



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



Yüksek Lisans Tezi

**WEB TABANLI LABORATUVAR BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİ
GELİŞTİRİLMESİ**

Metin BARIŞ

Enformatik Anabilim Dalı

Enformatik Programı

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Çiğdem EROL**

Temmuz, 2019

İSTANBUL

Bu çalışma, 18.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Enformatik Anabilim Dalı, Enformatik Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Doç. Dr. Çiğdem AKOL(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Enformatik Bölümü

Doç. Dr. Ayuba GÜNEL
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

Doç. Dr. Gonca Kızılkaya CUMAOĞLU
Yeditepe Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

ÖNSÖZ

Tez çalışmam esnasında bilgi, birikim ve deneyimleri ile bana yol gösterici ve destek olan İstanbul Üniversitesi Enformatik Bölümü'ndeki değerli danışman hocam sayın Doç. Dr. Çiğdem Selçukcan Erol'a, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü öğretim üyesi sayın Doç. Dr. Tuba Günel'e ve Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi'ndeki yardımcı hocam sayın Prof.Dr. Dalius Mazeika'ya teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Tam Laboratuvarı'nda yüksek lisans yapan, yardım ve bilgileri ile bana sürekli destek olan ve aynı zamanda bu tezin ortaya çıkmasında katkı ve fikir sahibi olan Tuğçe Şentürk'e ve tezim süresince yazılım geliştirmede son kullanıcı olarak destek olan Araştırma Görevlisi Ece Gümüşoğlu'na teşekkürlerimi iletiyorum.

Yüksek lisansım boyunca maddi ve manevi olarak destekleyen ve beni yalnız bırakmayan anneme ve babama da sevgilerimle.

Temmuz 2019

Metin BARIŞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. LABORATUVAR BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİNİN TANIMI	3
2.2. LABORATUVAR BİLGİ YÖNETİM SİSTEMLERİNİN TARİHÇESİ	3
2.3. LABORATUVAR BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİ ÖRNEKLERİ	5
2.4. LABORATUVAR BİLGİ YÖNETİM SİSTEMLERİNİN İŞLEVLERİ	6
2.5. POPÜLER WEB YAZILIM KÜTÜPHANELERİ VE ARAÇLAR	6
2.5.1. Entegre Geliştirme Ortamı (IDE)	7
2.5.2. Laravel.....	7
2.5.3. React.Js.....	11
2.5.4. Webpack	11
2.6. YAZILIM GELİŞTİRME MODELİ.....	12
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	13
3.1. GEREKSİNİM ANALİZİ.....	14
3.1.1. Modüler Yapı.....	14
3.1.2. Kullanıcı ve Yetkilendirme Tanımları.....	14
3.1.3. İşlevsel Gereksinimler	15
3.1.4. Sistem Kısıtları	22
3.1.5. Çevik Geliştirme.....	23
3.2. YAZILIM MİMARİSİ ŞABLONU	23
3.3. VERİ TABANI TASARIMI	24
3.4. ARAYÜZ TASARIMI.....	29
3.5. KULLANILAN SERVİSLER VE KÜTÜPHANELER	30

3.6. RENK KULLANIMI	32
3.7. SİSTEM TESTLERİ	33
3.7.1. Test Kaynağı Özellikleri.....	33
3.7.2. Test Senaryoları.....	34
4. BULGULAR.....	37
4.1. SİSTEMİN İŞLEVSELLİĞİ.....	37
4.2. KULLANICI EKРАН GÖRÜNTÜLERİ.....	38
4.3. TEST VAKALARI	42
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	53
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	58

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1: Laravel 5.6 dosyalama yapısının yazılım makinesi görünümü.....	7
Şekil 3.1: Sistemin modüler yapısı.....	14
Şekil 3.2: İşlevsellik durum kullanım şeması.	21
Şekil 3.3: Model-View-Controller şablonunda veri akışı.	24
Şekil 3.4: Veri tabanı tablo listesi.	26
Şekil 3.5: Varlık ilişki diyagramı (Entity-relationship diagram).	28
Şekil 3.6: Örnek project sınıfı.	29
Şekil 4.1: Sistem giriş modülü.	38
Şekil 4.2: Bloklar halinde gösterge panelinde ara yüz görünümü.	39
Şekil 4.3: Uygulamada proje tabloları görünümü.	39
Şekil 4.4: Navigasyon bloğu kapalıyken tablo görünümü.	40
Şekil 4.5: Projeler sayfası mobil görünüm.	40
Şekil 4.6: Kullanıcı ayarları sayfası mobil görünüm.	41

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1: LBYS yıllara göre özellikler.	5
Tablo 2.2: Dosya yapısı incelemesi.	8
Tablo 3.1: Öğrenci kullanıcısı işlevsellikleri.	15
Tablo 3.2: Laboratuvar sorumlusu kullanıcısı işlevsellikleri.	16
Tablo 3.3: Laboratuvar yöneticisi kullanıcısı işlevsellikleri.	18
Tablo 3.4: Veri tabanı tablo ilişkileri.	26
Tablo 3.5: Kullanılan kütüphane ve servisler.	30
Tablo 3.6: Test senaryoları.	34
Tablo 4.1: Sistem işlevselliği bulguları.	37
Tablo 4.2: Test bulguları.	42

SİMGE VE KISALTIMA LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
LBYS	: Laboratuvar Bilgi Yönetim Sistemi
MVC	: Model Görünüm Kontrolü (<i>Model View Controller</i>)
HTML	: Hiper Metin İşaretleme Dili (<i>Hypertext Markup Language</i>)
CSS	: Stil Şablonları (<i>Cascading Style Sheets</i>)
JS	: Javascript
SAAS	: Hizmet Olarak Yazılım (<i>Software as a Service</i>)
SASS	: Stil Şablon Önişlemcisi (<i>Syntactically Awesome Style Sheet</i>)
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
XML	: Genişletilebilir İşaretleme Dili (<i>Extensible Markup Language</i>)
SMS	: Kısa Mesaj Servisi (<i>Short Message Service</i>)
PHP	: Üstünyazı Önişlemcisi (<i>Hypertext Preprocessor</i>)
IDE	: Entegre Geliştirme Ortamı (<i>Integrated Development Environment</i>)
SSH	: Güvenli Kabuk (<i>Secure Shell</i>)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

WEB TABANLI LABORATUVAR BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

Metin BARIŞ

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Enformatik Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Çiğdem EROL

Laboratuvarlar da çoğu işletmeler gibi çok amaçlı, problem çözücü ve günlük işlerini kolaylaştırıcı web tabanlı sistemler kullanmaktadır. Ülkemizde bulunan sistemler özel laboratuvarların ihtiyaçlarını çoğunlukla çözebilmektedir. Akademik alandaki laboratuvarlar için de laboratuvar bilgi yönetim sistemi ihtiyacı bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında, deneysel çalışmalar ve akademik araştırmalar yapan laboratuvarların ihtiyaçlarını karşılama maksatlı web tabanlı bir Laboratuvar Bilgi Yönetim Sistemi (LBYS) geliştirilmesi amaçlanmıştır. Deney-takip sürecini, envanter stoklarını, kullanıcıların iletişimini ve araştırma süreçlerini, kontrol ve denetimlerini sağlayabilen, aynı zamanda bu işleyişleri daha basite indirgeyen veri arşivlemesini ve düzenlenmesini yapabilen, araştırma sonuçlarını internet üzerinden raporlanmasını sağlayan bu sistem, tamamen açık kaynak kod kullanılarak geliştirilmiştir. Ülkemizde sadece akademik alana özel çalışan LBYS, İstanbul Üniversitesi Enformatik Bölümü ve İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Tanı Laboratuvarı iş birliği ile çevik yazılım geliştirme ilkelerine uyularak geliştirilmiştir.

Geliştirilmesi tamamlanan web tabanlı bu sistemin temel bilimlerde araştırma yapan laboratuvar kullanıcılarının günlük problemlerini azaltacağı, veri kayıplarını ortadan kaldıracığı, insan etkileşimi iyileştireceği, enerji tüketimini ve maliyetleri azaltacağı beklenmektedir. Sonuç olarak; tez kapsamında modüler yapıda geliştirilen bu bilgi yönetim

sisteminin, ihtiyaca göre entegre edilerek diğer araştırma laboratuvarları tarafından da kullanabilmesi mümkündür.

Temmuz 2019, 71 sayfa.

Anahtar kelimeler: Laboratuvar bilgi yönetim sistemi, laboratuvar sistemi, laboratuvar yazılımı, web-tabanlı geliştirme.



SUMMARY

M.Sc. THESIS

DEVELOPMENT OF WEB-BASED LABORATORY INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM

Metin BARIŞ

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Informatics

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Çiğdem EROL

Laboratories as like as most businesses uses multi-purpose, problem-solving and web-based systems to facilitate their daily works. Laboratory software systems in Turkey can often solve the needs of private laboratories. However there is also demand for laboratory information management system usage in the academic field.

In this thesis, it is aimed to develop a web-based Laboratory Information Management System (LIMS) to meet the needs of laboratories which conducting experimental studies and academic research. System was developed using open source code and it provides management of experiment follow-up, inventory stocks, communication of users and research processes. While simplifying these processes it also facilitates the archiving, editing of data, and enables the reporting of research results over the internet.

LBYS, which works exclusively for academic field in our country, has been developed by obeying the agile software development principles in collaboration with Istanbul University Department of Informatics and Istanbul University Faculty of Science Molecular Biology and Genetic Diagnosis Laboratory.

It is expected that the developed web-based system, will reduce the daily problems, eliminate data losses, improve human interaction, and reduce energy consumption and costs for

laboratory users in basic sciences. As a result; This system developed in modular structure within the scope of thesis and it is possible to integrate by other research laboratories according to their demand.

July 2019, 71 pages.

Keywords: Laboratory information management system, laboratory system, laboratory software, web-based development.



1. GİRİŞ

Laboratuvarların gereksinimleri gün geçtikçe teknoloji ile doğru orantılı olarak yenilikler ve farklılaşmalar göstermektedir. Günümüzün koşullarında laboratuvarlar, sadece kâğıt tüketmemek ve otomasyon haricinde ekstra özellikler de barındırmalıdır. İşletmenin veya kurumun ihtiyaçlarına cevap verebilmek için her zamankinden daha esnek ve verimlilik esasında teknolojiye uyum sağlamalıdır. Yeni keşifleri, deney ve testleri bu bağlamda hızlandırmak için araştırma, geliştirme (Ar-Ge) ve üretimin anında veri yapılandırması ve işlenmesi gerekmektedir. Veri yapılandırması ve işlenmesinin en başlıca yöntemlerinden biri olan yönetim bilişim sistemleri günümüz bulut teknolojileri ile sağlanabilmektedir. Özel sektörde çalışma yapan laboratuvarlar için bulut tabanlı yönetim sistemleri bulut tabanlı yazılımları mevcut olarak kullanılmaktadır. Benzer biçimde temel bilimlerde deneysel çalışmalar ve akademik araştırmalar yapan laboratuvarlar ise, deney-takip sürecini, envanter stoklarını, çalışanların iletişimini ve araştırma süreçlerini kontrol ve denetimlerini sağlayarak, aynı zamanda bu işleyişleri kolaylaştıran veri arşivlemesini ve düzenlenmesini yapmak ve araştırma sonuçlarını bulut aracılığıyla raporlamak gereksinimi duymaktadırlar. Benzer gereksinimleri çözebilecek bir sistem geliştirmek hem akademi açısından hem de laboratuvarların işleyişi ve verimliliği açısından önem arz etmektedir.

Kesin bir tanım olmamakla müteakiben, laboratuvar bilgi yönetim sistemi numune, envanter, çalışan ve ilgili verileri etkili bir şekilde laboratuvarların yönetmesini sağlayan bir yazılımdır. Bir sistem kullanılarak, laboratuvarın iş akışını otomatikleştirebilmek cihazları entegre edebilmek ve ilgili bilgileri bulut aracılığıyla internet üzerinden uzaktan yönetebilmek günümüzde mümkündür.

Bu tez çalışmasının genel kısmı, sistemlerin tanımları ve kullanımını, Laboratuvar Bilgi Yönetim Sistemi'nin (LBYS) tarihçesini, örnek laboratuvar sistemlerini, laboratuvar yazılımlarının kullanım alanlarını ve gelecekteki LBYS'leri tartışan bir içeriktedir. Genel olarak LBYS hakkında bilgilendirici niteliktedir.

Tezin malzeme ve yöntem bölümünde ise sistemin gereksinim analizi, dokümantasyonu, fizibilitesi, kullanıcı ve yetkilendirme tanımları, iş akışı tanımları, veri tabanı tasarımı, arayüz

tasarımı, kullanılan servisleri ve kütüphaneleri, testleri ve son olarak yazılım geliştirme raporlarına değinilmiştir.

Bu bağlamda, İstanbul Üniversitesi Laboratuvarları için tasarlanmış bir Laboratuvar Bilgi Yönetim Sistemi (LBYS) yazılımı geliştirilmesi sayesinde araştırma laboratuvarlarında problem yaratan eksik gereksinimler, envanter ve veri kayıpları, iletişim kopuklukları ve proje takipsizliğini çözülmeye çalışılmış ve çözüm yolu akademik olarak anlatılmıştır.



2. GENEL KISIMLAR

2.1. LABORATUVAR BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİNİN TANIMI

Yönetim Sistemi, bir organizasyonun amaçlarına ulaşmak için gereken tüm görevleri yerine getirebilmesini sağlamak amacıyla kullanılan süreç ve prosedürlerin çerçevesidir (FitSM, 2016). Teknoloji, bilgi ve insanlar olmak üzere üç temel kaynaktan oluşan yönetim sistemi organizasyonların etkili bir biçimde yönetimine yardımcı olur. Geleneksel bir laboratuvar da ise neredeyse toplam maliyetin ve kaynağın büyük bir bölümü insan gücünden gelmektedir. İnsan etkileşimine duyulan gereksinimi azaltmak, teknoloji ve bilgiyi mümkün oldukça fazla kullanmak, genel giderleri ve enerji kaybını önemli ölçüde azaltacaktır. Genel olarak LBYS, deney-takip süreci, laboratuvar malzeme stokları, çalışanların iletişimi ve araştırma süreçleri kontrolü gibi elzem gereksinimleri olan laboratuvarlar için, bu işleyişleri kolaylaştırmak, arşivlemeyi ve düzeni sağlamak, sonuçları raporlamak için tasarlanmış bir bilgi yönetim sistemidir (Prasad ve Bodhe, 2012). Aynı zamanda LBYS, örnekleri yönetme, verileri elde etme ve manipüle etme, sonuçları raporlama, örnekleme, analiz ve raporlama süreçlerinde otomatikleşme yapan analitik kökenli bir bilgisayar uygulaması olarak da tanımlanabilir. Günümüzdeki LBYS uygulamaları, yorumlayıcı ve çok sayıda farklı deneysel verilerin bulunduğu laboratuvar arşivleri, bu verileri hızlı ve düzgün bir biçimde kullanıcıya ulaştırmada tedarikçi olmak amacıyla numerik ağırlıklı ve doğru kategorize edilmiş veri tabanı barındırmaktadır.

2.2. LABORATUVAR BİLGİ YÖNETİM SİSTEMLERİNİN TARİHÇESİ

Gerst Gibbon'un (1996) araştırmasına göre 1970'lerin sonuna kadar, laboratuvar örneklerinin yönetimi ve bunlarla ilgili analiz ve raporlama, zaman alan manuel işlemler olmuştur. Bu zaman alan işlemler, bazı organizasyonlara verilerin toplanmasını ve raporlanmasını hızlandırmak için istemler getirmiştir. Birkaç bağımsız laboratuvar kurum içi geliştirmelerde bulunmuş, bazı girişimci büyük kuruluşlar ise özel ticari tabanlı sistemler ve daha ticari raporlama çözümleri geliştirmeye çalışmıştır. 1982'de LBYS'lerin ilk nesli (1G), laboratuvarlara otomatik raporlama araçlarını kullanma fırsatı sunan tek bir merkezileşmiş mini bilgisayar şeklinde tanıtılmıştır (Bentley, 1999). LBYS'lere olan ilgi arttıkça, Pittsburgh'daki Federal Enerji Teknoloji Merkezi'nden Gerst Gibbon gibi endüstri liderleri, LBYS ile ilgili konferanslar geliştirmeye başlamıştır (Wright, 1999). 1988 yılına gelindiğinde, ikinci nesil (2G) ticari anlaşmalar

LBYS'yi ilişkisel veri tabanı kullanımına geçirerek daha uygulamaya özel bölgelere genişletmiş ve uluslararası LBYS konferansları düzenlemeleri devam etmiştir (Budd ve diğ, 1988). Kişisel bilgisayarlar (PC) daha güçlü ve ön plana çıktığında, üçüncü nesil (3G) LBYS'leri 1990'ların başında oluşmuştur ve bu yeni nesil LBYS'leri, gelişmekte olan istemci / sunucu mimarisinden yararlanarak laboratuvarların daha iyi veri işleme ve alışveriş gerçekleştirmelerine olanak sağlamıştır (Çağındı ve Ötleş, 2004). 1995'e gelindiğinde, istemci / sunucu araçları, ağın herhangi bir yerindeki verilerin işlenmesine izin verme noktasına gelmiştir (Davey ve Tatnall, 2002). Sonraki yıllarda internet, LBYS kullanıcılarına ve araştırmacılara laboratuvar sınırları dışında da faaliyetlerini genişletmesine olanak tanımıştır (Reips, 2008). 1996'dan 2002'ye kadar, kablosuz ağ yetenekleri ve örneklerin coğrafi referans alınmasından, XML standartlarının benimsenmesine ve internet satın alımının geliştirilmesine kadar, LBYS'ye ilave işlevler dahil edilmiştir (Parmar ve Chen, 2003). 2010'lu yılların başında, bazı özel LBYS'ler, LBYS'nin nasıl tanımlandığını şekillendirmeye devam eden ek özellikler de geliştirmiştir (Melo ve diğ, 2010). Bu geliştirmeler, klinik işlevsellik ve elektronik laboratuvar dizüstü bilgisayar işlevselliğinin yanı sıra, bir hizmet dağıtım modeli olarak bulut tabanlı yazılımın (Software as a Service) yükselişini de içermiştir (Mullin, 2010). 2018 yılı itibarıyla kullanılan bulut tabanlı LBYS miktarı ve laboratuvarların bulut bilişimi benimsemesi çok daha fazladır (Grand View Research, 2018). Ancak kullanılan bulut sistemler bulut kullanımının benimsenmesi olarak bir standart oluşturmamaktadır. LBYS için bulut tabanlı bir yapının standart olarak yer almasını beklenmesinin doğru bir yaklaşım olduğu düşünülmemektedir. Sunucu, ürün bakım maliyetleri ve esnek çalışma saatleri, eski ürünlerin buluta aktarımını ve laboratuvarların web tabanlı LBYS'lerini kendilerine entegre etmesini tetiklemektedirler. Tablo 2.1'de LBYS yıllara göre geliştirilen özellikleri bulunmaktadır.

Tablo 2.1: LBYS yıllara göre özellikler.

Yıl	İsim	Özellik	Kaynak
1982	Birinci Nesil (1G)	Otomatik Raporlama Mini Bilgisayar	Bentley, 1999
1987	İkinci Nesil (2G)	İlişkisel Veri tabanı	Budd, 1987
1990'lar	Üçüncü Jenerasyon 3(G)	İstemci – Sunucu Mimarisi İyi Veri İşleme Alışveriş	Çağında Ötleş, 2004
1995-2002	İnternet Olanaklı	Geniş Sınırlar Kablosuz Ağ XML Standartları İnternet'ten Alışveriş	Reips, 2008
2010-2018	Bulut Tabanlı	Yazılım Hizmeti (Saas) Düşük Maliyetli Sunucu ve Ürünler	Mullin, 2010

2.3. LABORATUVAR BİLGİ YÖNETİM SİSTEMİ ÖRNEKLERİ

Büyük genomik araştırma merkezlerinde uygulanan Yeni Nesil Dizileme (*NGS:Next Generation Sequencing*) laboratuvarları için bazı ticari LBYS çözümleri bulunmaktadır (Bianchi ve diğ, 2016). Yurt dışında “GeneSifter LAB Edition” Vanderbilt Üniversitesi, “Progeny LIMS” Pittsburg Üniversitesi ve “Clarity LIMS” de Washington Üniversitesi olmak üzere eğitim kurumlarında bilinen LBYS örnekleridir (Grimes ve Ji, 2014). Limswiki.org sitesindeki LBYS arşivine göre dünya genelinde bilinen ve kullanımı aktif olan 300’ü aşkın, 15’i açık kaynak kodlu LBYS bulunmaktadır (Douglas, 2018). Aynı web sayfasına göre açık kaynak kodları bulunan AdLIMS, BikaLims, Galaxy LIMS ve GnomEx LIMS gibi LBYS’leri de dünya üzerinde ücretsiz erişimlidir.

Kendi internet sitelerindeki referanslarına göre, Türkiye’de LBYS’yi ticari olarak Probel, Gislab, Iworkbetter ve İltelis gibi firmalar hasta odaklı üniversite araştırma hastanelerinde, devlet hastanelerinde, sağlık müdürlüklerinde, özel hastanelerde, tıp ve teşhis merkezlerinde hizmet alımı olarak uygulamıştır. Ancak bu kullanımda benzer bir web tabanlı sistem akademik çalışmalara hız ve kalite katmak amacıyla temel bilimlerde araştırma yapan laboratuvarlarda deney-yürütücü ve araştırmacı odaklı olarak henüz uygulandığına rastlanmamıştır.

2.4. LABORATUVAR BİLGİ YÖNETİM SİSTEMLERİNİN İŞLEVLERİ

LBYS'lerin yeni özellikleri ve eklentileri ile her dönem geliştirilebilmesi ve geliştiricilerinin artması kaçınılmazdır. Yakın gelecekte özellikle 'Omik' bilimlerle (metabolomik, farmakogenomikler...), bireyselleştirilmiş tıp, gen dizilimi ve mikro dizi testlerinden dolayı artan miktarda bilgi ve buna bağlı olarak veriye sahip olacağı varsayılmaktadır. 2017'de, DNA'larını analiz eden insan sayısı 2016 yılının iki katına çıkmıştır. Bu sayı 12 milyon kişiyi aşmaya başlamıştır (Curran, 2019). Çok sayıda analit (ör., İlaç izleme) ve örnek türü (örn. Tükürük teşhisi), işlenecek verilerin miktarını genişletmektedir. Bu artan verinin güvenliğini sağlayabilecek ve kullanıcı sorgularına hızla cevap verebilecek, laboratuvarın gizlilik politikalarına göre uygun bir LBYS kullanmak laboratuvarlar açısından önem arz etmektedir. Günümüzde laboratuvarların ihtiyaçları doğrultusunda öne çıkan birbirinden farklı işlevsellikleri, kullanım özellikleri olarak ayrılabilir. Bu kullanım özelliklerinden altısı aşağıdaki listede bulunmaktadır (Belachew ve diğ, 2018):

1. Örneklem kaydının veri girişi ile ilişkili olarak örneklem sahibinin verilerinin takibi deneylerin ve testlerin sonuçlanmasındaki süreç ve buna bağlı veri analizi.
2. Raporlama sistemi, etiket ve barkot entegrasyonu, çeşitli işletim sistemleri için ofis programlarına veya PDF formatına uygun dosyaların ve verilerin dışa aktarımı.
3. Laboratuvar projeleri, çalışanlara atanacak görevler veya etkinlik oluşturan bir kullanıcı veya müşteri iletişimi bütünlüğündeki iş akışı ve sistem yönetimi.
4. Laboratuvar otomasyonu, elektronik dokümantasyon, faturalandırma ve insan etkileşiminin aza indirgenmesi.
5. Bir uygulama veya web tarayıcı ile mobil uyum ile esnek çalışabilme buna bağlı e-posta, sms gibi bilgilendirme entegrasyonu.
6. Siber güvenlik standartlarına uygun güvenlik önlemleri alınmış veri gizliliğini koruyucu afet yönetimli yedekleme ve veri depolanması.

2.5. POPÜLER WEB YAZILIM KÜTÜPHANELERİ VE ARAÇLAR

Bu bölümde günümüzde geçerliği olan ve popülerliği olan yazılım kütüphaneleri ve araçları hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Bilgilendirme yapılan bu kütüphaneler ve araçlar tez için yapılan yazılım geliştirme sırasında kullanılmıştır.

2.5.1. Entegre Geliştirme Ortamı (IDE)

PhpStorm, yerleşik geliştirici araçları, akıllı kodlama yardımı, akıllı kod gezinme, güvenilir yeniden düzenleme ve kolay hata ayıklama ve test özelliklerine sahip JetBrains tarafından geliştirilen çapraz platformlu, hafif ve güçlü bir IDE'dir (Chaudhary ve Kumar, 2014). PhpStorm her dize gömülü dil için ayrı bir kod düzenleyici sağlar. Klavye kısa yolları ve düzenlenebilir temalar ile kişiye özel olarak geliştirme ortamına dönüşebilmektedir. Kişiye özel geliştirme ortamı yaratan bu editör proje geliştirme zamanını kısaltmakta ve geliştirilen projelerin verimliliğini arttırmaktadır. Aynı zamanda bu geliştirici araç veri tabanı bağlantı-yönetimi ve komut satırı kullanımını özellikleri ile yazılım geliştirme yapılmasına yardımcı olmaktadır. Eğitim amaçlı ücretsiz sürümü bulunan bu editöre öğrenci mailiyle jetbrains.com adlı sayfadan erişilebilmektedir.

2.5.2. Laravel

Laravel, Taylor Otwell tarafından yaratılan ve model-görünüm-kontrolü (MVC) mimari modelini ve Symfony temelli web uygulamalarının geliştirilmesini amaçlayan ücretsiz, açık kaynaklı bir PHP web kütüphanesidir (Bean, 2015). Açık kaynak kodu MIT lisansı altında GitHub veri ambarında ve dokümantasyonu <https://laravel.com/docs/master> sayfasında bulunmaktadır. 2018 Nisan ayı için bilinen en güncel versiyonu v5.6'dır. Şekil 2.1'de kütüphanenin dosyalama yapısı görülmektedir. Görülen dosyalama yapısının ekran görüntüsü uygulama yapılan bilgisayardan alınmıştır. Tablo 2.2'de ise dosyalama yapısının detayları incelenmiştir.



Şekil 2.1: Laravel 5.6 dosyalama yapısının yazılım makinesi görünümü.

Tablo 2.2: Dosya yapısı incelemesi.

No	Dosya Adı	Açıklama	Varsayılan
1	./app/	Laravel Uygulamasının Temel Kodu	✓
1.1	./app/Console/	Komutların ve planlanan görevlerin tanımlandığı klasör	✓
1.2.1	./app/Events/	Uygulamada gerçekleşen olayların sınıflarının bulunduğu klasör	○
1.2.2	./app/Listeners/	Olayların gerçekleşmesi için etken sınıflarının bulunduğu klasör	○
1.3	./app/Exceptions/	Hata işleme dosyalarının bulunduğu ve özel hata işleme oluşturulabilen dosya. Loglanan hata dosyaları için oluşturulmuş Handler sınıfı bu dosyanın içindedir.	✓
1.4	./app/http/	http dizini, denetleyici (<i>controller</i>), ara katman yazılımını(<i>middleware</i>) ve form isteklerini içerir.	✓
1.4.1	./app/http/Controllers/	Uygulamadaki denetleyici (<i>controller</i>) sınıflarının bulunduğu dosya	✓
1.4.2	./app/http/Middleware/	İsteklere uygulanan filtreleme seçeneklerinin bulunduğu dosya	✓
1.5	./app/Providers/	Hizmet sağlayıcıların bulunduğu uygulamanın önyükleme işlemleri için kullanılan dosya	✓
1.6	./app/Notifications/	Sistem bildirimlerin bulunduğu dosya	✓

Tablo 2.2 (devam): Dosya yapısı incelemesi.

1.7	./app/Policies/	Kullanıcının bir kaynağa karşı belirli bir eylemin yetkisini belirlemek için kullanılan klasör.	○
1.8	./app/Rules/	Kurallar dizini, uygulama için özel doğrulama kuralı nesnelere içerir.	○
1.9	./app/Jobs/	İşler dizini, uygulama için sıraya alınabilir işleri barındırır. Veri tabanı yardımıyla çok sayıda gerçekleşecek ve birbiriyle alakalı işlemleri sıraya koyabilmeyi sağlar.	○
1.10	./app/Mail/	Sistem ile gönderilen e-postaları temsil eden tüm sınıfları içerir.	○
1.11	./app/Broadcasting/	Uygulama için tüm yayın kanalı sınıflarını içeren dosyadır.	○
2	./bootstrap/	Önyükleme dizini, kütüphaneyi önyükleyen app.php dosyasını içerir. Bu dizin ayrıca, yol ve hizmet önbellek dosyaları gibi performans optimizasyonu için çerçeve oluşturulmuş dosyalar içeren bir önbellek dizinine de sahiptir.	✓
3	./config/	Uygulamadaki tüm yapılandırma dosyalarını içerir.	✓
4	./database/	Veri tabanı dizini, veri tabanı geçişlerini (<i>migrations</i>), model fabrikalarını (<i>model factories</i>) ve veri tabanına eklenecek olan sınıf oluşumlarını (<i>seed</i>) içerir.	✓

Tablo 2.2 (devam): Dosya yapısı incelemesi.

5	./public/	Sisteme giren tüm istekler için giriş noktası olan ve otomatik yüklemeyi yapılandıran index.php dosyasını içerir. Bu dizin ayrıca resimler, JavaScript ve Cascading Style Sheets (CSS) gibi html şekillendirici gibi varlıkları da barındırır.	✓
6	./resources/	Kaynaklar dizini, LESS, SASS veya JavaScript gibi ham, derlenmemiş varlıkların yanı sıra görünüm dosyalarını (<i>view</i>) içerir. Bu dizin ayrıca tüm dil dosyalarını da barındırır.	✓
7	./routes/	Rotalar dizini, uygulamanın tüm rota tanımlarını içerir. Varsayılan olarak, Laravel: web.php, api.php, console.php ve channels.php ile birçok rota dosyası bulunur.	✓
8	./storage/	Depolama dizini, derlenmiş Blade şablonlarını, dosya tabanlı oturumları, dosya önbelleklerini ve kütüphane tarafından oluşturulan diğer dosyaları içerir. Bu dizin uygulama(<i>app</i>), kütüphane (<i>framework</i>) ve log dizinlerine ayrılmıştır.	✓
9	./tests/	Testler dizini örnek bir <i>PHPUnit</i> dosyası ve otomatik testleri içerir.	✓
10	./vendor/	Composer ile çekilen dosya bağımlılıklarını (<i>dependencies</i>) içerir.	✓

2.5.3. React.Js

React.js, bir *JavaScript* kütüphanesidir. *React*, bir uygulamanın kullanıcı arabirimini tanımlamanın bir yoludur ve veri değıştikçe bunu zamanla değıştiren bir mekanizmadır (Gackenheim, 2015). *React*, çoğu karmaşık uygulama için gereken gelişmiş özellikleri sağlamak için ek paketlere dayanan bir kütüphanedir (Freeman, 2019). Değişen veri kümeleri ile karmaşık kullanıcı arabirimlerinde ortaya çıkan zorlukları çözmek için Facebook mühendisleri tarafından geliştirilmiştir ve bu kütüphanenin asıl amacı web kullanıcı arayüzleri oluşturmayı kolaylaştırmaktır (Fedosejev, 2015). Firmanın MVC yaklaşımı kullandıkları Facebook reklam departmanında geliştirilmiştir. Açık kaynak kodlu bu kütüphane ücretsiz erişimli ve herkesin kullanabileceği biçimde paylaşılmıştır. Dokümantasyonu <https://reactjs.org/docs> sayfasında ve kaynak kodu *GitHub* veri ambarında, <https://github.com/facebook/react/> sayfasında bulunmaktadır. 2018 Nisan ayı için bilinen en güncel versiyonu v16.2.0'dır.

React.js, bir bakıma kullanıcı arabiriminde verilerin görüntülenmesi ile başa çıkmak için oluşturulmuştur. Bir kullanıcı arabiriminde veri görüntüleme işleminin zaten çözülmüş bir sorun olduğunu düşünebilir ve bu şekilde düşünerek yorum yapmak mümkündür. Aradaki fark, zamanla değişen verilerle Facebook ve *Instagram* ölçekli arayüzlerin bulunduğu yani, geniş ölçekli ve güncellenen kullanıcı arabirimlerine hizmet vermek üzere oluşturulmuş olmasıdır. Bu tür bir arabirim, *React* dışında bulunan kütüphaneler kullanılarak oluşturulabilir veya çözülebilir. Facebook çalışanları kendileri için 2011 yılında *React*'i geliştirmiş daha sonra diğer geliştiricilerin karmaşık kullanıcı arabirimleri oluştururken karşılaşılan belirli sorunları çözebilmeleri için de ücretsiz olarak kullanıma ve 2013 yılında geliştirmeye açmıştır (Luong, 2019). *JSX* kod yazımını kolaylaştırmak ve okunabilirliği arttırmak için geliştirilmiş bir *JavaScript* sözdizimidir ve *React* sayesinde popüler olmuştur. *React* ile geliştirme yaparken JS yerine HTML benzeri *JSX* sözdizimini tercih etmek yazılım geliştiricileri için daha iyi bir seçim olacaktır (Sun, 2019).

2.5.4. Webpack

Webpack, tüm kitaplıkları içe aktarımına yardımcı olmak için kullanılabilen ve ayrıca bazı eski tarayıcılarla uyumlu olduğundan emin olmak için kullanılabilen bir araçtır (Ferguson, 2019). Webpack, bağımlılığı olan *JavaScript* modüllerini alır ve üretir. Kodun çalışması için gereken

tüm bağımlılıkları içeren paketler ve kullanılmayan kodu küçültüp çıkarabilmektedir (Marani, 2019). Bir başka deyişle modül paketleyicisi olarak *Webpack* kullanılmaktadır. *Webpack*'in desteklediği farklı modül tipleri bulunmaktadır. Bunlardan günümüzde genel olarak kullanılanlar *CoffeeScript*, *TypeScript*, *ESNext (Babel)*, *Sass*, *Less* ve *Stylus* gibi farklı modüller bulunmaktadır. Bu modüller için *Webpack* ekosisteminde çevrimdışı kullanıma uygun hale getiren bir eklentiler bile mevcuttur (Hajian, 2019).

2.6. YAZILIM GELİŞTİRME MODELİ

LBYS geliştirilmesinde yazılım geliştirme modeli olarak Çevik Yazılım Geliştirme yaklaşımı ve uygulama geliştirme yöntemi izlenmiştir. *Agile* manifesto (Çevik Yazılım Geliştirme) on yedi yazılım ustasının 2001 yılında Amerika'nın *Utah* eyaletinde bir araya gelip yazılım geliştirme üretkenliğini artırmak ile alakalı birlikte beyin fırtınası yapması sonucu oluşan bir yazılım metodolojisidir ve toplantı sonucunda fikir birliğine varılan ve toplantının bir çıktısı sayılabilecek değerler topluluğu, Çevik Yazılım Geliştirme Manifestosu ismi ile yayınlanmıştır (Beck ve diğ., 2001). Bu manifestonun felsefesini şu şekilde ifade etmektedirler:

*“Süreçler ve araçlardan ziyade bireyler ve etkileşimlere,
Kapsamlı dokümantasyondan ziyade çalışan yazılıma,
Sözleşme pazarlıklarından ziyade müşteri ile iş birliğine,
Bir plana bağlı kalmaktan ziyade değişime karşılık vermeye,
Özetle, sol taraftaki maddelerin değerini kabul etmekle birlikte,
sağ taraftaki maddeleri daha değerli bulmaktayız.”*

3. MALZEME VE YÖNTEM

Araştırmanın malzeme ve yöntem bölümü web tabanlı bir LBYS'nin gereksinimleri, mimarisi, veri tabanı ve renklendirme dahil arayüz tasarımının nasıl biçimlendiği, kullanılan servis ve kütüphaneleri ve sistem testleri hakkında açıklayıcı bilgiler içermektedir.

Bu tez çalışması, tezin giriş kısmındaki 2.4. laboratuvar bilgi yönetim sistemlerinin işlevleri başlığı altında yazılan ihtiyaçları çözmek amacıyla aşağıdaki hedefleri kapsayacak detaylarda tasarlanmıştır.

- Laboratuvar verilerini daha güvenli ve kolay erişilebilir şekilde bulut yazılımıyla arşivlemek.
- Birime ait akademik proje veri ve sonuçlarına, sonraki tarihlerde hızlı şekilde ulaşabilmek.
- Laboratuvarlarda bulunan masaüstü ve/veya dizüstü bilgisayarlardaki çalışma verilerinin ortak yazılım ve donanım bileşenlerinden oluşan bilişim havuzundan, kullanıcılara farklı ortamlar (bilgisayar, tablet, akıllı telefon vs.) aracılığı ile internet tabanlı tarama ve arşivleme kaynaklarının yönetim olanağını sunmak.
- Laboratuvara alınan malzeme ve cihazların stok takibini yapabilmek.
- Önceden yapılan deneylerin sonuç ve sonuca gidiş yöntemlerinin arşivlenmesi ve böylelikle deney tekrarına bağlı malzeme ve zaman kaybını önlemek.
- Laboratuvar yönetiminin otomasyon sayesinde insan etkileşiminin kolaylaştırılmasını sağlamak.

Çalışma sırasında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Laboratuvarı çalışanları ve yöneticisiyle birlikte örnek bir web tabanlı sistem geliştirilmiştir. Sisteme başlamadan önce gereksinim analizi yapılmış hem literatür araştırması hem de laboratuvarın ihtiyaçlarına göre çözüm listeleri oluşturulmuştur. Geliştirme sırasında çevik yazılım geliştirme metodolojisi ile yol alınmış ve geliştirme manifestoyu takiben prensiplerine uygun olarak yapılmıştır. Bu yordam ile geliştirilen ürünün büyük önceliği olarak, erken ve devam eden biçimde teslim edilmesi yoluyla ürün sahibinin problemini çözmektir. Aylık geliştirme ara tarihleri ile yapılan toplantılarda sistem sunumları ile son kullanıcı bilgilendirilmiş ve tez içerisinde bu süreç yazılım geliştirme raporları başlığı altında detaylı bir biçimde anlatılmıştır. Bu çalışma Türkiye'de akademik alanda kullanılacak web tabanlı

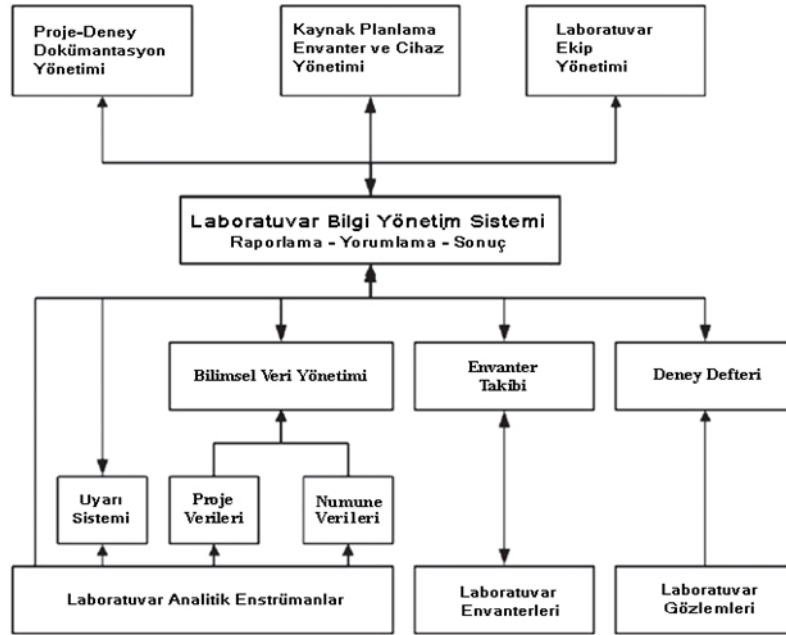
laboratuvar bilgi yönetim sistemi olarak diğer yapılacak sistemlere bir örnek teşkil etmesi açısından değerlendirilmeye sunulmuştur.

3.1. GEREKSİNİM ANALİZİ

LBYS'nin gereksinim analizi, literatür araştırması ve örnek sistemlerin incelenmesiyle birlikte yazılım geliştirme sürecinde müşteri yani örnek laboratuvar sistemi kullanıcılarıyla birlikte çözümlenmiştir. Bu bağlamda kullanıcı ve yetkilendirme tanımları, işlevsel gereksinimler, sistem kısıtları ve yazılım modüler yapısı gibi başlıklar gereksinim analizinin altında toplanmıştır.

3.1.1. Modüler Yapı

Sistem geliştirilmesi süreci sonucunda elde edilmek istenen modüler yapı aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.



Şekil 3.1: Sistemin modüler yapısı.

3.1.2. Kullanıcı ve Yetkilendirme Tanımları

Yetkilendirme ve yetki tanımları LBYS'nin kullanıcılarının rol dağılımını ve işlevselliğinin çeşitlendirilmesini kapsayacak bir biçimde yapılmıştır. Bu bağlamda kullanıcı tanımları üç

farklı şekildedir. En yüksek yetkiye sahip yönetici, laboratuvar sorumlusu akademisyenler ve öğrenciler. Yöneticiler, laboratuvar sorumluların ve öğrencilerin kullanıcı yetkilendirmesini ayarlayabilmektedir. Laboratuvar sorumluları ise öğrencilerin kullanıcı yetkilendirmesini ayarlayabilmektedir. Hiyerarşik olarak yetkilendirme tanımları gösterimi şu biçimdedir:

Yönetici > Laboratuvar Sorumlusu > Öğrenci

3.1.3. İşlevsel Gereksinimler

Sistem internet üzerinden kullanıcı girişi yapıldıktan sonra 2018 yılında güncel olan herhangi bir tarayıcı ile kullanılabilir. Sistem girişi kullanıcı e-posta ve şifresi ile izin ve yetkilendirme gereksinimi karşılanmaktadır. Sisteme giriş yapılan kullanıcı tanımına ve yetkilendirilmesine göre işlevsellikler değişiklik gösterecektir. Kullanıcılar bu yetkilendirme işlevsellikleri kapsamında aynı sisteme aynı noktadan giriş yapıp daha sonrasında farklı işlevsellikte birbirine benzer ama kullanıcıya özel menülü bir arayüze geçiş yapmaktadırlar. Farklı kullanıcı tanımlarının sistemde sahip olduğu yetkiler kapsamında değişen işlevsellikleri detaylı olarak Tablo 3.1, 3.2 ve 3.3'te incelenmiştir. Kısa olarak değinmek gerekirse, yöneticiler laboratuvar sorumlularının ve öğrencilerin bütün yetkilerine sahiptirler. Laboratuvar sorumluları öğrencilere görev atayabilmektedir. Yeni deneyler oluşturabilen ve güncelleyebilen laboratuvar sorumluları aynı zamanda laboratuvar ekipmanlarının stoklarını ayarlayabilmekte ve laboratuvar için olan raporları oluşturabilmektedir. Öğrenciler ise laboratuvardaki sisteme bağlı olan sadece kendi projelerini, görevlerini ve deneylerini görebilme ve güncelleyebilme özelliğine sahiptir. Fakat yetki sınırlandırması yüzünden başka öğrencilerin proje, görev ve deney detaylarını görememektedirler.

Tablo 3.1: Öğrenci kullanıcısı işlevsellikleri.

No	Fonksiyon Adı	Açıklama
1	Sisteme Giriş	Ana ekrandan sisteme giriş yapabilirler
2	Gösterge Paneline Bakma	Kendi laboratuvarları hakkında bilgi alabilecekleri gösterge paneline bakabilirler
3	Kendi Bilgilerini Düzenleme	Sisteme kayıtlı kullanıcı bilgilerini düzenleyebilirler
4	Proje Listeleme	Kendilerine ait projelerini listeleyebilirler bu listede proje ön bilgilerine bakabilirler

Tablo 3.1 (devam): Öğrenci kullanıcısı işlevsellikleri.

5	Proje Arama	Proje arama çubuğu ile proje adını girerek projelerini arayabilirler
6	Proje Detaylarına Bakma	Kendilerine ait projelerin detaylarını (deney,görev,literatür,proje ekleri, proje özeti) inceleyebilirler
7	Proje Dosyasını İndirme	Proje dosyasını kendi cihazına Microsoft Office Word dosyası biçiminde indirebilir
8	Proje Adını Güncelleme	Proje adını ve proje dosya adını güncelleyebilirler
9	Proje Eklerini Ayarlama	Proje eklerini olarak Pdf yükleyebilir
10	Proje Yayını Ekleme	Projeye literatürde buldukları yayınları başlık tarih yazar ve dosya adresi olarak ekleyebilirler
11	Proje Yayını Silme	Değiştirmek istedikleri araştırma dosyasını sistemden kaldırabilirler
12	Proje Özetini Güncelleme	Projelerinin özetini değiştirebilirler
13	Görevlerini Listeleme	Kendine ait görevleri listeleyebilirler

Tablo 3.2: Laboratuvar sorumlusu kullanıcısı işlevsellikleri.

1	Sisteme Giriş	Ana ekrandan sisteme giriş yapabilirler
2	Gösterge Paneline Bakma	Kendi laboratuvarları hakkında bilgi alabilecekleri gösterge paneline bakabilirler + sunucu harici diskindeki kalan yeri görebilirler
3	Kendi Bilgilerini Düzenleme	Sisteme kayıtlı kullanıcı bilgilerini düzenleyebilirler
4	Proje Listeleme	Laboratuvardaki bütün projeleri listeleyebilirler
5	Proje Arama	Proje arama çubuğu ile proje adını girerek projelerini arayabilirler
6	Proje Detaylarına Bakma	Laboratuvardaki tüm projelerin detaylarına bakabilirler

Tablo 3.2 (devam): Laboratuvar sorumlusu kullanıcısı işlevsellikleri.

7	Proje Dosyasını İndirme	Proje dosyasını kendi cihazına Microsoft Office Word dosyası biçiminde indirebilir
8	Proje Adını Güncelleme	Proje adını ve proje dosya adını güncelleyebilirler
9	Proje Eklerini Ayarlama	Proje eklerini olarak Pdf yükleyebilir
10	Proje Yayını Ekleme	Projeye literatürde buldukları yayınları başlık tarih yazar ve dosya adresi olarak ekleyebilirler
11	Proje Yayını Silme	Değiştirmek istedikleri araştırma dosyasını sistemden kaldırabilirler
12	Proje Özetini Güncelleme	Projelerinin özetini değiştirebilirler
13	Görevlerini Listeleme	Laboratuvara, kendilerine ve öğrencilere ait görevleri listeleyebilirler
14	Görev Ekleme	Laboratuvardaki öğrencilere görev ekleyebilirler
15	Deneyleri Listeleme	Kendilerine ait deneyleri listeleyebiliş bu listede görev hakkında önbilgi sahibi olabilirler
16	Deney Ekleme	Projeye bağımlı veya bağımsız olarak yeni deney oluşturabilirler
17	Ekipmanları Listeleme	Laboratuvardaki ekipmanları stoktaki sayılarını türünü açıklamasını varsa son kullanma tarihi, kullanılma sayısı, satın alınma tarihi gibi detaylarını görebilirler
18	Ekipman Ekleme	Ekipmanların adını, türünü, adedini son kullanma tarihini açıklamalarıyla birlikte sisteme girebilirler

Tablo 3.2 (devam): Laboratuvar sorumlusu kullanıcısı işlevselliği.

19	Ekipman Güncelleme	Sisteme ekli ekipmanların özelliklerini değiştirebilirler
20	Ekipman Silme	Sisteme ekli ekipmanı sistemde kaldırabilirler
21	Kullanıcıları Listeleme	Laboratuvar kullanıcılarını unvan, isim, email, kullanıcı profili, durumu kayıt tarihi gibi özelliklerini görerek listeleyebilirler
22	Kullanıcı Arama	Kullanıcı arama çubuğu ile istedikleri kullanıcıyı isminden bulabilirler, ayrıca filtre olarak aktif ya da pasif şekilde arayabilirler
23	Kullanıcı Durumu Güncelleme	Öğrencilerin sistemle olan ilişkisini aktif ya da pasif hale getirebilirler, böylelikle istenen öğrenci sisteme giriş yapar

Tablo 3.3: Laboratuvar yöneticisi kullanıcısı işlevselliği.

1	Sisteme Giriş	Ana ekrandan sisteme giriş yapabilirler
2	Gösterge Paneline Bakma	Kendi laboratuvarları hakkında bilgi alabilecekleri gösterge paneline bakabilirler + sunucu harici diskindeki kalan yeri görebilirler
3	Kendi Bilgilerini Düzenleme	Sisteme kayıtlı kullanıcı bilgilerini düzenleyebilirler
4	Proje Listeleme	Laboratuvardaki bütün projeleri listeleyebilirler
5	Proje Arama	Proje arama çubuğu ile proje adını girerek projelerini arayabilirler

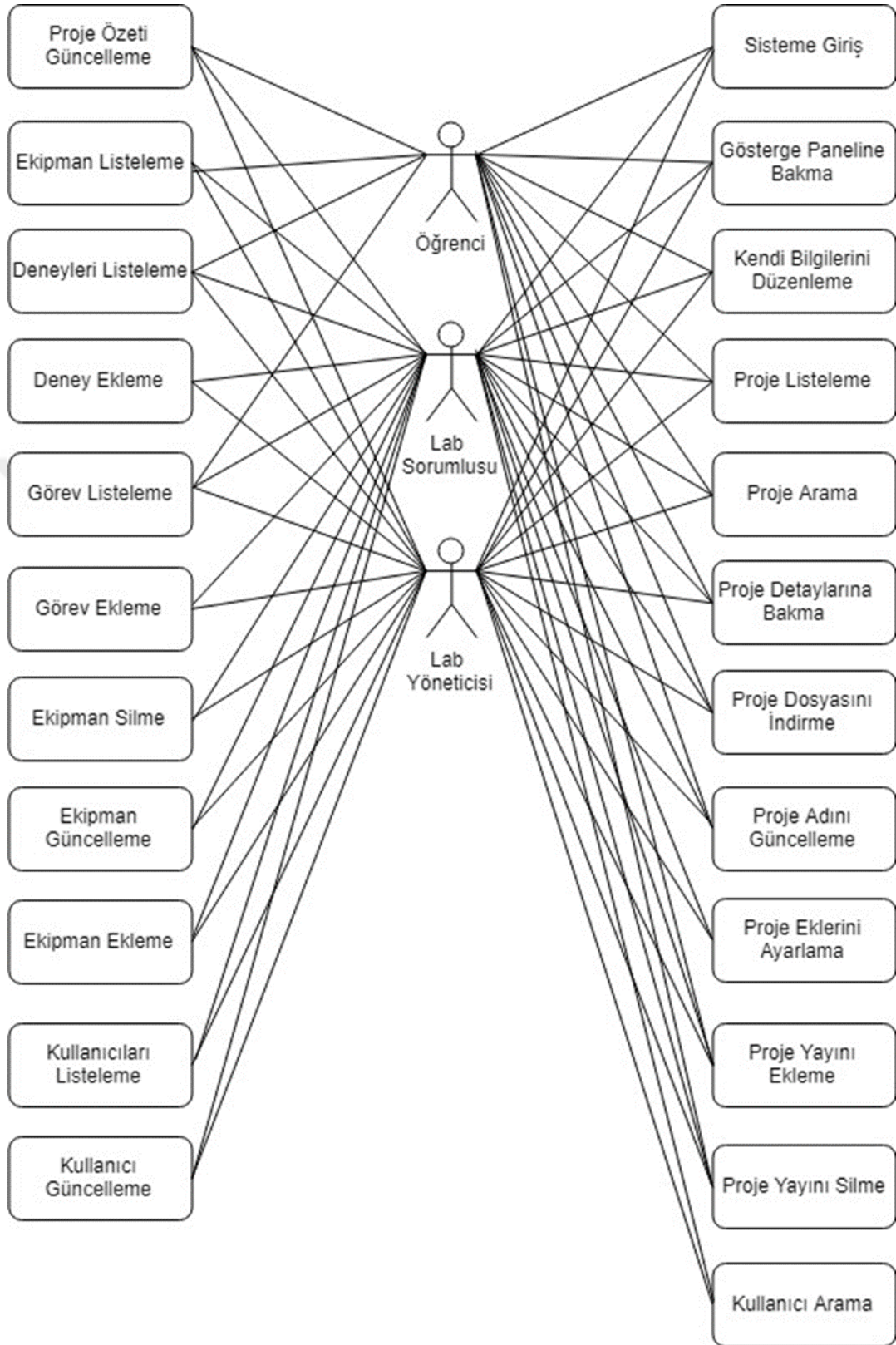
Tablo 3.3 (devam): Laboratuvar yöneticisi kullanıcısı işlevsellikleri.

6	Proje Detaylarına Bakma	Laboratuvardaki tüm projelerin detaylarına bakabilirler
7	Proje Dosyasını İndirme	Proje dosyasını kendi cihazına Microsoft Office Word dosyası biçiminde indirebilir
8	Proje Adını Güncelleme	Proje adını ve proje dosya adını güncelleyebilirler
9	Proje Eklerini Ayarlama	Proje eklerini olarak Pdf yükleyebilir
10	Proje Yayını Ekleme	Projeye literatürde buldukları yayınları başlık tarih yazar ve dosya adresi olarak ekleyebilirler
11	Proje Yayını Silme	Değiştirmek istedikleri araştırma dosyasını sistemden kaldırabilirler
12	Proje Özetini Güncelleme	Projelerinin özetini değiştirebilirler
13	Görevlerini Listeleme	Laboratuvara, kendilerine ve öğrencilere ait görevleri listeleyebilirler
14	Görev Ekleme	Laboratuvardaki öğrencilere görev ekleyebilirler
15	Deneyleri Listeleme	Kendilerine ait deneyleri listeleyebilip bu listede görev hakkında önbilgi sahibi olabilirler
16	Deney Ekleme	Projeye bağımlı veya bağımsız olarak yeni deney oluşturabilirler
17	Ekipmanları Listeleme	Laboratuvardaki ekipmanları stoktaki sayılarını türünü açıklamasını varsa son kullanma tarihi, kullanılma sayısı, satın alınma tarihi gibi detaylarını görebilirler

Tablo 3.3 (devam): Laboratuvar yöneticisi kullanıcısı işlevsellikleri.

18	Ekipman Ekleme	Ekipmanların adını, türünü, adedini son kullanma tarihini açıklamaları ile birlikte sisteme girebilirler
19	Ekipman Güncelleme	Sisteme ekli ekipmanların özelliklerini değiştirebilirler
20	Ekipman Silme	Sisteme ekli ekipmanı sistemde kaldırabilirler
21	Kullanıcıları Listeleme	Laboratuvar kullanıcılarını unvan, isim, email, kullanıcı profili, durumu kayıt tarihi gibi özelliklerini görerek listeleyebilirler
22	Kullanıcı Arama	Kullanıcı arama çubuğu ile istedikleri kullanıcıyı isminden bulabilirler, ayrıca filtre olarak aktif ya da pasif şeklinde arayabilirler
23	Kullanıcı Durumu Güncelleme	Öğrencilerin ve laboratuvar sorumlularının sistemle olan ilişkisini aktif ya da pasif hale getirebilirler, böylelikle istenen kullanıcı sisteme giriş yapar

Şekil 3.2’de ise yukarıdaki tablolarda bulunan işlevsellikler görselleştirilip kullanıcı tanımları ve işlevsellikleri detaylı bir biçimde eşleştirilmiştir.



Şekil 3.2: İşlevsellik durum kullanım şeması.

3.1.4. Sistem Kısıtları

Sistemi geliştirme yapılan bilgisayar türü Hewlett-Packard Pavilion olup, LEMP Stack denilen GNU/Linux tabanlı işletim sistemi üzerine kurulu Ubuntu 16.04 ve önbellekleme yapabilen Nginx web sunucu sistemi, obje yönelimli PHP 7.1 programlama dili ile veri tabanı sürüm kontrol sistemli Laravel Framework 5.4 (Otwell, 2016) kütüphanesi ile ilişkiyel veri tabanı olarak MySQL 5.7.19 kullanılmıştır. Veri tabanı yönetimi istatistiksel raporlama yapabilen ve güvenli bağlantı sağlayabilen Navicat 11.2 ile sağlanmıştır. Arayüz tasarımında farklı cihazlarda internet tarayıcılarının (*Chrome, Firefox, IE*) çoğuna uygun bir biçimde şekillenebilen (mobil) Skeleton.css kütüphanesinden faydalanılmıştır. Böylelikle sistem kullanıcıları masaüstü bilgisayar başına sabitlenmek zorunda kalmayacak ve veri girişini dilediği cihazdan dilediği yerde yapabileceklerdir. Sunucu performansını artıran ve uygulamanın güvenliğini (*Ddos, Web Application Firewall, Rate Limiting*) sağlayan bir hizmet olarak Cloudflare tercih edilmiştir. Bulut sunucu hizmeti ile kullanıcıları uygulamanın üzerinde çalıştığı bulut altyapısı ve platformunun bakım ve giderlerinden kar sağlayacak ve maliyet olarak kullanım kapasitesine göre fiyatlandırılabilen bulut sunucu (*Virtual Private Server*) tercih edilecektir. Sunucu ile alakalı herhangi bir işlem veya değişiklik yapılması SSH güvenlik protokolü ile bağlantı kurulabilecek şekilde ayarlanması uygun görülmüştür.

Yazılım geliştirme sırasında versiyonlama yapabilen ücretsiz kod saklama depolama alanı olarak Github tercih edilerek sunucu ile bağlantısı yapılmıştır. Böylelikle tezin geliştirme süreci ilerledikçe yazılım için stoklama yapılması ve versiyonlama yapılması mümkün olmuştur. Hem giriş hem çıkış açısından verinin türüne yazılım doğrulama yapar ve veriyi işler. Verinin alınma ve gönderilme sıklığı 7/24 saat aktiftir. Kullanıcı tarafından girilen verinin doğruluk (kesinlik) ölçüsü; yazılım tarafından denetlenmektedir. Girdilerin duyarlık derecesi; kişinin eksik bilgi girmesi engellenerek, bilgilerin eksik bir biçimde raporlanmasının engellenmesi ile yapılandırılmıştır. Veri sunucunun MySQL veri tabanında sürekli olarak saklanır. İnternet kesintisi, sunucu çökmesi gibi afet durumlarda, laboratuvarında bulunacak yazılıma uygun bir masaüstü bilgisayar sanal sunucu olarak kullanılmaya devam edecek böylelikle veri kaybı önlenmiş olacaktır. Günlük ve aylık veri yedeklemesi ise laboratuvara daha sonradan alınacak yedekleme ünitelerine otomatik olarak yapılmasına karar verilmiştir.

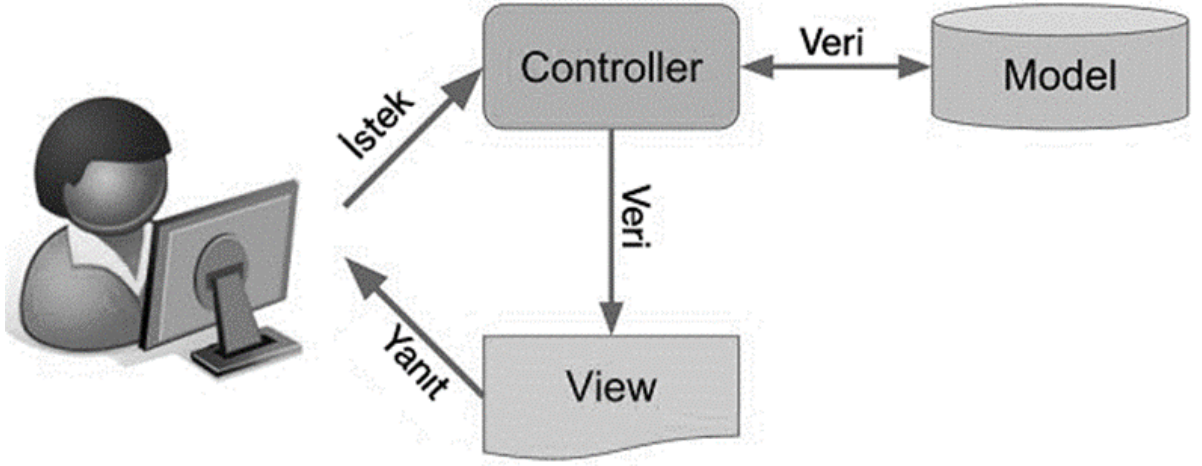
3.1.5. Çevik Geliştirme

Çevik yazılım geliştirme metodolojisine uygun olarak mimari geliştiricilere sürekli geri dönüşler sağlanıp, uygulama süresince günlük ve aylık toplantılar ile geliştirme yapılmıştır. Ürün geliştirme sırasında yapılan toplantılar, genellikle yüz yüze olarak İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. İlk toplantı sırasında sistemin gereksinim analizi ürün sahibi (laboratuvar yöneticisi ve sorumlusu) ve proje yöneticisi (tez danışmanı) ile birlikte şekillendirilmiş, bu toplantı notları bulut üzerinden tez ile ilgili kişilerin tamamı ile paylaşılmıştır. Çevik yazılım geliştirmede çalışan yazılım, detaylı dokümantasyondan daha önce gelmektedir. Bu nedenle dokümantasyondan ziyade yazılım geliştirilmeye odaklanmış, ancak dokümantasyonda tamamen ihmal edilmemiştir. İlk toplantıda yapılan analizlere göre LBYS'nin geliştirilmesi birinci toplantı ile başlamıştır. Diğer toplantılar laboratuvar sorumlusu ile genellikle yüz yüze gerçekleştirilmiştir. Gerekli görüldüğü dönemlerde laboratuvar yöneticisi ve proje yöneticisi de bu toplantılara dahil edilmiştir. Tezin süresi içerisinde koşullar tamamlanarak LBYS v 1.0 <http://lbys.istanbul.edu.tr> adresinde kullanılmaya üzere ürün sahibinin kullanımına açılmıştır. İkinci toplantı laboratuvar sorumlusu ile yapılmış sistemin sunucu adresi ve giriş modülleri paylaşılmış ve proje listeleme özellikleri üzerinde geliştirmeler hakkında konuşulmuştur ve bu geliştirmeler hakkında daha sonraki tarihlerde geri dönüş alınmıştır. Bir sonraki toplantıda yazılım içerisindeki proje, kullanıcı, görev ve deney kullanım modüllerine arama özelliği eklenmesi kararlaştırılmıştır. LBYS'de kullanıcının kullanım kolaylığının daha da artması amacıyla, ürünün tasarımının geliştirilmesine devam edilmesi konusunda karar alınmıştır. Bu alınan karara istinaden kullanıcının ürün kullanımını kolaylaştırıcı arayüzün geliştirilmesi sonraki günlerde tamamlanmıştır. Final toplantısında ise eksik kalan ürün geliştirmelerinin ve uygulama testlerinin teslim edilmesine karar alınmıştır.

3.2. YAZILIM MİMARİSİ ŞABLONU

Bir şablon standart bir soruna sürekli bir çözümdür ve ilişkili şablonlar birlikte kullanıldığında, yazılım geliştirme sorunlarının düzenli olarak çözümlenmesi için bir süreç sağlayan bir dil oluştururlar (Schmidt ve diğ, 1996). Bu şablonlar, bir yazılım mimarisinin bazı temel birleşik öğelerini çözen ve sınırlayan bir kavramlardır. Sistem tasarımcıları bu temel birleşik öğelerin kullanılmasını ve yararlı sistem organizasyonlarını tanımları 1960'ların sonlarına doğru gerçekleştirmişlerdir (Garlan, 1993). Günümüzde yaygın olarak bilinen 10 farklı yazılım mimarisi

şablonu şöyledir; Layered, Client-server, Master-slave, Pipe-filter, Broker, Peer-to-peer, Event-bus, Model-View-Controller, Blackboard, Interpreter (Mallawaarachchi, 2017). Web tabanlı LBYS sistemi geliştirilirken bu mimari şablonlardan Model-Görünüm-Kontrolü (*Model-View-Controller*, MVC) kullanılmıştır. MVC kalıbı olarak da bilinen bu şablon, etkileşimli bir uygulamayı 3 katmana böler. Model katmanı temel işlevsellik ve verileri içerir, görünüm katmanı ise ekranda kullanıcıya gösterilecek bölümdür (birden fazla görünüm tanımlanabilir), controller sayesinde ise kullanıcının yaptığı isteklerin, spesifik katman arasındaki iletişimi ve veri onaylaması sağlanır. Şekil 3.3'te bu üç katman ve kullanıcı arasındaki istek, yanıt ve veri akışı bulunmaktadır (Hollingworth, 2016).



Şekil 3.3: Model-View-Controller şablonunda veri akışı.

MVC kullanılarak sistemin geliştirilmesi sırasında diğer mimari şablonlara göre daha hızlı geliştirme süreci sağlanması hedeflenmiştir. Kopyalama ve tekrar etme gibi zaman alıcı istenmeyen yazılım hataları önlenmeye çalışılmıştır. Modellerde yapılan değişiklikler mimarinin tamamını etkilememiştir. Veriler belirli bir formata bağlı kalmadan gösterilebilme özelliğinde olduğu için sistemin içinde herhangi bir arayüzde kolaylıkla değiştirilerek kullanılabilmişlerdir.

3.3. VERİ TABANI TASARIMI

Sistemin çalışması için gereksinim analizi sonrası uygun görülen MySQL 5.7.19 veri tabanı kullanılmıştır. Veri tabanı tasarımı ve raporlama ve bağlantı sırasında Navicat Essentials adlı veri tabanı programının deneme sürümünden faydalanılmıştır. Tüm tabloların oluşumunu sağlayan liste “*migrations*” tablosu haricinde 17 farklı tablo ile sistem verileri tutulmaktadır. Tasarım süresince yapılan tablolar “*users*” tablosu kullanıcıların sisteme kayıtlı mail ve

şifrelerinin bulunduğu ana kullanıcı tablosudur. Şifre sıfırlamak için kurulan “password_resets” tablosu “users” tablosundaki mail ile bağlantılı çalışmaktadır. Kullanıcı detayları “user_details” tablosunda ise users tablosuna kullanıcı id ile bağlı kullanıcının adı, soyadı, kullanıcı rolü (öğrenci, lab sorumlusu, yönetici), kullanıcı alt rolü (Lisans öğrencisi, yüksek lisans öğrencisi, doktora öğrencisi, araştırma görevlisi, doçent, profesör), telefonu, ve projenin ilerisinde birden fazla laboratuvar kullanımı için lab id’si bulunmaktadır. Bu id “laboratories” tablosuna bağlıdır, bu tabloda laboratuvarların isimleri ve diğer özellikleri ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. Görevler “duties” tablosu öğrencilerin görevlerinin detaylarının bulunduğu tablodur. “users_duties” ise bu tablonun user tablosuna bağlandığı pivot tablodur. Deneyle “experiments” tablosu ise laboratuvardaki deneylerin detaylarının bulunduğu tablodur. Bu tabloya pivot olarak “experiment_users” deneyin kullanıcıları ve “experiment equipments” deneyin ekipmanları tablosu bulunmaktadır. Laboratuvar projelerin bulunduğu “projects” tablosu ise, projenin başlığı, projenin özeti, projelerin akademik kodu, tipi, bütçesi, hangi laboratuvara ait olduğu, başlangıç ve bitiş tarihi gibi bilgileri yer almaktadır. Bu tarihler haricinde ara tarihlerin bulunduğu “milestones” tablosu ile “projects_milestones” ile pivot olarak bağlıdır. Bu tabloda bulunan ara tarihlerde kullanıcılara bilgilendirme mailleri gitmektedir. Projelerin bulunduğu tabloya bağlı birde “project_files” tablosu bulunmaktadır, bu tablo ise yapılan projenin *Microsoft Office Word* dosyasının özelliklerini barındırmaktadır. Ekipman ve malzemelerin bulunduğu tablo ise “laboratory equipments” tablosudur, stok takibinin yapıldığı veriler bu tabloda bulunmaktadır. Şekil 3.4’te tüm veri tabanı tablo listesi verilmiştir. Bu veri tabanı tablolarının birbiriyle olan ilişkileri ise tablo 3.4’te detaylı olarak gösterilmiştir.

duties
experiment equipments
experiment_users
experiments
laboratories
laboratory equipments
migrations
milestones
password_resets
project_files
projects
projects_literatures
projects_milestones
user_details
users
users_duties
users_projects

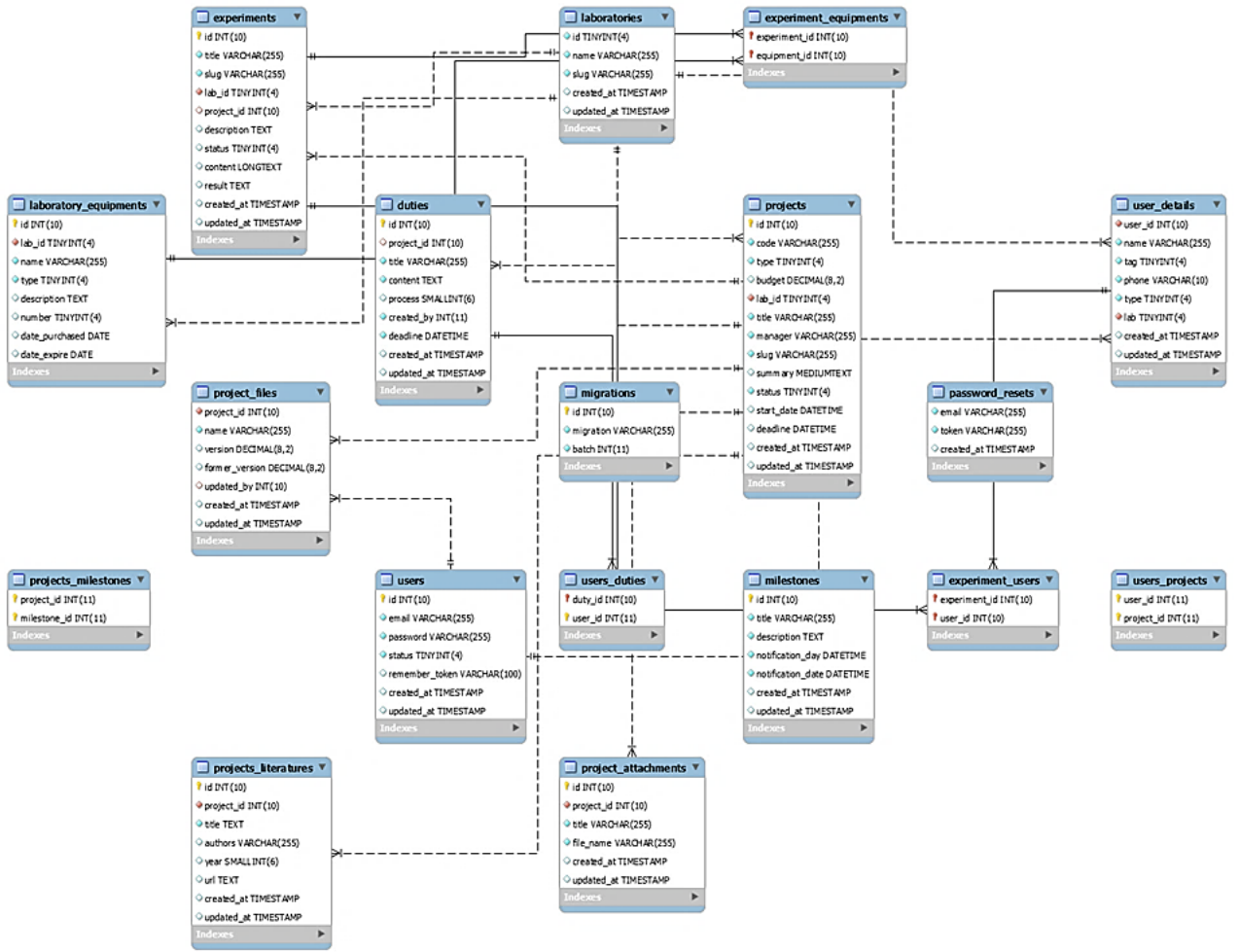
Şekil 3.4: Veri tabanı tablo listesi.

Tablo 3.4: Veri tabanı tablo ilişkileri.

Tablo Adı	İlişkisi	Tablo Adı
users	hasone	user_details
users	belongstomany	projects
users	belongstomany	duties
user_details	hasone	laboratories
user_details	belongsto	users
projects	belongstomany	users
projects	belongstomany	project_milestones
projects	hasmany	project_attachments
projects	hasone	project_files
projects	hasmany	experiments
projects	hasmany	project_literatures

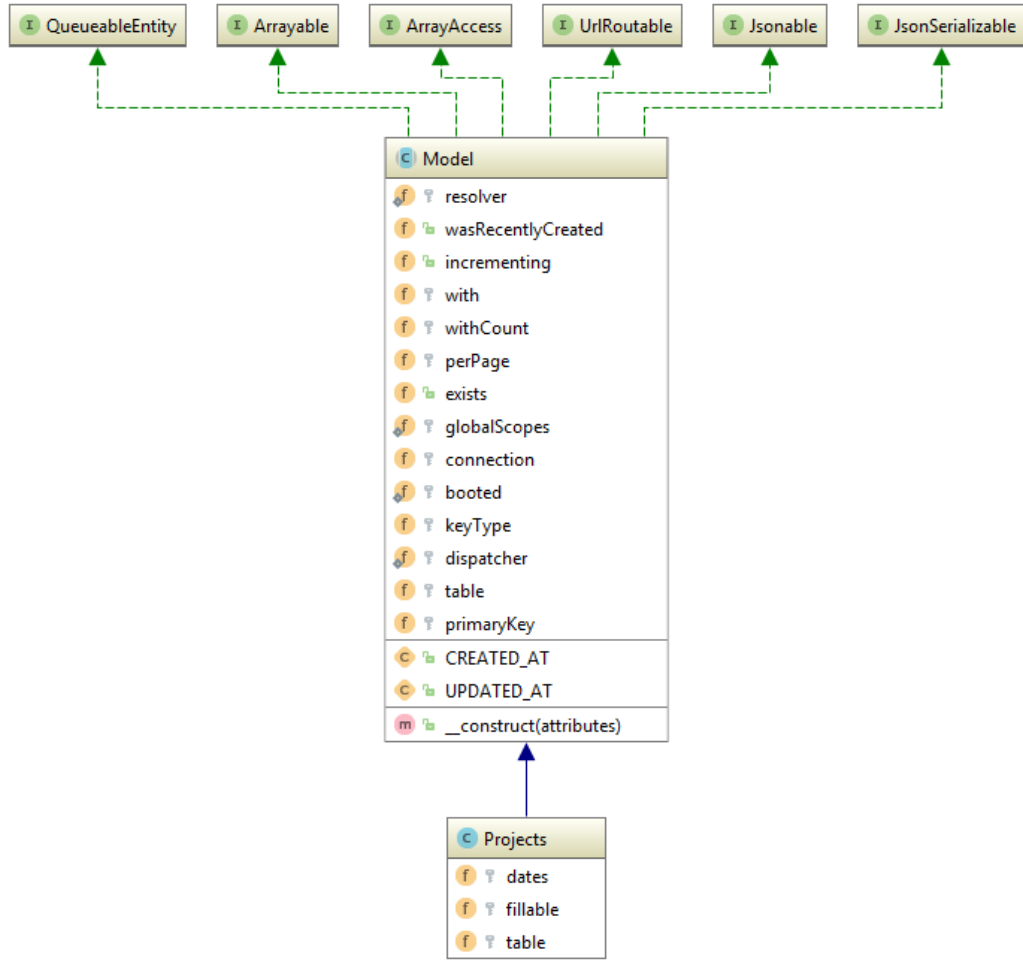
Tablo 3.4 (devam): Veri tabanı tabloları ilişkileri.

project files	hasone	user_details
duties	belongstomany	users
duties	hasone	user_details
duties	belongsto	projects
experiments	belongstomany	users
experiments	belongstomany	equipments
experiments	belongsto	projects
laboratories	hasmany	projects
laboratories	hasmanythrough	users
laboratory_equipments	belongstomany	experiments



Şekil 3.5: Varlık ilişki diyagramı (Entity-relationship diagram).

Örnek sınıf diyagramı project sınıfı için Şekil 3.6'da incelenmiştir.



Şekil 3.6: Örnek project sınıfı.

3.4. ARAYÜZ TASARIMI

Arayüz tamamen mobil uyumlu olup birbirinden farklı boyuttaki cihazlara uygun esnek web tasarımı biçiminde şekillenebilmektedir. Bu esneklik Skeleton CSS adlı şekil şablonlarıyla oluşturulmuştur. Sisteme giriş her kullanıcı için aynı arayüzden gerçekleşmektedir. Tasarım yapılırken mobil kullanıma dikkat edilmiştir.

3.5. KULLANILAN SERVİSLER VE KÜTÜPHANELER

Programlama dili olarak PHP 7.1.3 kullanılan bu sistemin oluşumunda açık kaynak kodlu çok sayıda kütüphane kullanılmıştır. Tablo 3.5'te LBYS sisteminin oluşumunda kullanılan açık kaynak kodlu tüm kütüphaneler bulunmaktadır.

Tablo 3.5: Kullanılan kütüphane ve servisler.

Kütüphane veya Servis Adı	Açıklama	Versiyon
laravel/framework	Dünya genelinde en ünlü PHP Kütüphanesi (2018)	5.6.*
fideloper/proxy	Symfony Kütüphanesi ile bağlantılı güvenilir Proxy avantajı oluşturur.	^4.0
filp/whoops	Error ve bug exceptionlarının sağlar.	^2.1
guzzlehttp/guzzle	Web servisleri ile entegre etmek için HTTP istekleri göndermeyi kolaylaştıran bir "PHP" "HTTP" istemcisidir.	^6.3
laravel/tinker	Direkt olarak php komutlarının konsole yardımıyla çalışmasına olanak sağlayan REPL(Read—Eval—Print—Loop) interaktif shell	~1.0
barryvdh/laravel-debugbar	Yazılım ayıklaması ve onarımı için web client tarafında çalışan bar. Canlı web sayfasında veri tabanı sorguları, kullanıcı girişleri gibi özellikleri görülebilen kütüphane.	^2.4
fzaninotto/faker	Veri tabanına sahte veri (dummy-data) ekleyebilmemizi sağlayan kütüphane	~1.4
mockery/mockery	PHPUnit, PHPSpec veya başka bir test kütüphanesi ile birim testinde kullanmak için basit ama esnek bir PHP nesne kütüphanesi.	0.9.*

Tablo 3.5 (devam): Kullanılan kütüphane ve servisler.

phpunit/phpunit	PHPUnit, PHP projelerinizi test etmek için kullanılır. Sözcük olarak “unit”, bir kod, yöntem veya bireysel veya bağımsız bir sınıf bloğunu ifade eder.	~6.0
axios	Tarayıcı ve node.js için söze dayalı bir HTTP istemcisi.	^0.16.2
babel-preset-react	preset-flow, syntax-jsx, transform-react-jsx, transform-react-display-name, gibi kütüphaneler barındıran react.js in modern taracılar tarafından okunup işlenmesine yarayan çeviricidir.	^6.23.0
browser-sync	Dosya değişikliklerini otomatik olarak izler ve değişikliklerinizi tarayıcıya otomatik olarak ekler.	^2.23.6
browser-sync-webpack-plugin	browser-sync webpack eklentisidir.	^2.0.1
cross-env	Platform için ortam değişkenini (environment variable) ayarlama veya kullanmak amaçlı tek bir komut ile yönetim sağlar.	^5.0.1
formik	react.js tabanlı html form elementleri.	^0.8.9
laravel-mix	CSS ve JavaScript ön işlemcisi kullanarak Laravel uygulamanız için Webpack oluşturma adımlarını tanımlamak için akıcı bir API sağlar. Genellikle dosyaların boyutlarını küçültme ve düzenlemede kullanılır.	1.4.3
lodash	Diziler, sayılar, nesnelere, dizgiler ile uğraşmayı JavaScript için kolaylaştırır.	^4.17.4
react	React.js, ana kütüphanesi.	^15.4.2

Tablo 3.5 (devam): Kullanılan kütüphane ve servisler.

react-dom	React kullanıcı arabiriminde verilerin görüntülenmesi ile başa çıkmaya yarayan bir Javascript kütüphanesidir.	^15.4.2
react-input-mask	Girdi maskeleyme ve girdileri bir düzene sokmak için react formlarda kullanılan sınıf.	^1.0.7
react-notification-system	Kullanıcı bildirimleri oluşturulmasında kullanılan kütüphanedir.	^0.2.15
react-redux	React ile redux kütüphanesini bağlayan sınıf.	^5.0.6
react-select	React formlarda seçme (<i>select</i>) kutusunun arama opsiyonu olan ve birden fazla seçim yapabilme özelliği olan sınıfı.	1.0.0-rc.10
redux	Global olarak veri tutabilmeyi sağlayan farklı sayfalarda bu verileri tekrar kullanabilmeyi sağlayan javascript kütüphanesidir.	^3.7.2
slim-select	Html select kutusunun arama opsiyonu olan javascript ile geliştirilmiş bir sınıfı.	^1.3.1
validatorjs	Html formlarda onaylama yapabilen kütüphane.	3.13.5

3.6. RENK KULLANIMI

Uygulama renklerine karar verilirken mümkün oldukça pastel tonlar tercih edilmiştir. Genel olarak kullanıcılar gün boyu bilgisayar başında oldukları için göz yormayan renkler kullanılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda gri, nötrleştirici renk olarak yaygın olarak kullanılır (Holzschlag, 2003). Uygulamanın arka planı tamamen gri olarak belirlenmiştir. Menü kısımdaki navigasyon adres değiştiren linklerin düğmeleri ise mavi olarak seçilmiştir. Gösterge panelinde bu linklere geçişler yeşil, sarı, turuncu, mor gibi ilgi çekici farklı renklerle yapılmıştır. Başlık ve paragraf fontları ise görünümü kolay olması açısından siyah olarak

seçilmiştir. Bunun haricinde kalan form girdileri beyaz arka plana sahiptir. Form girdilerinin sahip olduğu uyarılar kırmızı rengindedir. Sistem uyarıları sırasıyla başarılı ise yeşil, bilgilendirme ise turuncu, uyarı ise kırmızı renktedir. Tablolardaki gri koyu geçiş ve tablo en üst satırının açık mavi kullanımı uygulamada bütüne uyum sağlaması için tercih edilmiştir.

3.7. SİSTEM TESTLERİ

Tezin bu bölümü belirtilen şartların uygun şekilde uygulandığını ve amaçlarına uygun olarak çalışıp çalışmadığını belirlemek için geliştirilen LBYS çalışmalarını tanımlamak ve performanslarını belgelemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu bölümde ele alınacak test vakaları, sadece en gereklilerini kapsayacaktır. Sistem, kullanıcı arayüzünün grafiksel arayüzün kullanımı ile sınırlandırıldığı bir şekilde uygulanmaktadır ve grafiksel arayüz sadece doğru şekilde çalışan elemanlar içermelidir ve kullanıcıya yanlış girilen değerleri göstermesi amaçlanmaktadır. Test hedefleri arasında kullanıcı oturum açma ve çıkış işlevi, veri tabanına veri eklemeyi ve silmeyi içeren işlemler, depolama yönetim sistemine dosya yükleme işlevselliği, klasörleri oluşturma, silme, yeniden adlandırma ve taşıma işlevleri, bulut bilişim depolama ve yönetim sistemi işlevselliği arasında senkronizasyon bulunmaktadır.

3.7.1. Test Kaynağı Özellikleri

Sistemin kullanıcı testi aşağıda listelenen özelliklerde bir bilgisayar kullanılarak sağlanmıştır.

- İşlemci Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.50GHz, 2712 Mhz, 2 Çekirdek, 4 Mantıksal İşlemci
- Yüklü Fiziksel Bellek (RAM) 8,00 GB
- Hard Disk: SanDisk 256GB SSD
- İşletim Sistemi: Microsoft Windows 10 Home Single Language
- Kullanılan tarayıcılar: Google Chrome 67.0.3396.87 (Resmi Derleme) (64 bit) Sürümü, Microsoft Edge 42.17134.1.0 ve Mozilla Firefox 42.17134.1.0

3.7.2. Test Senaryoları

Test senaryolarının önem dereceleri kritik yüksek ortalama ve düşük olarak dört farklı kategoride ayrılan bir yöntemdedir.

Tablo 3.6: Test senaryoları.

Senaryo Numarası	Gereksinim Uyumu	Senaryo Açıklaması	Önem Derecesi
TS1	Kimlik Doğrulama	Sisteme kayıt olunabildiğini ve süreçlerini doğrulayın.	Kritik
TS2	Kimlik Doğrulama	Sisteme giriş yapılabildiğini doğrulayın.	Kritik
TS3	Kimlik Doğrulama	Sistemden ayrılmanıza izin verip vermediğini kontrol edin.	Kritik
TS4	Kimlik Doğrulama	Şifre unuttum işlemlerini kontrol edin.	Kritik
TS5	Laboratuvar	Gösterge panelindeki değerleri kontrol edin.	Ortalama
TS6	Kullanıcı Ayarları	Kullanıcıya ait ayarları görüntüleyebilmeyi denetleyin.	Kritik
TS7	Kullanıcı Ayarları	Kullanıcıya ait ayarlarının güncellemesi işlemini kontrol edin.	Kritik
TS8	Proje Yönetimi	Projenin detayları görüntüleniyor mu kontrol edin.	Kritik
TS9	Proje Yönetimi	Yeni proje oluşturabilmeyi doğrulayın.	Kritik
TS10	Proje Yönetimi	Proje dosyası güncelleyebilmeyi doğrulayın	Kritik
TS11	Proje Yönetimi	Proje başlığını değiştirebilmeyi doğrulayın.	Kritik
TS12	Proje Yönetimi	Projeleri önemli tarihlere ve teslim tarihine göre sıralayabilmeyi doğrulayın.	Ortalama
TS13	Proje Yönetimi	Projeleri adlarına göre arayabilmeyi doğrulayın.	Ortalama
TS14	Proje Yönetimi	Proje eklerini denetlemeyi kontrol edin.	Kritik

Tablo 3.6 (devam): Test senaryoları.

TS15	Proje Yönetimi	Proje için araştırma yapılan literatür linklerinin düzenlenebilir olmasını kontrol edin.	Kritik
TS16	Proje Yönetimi	Proje teslim tarihinin değişebilir olmasını denetleyin.	Kritik
TS17	Proje Yönetimi	Proje özetinin güncellenebilir olmasını denetleyin.	Yüksek
TS18	Görev Yönetimi	Görevlerin doğru listelendiğinden emin olun.	Yüksek
TS19	Görev Yönetimi	Görevlerin güncellemesinin yapılabildiğini kontrol edin.	Yüksek
TS20	Görev Yönetimi	Görevlerin silinebilmesini denetleyin.	Yüksek
TS21	Görev Yönetimi	Yeni görev eklemeyi denetleyin.	Yüksek
TS22	Deney Yönetimi	Deneylerin doğru listelendiğinden emin olun.	Yüksek
TS23	Deney Yönetimi	Yeni deney oluşturulabilmeyi kontrol edin.	Yüksek
TS24	Deney Yönetimi	Deney başlığının değiştirilebildiğini kontrol edin.	Yüksek
TS25	Deney Yönetimi	Deney defterinin güncellenebilir olmasını denetleyin.	Yüksek
TS26	Deney Yönetimi	Deney ekipmanlarının güncellenebilir olmasını kontrol edin.	Kritik
TS27	Deney Yönetimi	Deney durumunun değiştirilebildiğini kontrol edin.	Ortalama
TS28	Ekipman Yönetimi	Ekipmanların doğru listelendiğinden emin olun.	Yüksek

Tablo 3.6 (devam): Test senaryoları.

TS29	Ekipman Yönetimi	Ekipmanların özelliklerinin güncellenebildiğini denetleyin.	Yüksek
TS30	Ekipman Yönetimi	Ekipmanların silinebildiğini kontrol edin.	Yüksek
TS31	Ekipman Yönetimi	Yeni ekipman eklenmesini kontrol edin.	Yüksek
TS32	Kullanıcı Yönetimi	Kullanıcıların doğru listelendiğinden emin olun.	Kritik
TS33	Kullanıcı Yönetimi	Kullanıcı aramanın, kullanıcıların durumuna göre olmasını test edin.	Ortalama
TS34	Kullanıcı Yönetimi	Kullanıcı durumlarının değiştirilebilir olduğunu kontrol edin.	Kritik

4. BULGULAR

Temel bilimlerde akademik alanda araştırma yapan laboratuvarların günümüz problemlerine çözüm bulmayı amaçlayan bu sistemin geliştirilmesi sırasında belirli bulgulara ulaşılmıştır.

Geliştirme sırasında oluşturulan sistemin ekran görüntüleri bulgularda ve <https://lbys.istanbul.edu.tr> adresinde sistemin kendisi yer almaktadır. Laboratuvara ait proje yönetimi tamamlanmış, yeni projeler eklenebilir düzenlenebilir hale getirilmiştir. Malzeme takibi yapılacak geliştirilme tamamlanmıştır. Görev ve deney takibi yapılabilen kısım geliştirilmiştir. Tezin bulgular kısmında sistemin işlevselliği, kullanıcı ekran görüntüleri ve test vakaları detaylı olarak incelenmiştir.

4.1. SİSTEMİN İŞLEVSELLİĞİ

Tüm uygulama geliştirilmesi proje analizine ve laboratuvarın işlevsel gereksinimlerine göre tamamlanmıştır. Bu işlevsellikler altı farklı ana başlıkta Tablo 4.1’de açıklanmıştır.

Tablo 4.1: Sistem işlevselliği bulguları.

No	İşlevsellik	Açıklama
1	Proje Yönetimi	Laboratuvara ait araştırma projelerin kontrolü yapılmaktadır. Ekip seçimi ve proje yöneticisi bulunmaktadır. Belirlenen önemli tarihler ve başlangıç ve teslim tarihleri ile insan etkileşimi ve uyarıları gerçekleşmektedir. Bütçelerin tutulduğu, proje türlerinin belirlendiği ve proje eklerinin proje dosyasıyla birlikte sunucuda depolandığı bir yönetim sistemi geliştirilmiştir. Bunlara ek olarak literatür araştırması sırasında internet üzerinde bulunan akademik araştırmaların adresleri de proje sayfasında yer alabilmektedir.
2	Ekipman Takibi	Laboratuvarda bulunan demirbaşların ve deneyler sırasında kullanılan malzemelerin stok takibi yapılabilmektedir.
3	Görev Takibi	Laboratuvar sorumluları ve yöneticileri tarafından öğrencilere atanacak görevlerin kontrolü sağlanmaktadır.
4	Deney Takibi	Laboratuvarda hem projelere bağımlı hem de bağımsız olarak yapılan deneylerin malzemeler ve kullanıcılar bağlantılı olarak yönetimi yapılabilmektedir.
5	Kullanıcı Veri tabanı	Laboratuvara ait kullanıcıların iletişim bilgilerinin bulunduğu ve aktif veya pasif olarak kullanımlarının değiştirilebildiği bir panel oluşturulmuştur.
6	Etik Kurullar	Proje bağlantılı alınan etik kurul sonuçlarının raporlanması.

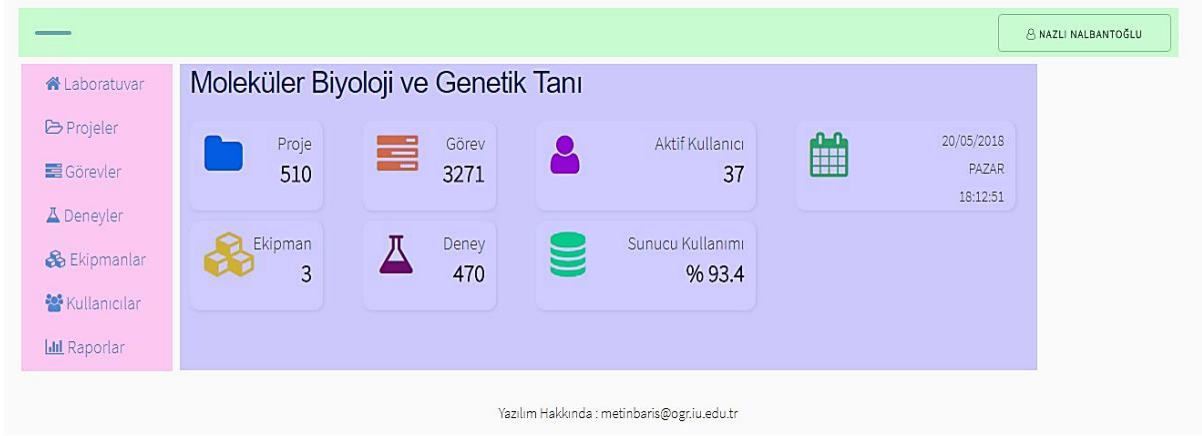
4.2. KULLANICI EKРАН GÖRÜNTÜLERİ

Farklı tarayıcılarda ve farklı cihazların kullanımına açık olan sistem herkesin kullanımına uygun olması için ekran genişliklerine göre uyarlanmıştır. Şekil 4.1’de sisteme yapılacak girişin bulunduğu ana formlar gösterilmiştir. Aşağıdaki mavi renkli kısımlardan sisteme yeni kayıt ve şifresini unutanlar için şifre oluşturucu işlemler yapılabilmektedir. Gösterge paneli oluşturulmuş navigasyon tasarımı yapılmıştır. Ekranın sol üstünde yer alan kolay navigasyon erişimi sayesinde kullanıcılar sistemde rahatlıkla gezebilmektedir.



Şekil 4.1: Sistem giriş modülü.

Genel olarak uygulama üç farklı bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan yeşil ile gösterilen üst kısım navigasyon menüye erişim ve profil bilgilerinin bulunduğu sistemden çıkış yapılabilen kısımdır. Şekil 4.2’de sol tarafta kırmızı ile belirtilen kısım uygulamanın navigasyonu olarak geçer sol üstteki 3 çizgi düğmesine tıklandığında erişilir hale gelir ve istenirse aynı düğme ile kapanabilir. Şekil 4.2’de arayüz bloklar halinde görülmektedir. Mobil görünüme ait ekran görüntüleri 375 x 667 piksel’lik tarayıcı simülatörü ile alınmıştır. Şekil 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5’te sistemin test verileri ile görünümünün ekran görüntüsü bulunmaktadır. Gelecekte buradaki veriler laboratuvarın girdiği veriler ile değişecektir.



Şekil 4.2: Bloklar halinde gösterge panelinde ara yüz görünümü.



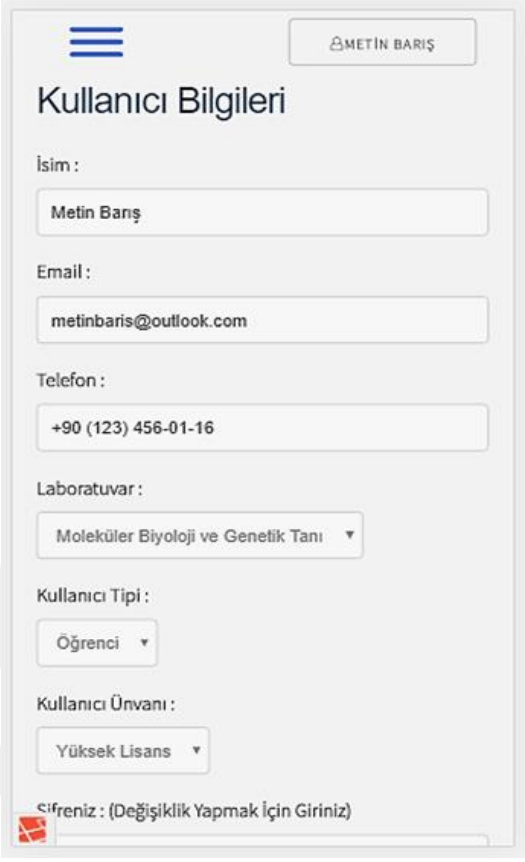
Şekil 4.3: Uygulamada proje tabloları görünümü.

Başlık	Proje Türü	Proje Kodu	Proje Ekibi	Önemli Tarihler	Proje Teslim T
			• Arş. Grv. Çağın Abacı	• 4 ay önce : Ex recusandae architecto est hic. Thursday, 11 January 2018	2019
Qui occaecati porro dolor cumque qui.	9	1083	• Prof. Nazlı Nalbantoğlu • Emir Durmaz • Ada Topaloğlu • YL Öğr. Barlas Öge • Sinem Öymen	• 2 ay sonra : Et quis amet nostrum quas omnis sint. Sunday, 12 August 2018 • 2 ay sonra : Tempora iusto tempora sint quisquam aut. Sunday, 12 August 2018	1 yıl sonra Wednesday, 22 May 2019
Qui necessitatibus rerum ut veritatis.	3	1506	• Prof. Nazlı Nalbantoğlu • Dr. Öğr. Şahnur Egeli • Doç. Dr. Emel Okur • Doç. Dr. Ada Denkel • Dr. Öğr. İrem Özdenak	• 3 ay sonra : Magni quo non esse minima. Thursday, 13 September 2018 • 3 ay sonra : Iste et et dolore illum voluptatem perspiciatis illum. Thursday, 13 September 2018	1 yıl sonra Sunday, 02 June 2019

Şekil 4.4: Navigasyon bloğu kapalıyken tablo görünümü.

METİN BARIŞ
 Projeler + Q Proje Ara
 Proje Adı Giriniz
 Proje Durumu (Tümü)
 ARA
 Başlık
 Labore voluptatem deleniti amet et qui.
 Dolor libero et facilis quaerat libero qui porro.

Şekil 4.5: Projeler sayfası mobil görünüm.



The image shows a mobile user settings page titled "Kullanıcı Bilgileri". At the top left is a hamburger menu icon, and at the top right is a user profile button labeled "METİN BARIŞ". The form contains the following fields:

- İsim :** A text input field containing "Metin Barış".
- Email :** A text input field containing "metinbaris@outlook.com".
- Telefon :** A text input field containing "+90 (123) 456-01-16".
- Laboratuvar :** A dropdown menu with the selected option "Moleküler Biyoloji ve Genetik Tanı".
- Kullanıcı Tipi :** A dropdown menu with the selected option "Öğrenci".
- Kullanıcı Ünvanı :** A dropdown menu with the selected option "Yüksek Lisans".
- Sifreniz : (Değişiklik Yapmak İçin Giriniz)** A password input field with a red square icon on the left.

Şekil 4.6: Kullanıcı ayarları sayfası mobil görünüm.

4.3. TEST VAKALARI

Google Chrome, Microsoft Edge ve Mozilla Firefox üzerinden verilen vakalara göre manuel olarak fonksiyonlar test edilmiştir.

Tablo 4.2: Test bulguları.

Test Vaka Nosu	Neyi Test Ediyoruz	Test Edilmeden Önce Ne Yapılmalı	Test Adımları	Beklenen Sonuç	Sonuç
TS1	Sisteme kayıt olabilmeyi	Yeni kayıt sayfası açılmalıdır. /register	İsim, email, şifre, telefon ve kullanıcı tipi girilerek yeni kayıt oluştur butonuna basılmalıdır.	Onay emaili laboratuvar yöneticisine gitmeli ve laboratuvar yöneticisi onayından sonra sisteme kayıt alınmalıdır.	Geçerli
TS2	Kullanıcı Girişi	Tarayıcı açılmalı ve giriş sayfasına gidilmelidir	Sayfada görülen kutucuklara email ve şifre girilmelidir.	Sisteme giriş başarıyla yapıldı.	Geçerli
TS3	Kullanıcı Çıkışı	Sisteme giriş yapılmalı	Üst navigasyonda oturumu kapat kutucuğuna tıklanmalıdır.	Sistemden çıkış başarıyla yapıldı.	Geçerli

Tablo 4.2 (devam): Test bulguları.

TS4	Şifremi Unuttum	Kimlik doğrulama sayfası açılmalı ve şifremi unuttum kısmına gelinmelidir /password-reset	Email kutucuğuna email girilip, yeni şifre talebi butonuna basılmalıdır.	Girilen emaile gelecek işlemde sonra şifreyi yenileme sayfasına yönlendirilen kullanıcı buraya tekrar yeni şifresini yazıp değiştirebilmelidir.	Geçerli
TS5	Gösterge Paneli	Giriş yapıldıktan sonraki sayfaya gidilmelidir /home	Açılan sayfadaki sayısal değerler ile veri tabanındaki değerler kontrol edilmelidir.	Veri tabanındaki değerler ekrana doğru yansıtılmalıdır.	Geçerli
TS6	Kullanıcı Ayarları Sayfası	Üst navigasyondan kullanıcı ayarları sayfasına yönlenebilir /user-settings	Açılan sayfadaki değerler ile veri tabanındaki değerler kontrol edilmelidir.	Veri tabanındaki değerler ekrana doğru yansıtılmalıdır.	Geçerli

Tablo 4.2 (devam): Test bulguları.

TS7	Kullanıcı Ayarlarını Güncelleme	Kullanıcı ayarları sayfası açılmalı /user-settings	Değiştirilmek istenen, isim, email, telefon, unvan, şifre gibi bilgiler input olarak değiştirilmeli ve bilgilerimi güncelle butonuna basılmalıdır.	Veri tabanındaki değerler ekrana doğru yansıtılmalıdır.	Geçerli
TS8	Proje Detaylarını Görüntüleme	Laboratuvar projesinin kendine ait sayfası açılmalıdır /projects/{slug}	Açılan sayfadaki değerler ile veri tabanındaki değerler kontrol edilmelidir.	Görüntülenen değerler ile veri tabanındaki değerler birbirine uymalıdır.	Geçerli
TS9	Yeni proje oluşturmayı kontrol edin.	Yeni proje yaratma sayfası açılmalıdır /create-project	Proje başlığı, proje sorumluları danışmanları ve proje yöneticisi girilip yeni proje oluştur butonuna basılmalıdır.	Girilen değerler doğrultusunda veri tabanındaki değerler değişmelidir ve başarılı mesajı görülmelidir.	Geçerli

Tablo 4.2 (devam): Test bulguları.

TS10	Proje dosyasını güncelleme yi doğrulayın	Laboratuvar projesinin kendine ait sayfası açılmalıdır /projects/{slug}	Proje çalışma dosyasını güncelle butonuna basılmalıdır ve docx dosyası eklenmelidir.	Girilen dosya ile depolama alanındaki dosya değiştirilmelidir eski versiyon saklanacaktır.	Geçerli
TS11	Proje başlığını değiştirebil meyi doğrulayın	Laboratuvar projesinin kendine ait sayfası açılmalıdır /projects/{slug}	Proje başlığı verilen input ile değiştirip düzenle butonuna basılmalıdır.	Veri tabanında proje başlığı değişir ve proje dosyasının docx uzantılı adı buna uygun olarak güncellenir ve sistem mesajı olarak güncellendi görülür.	Geçerli
TS12	Projeleri önemli tarihlere ve teslim tarihine göre sıralanması nı kontrol edin.	Proje listeleme sayfası açılmalı ve sırala butonuna basılıp filtrelenecek sıralamalar belirlenmelidir. /projects	Artan ya da azalan olarak önemli tarihler veya teslim tarihleri seçilip sıralama tuşuna basılmalıdır.	Sıralama yapıldıktan sonra veri tabanındaki tarihler iler karşılaştırılma yapılmalıdır.	Geçerli

Tablo 4.2 (devam): Test bulguları.

TS13	Projeleri başlığına göre aramak	Proje listeleme sayfası açılmalı ve arama modülü çalıştırılmalıdır. /projects	Girilen proje başlığına göre ara butonuna basılmalıdır.	Başlığına göre aranan proje bulunmalıdır.	Geçerli
TS14	Proje eklerini kontrol edin	Laboratuvar projesinin kendine ait sayfası açılmalıdır /projects/{slug}	Proje eklerini düzenle butonuna tıkladıktan sonra başlığı girilip yeni ek dosya(pdf) eklenmelidir.	Yeni proje eki oluşturulabilmeli, pdf dosyası sisteme yüklenebilmeli ve başarılı mesajı görülmelidir.	Geçerli
TS15	Proje literatür linklerini kontrol edin	Laboratuvar projesinin kendine ait sayfası açılmalıdır /projects/{slug}	Proje literatür düzenle butonuna basıldıktan sonra başlık girilip dosya adresi yazılmalı ve yazar, yayın tarihi girildikten sonra lekle butonuna tıklanmalıdır.	Yeni literatür eklenebilmeli ve veri tabanına değerler girilebilmelidir. Başarılı mesajı ile desteklenecektir.	Geçerli

Tablo 4.2 (devam): Test bulguları.

TS16	Proje teslim tarihi kontrol edin	Laboratuvar projesinin kendine ait sayfası açılmalıdır <code>/projects/{slug}</code>	Proje teslim tarihini düzenle butonuna basıldıktan sonra tarih güncellenip proje teslim tarihini güncelle butonuna basılmalıdır.	Proje teslim tarihini güncelle butonuna basıldıktan sonra laboratuvar yöneticisine gönderilen email onayından sonra teslim tarihi güncellenmelidir.	Geçerli
TS17	Proje özetinin güncellenebilir olmasını denetleyin	Laboratuvar projesinin kendine ait sayfası açılmalıdır <code>/projects/{slug}</code>	Proje özetini düzelt butonuna tıklanıp özet değeri değiştirilip projenin özetini güncelle butonuna tıklanmalıdır.	Proje özeti güncellendi mesajı görülmeli ve veri tabanındaki özet sütunu değişmelidir.	Geçerli
TS18	Görev listelemesini kontrol edin.	Görevler sayfasına gidilmelidir <code>/duties</code>	Görevlerin doğru listelendiğinde emin olunmalıdır.	Veri tabanına göre ekrana basılan görevlerin tarihlere göre sıralaması doğrulanmalıdır.	Geçerli

Tablo 4.2 (devam): Test bulguları.

TS19	Görev güncelleme sini kontrol edin.	Görevler sayfasına gidilmelidir /duties	Değiştirilmek istenen görevin yanındaki görevi düzenle butonuna basılıp yeni değerler girilmelidir.	Görevi güncelle butonuna bastıktan sonra sistem başarılı mesajını görecektir. Veri tabanındaki değerler ile istenen değerlerin uyumlu olması gereklidir.	Geçerli
TS20	Görevlerin silinebilir olmasını kontrol edin.	Görevler sayfasına gidilmelidir /duties	Silinmek istenen görevin yanındaki görevi sil butonuna basılmalıdır.	Sil butonuna bastıktan sonra sistem başarılı mesajını görecektir. Veri tabanından istenen görev kalkmalıdır.	Geçerli
TS21	Yeni görev oluşturabilmeyi kontrol edin.	Görev oluştur sayfasına gidilmelidir. / create-duty	Başlık, görev sorumluları, içerik görev teslim tarihi ve proje bağlantısı girilip yeni görev oluştur butonuna basılmalıdır.	Sistem başarılı mesajı görülmesi gereklidir. Görev verilen kullanıcılara bilgilendirme maili gitmelidir.	Geçerli

Tablo 4.2 (devam): Test bulguları.

TS22	Deney listelemesini kontrol edin.	Deneyler sayfasına gidilmelidir /experiments	Deneylerin doğru listelendiğinde emin olunmalıdır.	Veri tabanına göre ekrana basılan görevlerin tarihlere göre sıralaması doğrulanmalıdır.	Geçerli
TS23	Yeni deney oluşturmayı kontrol edin	Yeni deney oluşturma sayfası açılmalıdır. / create-experiment	Başlığı açıklaması ve deney sorumluları girilen proje bağlantısı ve kullanılacak cihaz ve sarf malzemeler seçilmeli ve yeni deney oluştur butonuna basılmalıdır.	Yeni deney oluştur butonuna basıldıktan sonra, veri tabanındaki değerler güncellenecektir. Stok takibini etkileyecek bu işlemden sonra veri tabanındaki malzeme sayıları kontrol edilmelidir. Yeşil sistem başarılı mesajı görülmelidir.	Geçerli
TS24	Deney başlığının değiştirilebildiğini kontrol edin.	Deneye ait sayfa açılmalıdır. /experiment/{experiment-slug}	Deney başlığını düzenle butonuna basılmalıdır. Açılan kutucukta yeni değe onaylanmalıdır.	Sistem başarılı mesajı görülmeli ve deney başlığının veri tabanındaki değerinin değiştiğinden emin olunmalıdır.	Geçerli

Tablo 4.2 (devam): Test bulguları.

TS25	Deney defterini güncelleme yi kontrol edin.	Deneye ait sayfa açılmalıdır. /experiment/{experiment-slug}	Deney defterini düzenle butonuna basılmalıdır. Açılan kutucuğa yeni değer girilmeli ve deney başlığını düzenle butonuna basılmalıdır.	Sistem başarılı mesajı görülmeli ve deney defterinin veri tabanındaki değerinin değiştiğinden emin olunmalıdır.	Geçerli
TS26	Deney ekipmanlarının güncellenen bilmesini kontrol edin.	Deneye ait sayfa açılmalıdır. /experiment/{experiment-slug}	Deney ekipmanlarını düzenle butonuna basılmalıdır.	Sistem başarılı mesajı görülmeli ve deney ekipmanlarının veri tabanındaki sayıları kontrol edilmelidir.	Geçerli
TS27	Deney durumunun güncellenen bildiğini kontrol edin.	Deneye ait sayfa açılmalıdır. /experiment/{experiment-slug}	Deney durumunu düzenleye basılmalı, deney durumu seçilmeli ve güncellenmelidir.	Sistem başarılı mesajı görülmeli ve deney durumunun veri tabanındaki değeri kontrol edilmelidir.	Geçerli

Tablo 4.2 (devam): Test bulguları.

TS28	Ekipmanların doğru listelendiğinden emin olunur.	Ekipman listeme sayfası açılır. /equipment	Ekipman türü, açıklaması adeti gibi değerlerin veri tabanı ile karşılaştırılması yapılmalıdır.	Sıralama doğru ve veri tabanındaki değerler ile uyuşmalıdır.	Geçerli
TS29	Ekipmanların özelliklerini güncelleyebilme.	Ekipman listeme sayfası açılır. /equipment	Ekipman güncelleme butonuna tıkladıktan sonra özellikleri değiştirilerek yeşil güncelle butonuna basılır.	Sistem başarılı mesajı görülmeli ve veri tabanındaki değerler değişmelidir.	Geçerli
TS30	Ekipman silme.	Ekipman listeme sayfası açılır. /equipment	Ekipmanı güncelleme butonuna tıkladıktan sonra sil butonuna basılır.	Sistem başarılı mesajı görülmeli ve veri tabanındaki değer silinmelidir.	Geçerli

Tablo 4.2 (devam): Test bulguları.

TS31	Yeni ekipman ekleyebilme	Yeni ekipman ekleme sayfası açılmalıdır. /create-equipment	Ekipman adı, türü, açıklaması, adeti, malzeme ise kalan uyarı sayısı, satın alma ve son kullanma tarihi gibi özellikler verilen inputlara girilerek yeni ekipman ekle butonuna tıklanılır.	Sistem başarılı mesajı görülerek veri tabanındaki ekipman ve malzeme sayısı değiştiğinden emin olunmalıdır.	Geçerli
TS32	Kullanıcıların doğru listelendiğinden emin olun	Kullanıcı listeleme sayfasına gidin /users	Kullanıcı türü, emaili, durumu gibi değerlerin veri tabanı ile karşılaştırılması yapılmalıdır.	Veri tabanındaki değerler ile kullanıcı değerleri eşleşmelidir ve doğru sıralandığından emin olunmalıdır.	Geçerli
TS33	Kullanıcı arayabilmeyi kontrol edin	Kullanıcı listeleme sayfasına gidin /users	Kullanıcı arama butonuna basın isim yazarak kullanıcıları listeleyin.	Aranan kullanıcı bulunmalıdır ve filtrelenmelidir.	Geçerli

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bir işletmede envanter yönetimi, insan kaynağı yönetimi, finans yönetimi gibi bir çok temel fonksiyonunu yönetmek için bilgi sistemlerinden yararlanılmaktadır. Laboratuvarlar da adeta küçük bir işletme olarak çalışmaktadır. Bu nedenle stok takibi, proje yönetimi, insan kaynağı, iş takibi gibi alanlarda çağın gereklerine uygun olarak çok amaçlı, problem çözücü ve günlük işlerini kolaylaştırıcı web tabanlı sistemler kullanılmaktadırlar.

Bu tez çalışmasında akademik alanda araştırma yapan laboratuvarların yönetsel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla web tabanlı Laboratuvar Bilgi Yönetim Sistemi (LBYS) geliştirilmiştir. Sistem geliştirilirken çevik yazılım metodolojisi kullanılmıştır. Çevik yazılımın felsefesinde belirtildiği üzere bireyler ve ilişkiler, araçlar ve süreçlerden ön planda yer almaktadır (Beck ve diğ., 2001). Bu felsefe göz önünde bulundurularak bireyler arasındaki ilişkileri kuvvetlendirmek amacıyla arada tüm ekibin katılımıyla toplantılar yapılmıştır. Bilgi aktarımı açısından yararlı olduğu görülmüş ve bu toplantılar diğer yazılım geliştirmeleri için önerilmektedir.

Principe ve Yoon (2015) kullanıcı etkileşimi olan web tabanlı sistemlerde MVC yazılım mimarisi şablonunun kullanılmasının ideal olduğunu belirtmiştir. Bu yazılım mimarisinde kurulmuş Laravel kütüphanesi tez uygulamasının devamlılığı ve sürdürülebilirliği açısından faydalı bir yön yakalanılacağına inanıldığı için kullanılmıştır. Bu tez sonucunda aynı şekilde kullanıcı etkileşimli web tabanlı sistemler için MVC destekleyen bir kütüphaneye birlikte kullanılması önerilmektedir. Kullanılan kütüphane sayesinde işlevsellikler ve yazılımdaki sınıflar kolay bulunabilecek bir biçimde dosyalanmıştır.

Web geliştiriciler açısından esnek web tasarımının (*Responsive*) birçok farklı ölçekli cihaz için uyumluluk sağladığı Kumar (2018) çalışmasında belirtilmiştir. Bu tez çalışmasında bir stil şablon ön işlemcisi ile, arayüzünün kullanım kolaylığının artırılmıştır. Farklı cihazlarda kullanılacak yazılım uygulamalarında Kumar'ın çalışmasında da görüldüğü gibi esnek web tasarımının uygulanması tavsiye edilmektedir.

Sistem kullanıcılarının LBYS'yi sadece laboratuvardan değil, laboratuvarda bulunmadıkları zamanlarda da kullanabilmesi, laboratuvarın yönetiminin işleyişine daha hızlı çözüm sağlamaktadır. Laboratuvarın gereksinim analizi sırasında belirlenen proje yönetimi, ekipman takibi, görev takibi, deney takibi, kullanıcı veri tabanı, raporlama gibi gereksinimleri tez

kapsamında geliştirilen LBYS ile karşılandığı düşünülmektedir. Araştırmanın zaman kısıtlamalarından dolayı şimdilik sadece İstanbul Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü için pilot uygulama olarak geliştirilen bu LBYS, son kullanıcılarının testlerinden sonra yeni versiyonları ile geliştirilmeye devam edilmesi planlanmaktadır. İstanbul Üniversitesi'ndeki diğer laboratuvarın kullanımlarına açılabilmesi olası tartışma konusudur. Bu da uygulamanın kapsamını ve ölçeklendirilmesini arttırabilecek bir özelliktir. Sonuç olarak geliştirilen LBYS'nin İstanbul Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü'ndeki günlük problemlerini azaltacağı, veri kayıplarını ortadan kaldıracacağı, insan etkileşimlerini iyileştireceği, enerji tüketimini ve maliyetleri azaltacağı beklenmektedir.

Web tabanlı kullanılan kütüphaneler zamanla hızla gelişmek ve değişmektedir. Bu nedenle, kısa zaman sonra benzer yeni bir araştırma yapılacak olunursa eğer, araştırmacının sıfırdan bir ürün geliştirmesinden ziyade ortaya çıkan bu ürününün versiyonlarını geliştirmesi ve üzerine yeni işlevsellikler eklemesi zaman tasarrufu sağlaması maksadıyla tavsiye edilmektedir. Tez kapsamında modüler yapıda geliştirilen LBYS'nin gelecek çalışmalarda, ihtiyaca göre entegre edilerek diğer araştırma laboratuvarları tarafından da kullanabilmesi mümkündür.

KAYNAKLAR

- Bean, M., 2015, *Laravel 5 Essentials*, Packt Publishing Ltd, Livery Place, Birmingham, ISBN: 978-1-78528-301-7.
- Beck, K., Beedle, M. ve diğ., 2001, *Manifesto for agile software development*, <https://agilemanifesto.org>, [Ziyaret tarihi: 05 Haziran 2019].
- Belachew, D.L., Terzer-Wassmuth, S. ve diğ., 2018, *Tritium Information Management System (TRIMS)*.
- Bentley D, 1999, *Analysis of a Laboratory Information Management System*, https://www.umsl.edu/~sauterv/analysis/LIMS_example.html, [Ziyaret tarihi: 05 Haziran 2019].
- Bianchi, V., Ceol, A., ve diğ., 2016, Integrated systems for NGS data management and analysis: open issues and available solutions, *Frontiers in genetics*, 7, 3-5.
- Budd, J., Warnick W ve diğ., 1988, A Medical Information Relational Database System (MIRDS), *Computers and Biomedical Research*, 21 (5), 419-433.
- Chaudhary, M. ve Kumar, A., 2014, *PhpStorm Cookbook*, Packt Publishing Ltd., Livery Place, Birmingham, ISBN: 978-1-78217-387-8.
- Curran K., 2019, *Living in the brave new genomic era*, <https://www.risingtidebio.com/review-dna-genetic-testing/>, [Ziyaret tarihi: 04 Haziran 2019].
- Çağındı, Ö. ve Ötleş, S., 2004, Importance of laboratory information management systems (LIMS) software for food processing factories, *Journal of food engineering*, 65.4, 566-568.
- Davey, B. ve Tatnall, A., 2002, Tools for client server computing, *Proceedings, 1996 International Conference Software Engineering: Education and Practice*, 24-27 January 1996, New Zealand, Dunedin, IEEE, 280-285.
- Douglas S., 2018, *All active LIMS vendors*, https://www.limswiki.org/index.php/LIMS_vendor, [Ziyaret tarihi: 20 Şubat 2018].
- Ferguson, R., 2019, *JavaScript and Client-Side Development*, *Beginning JavaScript*, In: Ferguson R. (ed.), 9, Apress, Berkeley, CA, ISBN: 978-1-4842-4395-4, 99-119.
- FitSM, 2016, *Standards for lightweight IT service management, Part 0: Overview and vocabulary*, https://fitsm.itemo.org/wp-content/uploads/sites/3/2018/05/FitSM-0_Overview_and_vocabulary.pdf [Ziyaret tarihi: 25 Haziran 2018].
- Fedosejev, A., 2015, *React.js Essentials*, Packt Publishing Ltd., Livery Place, Birmingham, ISBN: 978-1-78355-162-0.

- Freeman, A., 2019, *Understanding React*, Pro React 16, In: Freeman A. (ed.), Chapter 2, Apress, Berkeley, CA, ISBN: 978-1-4842-4451-7, 31-36.
- Gackenheimer, C., 2015, *What Is React*, Introduction To React, In: Gackenheimer, C. (ed.), Chapter 1, Apress, Berkeley, CA, ISBN: 978-1-4842-1246-2, 1-20.
- Garlan, D. ve Shaw, M., 1993, *An Introduction To Software Architecture*, Advances In Software Engineering And Engineering, World Scientific, New Jersey, USA, ISBN: 978-981-02-1594-1, 1-33.
- Gibbon, G.A., 1996, *A brief history of LIMS*. Laboratory Automation & Information Management, Elsevier, Chapter 1,2, Pittsburgh, PA, USA, ISBN:, 1-5.
- Grand View Research, 2018, *Laboratory Information Management System (LIMS) Market Analysis Report By Product (Web hosted, Cloud based, On Premise), By Component, By End Use (Life Sciences, CRO), And Segment Forecasts*, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/laboratory-information-management-system-lims-market/methodology>, [Ziyaret tarihi: 6 Haziran 2019].
- Grimes, S. ve Ji, H., 2014, MendeLIMS: a web-based laboratory information management system for clinical genome sequencing, *BMC bioinformatics*, 15 (290), 100-108.
- Hajian, M., 2019, *Next Steps*, In Progressive Web Apps with Angular, In: Hajian, M. (ed.), Chapter 15, Apress, Berkeley, CA, ISBN: 978-1-4842-4448-7, 367-374.
- Holzschlag, M., 2003, *Color For Websites*, Rotovision, East Sussex, England, ISBN: 9782880465421.
- Hollingworth D, 2016, *The model-view-controller pattern*, <https://daveh.io/blog/the-model-view-controller-pattern/>, [Ziyaret tarihi: 9 Nisan 2019].
- Karlıdere, T. ve Kalıpsız, O., 2003, *Yazılım Mühendisliği Projelerinde Çevik Yaklaşımların Yeri*, http://www.emo.org.tr/ekler/39e76be5fe76133_ek.pdf, [Ziyaret tarihi: 10 Mart 2019].
- Kumar, P., 2018, Responsive web design: Future of web technology, *National Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 3(1), 494-496.
- Luong, Q., 2019, *Web application development with Reactjs framework; Case: Web application for an association*, Yüksek Lisans, Vaasan Ammattikorkeakoulu University Of Applied Sciences, Information Technology.
- Mallawaarachchi, V., 2017, *10 Common Software Architectural Patterns in a nutshell*, <https://towardsdatascience.com/10-common-software-architectural-patterns-in-a-nutshell-a0b47a1e9013> [Ziyaret tarihi: 30 Nisan 2018].
- Marani, F., 2019, *Adding CSS/JavaScript to Our Django Project*, Practical Django 2 and Channels 2, In: Marani F. (ed.), Chapter 5, Apress, Berkeley, CA, ISBN: 978-1-4842-4098-4, 179-203.

- Melo, A., Faria-Campos, A. ve diğ., 2010, SIGLa: an adaptable LIMS for multiple laboratories, *Proceedings of the 5th International Conference of the Brazilian Association for Bioinformatics and Computational Biology (X-meeting)*, 18-22 October 2009 Angra Dos Reis, RJ, Brazil, BMC Genomics, 18-22.
- Mullin, R., 2010, *Laboratory information management system software for small users makes maximum use of the internet*, <https://cen.acs.org/articles/88/i21/LIMS-Cloud.html>, [Ziyaret tarihi: 6 Şubat 2018].
- Parmar, V. ve Chen, S.S., 2003, XML access control for semantically related XML documents, *36th Annual Hawaii International Conference on System Science*, 6-9 January 2003 Big Island, HI, USA, USA, IEEE, ISBN: 0-7695-1874-5.
- Prasad, P.J. ve Bodhe, G.L., 2012, *Trends in laboratory information management system, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 118, 187-192.
- Principe, M. ve Yoon, D., 2015, A Web Application Using MVC Framework, *Proceedings of the International Conference on e-Learning, e-Business, Enterprise Information Systems, and e-Government (EEE)*, July 27-30, 2015 Las Vegas, Nevada, USA, WorldComp, 10.
- Reips, U.D., 2008, *How Internet-Mediated Research Changes Science*, Psychological aspects of cyberspace: theory, research, applications, In: Barak A. (ed.), Chapter 12, Cambridge University Press, New York, USA, ISBN: 978-0-521-87301-7, 268-295.
- Schmidt, D.C., Fayad, M. ve Johnson, R. E. 1996, Software Patterns, *Communications Of The Acm*, 39, 37-39.
- Sun, Y, 2019, *AppRun Development Environment*, Practical Application Development with AppRun, In: Sun, Y. (ed.), Chapter 2, Apress, Berkeley, CA, ISBN: 978-1-4842-4068-7, 23-43.
- Otwell, T., 2016, *Laravel, The PHP Framework For Web Artisans*, <https://laravel.com/docs/master>, [Ziyaret tarihi: 1 Şubat 2018].
- Wright J, 1999, *Vision, Venture, and Volunteers: 50 Years of History of the Pittsburgh*, Philadelphia, PA, USA, Chemical Heritage Foundation, ISBN: 0-941901-19-X, 100-133.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Metin Barış
Doğum Yeri	Altındağ / Ankara
Doğum Tarihi	06.10.1988
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	+90 530 525 01 11
E-Posta Adresi	metinbaris@outlook.com
Web Adresi	metinbaris.com



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Yeditepe Üniversitesi
Fakülte	Ticari Bilimler Fakültesi
Bölümü	Bilişim Sistemleri ve Teknolojileri
Mezuniyet Yılı	20.10.2014

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Enformatik Bölümü
Programı	Enformatik Bölümü

Makale ve Bildiriler	
<p>Ülker, D., Barış, M., Özen, Z. ve Kartal, E. (2018). CRM Yazılımı Seçiminde Kullanılmak Üzere Web Tabanlı Bir Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi. S. Gülseçen, Ç. Selçukcan Erol, Z. Ayvaz Reis ve M. Gezer (Ed.), Yönetim Bilişim Sistemlerinde Gündem içinde (1. bs., ss. 177-187). İstanbul: Çağlayan Kitabevi.</p>	