TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

SAĞLIKTA YAPAY ZEKA YARIŞMASI

(Medikal Teknolojiler Kategorisi)

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: NEVASOFT

TAKIM ID: 318288

PROJE ADI: YAPAY ZEKA DESTEKLİ TEŞHİS VE TANIDA DOKTORA YARDIMCI KAN ANALİZ YAZILIMI

İçindekiler

1. **Problem Tanımı ve Mevcut Durum Değerlendirmesi**
   - **1.1. Problemler**
   - **1.2. Mevcut Durum Değerlendirmesi**
2. **Özgünlük**
3. **Yöntem**
   - **3.1.Modüller**
   - **3.2.Yapılan Çalışmalarımız (MVP)**
   - **3.3.Yol Haritası**
4. **Uygulanabilirlik ve Ticarileşme Potansiyeli**
   - **4.1.Uygulanabilirlik ve Ticarileşme Süreci**
   - **4.2.Rakip Analizi**
5. **Referanslar**

Proje Konusu

Proje konunuzu aşağıdaki listeden seçiniz.

☐ Hareket izleme ve destek sistemleri

☐ Kronik hastalık takibine yönelik giyilebilir teknolojiler

☐ Görme engelli bireyler için hastane içi yönlendirme sistemleri

☐ Gereksiz antibiyotik kullanımını azaltmaya yönelik teknolojiler

☐ Nefes bileşenlerinden hastalık teşhisi yapabilen sistemler

☐ Fiziksel tıp ve rehabilitasyona yönelik teknolojiler

☐ Ortez ve protez teknolojileri

☒ Hastalık teşhisine yönelik karar destek sistemleri

1. Problem Tanımı ve Mevcut Durum Değerlendirmesi (15 puan)

1.1. Problemler

1. Hematoloji & Onkoloji alanında hastalık tespiti (Anemi, Lösemi, lenfoma, sıtma, doğal öldürücüler vs.) yapılması için önce kan testi yapılması gerekir. Kan testi parametrelerinde anormal bir durum tespit edilmesi durumunda olası kanser veya farklı hastalık durumları için kan hücrelerinin mikroskop altında manuel bir şekilde incelenmesi ve hastalıklı hücre varsa tespit edilmesi gerekmektedir [4], [5].
2. Mikroskop inceleme işlemi, tanı sürecinin yavaş gerçekleşmesine sebep olur. Çünkü hücre yoğunluğu fazladır ve her hücrenin detaylı incelenmesi gerekir. İnceleme esnasında hastalıklı hücre gözden kaçabilir. Nadir görülen hücreler bilinemeyebilir. Hastalıklı hücre yanlış tespit edilebilir ve yanlış tanı konabilir. [4], [5].
3. Hastalık tanısı koymada flow sitometri cihazından gelen hasta verilerine de bakılması gerekmektedir. Flow sitometri ile hücre yüzeyi, hücre içi moleküllerin gen dizilişini, hücre boyutunu ve hacmini analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir [11]).
4. Tanının konması ve tedavinin takibi için hem mikroskop incelemesi hem kan testi sonuçları (şu an ki ve geçmiş değerler) hem de flow sitometri sonuçlarının bir arada değerlendirilmesi gerekir. Tüm bu veriler arasında yaşanan trafik, karmaşa oluşturmaktadır ve doktoru yormaktadır. Değerlendirilecek parametrenin fazla olması, doktor üzerinde iş yükü oluşturmaktadır.

5. Onkoloji ve Hematoloji doktorları diğer doktorlara göre çok daha fazla çalışmaktadır ve bu alanda uzman doktor sayısı diğer alanlara göre daha azdır. Doktor başına düşen hasta sayısı daha fazla olduğundan, sonuç bekleyen hasta sayısı da fazladır. Kanser hastalarının uzun tedavi süreçleri doktor üzerinde fiziksel ve psikolojik yükü artırmaktadır [3].

Bu süreçte üç temel sorun vardır. Bunlar;

1) Doktor üzerinde çok fazla iş yükü oluşması
2) Teşhis için çok fazla parametre bulunması
3) Teşhis için çok fazla zaman harcanması

**Yapılan bir çalışmada yapılan yanlış teşhislerin %64'ünü kanser hastalıklarının oluşturduğu belirtilmiştir. Ek olarak yapılan başka bir çalışmada Hematoloji/Onkoloji doktorlarının fazla mesai yapma oranı %61 olarak belirtilmiştir. Bu verilere göre hem Hematoloji/Onkoloji doktorları için hem de kanser hastaları için teşhis ve tedavi süreçleri stresli geçmektedir. Bu stresli süreç teşhis ve tedavi sürecini olumsuz etkilemektedir.

**Bu stresli süreç yalnızca yanlış teşhis ve tedavi ile sonuçlanmamaktadır. Buna ek olarak hasta doktor arası hukuki davalara sebep olma ihtimalide oluşturmaktadır. Ülkemizde hasta doktor arası oluşan hukuki davaların %38,5'ini yanlış teşhis ve tedaviler oluşturmaktadır. Bütün bu verilere göre doktora teşhis ve tedavi sürecinde yardımcı olacak, aynı zamanda arayüzü basit ve kullanışlı bir yazılım, doktorların bu süreçte işlerini kolaylaştıracaktır.

1.2.Mevcut Durum Değerlendirmesi

- Proje Sunuş Raporu değerlendirmesi

Proje ekibimizde teknik yazılım tarafında 3 kişi görev almaktadır. Erciyes Üniversitesi Hematoloji hastanesinde Hematolog Prof. Dr. Ekibimiz içerisinde yer aldığı için biyolojik ve tıbbi bilgiler hastane içerisinde temin edilmektedir. 1 kişi ise muhasebe ve organizasyondan sorumlu arkadaşımız teknik dışı alanlarda ekibe ve projeye katkı sunmaktadır. Veri Toplama aşamasında hastane içerisinde mühendis ekibimizle veri toplanmaktadır. Ayrıca Ekibimiz içerisinde Hematolog doktor ve kimya teknikerliği bitiren kişiler laboratuvar çalışmalarında katkı sunarak verilerin toplanmasında deneyimlidirler.

- Mevcut Durum

Proje, 2021 Ağustos Ayında Tübitak Bigg 1512 programı çerçevesinde desteklenmeye hak kazanmıştır. Python ile Arayüz kodlanması, Kan hücrelerinin yapay zeka ile tespiti, Kan hücrelerinin sayısal verileri üzerinde yapay zekanın geliştirilmesi yapılmıştır. Ticari Prototip seviyesine getirilmesi için geliştirilmesi devam etmektedir. Müşteri doğrulama, Finans tabloları hazırlanmıştır. Ticari seviye ürün çıkarılması için veri toplama sürecinin istenilen düzeye gelmesi hedeflenmektedir.

2. Özgünlük (25 puan)

1) Kan Analiz yazılımımız sayesinde, doktorun mikroskop altındaki hücre görüntülerini manuel bir şekilde incelemesi işlemini otomatik bir hale getiriyoruz. Yazılımımız, mikroskopla entegre çalışmaktadır. Yazılımımız üzerinden verilen komutla mikroskop, kan hücrelerini otomatik tarayıp, görüntülerini kaydedip, doktorun inceleyebileceği arayüz ekranımıza aktaracaktır. Bu sayede kan hücreleri toplu bir şekilde doktor tarafından görüntülenebilecektir. Doktorun mikroskop altında hücreleri incelemesine gerek kalmayacaktır.
2) Arayüze aktarılan hücrelerin doktor tarafından hastalıklı veya sağlıklı olarak ayırt edilmesi gerekmektedir. Yazılımımıza entegre ettiğimiz Yapay Zekâ sayesinde tüm hastalıklı ve sağlıklı kan hücrelerinin türü otomatik olarak sınıflandırılacak ve yoğunluğu tespit edilecektir. Tek seferde on binlerce kan hücresi analiz edilebilecektir.

3) Tanı koymak ve tedavi sürecindeki iyileşmeyi takip etmek için tam kan sayım testi sonuçlarındaki değişimlerin (geçmiş ve şu an ki) doktor tarafından analiz edilmesi gerekir. Bu kan testi sonuçlarındaki değişiklikler tarihlere göre grafik üzerinde görüntülenebilecek ve anormal durumlarda uyarılar verilecektir. Akıllı ve kullanıcı dostu arayüz tasarımımız ile doktor, istediği ve beklediği (Kan hücresi görselleri, kan sayısal parametrelerinin mevcut ve geçmiş verileri vs.) tüm gerekli parametrelere kolaylıkla ulaşabilecektir. Böylece daha doğru tanı konabilecek ve tedavinin takibi kolaylaşabilecektir.
4) Sadece kan hücresi görsellerini yapay zekâ ile sınıflandırmak teşhis koymak için yeterli olmamaktadır. Kan hücre görselleri, kan testi sonuçları ve flow sitometri sonuçlarının yapay zekâ ile bir arada analiz edilmesi doktorun daha doğru bir tanı koymasına yardımcı olacaktır. Bunun için ''Kişiye Özel Kan Ehliyet Sistemi'' oluşturulacaktır. Oluşturacağımız bu sistem, hastanın güncel verilerinin yanında geçmiş tıbbi bilgilerini de kullanarak, bireyin şu an ki ve ileride olması muhtemel hastalıkları hakkında çıkarımlar yaparak doktorun teşhis koymasını kolaylaştıracaktır. Doğru ve hızlı teşhis ile erken tedavi süreçlerine başlanabilecektir.
5) Tasarladığımız özgün çalışmayla, bir doktorun inceleyebileceği maksimum parametreden daha fazlasını inceleyip analiz edebilecek bir sistem tasarlıyoruz. Hastanın güncel verilerinin sürekli analiz edilmesiyle tedavi takibi de kolaylıkla yapılabilecektir.
6) Eğitmiş olduğumuz Yapay Zekâ modelinin sürekli öğrenebilir bir yapıda, dinamik bir model olması sağlanacaktır. Sürekli öğrenen bir model olması, nadir hastalıkların da kolaylıkla tespit edilebilmesini sağlayacaktır.
7) Proje tanıtımları için tanıtım videolarının yayınlanması ve tanıtım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi yapılmıştır (12).

3. Yöntem (30 puan)

3.1.Modüller

Proje dahilinde belirlenen 5 adet modül listelenmiştir.

1. Araştırma, Dokümantasyon Modülü:

A.)Yazılım ürününün benzer akademik çalışmalarının teknik incelemelerinin yapılması, B.)Nevasoft projesinin arayüz diyagram tasarımlarının incelenmesi, C.) Nevasoft projesinin Veri tabanının tasarımının oluşturulması, D.)Erciyes Üniversitesi Hematoloji Hastanesi Projemizde yer alan Öğretim Üyesi Hematolog Uzmanımız ile Etik kurul izinlerinin alınması E.) Kan hücrelerinin sınıf listesinin oluşturulması, F.)Görüntü toplama aşamasında rastlanan görüntülerdeki hücrelerin nadir hastalık durumlarının tespiti, G.)Yapay zeka eğitimi öncesi tahmini gerekli olan sınıf başına düşen görüntü miktarının belirlenmesi, H.)Danışmanlarımız ile birlikte yapay zekâ eğitimleri için en optimum eğitim modellerinin listelenmesi, 5 I.) Veri madenciliği için toplanacak verilerin özelliklerinin listelenmesi ve listelenen özelliklere bağlı olarak regresyon modellerinin ve alternatif olasılık yöntemlerinin değerlendirilmesinde bulunma ve danışmanlardan destek alarak oluşturulması amaçlanmaktadır. Modül sayesinde elde edilen dokümanlar rehber alınarak kodlama faaliyetleri öncesinde yol haritası çıkarılması hedeflenmektedir.

2. Arayüz, Veri Tabanı Modülü:

Arayüz ve veri tabanı modülleri ile dokümanteri edilen tasarım ve veri tabanı faaliyetlerinin uygulamaya geçirilmesi hedeflenmektedir. Tasarlanan arayüz diyagramları hizmet alımı yapılan görsel tasarımlar ile sistemin oluşturulması hedeflenmektedir. Arayüz yapılması ile sistemde eksik olabilecek yerlerin tespit edilmesi sağlanması amaçlanmaktadır. Sistemin kullanıcı dostu ve anlaşılır olması hedeflenmektedir. Veri tabanı, Python Postgresql modülü ile oluşturularak arayüz

entegrasyonu sağlanması hedeflenmektedir.

3. **V-Data Teknolojisi ve Görüntü işleme Modülü:**

Yapay zekâ eğitimleri öncesi veri toplama faaliyetleri danışmanımız Ünal'ın desteğiyle görüntü verilerinin etiketlenmesi gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Elde edilen görüntü verileri eğitim öncesi format yapılarının ayarlanması için python opencv modülünden görüntü işleme tekniklerinden faydalanılması hedeflenmektedir. Erciyes Üniversitesi Hematoloji hastanesinde etik kurul başvuru sonucunda hastalardan onam formu karşılığında veriler alınmaktadır. Toplam şimdiye kadar 280 hasta onam formu neticesinde verileri alınmıştır. Bu veriler içeriğinde boy, kilo, yaş gibi parametrelerin yanında kan sayısal değerleri, mikroskoptan alınan görüntü verileri, flowsitometriden alınan sayısal parametrelerde bulunmaktadır. Hastalığının tespit edilip yazılan reçete ile hastalığın ne olduğuna dair bilgilerde elde edilmektedir.

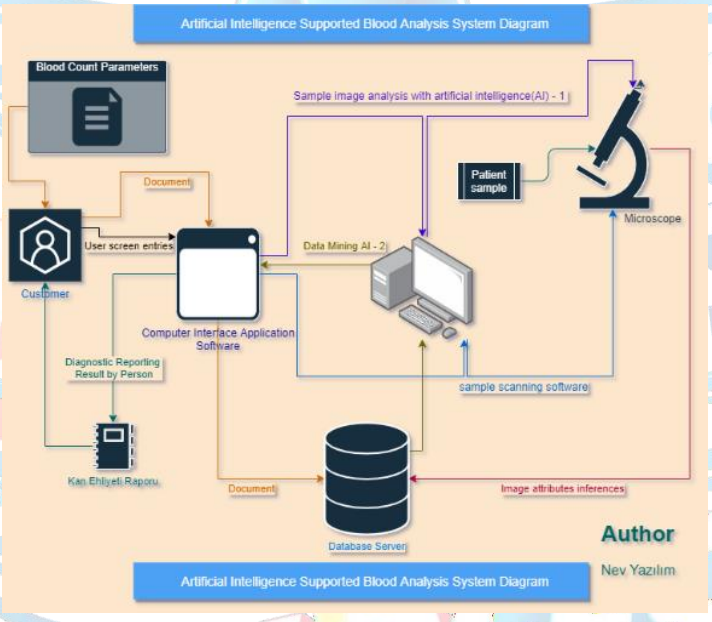
4. **V-Class Modülü ve V-Analysis Modülü:**

Yapay zekâ eğitimi gerçekleştirilmesi sürecinde elde edilen doğruluk oranları raporlanmalıdır. Dokümantasyon modülünde belirlenecek veri madenciliği yöntemleri kullanılarak elde edilen veriler, veri tabanından çekilerek yapay zeka sisteminin eğitim süreçlerinde değerlenmesi hedeflenmektedir.

5. **Yazılım Test Modülü:**

Veri tabanına girilecek veriler hastalıkların tespiti ve tedavisine yönelik özellikleri kapsaması amaçlanmaktadır. Böylelikle oluşturulacak sistem insan yaşam kalitesini arttırması hedeflenmektedir. Kişinin Kan ehliyeti çıkarılarak sistemde geleceğe yönelik geçmiş verilerinden de yararlanılarak olası hastalığın tespitidir.

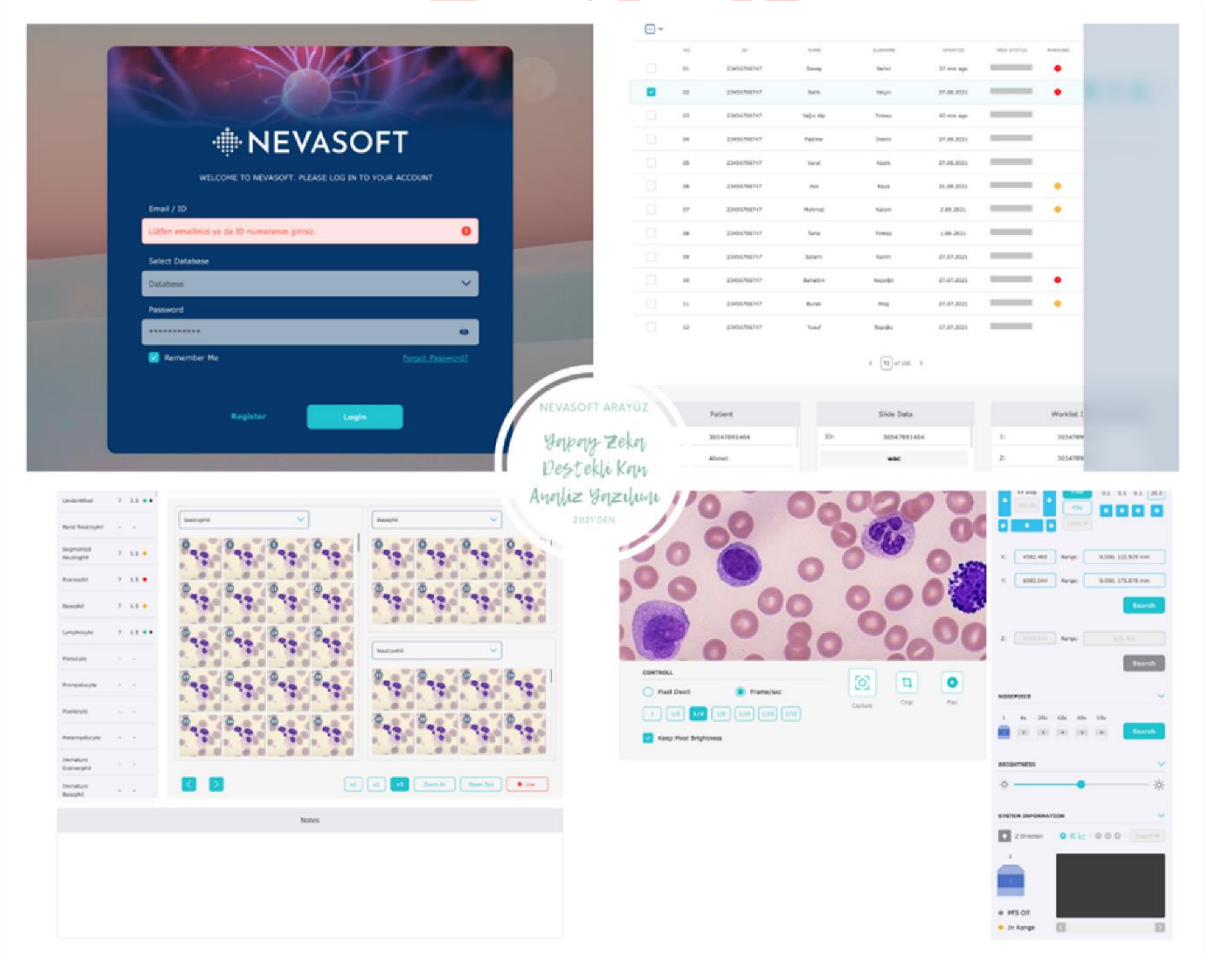
3.2.Yapılan Çalışmalarımız (MVP)



Şekil 1: Sistem Diyagramı

1) Şekil 1'de gösterildiği gibi Kan Analiz yazılımımız sayesinde, doktorun mikroskop altındaki hücre görüntülerini manuel bir şekilde incelemesi işlemini otomatik bir hale getiriyoruz. Yazılımımız, mikroskopla entegre çalışmaktadır. Yazılımımız üzerinden verilen komutla mikroskop, kan hücrelerini otomatik tarayıp, görüntülerini kaydedip, doktorun inceleyebileceği arayüz ekranımıza aktaracaktır. Bu sayede kan hücreleri toplu bir şekilde doktor tarafından görüntülenebilecektir. Doktorun mikroskop altında hücreleri incelemesine gerek kalmayacaktır.

2) Arayüze aktarılan hücrelerin doktor tarafından hastalıklı veya sağlıklı olarak ayırt edilmesi gerekmektedir. Yazılımımıza entegre ettiğimiz Yapay Zekâ sayesinde tüm hastalıklı ve sağlıklı kan hücrelerinin türü otomatik olarak sınıflandırılacak ve yoğunluğu tespit edilecektir. Tek seferde on binlerce kan hücresi analiz edilebilecektir. Veri setini Erciyes Üniversitesi Hematoloji Hastanesinden alarak çalışmamızda kendi verilerimizi kullanmaktayız. Bunun yanında Kaggle veya farklı platformlar paylaşılan görüntü verileri üzerinde çalışmalar ile test edilmektedir (13).
3) Linux Server üzerine PfSense Vpn(OpenVPN) bağlantısı sağlanarak sunucu bilgisayarına erişim sağlanmaktadır. Prototip seviyesinde Sunucu üzerinde yapay zeka modelleri ve veritabanı programları bulunacaktır. İstemci bilgisayarlarda arayüz ile bağlanarak postgresql veritabanından bilgileri çekmektedir ve görüntülemektedir. Verilerin asenkron çalışması için hadoop programlama yapılarak birbirini etkilemesinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Böylelikle tek bir sunucu bilgisayarına performans yükü bindirmek yerine farklı donanımlar ile sunucu desteklenmektedir.

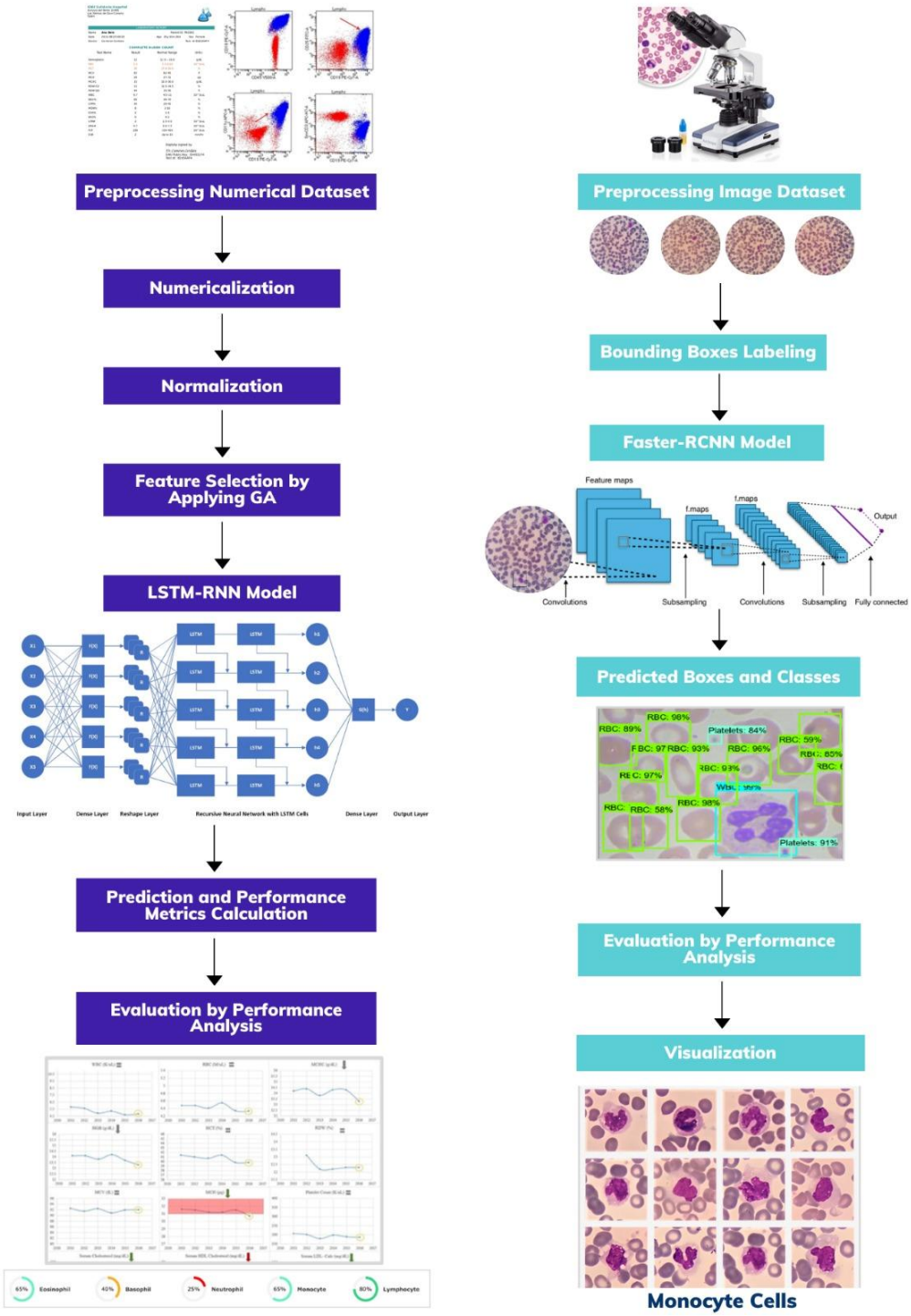


Şekil 2: Masaüstü Arayüz Yazılımı

4) Şekil 2'de Sisteme bağlanıldığında kullanıcıyı ilk olarak giriş bilgileri girmesi istenir daha sonra veri tabanından bilgiler çekilerek tablo üzerinde gösterimi yapılan sayfaya bağlanılır. Hasta bilgileri seçilerek hastaya ait yapay zeka modellerinin sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlarda segmente edilmiş hücre görselleri, Hücre segmenteleri arasındaki sayısal analiz sonuçları, Kan tam sayım cihazından alınan sayısal veriler, Veri madenciliği ile işlenen sayısal veriler sonucu elde edilen hastalık tahminleri ve

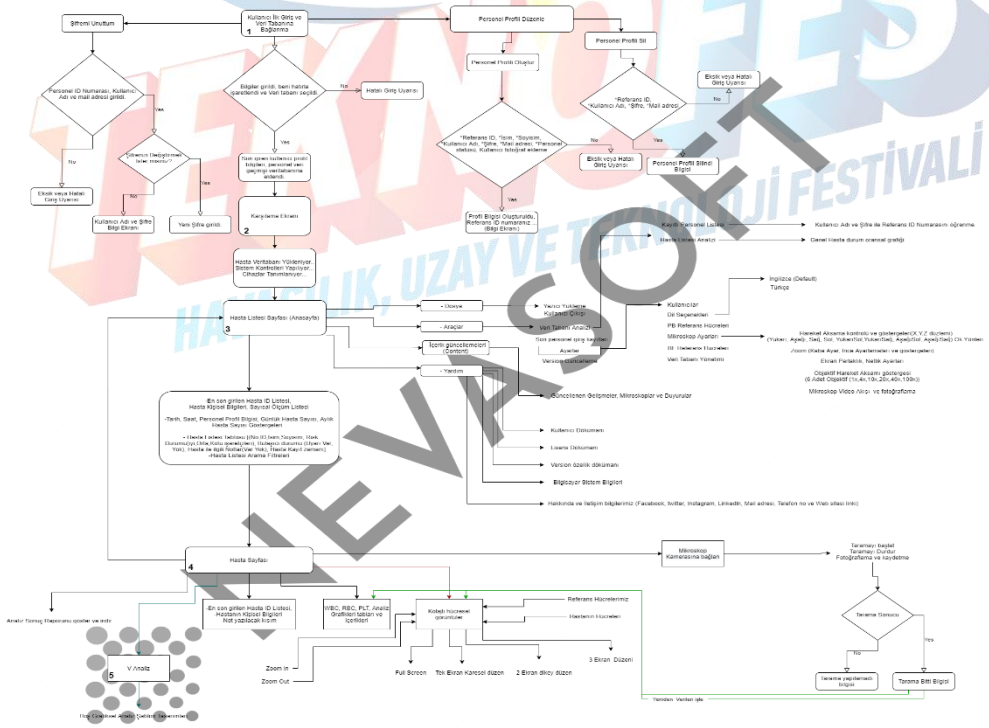
Kan sayım parametrelerinin grafiksel analizleri yer almaktadır.

5) Tanı koymak ve tedavi sürecindeki iyileşmeyi takip etmek için tam kan sayım testi sonuçlarındaki değişimlerin (geçmiş ve şu an ki) doktor tarafından analiz edilmesi gerekir. Bu kan testi sonuçlarındaki değişiklikler tarihlere göre grafik üzerinde görüntülenebilecek ve anormal durumlarda uyarılar verilecektir. Akıllı ve kullanıcı dostu arayüz tasarımımız ile doktor, istediği ve beklediği (Kan hücresi görselleri, kan sayısal parametrelerinin mevcut ve geçmiş verileri vb.) tüm gerekli parametrelere kolaylıkla ulaşabilecektir. Böylece daha doğru tanı konabilecek ve tedavinin takibi kolaylaşabilecektir. Yazılım Python programlama dili PySide2(PyQt5) modülü kullanılarak geliştirilmiştir.



Şekil 3: Yapay Zeka Modellerinin Teknik Diyagramları

6) Şekil 3’te Yapay zeka modellerinin teknik diyagramı gösterilmektedir. Bu Diyagramı incelediğimizde Veri olarak, Hücre görüntü verileri, Flowsitometri ve Tam kan sayım cihazından gelen sayısal veri olmak üzere 2 tür veri bulunmaktadır. Sayısal veriler üzerinde RNN-LSTM modeli uygulanarak hastalık tahmin modeli oluşturulmaktadır. Görüntü verileri üzerinde ise CNN (Faster R-CNN) modeli kullanılarak segmente edilmektedir. Sonuç olarak sayısal veriler üzerinde zamana bağlı veri incelemesi yapılarak hastalık tahminlemesi yapılmaktadır. Görüntü verileri üzerinden hastalık ve sağlıklı hücre yapıları tespit edilerek raporlanmaktadır.
7) Sadece kan hücresi görsellerini yapay zekâ ile sınıflandırmak teşhis koymak için yeterli olmamaktadır. Kan hücre görselleri, kan testi sonuçları ve flow sitometri sonuçlarının yapay zekâ ile bir arada analiz edilmesi doktorun daha doğru bir tanı koymasına yardımcı olacaktır. Bunun için ‘’Kişiye Özel Kan Ehliyet Sistemi’’ oluşturulacaktır. Oluşturacağımız bu sistem, hastanın güncel verilerinin yanında geçmiş tıbbi bilgilerini de kullanarak, bireyin şu an ki ve ileride olması muhtemel hastalıkları hakkında çıkarımlar yaparak doktorun teşhis koymasını kolaylaştıracaktır. Doğru ve hızlı teşhis ile erken tedavi süreçlerine başlanabilecektir.
8) Tasarladığımız özgün çalışmayla, bir doktorun inceleyebileceği maksimum parametreden daha fazlasını inceleyip analiz edebilecek bir sistem tasarlıyoruz. Hastanın güncel verilerinin sürekli analiz edilmesiyle tedavi takibi de kolaylıkla yapılabilecektir.
9) Eğitmiş olduğumuz Yapay Zekâ modelinin sürekli öğrenebilir bir yapıda, dinamik bir model olması sağlanacaktır. Sürekli öğrenen bir model olması, nadir hastalıkların da kolaylıkla tespit edilebilmesini sağlayacaktır.
10) Akademik yayının yüksek lisans tezi olarak ortaya çıkarılması için Ekip kaptanının öğrenimi değerlendirilerek Üsküdar Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliğine tez başvurusu yapılarak çalışmalar sürdürülmektedir.
11) Sistem Diyagramı ve Arayüz Diyagramları oluşturulmuştur.



Şekil 4: Arayüz Akış Diyagramı

12) Şekil 4'te Arayüz UML Diyagramı Dokümantasyonu ve Python programlama dilinde PYQT5 modülü kullanılarak kodlanmıştır. Arayüz Akışı Sisteme giriş bilgileri kontrolü ile başlamaktadır. Doğru giriş koşulları sağlandıktan sonra Hasta listesinin bulunduğu ekran gelmektedir. Bu ekran üzerinde hızlı rapor alma, kanın sayısal parametrelerine erişimi, bulaşıcı hastalık durumu uyarıları ve hasta risk durumunu belirten işaretçiler bulunmaktadır. Hasta hakkında detaylı bilgi almak için hücre gruplarının bulunduğu arayüze erişim sağlanmaktadır. Bu arayüz içerisinde hücre grupları arasındaki sayısal analizlere, Hücre gruplarının kategorize olarak sunulmasına, mikroskoba bağlanılarak hücrenin canlı akış içeriklerine, kan türleri arasındaki hastalık gruplarının tespitine, Geçmiş ve şuanki durumunu kapsayan kandaki sayısal verilerin grafiğine ulaşabilmektedir.

13) Veri tabanı çalışmalarının Demosu Postgresql veri tabanı platformu kullanılarak yönetim sistemi oluşturulmuştur.

14) Erciyes Üniversitesi Etik Kurul Çalışmaları için Kurul belgesi alınmıştır. Kan Hücrelerinin sınıfları belirlenmiştir. Veri toplama süreci devam etmektedir.

15) Görüntü Sınıflandırma çalışmalarında demo olarak nesne tanıma algoritma yapısı oluşturulmuştur.

16) Faster R-CNN algoritması ile Yapay Sinir Ağı modelini kullanarak, belirtilen hücreleri tanıması (hastalıklı ve sağlıklı hücreler) için demo model oluşturulmuştur.

17) Ürün Tanıtım Videosu hazırlanılmıştır (12).

3.3.Yol Haritası

1.) Tıbbi verileri toplama:

Yapay zekâ sisteminin eğitilmesi için hastanelerden tıbbi veri toplanması gerekmektedir. Bunun için gerekli etik kurul iznini aldık ve Erciyes Üniversitesi Hastanesinden danışman hocamız Profesör Doktorumuzun idaresiyle veri toplamaya başladı. Gerekli veri kaynağı seviyesine gelmek için süreç devam etmektedir.

2.) Beta Prototipinin Çıkarılması:

Beta prototipin Arayüz tasarımını tamamladık. Şu an için açık kaynaklı tıbbi verileri kullanarak prototip seviyesinde bir hücre segmentasyonu işlemi yaptık. Hastanelerden toplayacağımız çok sayıda veri ile daha kapsamlı bir segmentasyon işlemi yapılacaktır.

3.) Ticari prototipin çıkarılması:

Ticari prototipin çıkmasıyla beraber TÜSEB'e başvuru yapılarak tıbbi sertifikasyon sürecine başlanacaktır. Aynı zamanda yazılım testlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

4.) Akademik makalenin yayınlanması:

Projemiz, ekibimizde yüksek lisans yapan Ekip arkadaşımızın makale tez çalışmasıdır. Projemizle kaliteli dergilerde (Theranostics başta olmak üzere, Journal of Medicine Artificial Intelligence, Journal of Hematology vs.) yayın yaparak akademiye de katkı sağlamayı hedeflenmektedir.

5.) Satış ve Pazarlama Süreçlerinin Geliştirilmesi:

Bu süreçte ürünümüzü doktorlara tanıtabilmek için fuarlara, kongrelere, konferanslara, derneklere katılmayı (Türk Hematoloji Derneği, Ulusal Hematoloji Kongresi vs.) hedefliyoruz.

6.) Müşteriler ile görüşme:

Müşterilerimiz olan Nikon, Zeiss, Olympus gibi mikroskop firmalarıyla görüşmeler

yapıldı. Hali hazırda Nikon firmasının Mikroskoplar üzerine Kayseri bayisiyiz. Ticari prototip seviyesine geldiğimiz taktirde Nikon firmasının mikroskop ürünlerine yazılımımızı entegre ederek ilk denemeleri gerçekleştirebileceğimize dair iyi niyet mektubu alındı.
Yurtiçinden 8 doktor ile yurtdışından şuanlık 2 doktor olmak üzere 10 doktor ile online platformlardan veya yüzyüze anket çalışması ve proje konusunda geri bildirimleri alınmıştır.

4. Uygulanabilirlik ve Ticarileşme Potansiyeli (25 puan)

4.1.Uygulanabilirlik ve Ticarileşme Süreci

Proje ile elde edilecek ürüne ait gelir modelini;
1.Ürün satış sözleşmeleri
2.Ürün kiralama sözleşmeleri
3.Ürün bakım ve güncelleme sözleşmeleri
4.İşlem başına ücretlendirme sözleşmeleri
5.Mikroskop firmaları ile anlaşmalı sözleşmeler oluşturmaktadır.
Söz konusu kalemler aşağıda sıralanarak ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

1.Ürün Satış Sözleşmeleri

Bilgisayar, mikroskop ve 1 ilâ 3 yıllık kullanım lisansına sahip yazılımdan oluşan ürün grubudur. Bu ürün grubu ile kullanıcılara; yazılım güncellemelerini ve işlem başına hizmetleri ücretsiz olarak sağlanacaktır.

2.Ürün Kiralama Sözleşmeleri

Bilgisayar, mikroskop ve aylık kullanım lisansına sahip yazılımdan oluşan ürün grubudur. Bu ürün grubu ile kullanıcılara; yazılım güncellemelerini ve işlem başına hizmetleri ücretsiz sağlanacaktır.

3.Ürün Bakım ve Güncelleme Sözleşmeleri

Veri tabanında ki geliştirmeler neticesinde yapılan ürün geliştirmelerine entegre edilmesi ve daha iyi bir sistem kalitesi için yapılan araştırmalar neticesinde müşterilere sunulan hizmet sözleşmeleridir. Bu sözleşmeler ürün satış sözleşmeleri veya ürün kiralama sözleşmeleri bulunan müşteriler için ücretsizdir. Garanti dışı kapsamında kalmış yazılımlar için ücretli olarak yapılması hedeflenmektedir. (Sözleşmeleri dolmuş kullanım lisanslarından sonra yapılan işlemdir.)

4. İşlem Başına Ücretlendirme Sözleşmeleri

Bilgisayar, mikroskop gibi ürün maliyetlerinin nakit olarak alınması ve yazılımların kullanım işlemi başına (aylık verilen kotayı doldurmak şartıyla) alınan ücreti kapsamaktadır. Bu ürün grubu ile kullanıcılara; yazılım güncelleme hizmetleri ücretsiz sağlanacaktır.

5. Mikroskop firmaları ile anlaşmalı Sözleşmeleri

Mikroskop firmalarının oluşturdukları pazara nevasoft yazılım lisansının ortaklık kurularak erişimini sağlamaktır. Yazılım güncellemeleri ve bakım kapsamları ve abonelik üzerinden hizmet sunulması amaçlanmaktadır.
Ürün satışı için müşteri segmenti 6 madde de belirlenmiştir. Bunlar;
1.Üniversite Araştırma Hastaneleri
2.Kamu Hastaneleri
3.Özel Hastaneler
4.Merkez Laboratuvarları
5.Özel Klinik Laboratuvarları
6.Kemik iliği Merkezleri

- Ürün fiyatları şirket giderleri, Alet ve Teçhizat giderleri göz önüne alınarak tahmini değeri 700.000 TL olarak belirlenmiştir. Ürün piyasada ilk satışını gerçekleştirdiğinde ürünün fiyatı rakip ürünlerin fiyatlarına oranla güncellenmesi hedeflenmektedir. Akademik

çalışmalar neticesinde doğrulukları test işlemleri gerçekleştiren kuruluşlar tarafından onaylanmış çalışmaların web sitesi aracılığı ile yayınlanması hedeflenmektedir. Bu sayede ürün güvenilirliği ortaya konulması hedeflenmektedir. Veri madenciliği faaliyetlerinin işlem başı ücretlendirmesi, sistem güncelleme ve bakımları ile sürdürülebilirlik amaçlanmaktadır.

- Ürün geliştirme aşaması Ekibimizde yer alan Hematolog Prof. Dr. rehberliğinde Erciyes Üniversite Hematoloji Hastanesi ile görüşülerek ortamında geliştirilmesi planlanmaktadır. Bundan dolayı ürünün ticari aşamaya geçebilmesinin daha sağlıklı olmasını ve tanınırlılığını arttırmayı hedeflemektedir.
- Uygulanabilir olduğunda mevcut riskler, Doktorların sisteme uyum sağlaması, Sunucunun dış ortamlara karşı korunmasıdır. Bu riskleri çözmek için doktorlara sistem hakkında bilgilendirmeler sunulması ve sunucunun korunması için sunucu odasına erişimin kablolu ağdan yapılması hedeflenmektedir. Siber güvenlik için hastane ile birlikte çalışılması gerekmektedir.

4.2.Rakip Analizi

	NEVASOFT	sysmex	Smart Blood Analytics	Scopio	mantiscope
HÜCRE SEGMENTASYONU	✓	✓	✗	✓	✓
SAYISAL VERİ ANALİZİ	✓	✗	✓	✗	✗
VERİ MADENCİLİĞİ	✓	✗	✗	✗	Bilgi Yok
KULLANICI ARAYÜZÜ	✓	✓	✗	✓	✓
TİCARİ DURUM	Kullanılmıyor	Kullanılıyor	Kullanılıyor	Kullanılıyor	Kullanılmıyor

Şekil 5: Rakip Analizi

1. Şekil 5'te Rakip Analizi Tablosu gösterilmektedir. Kan Analiz Sisteminde en yakın rakibimiz Sysmex firmasının DI-60 modelidir. Bu sistem, mikroskoptan alınan kan hücresi görüntülerini arayüze aktardıktan sonra hücre türlerini Yapay Zekâ ile sınıflandırmaktadır, teşhis ve tedavi sürecini ise doktora bırakmaktadır. Doktor bu sisteme göre, hastalıklı hücrenin hangi hastalığa ait olduğunu belirlemesi için sadece görüntü verilerini kullanabilmektedir. Ancak sadece görüntü verilerini işlemesinden dolayı doktorun doğru tanı koyması sınırlı kalmaktadır.
2. Bir diğer rakibimiz olan Scopio da aynı şekilde sadece görüntü verilerini işlemektedir.
3. Diğer bir rakibimiz ise Smart Blood Analytics Yazılımıdır. Bu sistem ise sadece kan testi sonuçlarından hastalık teşhisi yapmaktadır bu da tanı için yeterli olmamaktadır.
4. Rakiplerimiz ya kan testi sonuçlarını ya da görüntü verilerini analiz etmektedir. Fakat sadece görüntü ya da sadece test sonuçlarının analizi doktor için yeterli olmamaktadır çünkü kanser gibi ciddi rahatsızlıklarda kanserin türünü doğru belirlemek adına kan testi sonuçları, mikroskop görüntüleri, flow sitometri sonuçlarının hepsinin birden incelenmesi gerekir.

5. Biz ise güvenilir, doğru ve kesin tanı için mikroskop görüntüleri, kan testi sonuçları ve flow sitometri görüntülerini yapay zekâ ile "bir arada" değerlendiriyoruz ve doktora sunuyoruz. Tasarladığımız özgün çalışmayla, bir doktorun inceleyebileceği maksimum parametreden daha fazlasını inceleyip analiz edebilecek bir sistem tasarlıyoruz. Bu sistemin özgün bir makaleye dönüştürülmesi için de akademik çalışmalarımız devam etmektedir.
6. Hastanın tıbbi verilerinin analiz edilmesiyle hastalıkların tanı konulması tedavi sürecindeki iyileşme ve hatta gelecekteki muhtemel hastalık eğilimlerini şimdiden analizini yapıp her hasta için bir "Kan Ehliyet Sistemi "oluşturuyoruz. Bu sayede erken tanı ve tedavi imkânı da sunuyoruz.

5. Referanslar (5 puan)

1. MedicalNews, Misdiagnosis of the 'big three' results in 'serious harm', "https://www.medicalnewstoday.com/articles/325811"
2. Joaquim, A., Custódio, S., Savva-Bordalo, J., Chacim, S., Carvalhais, I., Lombo, L., Lopes, H., Araújo, A. & Gomes, R. (2018) "Burnout and occupational stress in the medical residents of Oncology, Haematology and Radiotherapy: a prevalence and predictors study in Portugal, Psychology", Health & Medicine, 23:3, 317-324
3. Artar, C., Güçlü, A. 2020. "Sağlık İşletmelerinde Yanlış Tedavi Sonucu Hasta Mağduriyetleri ve Hukuki Boyutunun İncelenmesi", DergiPark, 6, 235-247
4. Bain, B. J., 2004, A BEGINNER'S GUIDE TO BLOOD CELLS (2nd Edition), London: Blackwell Publishing
5. Provan, D., Gribben, J., 2005, Molecular Hematology(Second Edition), London: Blackwell Publishing
6. El-Halees, A. M., Shurrab, A. H. 2017. "BLOOD TUMOR PREDICTION USING DATA MINING TECHNIQUES", ResearchGate, 6, 2
7. Mohan, V., 2015. "An Efficient Clustering Algorithm for Predicting Diseases from Hemogram Blood Test Samples", ResearchGate, 8, 17
8. Akter, F., Hossin, M. A., Daiyan G. M., Hossain M. M., 2018. "Classification of Hematological Data Using Data Mining Technique to Predict Diseases", Journal of Computer and Communications, 6, 76-83
9. Patil, A. M., Patil M. D., Birajdar G. K. 2020. "White Blood Cells Image Classification Using Deep Learning with Canonical Correlation Analysis" Published by Elsevier, 42, 378-389
10. Jung, C., Abuhamad, M., Alikhanov, J., Mohaisen, A., Han, K., Nyang, D. 2019. "WNet: A CNN- based Architecture for White Blood Cells Image Classification", arXiv,1,1910-01091
11. DeNicola, D. B., DVM, PhD, ACVP, D. 2011. "Advances in Hematology Analyzers", Published by Elsevier Inc., 26, 2
12. Nevasoft – Production introduction "https://youtu.be/xj9YDE_n-zA", (11.06.2022 tarihinde erişildi.)
13. Kaggle Blood Cell Images Veri seti "https://www.kaggle.com/datasets/paultimothymooney/blood-cells"