE SİSTEM**

5

Buluş, bir hastanın kalp ameliyatı sonrasında oluşabilecek sağlık riski durumunun tahmin edilmesini sağlamak için bir yöntem ile ilgilidir. Buna göre yeniliği; en az bir kişinin veri girişine izin verecek şekilde sağlanmış bir kullanıcı arayüzünden (100) bir hastanın en az bir hasta bilgisinin alınması, çoklu sayıda hasta bilgisi ve hasta bilgisine karşılık gelen sağlık risk durumu ile eğitilmiş olan ve bir hasta bilgisini giriş olarak aldığı bir sağlık riski durumu çıktı olarak veren bir birinci yapay zeka modeline kullanıcı arayüzünden (100) alınan bahsedilen hasta bilgisinin giriş olarak uygulanması ile hasta bilgisine yönelik bir birinci sağlık riski durumunun çıktı olarak alınması, bahsedilen birinci sağlık riski durumunun bir haberleşme birimi (200) vasıtasıyla kullanıcı arayüzüne (100) iletilmesi işlem adımlarını içermesidir.

Şekil 1

İSTEMLER

1. Buluş, bir hastanın kalp ameliyatı sonrasında oluşabilecek sağlık riski durumunun tahmin edilmesini sağlamak için bir yöntem olup **özelliği**;

- en az bir kişinin veri girişine izin verecek şekilde sağlanmış bir kullanıcı arayüzünden (100) bir hastanın en az bir hasta bilgisinin alınması,
- çoklu sayıda hasta bilgisi ve hasta bilgisine karşılık gelen sağlık risk durumu ile eğitilmiş olan ve bir hasta bilgisini giriş olarak aldığı bir sağlık riski durumunu çıktı olarak veren bir birinci yapay zeka modeline kullanıcı arayüzünden (100) alınan bahsedilen hasta bilgisinin giriş olarak uygulanması ile hasta bilgisine yönelik bir birinci sağlık riski durumunun çıktı olarak alınması,
- bahsedilen birinci sağlık riski durumunun bir haberleşme birimi (200) vasıtasıyla kullanıcı arayüzüne (100) iletilmesi,

işlem adımlarını içermesidir.

2. İstem 1'e göre bir yöntem olup **özelliği**; birinci sağlık riski durumunun çıktı olarak alınması işlem adımından sonra

- çoklu sayıda hasta bilgisi ile eğitilmiş olan ve bir hasta bilgisini giriş olarak aldığı bir sağlık riski durumunu çıktı olarak veren bir ikinci yapay zeka modeline kullanıcı arayüzünden (100) alınan hasta bilgisinin giriş olarak uygulanması ile hasta bilgisine yönelik bir ikinci sağlık riski durumunun çıktı olarak alınması,
- bahsedilen birinci sağlık riski durumunun ve bahsedilen ikinci sağlık riski durumunun yığımlı modelleme (stacking ensemble) yöntemi ile birleştirilerek bir üçüncü sağlık riski durumunun elde edilmesi,
- bahsedilen üçüncü sağlık riski durumunun haberleşme birimi (200) vasıtasıyla kullanıcı arayüzüne (100) iletilmesi,

işlem adımlarını içermesidir.

3. İstem 1'e göre bir yöntem olup **özelliği**; birinci yapay zeka modelinin sentetik örnek oluşturma yöntemi ile işlenmiş çoklu hasta bilgileriyle eğitilmesi işlem adımını içermesidir.

4. İstem 2'ye göre bir yöntem olup **özelliği**; ikinci yapay zeka modelinin sentetik örnek oluşturma yöntemi ile işlenmiş çoklu hasta bilgileriyle eğitilmesi işlem adımıdır.

5

5. İstem 1'e göre bir yöntem olup **özelliği**; birinci sağlık riski durumu çıktısının alınması için

- çoklu sayıda hasta bilgilerinden Gini önemi yöntemi ile seçilen seçilmiş hasta bilgileriyle birinci yapay zeka modelinin eğitilmesi işlem adımıdır.

10

6. Buluş, bir hastanın kalp ameliyatı sonrasında oluşabilecek sağlık riski durumunun tahmin edilmesini sağlamak için bir sistem olup **özelliği**; yukarıdaki işlem adımlarının bir işlemci birimi (300) tarafından gerçekleştirilmesidir.

15

TARİFNAME

SAĞLIK RİSKİ DURUMUNUN TAHMİN EDİLMESİNİ SAĞLAYAN BİR YÖNTEM VE SİSTEM

5

TEKNİK ALAN

Buluş, bir hastanın kalp ameliyatı sonrasında oluşabilecek sağlık riski durumunun tahmin edilmesini sağlamaya yarayan bir yöntem ve sistem ile ilgilidir.

10

ÖNCEKİ TEKNİK

Kalp damar hastalıkları, yılda dört milyondan fazla insanın hayatını kaybetmesine sebep olmaktadır. Bu durum dünya ekonomisine yüksek maliyet getirmektedir.

15

Dolayısıyla sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak ve bulaşıcı olmayan hastalıklardan kaynaklanan insanların erken yaşta hayatlarını kaybetmelerinde bir azalma sağlamak için etkin maliyet politikalarının ve müdahalelerin uygulanması gerekmektedir.

20

Kalp cerrahisinde kullanılan en yaygın risk sınıflandırma modelleri arasında EuroSCORE (Avrupa Kardiyak Operatif Risk Değerlendirme Sistemi) ve STS (Göğüs Cerrahları Birliği) bulunmaktadır. Bu modeller, kardiyak cerrahi sonrası hastane içi mortalite riskini tahmin etmek amacıyla geliştirilmiş ve klinik karar verme süreçlerine destek sağlamaktadır. Ancak, EuroSCORE gibi geleneksel risk

25

puanlama sistemleri, özellikle yüksek riskli hastalarda gerçek riski fazla tahmin etme eğilimindedir. Bu durum, modelin ayrımcılık ve kalibrasyon eksikliği yaşamasına neden olmakta ve yüksek riskli hasta gruplarında tahminlerin güvenilirliğini azaltmaktadır. Sonuç olarak, yanlış kalibrasyon hasta ve aileleri için mevcut komplikasyon ve mortalite riski konusunda yanıltıcı bilgiler sunarken ortak

30

karar verme süreçlerinde olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle, mevcut modellerin kalibrasyon eksikliklerinin giderilmesi ve daha doğru tahminler yapabilen alternatif yöntemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Mevcut risk tahmin modellerinin sınırlamalarını aşmak adına, makine öğrenimi tabanlı yaklaşımlar daha doğru ve güvenilir risk tahminleri sunma potansiyeline sahiptir. Ancak bu modeller de sınırlı veri setleri, yüksek hesaplama maliyetleri, kalibrasyon ve ayrımcılık eksiklikleri gibi zorluklarla karşılaşmaktadır. Ayrıca,

5 karmaşık klinik değişkenler arasındaki ilişkilerin tam olarak yakalanamaması ve yeterli doğrulama yöntemlerinin kullanılmaması, modellerin klinik uygulamalardaki güvenilirliğini sınırlamaktadır.

Sonuç olarak, yukarıda bahsedilen tüm sorunlar, ilgili teknik alanda bir yenilik

10 yapmayı zorunlu hale getirmiştir.

BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

Mevcut buluş yukarıda bahsedilen dezavantajları ortadan kaldırmak ve ilgili teknik

15 alana yeni avantajlar getirmek üzere, bir yöntem ve sistem ile ilgilidir.

Buluşun bir amacı, bir hastanın kalp ameliyatı sonrasında oluşabilecek mortalite riskinin tahmin edilmesini sağlamaya yarayan bir yöntem ve sistem ortaya koymaktır.

20

Buluşun diğer bir amacı, kalp ameliyatı olan hastaların ameliyat sonrasında komplikasyon risklerinin değerlendirilmesini sağlamaya yarayan bir yöntem ve sistem ortaya koymaktır.

25 Buluşun diğer bir amacı, kalp ameliyatı olan hastalara ait kişiselleştirilmiş mortalite riskinin tahmin edilmesi ile cerrahların karar vermesine destek olma için bir yöntem ve sistem ortaya koymaktır.

Yukarıda bahsedilen ve aşağıdaki detaylı anlatımdan ortaya çıkacak tüm amaçları

30 gerçekleştirmek üzere mevcut buluş, bir hastanın kalp ameliyatı sonrasında oluşabilecek sağlık riski durumunun tahmin edilmesini sağlamak için bir yöntemdir. Buna göre,

- en az bir kişinin veri girişine izin verecek şekilde sağlanmış bir kullanıcı arayüzünden bir hastanın en az bir hasta bilgisinin alınması,

- çoklu sayıda hasta bilgisi ve hasta bilgisine karşılık gelen sağlık risk durumu ile eğitilmiş olan ve bir hasta bilgisini giriş olarak aldığı bir sağlık riski durumunu çıktı olarak veren bir birinci yapay zeka modeline kullanıcı arayüzünden alınan bahsedilen hasta bilgisinin giriş olarak uygulanması ile hasta bilgisine yönelik bir
- 5 birinci sağlık riski durumunun çıktı olarak alınması,
- bahsedilen birinci sağlık riski durumunun bir haberleşme birimi vasıtasıyla kullanıcı arayüzüne iletilmesi işlem adımlarını içermesidir. Böylece bir hastaya ait kişiselleştirilmiş mortalite riskinin elde edilmesi sağlanmaktadır.
- 10 Buluşun mümkün bir yapılanmasının özelliği, birinci sağlık riski durumunun çıktı olarak alınması işlem adımından sonra
- çoklu sayıda hasta bilgisi ile eğitilmiş olan ve bir hasta bilgisini giriş olarak aldığı bir sağlık riski durumunu çıktı olarak veren bir ikinci yapay zeka modeline kullanıcı arayüzünden alınan hasta bilgisinin giriş olarak uygulanması ile hasta
- 15 bilgisine yönelik bir ikinci sağlık riski durumunun çıktı olarak alınması,
- bahsedilen birinci sağlık riski durumunun ve bahsedilen ikinci sağlık riski durumunun yığımlı modelleme (stacking ensemble) yöntemi ile birleştirilerek bir üçüncü sağlık riski durumunun elde edilmesi,
- bahsedilen üçüncü sağlık riski durumunun haberleşme birimi vasıtasıyla kullanıcı
- 20 arayüzüne iletilmesi işlem adımlarını içermesidir.

Buluşun mümkün bir yapılanmasının özelliği, birinci yapay zeka modelinin sentetik örnek oluşturma yöntemi ile işlenmiş çoklu hasta bilgileriyle eğitilmesi işlem adımını içermesidir.

25

Buluşun mümkün bir yapılanmasının özelliği, ikinci yapay zeka modelinin sentetik örnek oluşturma yöntemi ile işlenmiş çoklu hasta bilgileriyle eğitilmesi işlem adımını içermesidir.

30

Buluşun mümkün bir yapılanmasının özelliği, birinci sağlık riski durumu çıktısının alınması için çoklu sayıda hasta bilgilerinden Gini önemi yöntemi ile seçilen seçilmiş hasta bilgileriyle birinci yapay zeka modelinin eğitilmesi işlem adımını içermesidir. Böylece en önemli hasta bilgilerinin seçilmesiyle yapay zeka modelin karmaşıklığı azaltılması ve tahmin performansı artırılması sağlanmaktadır.

Buluş ayrıca, bir hastanın kalp ameliyatı sonrasında oluşabilecek sağlık riski durumunun tahmin edilmesini sağlamak için bir sistemdir. Buna göre yeniliği; yukarıdaki işlem adımlarının bir işlemci birimi tarafından gerçekleştirilmesidir.

5 ŞEKİLİN KISA AÇIKLAMASI

Şekil 1' de buluşun çalışma senaryosunun temsili bir görünümü verilmiştir.

BULUŞUN DETAYLI AÇIKLAMASI

10

Bu detaylı açıklamada buluş konusu sadece konunun daha iyi anlaşılmasına yönelik hiçbir sınırlayıcı etki oluşturmayacak örneklerle açıklanmaktadır.

15

Buluş, bir hastanın kalp ameliyatı sonrasında oluşabilecek sağlık riski durumunun tahmin edilmesini sağlamak için bir yöntem ve sistem ile ilgilidir. Buluşun mümkün bir yapılanmasında bahsedilen sağlık riski durumu, teknikte iyi bilinen mortalite riski olabilmektedir. Buluşun mümkün bir yapılanmasında erişkin (+18) hastaların kalp ameliyatı sonrasında sağlık riski durumunun tahmin edilmesi sağlanmaktadır.

20

Buluşun mümkün bir yapılanmasında bahsedilen kalp ameliyatı, koroner bypass ameliyatı ve/veya kalp kapak ameliyatı gibi yüksek riskli ameliyatlara olabilmektedir.

25

Kalp ameliyatı sonrasında hastanın sağlık riski durumunun tahmin edilmesi için ilk olarak en az bir kişinin veri girişine izin verecek şekilde sağlanmış bir kullanıcı arayüzünden (100) bahsedilen hastanın en az bir hasta bilgisinin alınması sağlanmaktadır. Buluşun mümkün bir yapılanmasında bahsedilen kullanıcı arayüzü (100), bir bilgisayar, tablet, mobil telefon vb. mobil cihazlar vasıtasıyla giriş yapılan bir mobil uygulama, bir web sitesi vb. olabilmektedir.

30

Buluşun mümkün bir yapılanmasında bahsedilen hasta bilgisi, hastanın demografik bilgisi, tıbbi geçmiş bilgisi, klinik değer bilgileri, ek hastalık bilgilerinden en azından birisini içerebilmektedir. Bahsedilen tıbbi geçmiş bilgisi, hastanın önceki hastalıkları, ameliyatları, kullandığı ilaçlar, alerjileri ve ailedaki genetik sağlık sorunları gibi geçmişe yönelik sağlık durumunu gösteren bilgiler olabilmektedir.

Bahsedilen klinik değer bilgileri ise hastanın sağlık durumunu değerlendirmek için yapılan testler veya ölçümler sonucunda elde edilen kreatinin, kan şekeri, tansiyon gibi biyolojik veya fizyolojik bilgiler olabilmektedir.

5 Hasta bilgisinin alınmasından sonra çoklu sayıda hasta bilgisi ve hasta bilgisine karşılık gelen sağlık riski durumu ile eğitilmiş olan ve bir hasta bilgisini giriş olarak aldığı bir sağlık riski durumu çıktı olarak veren bir birinci yapay zeka modeline kullanıcı arayüzünden (100) alınan hasta bilgisinin giriş olarak uygulanması ile hasta bilgisine yönelik bir birinci sağlık riski durumunun çıktı olarak
10 alınması sağlanmaktadır. Bu sayede kullanıcı arayüzünden (100) bilgileri girilen hastaların, sağlık riski durumu tahmin edilmektedir. Buluşun mümkün bir yapılanmasında bahsedilen birinci yapay zeka modeli, teknikte iyi bilinen rastgele orman (RF-Random Forest) modeli olabilmektedir.

15 Buluşun mümkün bir yapılanmasında birinci yapay zeka modeli, teknikte bilinen bir sentetik örnek oluşturma (ADASYN (Adaptive Synthetic Sampling)) yöntemi ile işlenmiş çoklu hasta bilgileri ile eğitilebilmektedir. Bu sayede birinci yapay zeka modelinin performansının artırılması sağlanmaktadır.

20 Teknikte iyi bilindiği üzere ADASYN yöntemi, dengesiz veri setlerinde daha az temsil edilen gruba ait örneklerin sayısını artırmak için kullanılan bir yöntemdir. Bunun için ADASYN, hasta bilgileri ve hasta bilgisine karşılık gelen sağlık risk durumu gibi veri setlerinde, az temsil edilen sağlık risk gruplarına yönelik yapay örnekler oluşturulmaktadır. Örneğin, düşük sağlık riskine ait çok sayıda veri noktası
25 varken yüksek sağlık riskine ait örnekler az ise ADASYN yüksek risk grubuna sentetik veriler ekleyerek modeli dengelemektedir. Bu sayede yapay zekanın tüm risk gruplarını daha iyi öğrenmesini ve tahmin etmesini sağlanmaktadır.

Buluşun mümkün bir diğer yapılanmasında birinci yapay zeka modeli, çoklu sayıda
30 hasta bilgilerinden Gini önemi yöntemi ile seçilen çoklu sayıda seçilmiş hasta bilgileriyle eğitilebilmektedir. Bahsedilen Gini önemi yöntemi teknikte iyi bilindiği üzere her bir özelliğin yapay zeka modelin doğru tahmin yapmasına ne kadar katkı sağladığının ölçülmesini sağlayan bir yöntemdir. Gini önemi, birinci yapay zeka modelinin karar verme sürecine en fazla katkı sağlayan bilgilere göre karar

- verilmesini sağlamaktadır. Örneğin kreatinin değerinin yükselmesi, böbrek fonksiyonlarının bozulmasına, vücuttaki toksinlerin ve metabolik atıkların birikmesine neden olmaktadır. Bu durum diğer organların, özellikle kalbin iş yükünü artırmaktadır. Ayrıca böbrek yetmezliği sıklıkla sıvı ve elektrolit dengesizliklerine yol açmaktadır. Dolayısıyla, kalpte aritmilere ve dolaşım sorunlarına neden olabilmektedir. Bu faktörlerin tümü birlikte, ameliyat sonrası komplikasyon riskini ve mortalite oranını yükseltmektedir. Gini önemi sayesinde birinci yapay zeka modeli, kreatinin seviyesinin böbrek fonksiyonlarını yansıttığını ve bu nedenle kalp ameliyatı sonrası mortalite ile güçlü bir ilişki gösterdiği belirlenmiş olduğundan birinci yapay zeka modeli, kreatinin düzeyini en önemli değişkenlerden biri olarak kullanarak sağlık riski durumuna ilişkin karar vermektedir. Böylece kritik değişkenleri öne çıkararak modelin daha doğru ve güvenilir sağlık risk tahminleri yapması sağlanmaktadır.
- 15 Buluşun mümkün bir yapılanmasında Gini önemi ile seçilen özellikler sonrasında, yapay zeka modelinin performansını artıracak en iyi özellik sayısını belirlemek için çapraz doğrulama ile tekrarlamalı özellik eleme (RFECV) yöntemi kullanılabilir. Bahsedilen çapraz doğrulama ile tekrarlamalı özellik eleme (RFECV) yöntemi, çapraz doğrulama kullanarak en iyi performansı sağlayan özellik sayısının otomatik olarak belirlenmesini sağlamaktadır. Bu sayede gereksiz veya yapay zeka modelinin performansına olumsuz etki eden özelliklerin elenmesiyle yapay zeka modellerinin daha verimli ve daha doğru sonuçlar üretmesi sağlanmaktadır.
- 25 Sonuç olarak veri setlerinde örneğin, yüksek riskli hastaların azlığı mevcut risk tahmin modellerinin performansını olumsuz etkileyebilmektedir. Bunun için veri dengeleme teknikleri (örneğin, ADASYN) ve özellik seçimi yöntemleri (örneğin, RFECV, Gini önemi) ile bu problem çözülerek modelin genel performansı iyileştirilmektedir. Bu sayede, yapay zeka modelleri sadece belirli hasta gruplarında değil, tüm hasta gruplarında daha doğru tahminler yapabilmektedir.

Birinci sağlık riski durumu, bir haberleşme birimi (200) vasıtasıyla kullanıcı arayüzüne (100) iletilmektedir. Buluşun mümkün bir yapılanmasında bahsedilen haberleşme birimi (200), bir Bluetooth modülü, bir modem, Wi-fi kartı, mobil veri ağı

vb. içerebilmektedir. Bu sayede hasta bilgileri girilen hastaya ait sağlık riski durumunun, yetkili kişiler tarafından görüntülenebilmekte ve incelenebilmektedir.

5 Buluşun mümkün bir yapılanmasında birinci sağlık durumunun çıktı olarak alınması adımımdan sonra çoklu sayıda hasta bilgisi ile eğitilmiş olan ve bir hasta bilgisini giriş olarak aldığında bir sağlık riski durumunu çıktı olarak veren bir ikinci yapay zeka modeline kullanıcı arayüzünden (100) alınan hasta bilgisinin giriş olarak uygulanması ile hasta bilgisine yönelik bir ikinci sağlık riski durumunun çıktı olarak alınması sağlanmaktadır. Buluşun mümkün bir yapılanmasında bahsedilen ikinci
10 yapay zeka modeli, teknikte iyi bilinen XGBoost modeli olabilmektedir.

Buluşun mümkün bir yapılanmasında ikinci yapay zeka modeli, teknikte iyi bilinen sentetik örnek oluşturma (ADASYN (Adaptive Synthetic Sampling)) yöntemi ile işlenmiş çoklu hasta bilgileri ile eğitilebilmektedir. Bu sayede ikinci yapay zeka
15 modelinin performansının artırılması sağlanmaktadır.

Buluşun mümkün bir yapılanmasında birinci sağlık durumu ile ikinci sağlık durumunun yığılımlı modelleme (stacking ensemble) yöntemi ile birleştirilerek bir üçüncü sağlık durumu elde edilmektedir. Elde edilen üçüncü sağlık durumu,
20 haberleşme birimi (200) vasıtasıyla kullanıcı arayüzüne (100) iletilmektedir.

Buluşun mümkün bir yapılanmasında topluluk tabanlı risk tahmin sistemi (ERES – Ensemble-Based Risk Estimation System) ile bir ERES modeli oluşturulmaktadır. Teknikte iyi bilindiği üzere ERES, birden fazla yapay zeka modelini birleştirerek
25 daha doğru ve güvenilir tahminler yapmayı amaçlayan bir sistemdir. Bu sayede veri dengesizliği sorunu çözülmekte hem de farklı yapay zeka modellerinin birleştirilmesi sayesinde tahmin doğruluğu artırılmaktadır. Bahsedilen ERES modeli, ameliyat sonrasında mortalite tahmininde kullanılarak klinik karar süreçlerinde yüksek doğrulukta ve gerçek zamanlı karar alınmasını sağlamaktadır.

30

Bir hastanın sağlık riski durumunun tahmin edilmesi için gerçekleştirilen tüm adımlar bir işlemci birimi (300) tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Buluşun mümkün bir yapılanmasında bahsedilen işlemci birimi (300), bir CPU, bir GPU, bir mikroişlemci vb. olabilmektedir.

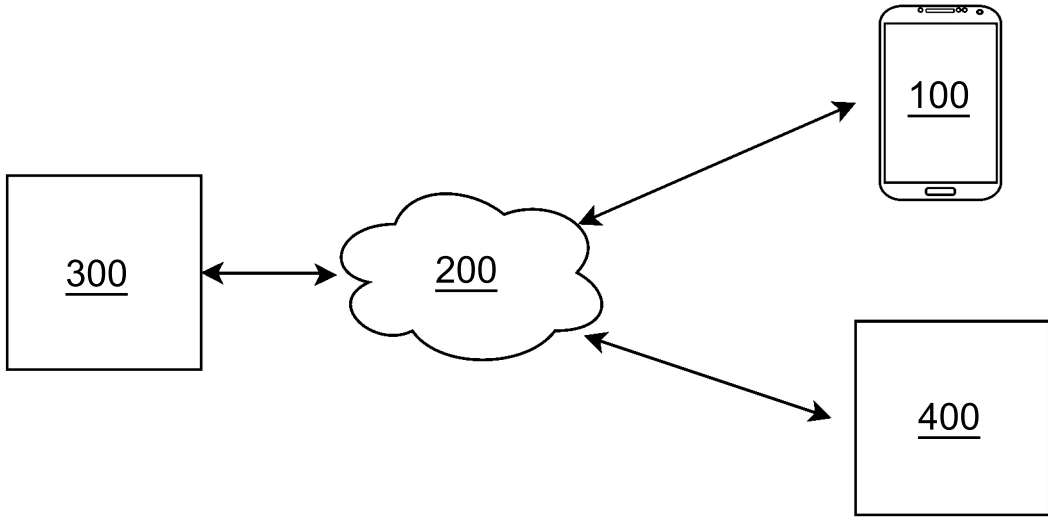
Buluşun mümkün bir yapılanmasında, hasta bilgileri, birinci sağlık riski durumu, ikinci sağlık riski durumu, üçüncü sağlık riski durumu bir hafıza biriminde (400) kayıt edilmektedir. Buluşun mümkün bir yapılanmasında bahsedilen hafıza birimi
5 (400), verileri kalıcı olarak saklayan ve gerektiğinde geçici olarak da saklayan bellekler kombinasyonunu içerebilmektedir.

Buluşun koruma kapsamı ekte verilen istemlerde belirtilmiş olup kesinlikle bu detaylı anlatımda örnekleme amacıyla anlatılanlarla sınırlı tutulamaz. Zira teknikte
10 uzman bir kişinin, buluşun ana temasından ayrılmadan yukarıda anlatılanlar ışığında benzer yapılanmalar ortaya koyabileceği açıktır.

ŞEKİLDE VERİLEN REFERANS NUMARALARI

- 100 Kullanıcı arayüzü
- 5 200 Haberleşme birimi
- 300 İşlemci birimi
- 400 Hafıza birimi

1/1



Şekil 1