KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

WEB SİTELERİ İÇİN BİRLEŞİK WEB ERİŞİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME ÇERÇEVESİ ÖNERİSİ

ZEHRA ALTUNTAŞ

KOCAELİ 2020

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

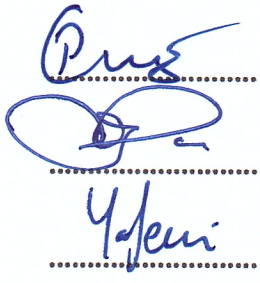
WEB SİTELERİ İÇİN BİRLEŞİK WEB ERİŞİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME ÇERÇEVESİ ÖNERİSİ

ZEHRA ALTUNTAŞ

Dr. Öğr. Üyesi Pınar ONAY DURDU
Danışman, Kocaeli Üniversitesi

Doç. Dr. Ahmet SAYAR
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Yasemin KARAGÜL
Jüri Üyesi, Doğuş Üniversitesi



Tezin Savunulduğu Tarih: 28.01.2020

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu çalışmada erişilebilirlik değerlendirme yöntemleri kullanılarak Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesi uygulaması tasarlanmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak geliştirilen Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesi uygulaması yardımıyla web sitelerinin erişilebilirlik değerlendirme süreçleri daha etkili yönetilip, analiz edilecektir.

Yüksek lisans eğitimimin her aşamasında beni bilgisi ve tecrübesi ile aydınlatan, bana yol gösteren ve yoğun çalışma temposuna rağmen desteğini hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer hocam Dr. Öğr. Üyesi Pınar ONAY DURDU'ya sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi iletmek isterim. Bilgi ve tecrübeleriyle çalışmama katkıda bulunan, tez savunmamda yer alan jüri üyeleri Sayın Doç. Dr. Ahmet SAYAR ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yasemin KARAGÜL'e çok teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili dostlarım Öğr. Gör. Samet DİRİ, Müh. Murat UZUN, Müh. Koray DUMAN ve Kocaeli Üniversitesi Yazılım Biriminde görev yapan değerli çalışma arkadaşlarıma, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyerek hayallerime ulaşmam için beni her zaman teşvik eden sevgili annem Zeynep YERLİKAYA, babam Muttalip YERLİKAYA ve kardeşim Dyt. Esra YERLİKAYA'ya sonsuz sevgi ve minnettarlıkla teşekkür ederim.

Ayrıca hayatımın her alanında desteği ile beni güçlendiren hayat arkadaşım, sevgili eşim Faruk ALTUNTAŞ'a sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi iletmek isterim.

Ocak – 2020 Zehra ALTUNTAŞ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vii
ÖZET viii
ABSTRACT ix
GİRİŞ 1
1. GENEL BİLGİLER 4
1.1. Tez Çalışmasının Amacı 4
1.2. Tez Çalışmasının Katkıları 4
1.3. Tezin Yapısı 5
2. ALAN YAZIN ARAŞTIRMASI 6
2.1. Erişilebilirlik 6
2.2. Erişilebilirlik Değerlendirme Kılavuzları (WCAG) 7
2.3. Erişilebilirlik Değerlendirme Yöntemleri 10
2.3.1. Otomatik değerlendirme yöntemi 10
2.3.2. Uzman temelli / Manuel değerlendirme yöntemi 11
2.3.3. Hibrit yöntemler 11
2.3.4. Kullanıcı testi 12
2.4. Bariyer Gezinti Yöntemi 12
2.5. Erişilebilirlik Değerlendirme Çalışmaları 13
2.6. Erişilebilirlik Değerlendirme Sistemleri 17
3. BİRLEŞİK WEB ERİŞİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME ÇERÇEVESİ 19
3.1. Araştırma Süreci 19
3.2. Alan Yazın Araştırması Fazı 20
3.3. Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesinin Tasarımı Fazı 20
3.4. Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesi Uygulamasının Geliştirilmesi Fazı 21
3.4.1. BWED çerçevesi uygulamasının bileşenleri 22
3.4.1.1. Achecker 23
3.4.1.2. Bariyer gezinti 26
3.4.2. BWED çerçevesi uygulama geliştirme ortamları 28
3.4.2.1. Adobe ColdFusion 29
3.4.2.2. MSSQL 29
3.4.2.3. HTML 29
3.4.2.4. JavaScript 30
3.4.2.5. XML 30
3.4.3. BWED çerçevesi uygulaması sistem mimarisi 31
3.4.3.1. Veri tabanı tasarımı 32
3.4.3.2. Ara yüz tasarımı 32
3.5. BWED Çerçevesi Uygulamasının Değerlendirilme Fazı 34

4. DEĞERLENDİRME BULGULARI 36
4.1. BWED Çerçevesi Uygulaması Performans Sonuçları 36
4.2. BWED Çerçevesi Uygulaması ile Gerçekleştirilen Değerlendirme Sonuçları 37
4.2.1. Üniversitelerin toplam erişilebilirlik hataları 37
4.2.2. Üniversitelerin erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönergelerine göre dağılımı 38
4.2.3. Üniversitelerin erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönerge maddelerine göre dağılımı 40
4.2.4. Üniversite erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik prensiplerine göre dağılımı 42
4.2.5. Üniversite erişilebilirlik hatalarının giderilmesi için yapılması gerekenler 43
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 48
5.1. Tez Çalışmasının Özeti 48
5.2. Önerilen Birleşik Web Erişilebilirliği Değerlendirme Çerçevesi ve Katkıları 50
5.3. Çalışmanın Kısıtları ve Gelecek Çalışma Önerileri 51
KAYNAKLAR 53
EKLER 60
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 110
ÖZGEÇMİŞ 111

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırma tasarımı 19
Şekil 3.2. Birleşik web erişilebilirlik değerlendirme (BWED) çerçevesi tasarımı 21
Şekil 3.3. BWED çerçevesi uygulaması sistem akış diyagramı 22
Şekil 3.4. Achecker API uygulaması doğrulama isteği örneği 24
Şekil 3.5. Achecker API web servisinden gelen başarılı rest cevabı örneği 24
Şekil 3.6. Achecker API web servisinden dönen hata mesajı örneği 26
Şekil 3.7. BWED çerçevesi uygulama geliştirme ortamları 28
Şekil 3.8. HTML kodu örneği 30
Şekil 3.9. Örnek HTML sayfası çıktısı 30
Şekil 3.10. XML veri formatı örneği 31
Şekil 3.11. Birleşik web erişilebilirlik değerlendirme çerçevesi sistem mimarisi 32
Şekil 3.12. Uygulamaya ait örnek ara yüz 33
Şekil 3.13. Uygulamanın sunduğu raporlara ait bir örnek 33
Şekil 4.1. Otomatik ve uzman temelli değerlendirmeye göre üniversitelerin tespit edilen toplam erişilebilirlik hata sayıları 37
Şekil 4.2. Otomatik ve uzman temelli değerlendirmeye göre üniversitelerin erişilebilirlik hatalarının WCAG düzeylerine göre dağılımı 38
Şekil 4.3. BG değerlendirme sonuçlarının gerçekleştirilen görevlere ve kullanıcı türlerine göre dağılımı 39
Şekil 4.4. Üniversitelerin erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönerge prensiplerine göre dağılımı 43
Şekil A.1. BWED çerçevesi kullanım durum diyagramı 61
Şekil C.1. BWED sistemine ait veri tabanı tasarımı şablonu 73
Şekil D.1. Ana giriş ekranı 82
Şekil D.2. Kullanıcı oturum açma ekranı 83
Şekil D.3. Yeni kullanıcı kaydı oluşturma ekranı 83
Şekil D.4. Sistemde kayıtlı e-posta uyarısı 84
Şekil D.5. Kullanıcı kaydı hata mesajı 85
Şekil D.6. Şifremi unuttum ekranı 85
Şekil D.7. Kullanıcı ana giriş ekranı 86
Şekil D.8. Proje hakkında ekranı 86
Şekil D.9. Değerlendirme giriş ekranı 87
Şekil D.10. Değerlendirme ekranı 87
Şekil D.11. Otomatik değerlendirme ekranı 88
Şekil D.12. Otomatik değerlendirme sonuçları ekranı 88
Şekil D.13. Otomatik değerlendirme hata ayrıntı ekranı 89
Şekil D.14. Otomatik değerlendirme hata uyarısı 89
Şekil D.15. Uzman temelli değerlendirme sayfası 90
Şekil D.16. Uzman temelli değerlendirme kontrol sayfası 90
Şekil D.17. Uzman temelli değerlendirme kontrol maddesi bilgi edinme sayfası 91

Şekil D.18. Uzman temelli değerlendirme bilgi girişi ve kaydetme işlemleri 91
Şekil D.19. Uzman temelli değerlendirme veri görüntüleme/silme işlemleri..... 92
Şekil D.20. Rapor sayfası..... 92
Şekil D.21. Rapor detayı 93
Şekil D.22. Yapılması gerekenler sayfası 93
Şekil D.23. Otomatik değerlendirme rapor sonuçları 94
Şekil D.24. Uzman temelli değerlendirme rapor sonuçları..... 94
Şekil D.25. Yönetici paneli ekranı 95
Şekil D.26. Link girişi ekranı..... 95
Şekil D.27. Görev girişi ekranı 96
Şekil D.28. Görevlerin listelenmesi 96
Şekil D.29. Ayrıntılı rapor sayfası 97
Şekil D.30. Ayrıntılı rapor - erişilebilirlik yönerge düzeyleri..... 97
Şekil D.31. Ayrıntılı rapor - engel türü..... 98
Şekil D.33. Genel rapor..... 98
Şekil D.34. Grafiksel rapor gösterimi 99
Şekil D.35. Karşılaştırmalı rapor gösterimi 99
Şekil D.36. Kullanıcılar..... 100
Şekil D.37. Değerlendirme dönemi tanımlama..... 100

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. WCAG 2.0 prensipleri ve yönerge setleri 8
Tablo 2.2. Otomatik değerlendirme yöntemiyle yapılan çalışmalar 14
Tablo 2.3. BG yöntemi kullanılan çalışmalar 16
Tablo 2.4. Erişilebilirlik değerlendirme sistemleri ile ilgili çalışmalar 18
Tablo 3.1. Achecker web servis API parametreleri ve açıklamaları 23
Tablo 3.2. Achecker API rest cevabından gelen ve BWED çerçevesinde kullanılan parametreler 25
Tablo 3.3. Görme engelli kullanıcıya ait bir engelin bilgileri 27
Tablo 3.4. Değerlendirilen üniversite web siteleri 34
Tablo 4.1. Üniversite web sitelerinin değerlendirme süreleri 36
Tablo 4.2. Üniversite web sitelerinin erişilebilirlik hatalarının yönerge maddelerine göre dağılımı 40
Tablo 4.3. Görme engelli kullanıcılar için kontrol maddeleri üzerinde değerlendirilen web sitelerinin hata dağılımı 44
Tablo 4.4. Görme zayıflığı olan kullanıcılar için kontrol maddeleri üzerinde değerlendirilen web sitelerinin hata dağılımı 45
Tablo 4.5. Renk körlüğü olan kullanıcılar için kontrol maddeleri üzerinde değerlendirilen web sitelerinin hata dağılımı 47
Tablo 5.1. Toplam erişilebilirlik hata sayıları 49
Tablo A.1. Dönem tanımlama 61
Tablo A.2. Adres tanımlama 62
Tablo A.3. Adres silme 63
Tablo A.4. Görev tanımlama 63
Tablo A.5. Görev silme 64
Tablo A.6. Otomatik değerlendirme 65
Tablo A.7. Uzman temelli değerlendirme 66
Tablo A.8. Uzman temelli değerlendirme silme 67
Tablo A.9. Değerlendirme sonuçlarının görüntülenmesi 68
Tablo A.10. Birleşik değerlendirme sonuçlarının görüntülenmesi 69
Tablo B.1. Görme engelli kullanıcıların kontrol maddeleri 71
Tablo B.2. Görme zayıflığı olan kullanıcıların kontrol maddeleri 72
Tablo B.3. Renk körlüğü olan kullanıcıların kontrol maddeleri 72
Tablo E.1. Değerlendirilen web sitelerinin erişilebilirlik hatalarının yönerge maddelerine göre dağılımı 101
Tablo E.2. Görme engelli kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri 104
Tablo E.3. Görme zayıflığı olan kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri 107
Tablo E.4. Renk körlüğü olan kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri 109

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

BWED	: Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme
BG	: Bariyer Gezinti (Barrier Walkthrough)
CF	: Adobe ColdFusion
CFML	: ColdFusion Markup Language (ColdFusion İşaretleme Dili)
HTML	: Hyper Text Markup Language (Köprü Biçimlendirme Dili)
JS	: JavaScript
KAMİS	: Kamusal İnternet Siteleri Rehberi
MSSQL	: Microsoft Structured Query Language (Microsoft Yapılandırılmış Sorgulama Dili)
WAI	: Web Erişilebilirlik Girişimi (Web Accessibility Initiative)
W3C	: World Wide Web Consortium
WCAG	: Web Erişilebilirlik İçeriği Yönergesi
XML	: Extensible Markup Language (Genişletilebilir İşaretleme Dili)

WEB SİTELERİ İÇİN BİRLEŞİK WEB ERİŞİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME ÇERÇEVESİ ÖNERİSİ

ÖZET

Görme, işitme, epilepsi, motor veya bilişsel becerilerde azalma gibi engelleri olan kullanıcılar, web tarafından sunulan hizmetlere erişimde sorun yaşayabilmektedirler. Günümüzde özellikle iletişim ve bilgiye erişim aracı haline gelen web sitelerinin herkes tarafından erişilebilir olarak tasarlanması oldukça önemli bir konudur.

Tez kapsamında web sitelerinin erişilebilirlik konusunda değerlendirilebilmesi için Web İçeriği Erişilebilirlik Yönergesi 2.0 dikkate alınarak Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme (BWED) Çerçevesi geliştirilmiştir. BWED çerçevesi otomatik ve uzman temelli değerlendirme yaklaşımlarının bir arada uygulanmasını sağlayacak şekilde yapılandırılmıştır. Otomatik değerlendirme yöntemi olarak Achecker aracı dahil edilirken uzman temelli değerlendirme yaklaşımı olarak da Bariyer Gezinti (BG) yöntemi için BWED çerçevesi içerisinde bir ara yüz oluşturulmuştur. Bu çerçeve kullanılarak yapılacak erişilebilirlik değerlendirmeleri sonucunda değerlendiricilere bir web sitesinde bulunan erişilebilirlik hataları raporlanırken, hataların giderilmesi için de öneri niteliğinde tavsiyeler sunulabilmektedir. Geliştirilen BWED çerçevesi aracılığıyla, erişilebilirlik hata sayıları birbirinden farklı olan üç üniversitenin web sitesi değerlendirilmiştir. Böylece geliştirilen uygulamanın doğruluğu ve tutarlılığı analiz edilmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre otomatik ve uzman temelli değerlendirme yöntemlerinden elde edilen sonuçların birbiriyle tutarlı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca otomatik değerlendirme aracının kontrol edemediği ancak bir uzman tarafından tespit edilmesi mümkün olan kontrol noktalarının da BG yöntemiyle tespit edilebildiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bariyer Gezinti, Erişilebilirlik, Erişilebilirlik Değerlendirmesi, Uzman Temelli Değerlendirme, Web İçeriği Erişilebilirlik Yönergesi 2.0.

UNIFIED WEB ACCESSIBILITY ASSESSMENT FRAMEWORK PROPOSAL FOR WEB SITES

ABSTRACT

Individuals with disabilities such as vision, hearing, epilepsy, motor or cognitive impairment may have problems accessing the services provided over the web. Nowadays, it is very important to design websites that are accessible to everyone, especially as a means of communication and access to information.

Within the scope of the thesis, a Unified Web Accessibility Assessment (UWAA) Framework was developed by considering Web Content Accessibility Guideline 2.0 in order to evaluate web sites on accessibility. Automated and expert-based evaluation approaches are integrated in the scope of UWAA framework. While Achecker tool was integrated as an automatic evaluation method, an interface was developed for the implementation of Barrier Walkthrough (BW) method within the UWAA framework. Framework enables to evaluate the accessibility of a website and also provides recommendations to overcome the errors to the evaluators and website developers. The websites of three universities which have different accessibility errors were evaluated by UWAA framework to determine the accuracy and consistency of the developed application. According to the evaluation results, it was observed that the results obtained from automated and expert based evaluation methods were consistent with each other. Furthermore, it has been demonstrated that control points which cannot be controlled by the automatic evaluation tool but which can be detected by an expert can also be identified by BW method.

Keywords: Barrier Walkthrough, Accessibility, Accessibility Evaluation, Expert Based Evaluation, Web Content Accessibility Guidelines 2.0.

GİRİŞ

2019'un Ocak ayında yayınlanan Global Dijital raporuna göre dünya genelinde 7 milyarın üzerinde insan yaşamaktadır ve yaklaşık olarak 4,39 milyar internet kullanıcısı bulunmaktadır. İnternet kullanıcı sayısı 2018 Ocak ayı verileri ile kıyaslandığında bir yılda 366 milyon (yaklaşık % 9) arttığı gözlemlenmiştir [1]. Ayrıca internet canlı istatistiklerine göre şu anda 1,7 milyardan fazla internet sitesi bulunmaktadır ve bu sayı da gün geçtikçe artış göstermektedir [2].

Eğitim, sağlık, devlet, araştırma, iş, ticaret, sosyal ağ gibi önemli birçok alanda web siteleri bilginin aktarılması konusunda büyük bir etkiye sahiptir. Web sitelerinin her alanda faaliyet göstermesiyle birlikte insanlar birçok ihtiyaçlarını web sitelerinden karşılar duruma gelmiştir. İnternetin ve web sitelerinin etkinliğinin artması sebebiyle kurumların varlıklarını sürdürebilmesi için web sitelerine verdikleri önem de büyümektedir.

Günümüzde iletişimin güçlü bir aracı haline gelen web sitelerinin herkes tarafından erişilebilir olması gerekmektedir [3]. Web sitelerinin kullanıcıların profiline, yeteneklerine ve engellerine bakılmaksızın herkes tarafından kullanılabilir olması oldukça önemli bir konudur. Bu nedenle web sitelerinin erişilebilirliği başlı başına önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kullanılabilirlik, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından hazırlanan ISO 9241-11 standardına [4] göre belirli bir kullanıcı grubu tarafından belirlenen bağlam ve hedefler dahilinde bir ürünün etkinliği, verimliliği ve kullanıcı memnuniyeti olarak ifade edilmektedir. Diğer bir deyişle, kullanıcıların işlemlerini gerçekleştirirken yaşadıkları etkinlik, verimlilik ve memnuniyet, web sitesinin kullanılabilirlik derecesini belirler [5].

Web Erişilebilirlik Girişimi (WAI – Web Accessibility Initiative) [6] tarafından web erişilebilirliği "engelli kişilerin Web'i algılayabileceği, anlayabileceği, gezinebileceği ve Web ile etkileşim kurabilecekleri ve Web'e katkıda bulunabilecekleri" şeklinde

tanımlanmıştır. Web erişilebilirliğine yönelik World Wide Web Consortium (W3C) [7] tarafından Web Erişilebilirlik İçeriği Yönergesi (WCAG - Web Content Accessibility Guide) geliştirilmiştir. Üç sürümü (WCAG 1.0, WCAG 2.0 ve WCAG 2.1) bulunan WCAG yönergeleri haricinde ISO 9241-20 [8] veya Section 508 [9] gibi yönetmeliklerle birçok ülke web erişilebilirliğini zorunlu hale getirmiştir.

Kullanılabilirlik ve erişilebilirlik tanımlarına dayanarak, şu sonuçlar çıkarılabilir.

- Erişilebilirlik öncelik olarak engelli kullanıcılara odaklansa da, sadece engelli kullanıcılar için değil, tüm kullanıcılar için faydalı olmayı hedeflemektedir.
- Erişilebilirlik, kullanılabilirliğin bir alt kümesidir.
- Kullanılabilirlik erişilebilirliği ima etse bile, erişilebilirliği tam olarak ifade etmez [10].

Web sitelerinin erişilebilirlik değerlendirmelerinde çoğunlukla üç yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler; otomatik değerlendirme, uzman temelli (manuel) değerlendirme ve her ikisinin birlikte kullanıldığı hibrit yöntemlerdir. Otomatik değerlendirme; erişilebilirlik yönergelerine göre geliştirilen araçlar [11] ile gerçekleştirilen değerlendirmedir. Uzman temelli (manuel) değerlendirme; erişilebilirlik uzmanlarının öznel yargılaması sonucu web sayfalarının erişilebilirlik açısından incelendiği yöntemdir [12]. Otomatik değerlendirme araçlarının bir web sayfasının erişilebilirliğini değerlendirmede tek başına yeterli olmadığı bilinmektedir [13]. Bu nedenle otomatik ve manuel değerlendirmenin bir arada kullanıldığı hibrit yöntemler önerilmektedir.

Bu çalışma kapsamında hem otomatik hem de uzman temelli erişilebilirlik değerlendirmesinin bir arada yapılmasına olanak sağlayacak Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesi (BWED) önerilerek, bu iki yöntemin bir arada kullanılabilmesini sağlayacak bir uygulama geliştirilmiştir. Otomatik değerlendirme yöntemi olarak Achecker aracı, uzman temelli değerlendirme yöntemi olarak ise Bariyer Gezinti (BG (Barrier Walkthrough)) [14] yöntemi kullanılmıştır. Uygulama içerisinde her iki değerlendirme yönteminden gelen değerlendirme sonuçları ayrı ayrı raporlanabildiği gibi, WCAG 2.0 erişilebilirlik yönergesi doğrultusunda eşleştirilerek birleşik olarak da sunulmaktadır. Ayrıca tespit edilen erişilebilirlik problemlerinin

giderilmesi için değerlendiricilere öneri niteliğinde düzeltici tavsiyeler de sunulmaktadır.

Tez kapsamında önerilen BWED çerçevesi için geliştirilen BWED uygulaması kullanılarak üç üniversite web sitesinin erişilebilirlik değerlendirmesi de yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda; otomatik ve uzman temelli değerlendirme yöntemlerinin sonuçları karşılaştırılmış, geliştirilen uygulamanın sunduğu raporlar analiz edilmiştir.

BWED uygulaması kullanılarak yapılan erişilebilirlik değerlendirmesi sonucunda otomatik ve uzman temelli değerlendirme sonuçlarından elde edilen verilerin birbirleriyle tutarlı olduğu gözlemlenmiştir. Otomatik değerlendirme araçlarının kontrol edemediği ancak bir uzman tarafından manuel olarak kontrol edilmesi gereken kontrol noktalarının da BG yöntemiyle tespit edildiği anlaşılmıştır. Geliştirilen uygulama aracılığıyla değerlendiricilere hem kapsamlı ve ayrıntılı bir şekilde hatalar raporlanırken hem de çözüm önerilerinin tek bir ara yüzden sunulması sağlanmaktadır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Tez Çalışmasının Amacı

Web siteleri geliştiren uzmanlar, tüm kullanıcıların bilgiye kolay ve rahatça erişebilmesi için kullanılabilirlik ve erişilebilirlik konularını göz önünde bulundurmalıdırlar. Erişilebilirlik kavramı genel anlamda her türlü nesne, araç veya hizmetin belirli bir gruba hitap etmeden tüm insanlar tarafından rahatlıkla ulaşılması olarak tanımlanmaktadır [15]. Bir web sayfasının hiçbir ayrım yapmaksızın tüm insanlar için erişilebilir olup olmadığını değerlendirmek için birden fazla yöntem uygulamak gerekebilir [13]. Bu yöntemler oldukça zaman alan işlemlerdir ve yöntemlerin uygulanabilmesi için belirli bir bilgi birikimine sahip olmak gerekmektedir.

Tez kapsamında günümüzde en çok kullanılan iki farklı erişilebilirlik değerlendirme yönteminin birleştirilmesiyle oluşturulan Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesi (BWED) ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Böylece en sık kullanılan otomatik değerlendirme yöntemlerinden biri [16] olan Achecker ile daha vakit alıcı olan uzman temelli değerlendirme yöntemlerinden biri olan BG yönteminin [14] değerlendirme işlemlerinin tek bir platformda gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. BWED çerçevesi uygulaması aracılığıyla otomatik ve uzman temelli değerlendirme yöntemleri bir arada kullanılarak web sitelerinin erişilebilirlik sorunlarının tespit edilmesi ve bu sorunların giderilmesi için izlenecek yolların değerlendiricilere tek bir ara yüzden raporlanması hedeflenmiştir.

1.2. Tez Çalışmasının Katkıları

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle birlikte kullanıcılar bilgiye erişmek için web sitelerini kullanmaktadırlar. Bu nedenle web sitelerinin tüm kullanıcılar için erişilebilir olması gerekmektedir. Web sitelerini geliştiren uzmanlarında geliştirdikleri web sayfalarının erişilebilir olma kriterini mutlaka göz önünde bulundurmalıdır.

Günümüzde web sitelerini erişilebilirlik açısından değerlendirmek amacıyla oluşturulan erişilebilirlik değerlendirme yöntemleri ve çerçeve çalışmaları bulunmaktadır. Ancak tez kapsamında geliştirilmiş olan BWED Çerçevesi ve ilgili uygulaması ile kullanıcılara değerlendirilen web sitesinin var olan erişilebilirlik sorunları ve bu sorunların çözümü için önerilerin sunulduğu ayrıntılı ve bilgilendirici raporlar sunulmaktadır. Ayrıca Bariyer Gezinti yöntemi de çerçeveye dahil edilerek bu yöntemin uygulanmasını destekleyen bir web uygulamasının geliştirilmesi sağlanarak alan yazına önemli bir katkıda bulunulmuştur. Uygulamanın Türkçe dilinde destek vermesinin de ülkemizde web geliştiren uzmanlar açısından kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

1.3. Tezin Yapısı

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde tezin amacı ve tez için gerçekleştirilen çalışmalardan yola çıkılarak tez çalışmasının alan yazına katkılarından bahsedilmektedir. İkinci bölümde ilgili alan yazın kapsamında, erişilebilirliğin tanımları verilmekte, erişilebilirlik değerlendirme kılavuzları ve erişilebilirlik değerlendirme yöntemleri anlatılmakta, erişilebilirlik değerlendirme konusunda ve erişilebilirlik değerlendirme çerçevesi niteliğinde yapılan çalışmalar örneklendirilmektedir. Üçüncü bölümde, BWED Çerçevesinin oluşturulma süreci ile BWED Çerçevesi uygulamasının geliştirilme aşamaları, uygulamanın bileşenleri, geliştirildiği ortamlar ve uygulamanın sistem mimarisi açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde ise, tez kapsamında geliştirilen BWED Çerçevesi Uygulamasıyla yapılan değerlendirmenin bulguları raporlanmaktadır. Beşinci ve son bölümde ise çalışmanın özeti ve ana sonucu, güçlü ve eksik yönleri ve son olarak gelecekteki yapılması önerilen çalışmalar sunulmaktadır.

2. ALAN YAZIN ARAŞTIRMASI

Alan yazın araştırması kapsamında öncelikle çalışmanın temelini oluşturan erişilebilirlik kavramına ait tanımlar verilmekte ve erişilebilirliğin sağlanmasına yönelik olarak geliştirilen kılavuzlarından biri olan Web Erişilebilirlik İçeriği Yönergesi (WCAG) incelenmektedir. Daha sonra erişilebilirlik değerlendirme yöntemleri genel olarak incelenirken, bu yöntemlerden bariyer gezinti yöntemi ve uygulanışı detaylı olarak açıklanmaktadır. Son olarak da erişilebilirlik değerlendirme çalışmaları ve erişilebilirlik değerlendirme sistemleri üzerine yapılan çalışmalardan bahsedilmektedir.

2.1. Erişilebilirlik

Web siteleri bilgiyi sunmak ve aynı zamanda bilgiye ulaşmak için kullanılan herkese açık platformlardır. Özel ihtiyaçları olanlar da dâhil olmak üzere tüm kullanıcı grupları tarafından kullanılmaktadır [17]. Sonuç olarak, günümüzde önemli bir iletişim aracı haline dönüşen web sitelerinin herkes tarafından anlaşılabilir ve erişilebilir olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bu noktada "evrensel tasarım" kavramı ortaya çıkmaktadır [18]. Evrensel tasarım; erişilebilirlik ve kullanılabilirlik kavramlarını içine alan oldukça geniş bir kavramdır [19, 20] ve engelliler, yaşlılar, çocukları da kapsayan yani belirli bir kesime hitap etmeyen, bütün insanların kolaylıkla erişebildiği web sayfaları sunmak olarak tanımlanmaktadır [15, 21].

Alan yazında erişilebilirliğin birden fazla tanımı bulunmaktadır. Örneğin; erişilebilirliği kullanılabilirlik [8] veya kullanılabilirliğin alt başlığı olarak belirten tanımlar olduğu gibi [22] yaşlı kullanıcılar gibi bir hedef grup belirterek [23] veya tüm kullanıcıları içerecek şekilde belirten tanımlar bulunmaktadır [22]. Hatta erişilebilirliği farklı kullanım bağlamlarında (örneğin; mobil uygulama alanları gibi) değerlendiren tanımlar yapılmaktadır [24]. Görüldüğü üzere alan yazında herkes tarafından kabul edilmiş genel bir erişilebilirlik tanımı bulunmamaktadır. Alan yazındaki bu sorundan

yola çıkarak 2012 yılında Yeşilada ve arkadaşları [25] tarafından yapılan bir araştırmada, web erişilebilirliğinin kabul edilen tanımı için web erişilebilirliği ile ilgilenen kişilerden bilgi alınmıştır. Çalışmaya katılan 300 kişinin %45'i en popüler tanımlama olarak, Web Erişilebilirlik Girişiminin (WAI) yaptığı "Web erişilebilirliği, engelli kişilerin Web'i algılayabileceği, anlayabileceği, gezinebileceği ve Web ile etkileşim kurabilecekleri ve Web'e katkıda bulunabilecekleri anlamına gelir." [6] tanımını kabul ettiklerini belirtmişlerdir.

2.2. Erişilebilirlik Değerlendirme Kılavuzları (WCAG)

Günümüzde kullanılan birçok web sitesi insanların aradığı bilgiye erişimini zorlaştıran erişilebilirlik engelleri barındırmaktadır [6]. Tüm insanlara eşit erişim ve fırsat eşitliği sağlamak için, World Wide Web Consortium (W3C) [7] tarafından kurulan Web Erişilebilirlik Girişimi (Web Accessibility Initiative (WAI)) [26], WCAG 1.0 [27], WCAG 2.0 [28] ve WCAG 2.1 [29] şeklinde üç sürümü bulunan Web Erişilebilirlik İçeriği Yönergesi (WCAG) geliştirmiştir.

WAI, ayrıca 2000 yılında Yazma Aracı Erişilebilirlik İlkeleri (ATAG – Authoring Tool Accessibility Guidelines) ve 2002'de Kullanıcı Aracısı Erişilebilirlik İlkeleri (UAAG – User Agent Accessibility Guidelines) gibi diğer erişilebilirlik yönergeleri de üretmiştir. ATAG, web içeriği üretmek için kullanılan web sayfası yazma araçları gibi geliştirme araçları geliştiricileri; UAAG ise web tarayıcıları, medya oynatıcılar ve yardımcı teknolojiler gibi kullanıcı temsilcilerinin geliştiricileri içindir [30, 31].

Ayrıca birçok ülke ISO 9241-20 [8] veya Section 508 [9] gibi kanunlar ve yönetmeliklerle de erişilebilirliği zorunlu hale getirmektedir [32, 33]. Section 508, Birleşik Devletleri'nin 1973'de yürürlüğe aldığı ve erişilebilirlik standartlarını oluşturduğu federal bir yasadır. Bu yasaya göre geliştirilen, üretilen, sağlanan ya da kullanılan bütün elektronik ve bilgi teknolojileri ürünlerinin bütün engelli insanların da kullanabileceği şekilde üretilmesi gerekliliği vardır [9].

Türkiye'de 2008 yılında Birleşmiş Milletler Konvansiyonu'nu imzalamış ve bu sözleşme ile herkes için erişilebilirlik konularını garanti altına almıştır. Ayrıca T. C. Kalkınma Bakanlığı ve TÜBİTAK BİLGEM Yazılım Teknolojileri Araştırma

Enstitüsü (YTE) tarafından geliştirilen Kamusal İnternet Siteleri Rehberi (KAMİS) Projesi [34], kamusal web sitelerini kullanılabilirlik ve erişilebilirlik standartlarına uygun hale getirmeyi amaçlamaktadır. Proje ile birlikte, daha kullanışlı ve erişilebilir web sitelerine sahip olmak için kamu hizmeti sağlayan kurumların farkındalığının artırılması öngörülmektedir. KAMİS projesi; TS EN ISO 9241-151 (İnsan-Sistem Etkileşiminin Ergonomi Standartları), WCAG ve ISO / IEC 40500: 2012 (Web İçeriği Kullanılabilirlik Standartları ve Kriterleri) standartlarındaki bilgi ve ölçeklerin anlaşılmasını kolaylaştırmak için açıklamalar ve örnekler sunmaktadır [35]. Geliştirilen KAMİS projesi Türk Standartları Enstitüsü tarafından ulusal kriter/standart haline getirilmektedir. Böylece geliştirilen standardın Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) bünyesinde bulunan İnsan Bilgisayar Etkileşimi (İBE) Laboratuvarı tarafından yürütülen ISO 9241-151 ve ISO/IEC 40500 sertifikalandırma sürecinde uygulanması planlanmaktadır [36].

Çalışma kapsamında, bu tez çalışmasının odak noktası web içeriği erişilebilirliği olduğu için ve yaygın kullanımı bulunduğu için WCAG 2.0 yönergesi detaylı olarak incelenmiş ve çalışmaya dahil edilmiştir. Diğer erişilebilirlik yönergeleri (WCAG 1.0, ATAG ve UAAG gibi) kapsam dışında bırakılmıştır.

WAI, web içeriğinin erişilebilir olması için yönergelerinde dört prensip tanımlamıştır. Herhangi bir web içeriği için bu prensipler; algılanabilir, kullanılabilir, anlaşılabilir ve güçlü olması olarak listelenebilir. Her prensipte, uygulama için yönerge seti belirlenmiş ve başarı kriterleri her biri için de tanımlanmıştır. Tablo 2.1'de WCAG 2.0 prensiplerine ve yönerge setlerine genel bir bakış sunulmuştur [37].

Tablo 2.1. WCAG 2.0 prensipleri ve yönerge setleri

Prensipler	Açıklama	Yönerge Setleri
Algılanabilir	Kullanıcılar sunulan bilgileri algılayabilmelidir.	1.1 Metin içermeyen içerik için metin alternatifleri sağlayın. 1.2 Ses ve video içeriği için başlıklar ve alternatifler sağlayın. 1.3 İçeriği uyarlanabilir hale getirin ve yardımcı teknolojiler için kullanılabilir hale getirin. 1.4 Görülmesini ve duyulmasını kolaylaştırmak için yeterli kontrast kullanın.
Kullanılabilir	Kullanıcılar ara yüzü kullanabilmelidir.	2.1 Klavyenin tüm işlevselliğini erişilebilir duruma getirme. 2.2 Kullanıcılara içeriği okumak ve kullanmak için yeterli zaman verin. 2.3 Nöbetlere neden olabilecek içerik kullanmayın. 2.4 Kullanıcıların içeriği bulmasına yardımcı olun.

Tablo 2.1.(Devam) WCAG 2.0 prensipleri ve yönerge setleri

Prensipler	Açıklama	Yönerge Setleri
Anlaşılabilir	Kullanıcılar bilgileri ve kullanıcı ara yüzünün çalışmasını anlayabilmelidir.	3.1 Metni okunabilir ve anlaşılabilir kılın. 3.2 İçeriğin görünmesini ve öngörülebilir şekilde çalışmasını sağlayın. 3.3 Kullanıcıların hataları önlemesine ve düzeltmesine yardımcı olun.
Güçlü	Kullanıcılar içeriğe teknolojiler ilerledikçe erişebilmelidir.	4.1 Mevcut ve gelecekteki teknolojilerle uyumluluğu en üst düzeye çıkarın.

Buna ek olarak, WCAG 2.0, W3C tarafından belirlenmiş ve uluslararası geçerliliğe sahip, yönerge setlerine bağlı olan 61 kriterden oluşmaktadır. Belirlenen 61 kriter A Düzeyi (25 kriter), AA Düzeyi (13 kriter) ve AAA Düzeyi (23 kriter) olmak üzere 3 seviyeden oluşmaktadır. AA düzeyi, A düzeyinin bir uzantısı ve AAA, AA düzeyinin bir uzantısıdır. Bu, her bir üst düzeyde bir öncekinden daha fazla başarı kriteri elde edildiği anlamına gelir [28]. A düzeyi, web sitesinin kılavuzdaki asgari düzeydeki maddeleri karşıladığı anlamına gelir.

Bir web sitesinin WCAG 2.0'a uyması için yapılması gereken beş gereklilik vardır [38].

- Uygunluk seviyesi: Uygunluk seviyelerinden birine ait tüm başarı kriterleri tam olarak karşılanmalıdır (A, AA veya AAA). Örneğin, en yüksek seviyeye (AAA) uymak için, bir web sayfasının A, AA ve AAA seviyelerindeki tüm başarı kriterlerini karşılaması gerekir.
- Tüm web sayfası: Bir web sayfasının herhangi bir parçası hariç tutulursa, bir web sayfasının uygunluğu sağlanamaz.
- Tamamlanmış işlemler: Bir web sayfası bir işlemin parçası olduğu zaman, o işlem dahilindeki tüm web sayfaları veya adımları belirtilen seviyede olmalıdır
- Sadece Erişilebilirlik Destekli Teknolojileri Kullanmanın Yolları: Başarı kriterlerini karşılamak için, sadece erişilebilirlik destekli teknolojilerin kullanılması önerilir.
- Parazit yok: Web teknolojileri erişilebilirliği desteklemeyecek bir şekilde kullanılıyorsa, kullanıcının sayfanın geri kalanına erişmesini engellememelidir.

2.3. Erişilebilirlik Değerlendirme Yöntemleri

90'lı yılların ortalarından beri web sitelerinin erişilebilirliğinin değerlendirilmesine yönelik pek çok araştırma yürütülmüştür. Bu araştırmalarda web sitelerinin Web Erişilebilirlik İçerik Yönergeleri (WAI) ile uyumluluğu çeşitli değerlendirme yöntemleri ile kontrol edilmiştir. Web erişilebilirliğini değerlendirmede kullanılan dört farklı yöntem bulunmaktadır. Bunlar otomatik değerlendirme, uzman temelli/manuel değerlendirme, hibrit yöntemler ve kullanıcı testleridir.

2.3.1. Otomatik değerlendirme yöntemi

Web erişilebilirlik araçları aracılığıyla yapılan değerlendirme yöntemidir. Web erişilebilirlik değerlendirme araçları, bir web sitesinin belirli web erişilebilirlik kurallarına veya standartlarına uyup uymadığını belirlemeye yardımcı olan yazılım programları veya çevrimiçi hizmetlerdir [39]. Erişilebilirlik değerlendirme araçları iki gruba ayrılır [40]. Bunlar SortSite [41] ve AChecker [42] gibi hemen hemen tüm yönergeler açısından değerlendiren genel araçlar ve renk kontrastını test eden Kontrast Denetleyicisi [43] gibi web erişilebilirliği yönergelerinin incelediği belirli konuları değerlendiren özel araçlardır.

Web içeriğinin erişilebilir olup olmadığını belirlemek için kullanılabilecek birçok farklı değerlendirme aracı vardır. Değerlendirme araçları sahip oldukları bazı özelliklere göre sınıflandırılmaktadır [44]. Bu özellikler aşağıdaki şekilde listelenmektedir;

- Kullanılan standartlar ve kurallar: Değerlendirme aracında kullanılan yönerge ve standartların bilgilerine dikkat edilmesi gerekir. (WCAG 2.0, WCAG 2.1, Section 508 gibi)
- Ücretli/ücretsiz olması: Ücretsiz veya ticari olarak sunulan ücretli birçok değerlendirme aracı bulunmaktadır.
- Değerlendirme aracının sunulduğu platform: Uygulamanın sunulduğu platformun kurulum gerektirmeyen web uygulaması, tarayıcılara uzantı olarak eklenen uygulama veya masaüstü uygulaması olması durumudur.

- Aracın kapsamı: Bazı araçlar basit ve kapsam açısından sınırlıdır. Bir web sitesinin tamamını kontrol edebilen araçlar olduğu gibi bir seferde web sitesinin sadece bir sayfasını kontrol edebilen araçlar bulunmaktadır.
- Sadece değerlendirme veya değerlendirme ve onarım: Erişilebilirlik değerlendirme araçlarının bir diğer önemli sınıflandırması da bu araçların onarım işlevselliği ile ilgilidir. Birçok araç sadece değerlendirme yapabilmektedir, ancak bazı araçlar hem değerlendirme yapabilir hem de onarım işlemini yönlendirebilir.
- Rapor Stili: Erişilebilirlik araçları, analiz edilen bir web sayfasının sonuçlarına göre çeşitli raporlar üretmektedir. Erişilebilirlik raporu stilleri, hedef kitlenin web tasarımı ve web erişilebilirliği standartları konusundaki bilgisine ve uzmanlığına bağlı olarak büyük önem taşımaktadır. Web tasarımcıları hangi rapor stilinin gereksinimlerini en iyi karşılayacağını analiz ederek, kendilerine en uygun aracı seçebileceklerdir.

2.3.2. Uzman temelli / Manuel değerlendirme yöntemi

Manuel değerlendirme bir uzman tarafından web sitesinin erişilebilirlik yönergesi kurallarına göre incelenip değerlendirilmesidir [12]. Gerekli durumlarda bu inceleme yardımcı teknolojiler (örneğin, ekran okuma programı) kullanılarak da yapılabilmektedir. Manuel değerlendirme öznel yargılama gerektiren, bu nedenle çok zaman alan bir değerlendirme sürecidir.

Örneğin; Bariyer Gezinti (BG) yöntemi, web erişilebilirliğini değerlendirmek için kullanılan, bir uzmanın web sitesinde bulunan erişilebilirlik engelleri listesinin sıklığını ve ciddiyetini tanımladığı manuel bir inceleme yöntemidir [45]. Çalışma kapsamında geliştirilen BWED çerçevesine uzman temelli değerlendirme yaklaşımı olarak dahil edilen BG yönteminin detayları 2.4 bölümünde verilmektedir.

2.3.3. Hibrit yöntemler

Otomatik değerlendirme araçları, değerlendirme sürecinde insan müdahalesi gerektirebilir, çünkü test edilen kılavuzların bazıları özneldir ve otomatik olarak değerlendirilemez. Dahası, bir web sitesinin erişilebilirliğini belirleyemezler, ancak sadece bu konuda yardımcı olabilirler. Ayrıca erişilebilirlik araçlarının erişilebilirlik değerlendirmelerinde birbirinden farklı sonuçlar verdiğine dair çalışmalar

bulunmaktadır. Aynı web sayfasının erişilebilirliği, farklı değerlendirme araçları kullanılarak değerlendirildiğinde farklı erişilebilirlik sorunları ortaya çıkarmaktadır [46, 47]. Bu noktada web sitelerinin bir uzman tarafından manuel olarak değerlendirilmesine de ihtiyaç duyulmaktadır.

2.3.4. Kullanıcı testi

Bu tür bir değerlendirme genellikle, engelli kullanıcıların bireysel olarak bir dizi görevi yerine getirmesine dayanan resmi olmayan deneysel kullanılabilirlik testleridir. Testin tasarımına bağlı olarak katılımcılar geri bildirimlerini çeşitli yollarla (anketler, röportajlar, vb.) sunarlar ve katılımcıların davranışları ve etkileşimleri uzmanlar tarafından incelenir. Engelli kullanıcıların gerçek deneyimlerinden sonuç elde edilen değerlendirme yöntemidir. Ancak bu tür kullanıcı testleri oldukça zaman alır ve pahalıdır. Genellikle diğer değerlendirme yöntemleri ile birlikte kullanılır.

Örneğin; 2018 yılında Moreno ve arkadaşları [48] tarafından yapılan bir çalışmada görme zayıflığı olan 6 katılımcı ile gözleme dayalı kullanıcı testi yapılmıştır. Çalışma da destekleyici olarak BG yöntemi de kullanılmaktadır. Kullanıcılardan bir arama motoru veya benzer bir kolaylaştırıcı etken kullanmadan web sitesinde bir arama görevi gerçekleştirmeleri istenerek erişilebilirlik sorunlarının tespit edilmesi sağlanmaktadır.

2.4. Bariyer Gezinti Yöntemi

Bariyer gezinti (BG) yöntemi [14], kullanılabilirlik araştırmalarında kullanılan sezgisel değerlendirme yöntemlerine benzerlik göstermektedir. Buradaki farklılık prensiplerin yerine kullanımı engelleyen tanımlı bariyerlerin kullanılmasıdır. Yöntemdeki ana fikir; test etme ve değerlendirme amacıyla, genel tasarım kılavuzlarını kullanmaktan ziyade bilinen sorun türlerinden başlamanın daha iyi olmasıdır.

BG yöntemine göre bariyer; kullanıcının engelli bir kişi olması durumunda, kullanıcının bir hedefe ulaşma yönünde ilerlemesini engelleyen herhangi bir koşuldur. Bir bariyer şöyle tanımlanır:

- Kullanıcı kategorisi ve sakatlık tipi

- Kullanılan yardımcı teknolojinin türü
- Başarısızlık modu, engellenen faaliyet / görev ve engellenme şekli
- Sayfadaki engelleri artıran özellikler

Yöntemde yer alan engeller, bilinen erişilebilirlik ilkeleri ve kılavuzların genel senaryolar bağlamında yorumlanmasından çıkarılmıştır.

BG yöntemi uygulanırken dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- İlgili kullanıcı kategorilerini tanımlamak,
- Kullanıcının web sayfasından ulaşmak istediği hedefleri ve dolayısıyla test edilecek sayfaları ve dikkate alınacak konu ile ilgili senaryoları tanımlamak,
- Seçilen sayfalarla ilgili engelleri kontrol etmek ve
- Her engelin ciddiyetini ve engelle karşılaşma sıklığını belirlemektir.

Yönteme göre değerlendirme; kullanıcının verilen senaryoyu gerçekleştirirken karşılaştığı engele, engelin ciddiyetine ve kullanıcının amacını etkileme derecesine göre yapılmalıdır. Engelin şiddeti ve etki derecesi 0-3 arasında değişen bir ölçekte değerlendirilmektedir.

- 0; engelin tanımlanmadığı,
- 1; engelin görevi gerçekleştirmede önemli ölçüde sorun teşkil etmediği,
- 2; engelin görevi yürütmeyi orta derecede etkilediği ve kullanıcıyı zorladığı,
- 3; engelin kullanıcının hedefine ulaşmasını engellediği anlamına gelmektedir.

BG yönteminde 9 farklı kullanıcı kategorisi bulunmaktadır. Bunlar; görme engelli, görme bozukluğu olan, sağır, renk körü, motor engelli, zihinsel engelli, ışığa duyarlı epilepsisi olan, JavaScript'in devre dışı bırakıldığı tarayıcı kullanıcıları ile arama motorlarıdır [14].

2.5. Erişilebilirlik Değerlendirme Çalışmaları

Web sitelerinin erişilebilirlik değerlendirme çalışmaları incelendiğinde farklı değerlendirme yöntemlerinin kullanıldığı, birden fazla değerlendirme yönteminin birleşiminden oluşan veya birden fazla değerlendirme aracıyla yapılmış olan çalışmalar bulunmaktadır. Alan yazın incelendiğinde özellikle otomatik

değerlendirme araçlarıyla yapılan değerlendirme çalışmalarının oldukça fazla olduğu tespit edilmektedir. Bunlar bir veya birden fazla otomatik araç ile web sayfalarının erişilebilirlik açısından incelendiği çalışmalardır. Uzman temelli ve otomatik araçların bir arada yer aldığı çalışmalar daha azdır. Tablo 2.2'de bu tip farklı değerlendirme yaklaşımlarını içeren çalışmaların örnekleri verilmektedir.

Tablo 2.2. Otomatik değerlendirme yöntemiyle yapılan çalışmalar

Yıl	Çalışma	Çalışmanın Yapıldığı Bölge	Değerlendirme Yöntemi	Kullanılan Değerlendirme Araçları	Yönerge
2001	[18]	ABD	Otomatik	-Bobby -Lift	WCAG 1.0
2003	[49]	ABD	Uzman Temelli Otomatik	-Bobby	WCAG 1.0
2007	[50]	Birçok ülke (Avustralya, İngiltere, ABD, Hollanda, Fransa, İsviçre)	Uzman Temelli Otomatik	-WebXACT / Bobby -Cynthia -Functional Accessibility Evaluator (FAE) - WebInSight	WCAG 1.0 Section508
2008	[51]	ABD	Otomatik	-Watchfire® -Bobby ™	WCAG 1.0
2010	[52]	Malezya	Otomatik	-EvalAccess 2.0	WCAG 1.0
2011	[32]	Finlandiya	Otomatik	-TAW Standalone (version 3.08)	WCAG 1.0
2013	[33]	Romanya	Otomatik	-SortSite 5	
2014	[53]	Nijerya	Otomatik	-AChecker -Hera -Wave	WCAG 1.0 WCAG 2.0
2014	[54]	Endonezya	Otomatik	-TAW	WCAG 2.0
2015	[55]	Malezya	Otomatik	-AChecker -Wave	WCAG 2.0 Section508
2016	[56]	Hindistan	Otomatik	-AChecker -Webpage Analyzer -Wave	WCAG 2.0
2016	[57]	Birçok ülke (İngiltere, Rusya, Çin, Almanya, Hindistan)	Otomatik	-Hera -Test de accessibilidad Web (TAW) -Firefox Accessibility Evaluation Toolbar	WCAG 2.0
2016	[58]	Birçok ülke (Okyanusya ve Arap üniversitelerinin siteleri)	Otomatik	-AChecker	WCAG 2.0

Tablo 2.2.(Devam) Otomatik değerlendirme yöntemiyle yapılan çalışmalar

Yıl	Çalışma	Çalışmanın Yapıldığı Bölge	Değerlendirme Yöntemi	Kullanılan Değerlendirme Araçları	Yönerge
2016	[59]	Birçok ülke (Kuzey Amerika, Latin Amerika, Avrupa, Asya, Afrika ve Okyanusya)	Otomatik	-TAW -Examinator	WCAG 2.0
2016	[60]	Ürdün	Otomatik	-AChecker -Cryptzone Cynthia Says -Functional Accessibility Evaluator (FAE) - HERA - Wave WebAIM -TAW	WCAG 1.0 WCAG 2.0
2017	[61]	Kırgızistan	Otomatik	-EvalAccess 2.0	WCAG 1.0
2017	[62]	Türkiye	Otomatik	-Achecker	WCAG 1.0
2017	[63]	Türkiye	Otomatik	-Achecker	WCAG 2.0
2017	[64]	Türkiye	Otomatik	-SortSite	WCAG 2.0
2018	[65]	Latin Amerika	Otomatik	-AChecker -Web Erişilebilirlik Denetleyicisi -AccessMonitor - eXaminator -TAW -Tenon	WCAG 2.0
2018	[66]	Birçok ülke (Azerbaycan, Kazakistan, Kırgızistan ve Türkiye)	Otomatik	-Achecker	WCAG 2.0

Tabloda örneklendirilen araştırmalarda bir ya da birden fazla ülkede faaliyet gösteren web sitelerinin erişilebilirlik değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu değerlendirmelerin bir kısmı tek bir araç ile yapıldığı gibi [32, 33, 52, 54, 58, 61–64, 66], birden fazla otomatik değerlendirme aracıyla yapılan çalışmalar da bulunmaktadır [18, 51, 53, 55–57, 59, 60, 65]. Web siteleri birden fazla araçla değerlendirildiğinde otomatik değerlendirme araçlarını kıyaslama şansı elde edilmiştir. Böylece araçların doğruluğu ve etkinliği analiz edilmiştir. Tez kapsamında otomatik değerlendirme yöntemi olarak web servis hizmeti kullanılan "Achecker" değerlendirme aracının da

birçok çalışmada tercih edildiği görülmektedir [53, 55, 56, 58, 60, 62, 63, 65, 66]. İncelenen çalışmalarda otomatik değerlendirme araçlarının yanı sıra uzman temelli değerlendirmenin de uygulandığı hibrit çalışmalar da bulunmaktadır [49, 50].

Uzman temelli değerlendirme yöntemi kullanılan çalışmalar incelenirken Bariyer Gezinti (BG) yöntemi ile ilgili olan çalışmalara odaklanılmıştır. BG yöntemi ilk kez 2006 yılında sezgisel gezintiye dayalı analitik bir teknik olarak tanıtılmıştır [67]. Tablo 2.3'de erişilebilirlik yöntemi olarak BG yöntemi kullanılan çalışmaların örnekleri bulunmaktadır.

Tablo 2.3. BG yöntemi kullanılan çalışmalar

Yıl	Çalışma	Kullanıcı Türü	Değerlendirme Yöntemi	Katılımcı Sayısı
2009	[45]	-Görme zayıflığı olan kullanıcılar -Görme engelli kullanıcılar -Motor engelli kullanıcılar -Mobil kullanıcılar	Bariyer Gezinti	70
2009	[68]	-Yaşlı kullanıcılar	Bariyer Gezinti	68
2011	[69]	-Motor bozukluğu olan kullanıcılar -Görme bozukluğu olan kullanıcılar	Bariyer Gezinti	76
2014	[70]	-Yaşlı kullanıcılar	Bariyer Gezinti	2
2018	[13]	-Genel Kullanıcı	Bariyer Gezinti Otomatik Değerlendirme Araçları (Wave, Koa11y, Taw, Examinator)	Belirtilmemektedir

2009 yılında Yesilada ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada [45], 19 uzman ve 51 uzman olmayan kişi ile BG yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmanın amacı BG yönteminde uzman ve uzman olmayan kişilerin değerlendirmeleri arasındaki farklılığı ortaya koymaktadır. Çalışma sonucunda uzmanların diğer kullanıcılara göre daha hızlı ve daha ayrıntılı incelemelerde bulunduğu gözlemlenmiştir. Böylece BG yöntemiyle değerlendirmede uzmanlığın önemli olduğu tespit edilmiştir.

BG yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışmada [68] yaşlı kullanıcılar için web erişilebilirlik değerlendirmesi yapılmıştır. Bunun için motor engelli ve görme zayıflığı olan kullanıcılara özgü olan bariyerler birleştirilerek yaşlı kullanıcılar için bir bariyer

kontrol seti oluşturularak 19 uzman ve 49 uzman olmayan kişi ile değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak yine yaşlı kullanıcılar için 2011 yılında Brajnik ve arkadaşlarının [69] yaptığı çalışmada, motor ve görme bozukluğu olan kullanıcılar için BG yönteminde tanımlanmış olan bariyerler bir araya getirilip kontrol seti oluşturulmuştur. Oluşturulan bu bariyer setinin kullanıcı testi 19 uzman ve 57 uzman olmayan toplam 76 kişiyle yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda oluşturulan setin yaşlı kullanıcılar için uygun olduğu ve BG yönteminin güvenilir veriler oluşturduğu sonucuna varılmıştır.

Braga ve arkadaşlarının [70] 2014 yılında yaptığı çalışma ile Brezilya'daki bir Internet Bankacılık hizmetinin BG yöntemi kullanılarak yaşlı kullanıcılar için erişilebilirliği değerlendirilmiştir. Değerlendirme işlemi, uzman veya kullanıcı olmayan 2 yüksek lisans öğrencisi tarafından gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme için beş görev belirlenmiştir. Değerlendiriciler bu görevleri gerçekleştirirken karşılaştıkları engellerin etkilerini ve ortaya çıkma sayısını bildirerek etkileşime girdikleri sayfalardaki engelleri kritiklik düzeylerine göre tespit etmişlerdir.

Acosta-Vargas ve arkadaşları [13]; otomatik değerlendirme araçları ve BG yönteminin bir arada kullanılmasını öneren Web Sitesi Erişilebilirlik Değerlendirme Metodolojisini (WCAG-EM) geliştirmişlerdir. Çalışma kapsamında Latin Amerika'daki 26 ülkede bulunan tescilli 3664 üniversiteden, rastgele seçilen 45 web sitesi değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda otomatik araçların erişilebilirlik değerlendirmelerinde tek başına yeterli ve güvenilir olamayacağı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle mutlaka bir uzman tarafından da değerlendirilmesi gerektiği çalışmada vurgulanmaktadır.

2.6. Erişilebilirlik Değerlendirme Sistemleri

Erişilebilirlik değerlendirme sistemleri, birden fazla erişilebilirlik yöntemi ve çok çeşitli kılavuzlar sisteme dahil edilerek oluşturulmaktadır. Böylece kullanıcıların erişilebilirlik değerlendirmelerini tek platformdan gerçekleştirmesi hedeflenmektedir. Bu sistemlerin temel amacı daha eksiksiz ve kapsamlı erişilebilirlik değerlendirmeleri yapabilmektir. Ayrıca web geliştiren uzmanlara farklı perspektiflerden ve daha ayrıntılı raporlama seçeneği sunabilmektir. Tablo 2.4'de geliştirilen erişilebilirlik değerlendirme sistemlerine ait bilgiler bulunmaktadır.

Tablo 2.4. Erişilebilirlik değerlendirme sistemleri ile ilgili çalışmalar

Yıl	Çalışma	Uygulamanın özellikleri	Yönerge
2004	[71]	Erişilebilirlik kılavuzları güncelleme / değiştirmeye izin veren bir uygulama aracı	WCAG 1.0
2008	[72]	Farklı değerlendirme yöntemlerinin birleştirildiği bir erişilebilirlik uygulaması	WCAG 1.0
2011	[73]	Farklı ortamların (komut satırı, tarayıcı gibi) aynı değerlendirme prosedürlerinden yararlanmasına izin veren bir araç	WCAG 2.0

Abascal ve arkadaşlarının 2004 yılında yaptıkları çalışmada, web sitelerinin erişilebilirliğini otomatik olarak değerlendirebilen, XML yapısının sunduğu kolaylıkla sistemde bulunan erişilebilirlik kılavuzlarının kolayca güncellenmesine veya değiştirilmesine izin veren bir değerlendirme aracı geliştirilmesi hedeflenmiştir. Geliştirilen uygulama web sayfasını öncelikle HTML bileşenlerine bölmektedir. Daha sonra her bir bileşenin erişilebilirliğini geliştirilen web servis aracılığıyla sorgulamaktadır. Sonuç olarak kullanıcıya değerlendirilen web sayfasının erişilebilirlik hataları rapor olarak sunulmaktadır [71].

2008 yılında Nietzio ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada [72], erişilebilirlik yönergesi olarak WCAG 1.0'ın uyumluluğu değerlendirilmiştir. Değerlendirmeyi gerçekleştirmek isteyen kuruluşların ihtiyaç durumlarına bağlı olarak uzman temelli, otomatik veya her ikisinin bileşeni olarak sunulan değerlendirme seçenekleri içerisinden bir senaryo seçilir. Geliştirilen metodoloji; örnekleme yöntemleri ve değerlendirme sonuçlarını raporlama seçenekleri gibi bileşenleri sunmaktadır.

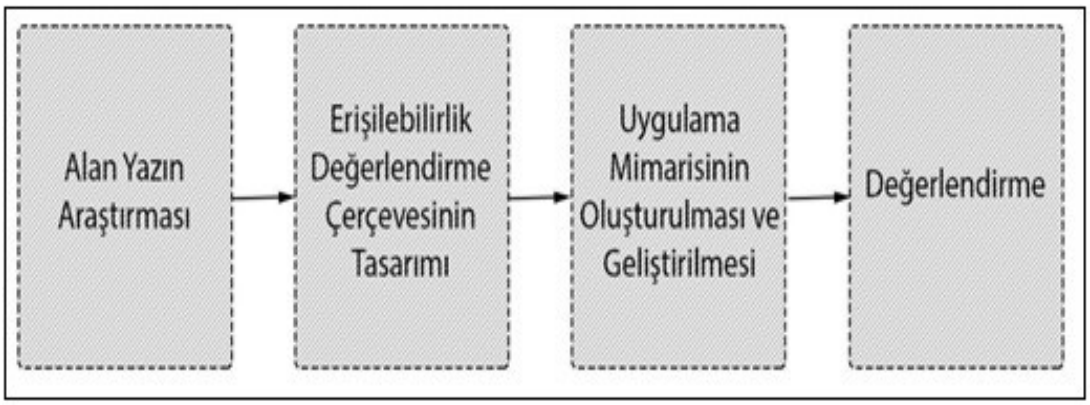
2011 yılında Fernandes ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada [73], orijinal HTML'i temsil eden komut satırı ve dönüştürülmüş HTML'yi temsil eden tarayıcı konuları üzerinde durulmuştur. Web sitelerinin orijinal ve dönüştürülmüş sürümleri arasındaki farklılığın erişilebilirlik değerlendirme sonuçlarını etkileyebileceği düşünülmüştür. Bunun sonucunda ortamlar arasındaki farklılığı daha iyi kavrayabilmek için WCAG 2.0 ile uyumlu bir mimari geliştirilmiştir. Böylece iki farklı ortam için erişilebilirlik değerlendirilmesi yapılmasına olanak sağlanmıştır.

3. BİRLEŞİK WEB ERİŞİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRME ÇERÇEVESİ

Bu tez kapsamında web sitelerinin erişilebilirlik değerlendirmesine yönelik olarak farklı erişilebilirlik değerlendirme yöntemlerinin bir arada kullanılmasını sağlayan Birleşik web erişilebilirlik değerlendirme (BWED) çerçevesi ve destekleyici uygulaması oluşturulmuştur. Tezin bu bölümünde, bu çerçevenin oluşturulması ve değerlendirilmesi sırasında takip edilen araştırma sürecinin adımları ve önerilen çerçevenin tasarımı; uygulama alt yapısı ve ara yüzleri ile ilgili bilgiler paylaşılmaktadır.

3.1. Araştırma Süreci

Birleşik web erişilebilirlik değerlendirme (BWED) çerçevesinin geliştirilmesi süreci Şekil 3.1'de görülen fazlar ile gerçekleştirilmiştir. Alan yazın araştırması fazı sırasında web erişilebilirliğinin değerlendirilmesine yönelik olarak kullanılan kılavuzlar, çeşitli yaklaşımlar ve bunların kullanımlarına yönelik araştırmalar incelenmiştir. İkinci faz olan çerçevenin tasarımı sırasında çerçeveye dahil edilecek yaklaşımlar belirlenmiş ve uygulamanın temeli oluşturulmuştur. Uygulama mimarisinin oluşturulması ve geliştirilmesi fazında çerçeveye dahil edilen yaklaşımların nasıl uygulanacağına dair mimari tasarım ve ara yüzler oluşturulmuştur. Son faz olan değerlendirme aşamasında ise önerilen çerçeve, web sitelerinin erişilebilirlik değerlendirmesinde kullanılarak elde edilen sonuçlar raporlanmıştır.



Şekil 3.1. Araştırma tasarımı

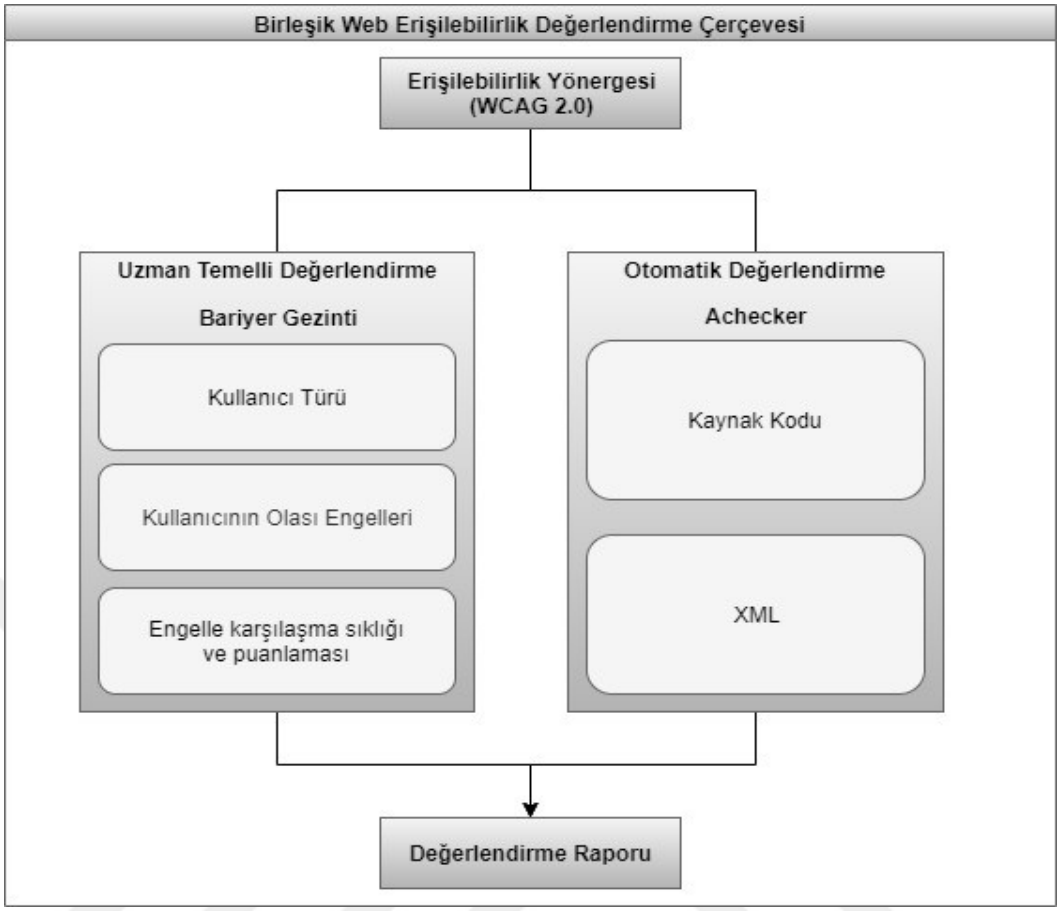
3.2. Alan Yazın Araştırması Fazı

Alan yazın araştırması fazında gerçekleştirilen araştırma iki ana başlık üzerinden gerçekleştirilmiştir. Birincisi erişilebilirlik değerlendirme yöntemlerinin araştırıldığı ikincisi ise erişilebilirlik yönergelerinin incelendiği bölümdür. Erişilebilirlik yönergesi olarak Achecker otomatik değerlendirme aracının da desteklediği WCAG 2.0'a [28] odaklanılmıştır. Erişilebilirlik değerlendirme yöntemlerinin ise alan yazında yaygın olarak kullanılan türlerinin otomatik ve uzman temelli yöntemler olduğu ve birden fazla yöntemin bir arada kullanılmasının tavsiye edildiği [74] tespit edildiğinden, bu yöntemler çalışma kapsamında değerlendirilmiştir.

3.3. Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesinin Tasarımı Fazı

Tez çalışması kapsamında önerilen BWED çerçevesinde temel amaç erişilebilirlik değerlendirmesinde kullanılabilecek birden fazla değerlendirme yaklaşımının bir arada uygulanmasını ve değerlendiricilerin değerlendirme sürecini tek bir ara yüzden yöneterek harcadıkları zamanı daha verimli kullanabilmelerini sağlamaktır. Bu nedenle çerçevede hem otomatik değerlendirme hem de uzman temelli yöntemlerin bir araya getirilmesi hedeflenmiştir. Öncelikle WAI'nin web sitesinde [11] listelenen farklı otomatik değerlendirme araçları incelenmiştir. İncelenen araçlar arasından AChecker [42] otomatik değerlendirme aracı, web sitelerinin erişilebilirliğini WCAG 2.0 kurallarına uygun olarak kontrol ettiği ve uygunluk kontrolü için ücretsiz bir web servis altyapısı sunduğu için, ayrıca pek çok araştırmada tercih edilmesinden dolayı [53, 55, 58, 56, 60, 62, 63, 65, 66] çerçeveye dahil edilmesine karar verilmiştir. Uzman temelli yöntemlerden de Bariyer Gezinti (BG) [14] yöntemi çalışmaya dahil edilmiştir. BG yöntemi, bilinen erişilebilirlik yönerge kılavuzlarının incelenerek, belirli kullanıcı türleri ve o kullanıcılar için önemli olan kontroller için genel senaryolar bağlamında yorumlanmasına dayanması ve daha çözüm odaklı bir yöntem özelliği taşımasından dolayı tercih edilmiştir.

İki farklı yaklaşımın entegre edilmesi ile Şekil 3.2'de görülen erişilebilirlik değerlendirme çerçevesi tasarımı oluşturulmuştur.



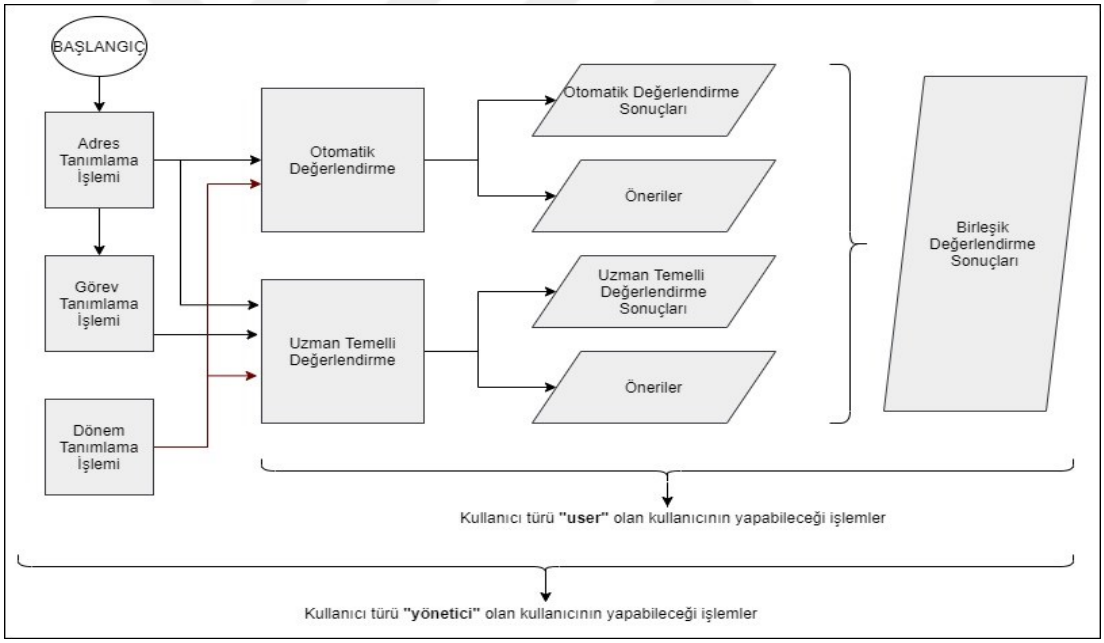
Şekil 3.2. Birleşik web erişilebilirlik değerlendirme (BWED) çerçevesi tasarımı

Önerilen bu erişilebilirlik çerçevesi sayesinde farklı değerlendirme yaklaşımlarının olumlu yönlerinin ve avantajlarının ön plana çıkarılması, güçsüz ve zayıf yönlerinin azaltılması amaçlanmıştır. Ayrıca iki yaklaşımın birlikte kullanılmasıyla; daha detaylı bir değerlendirme sonucu sunulması, verilerin doğruluğunun artırılması, kullanıcıya ayrıntılı ve objektif analiz yapma imkânı verilmesine olanak sağlanması hedeflenmiştir. Uzman temelli değerlendirme yöntemi olarak BG yönteminin çerçeveye dahil edilmesiyle otomatik değerlendirme araçlarının pek çoğunda analiz edilemeyen kontrollerin BG yöntemiyle tespit edilmesi ve böylece erişilebilirlik değerlendirme kapasitesinin artırılması amaçlanmıştır.

3.4. Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesi Uygulamasının Geliştirilmesi Fazı

BWED çerçevesi uygulamasının gerçekleştirilmesi için öncelikle sistemin ve bileşenlerin gereksinimleri analiz edilmiştir. BWED Çerçevesi uygulaması ile

değerlendiricilerin gerçekleştirebilecekleri işlemler Şekil 3.3'de görülen sistem akış şemasında sunulmaktadır. Öncelikle değerlendiricilerin değerlendirmek istedikleri web sitesinin adresini tanımlamaları gerekmektedir. Adres tanımlaması sonrasında BG yönteminde kullanılacak olan ve değerlendiricilerden gerçekleştirilmesi istenen görevlerin sisteme tanımlanması gerekmektedir. Ardından değerlendirme işlemleri için aktif bir değerlendirme döneminin tanımlanması gerekmektedir. Bu işlemler sadece "yönetici" olarak tanımlanan kullanıcılar tarafından yapılmaktadır. Değerlendiriciler otomatik değerlendirme ve uzman temelli değerlendirme sonuçlarını sistemden ayrı ayrı alabildikleri gibi birleşik değerlendirme sonucu da alabilmektedirler. Son olarak da değerlendiricilere tespit edilen erişilebilirlik sorunlarını minimum düzeye indirmek için yapılması gereken işlemlere ait önerilerin sunulması sağlanmaktadır. BWED Çerçevesi uygulamasına ait kullanım durum diyagramı ve senaryoları Ek-A'dan incelenebilir.



Şekil 3.3. BWED çerçevesi uygulaması sistem akış diyagramı

3.4.1. BWED çerçevesi uygulamasının bileşenleri

BWED çerçevesi, Şekil 3.2'den de görüldüğü üzere, web sitelerinin erişilebilirlik değerlendirilmesi hem otomatik hem de uzman temelli değerlendirme yöntemlerinin bir arada kullanılması ile sağlamaktadır. Geliştirilen sistem; otomatik değerlendirme bileşeni olarak "Achecker" aracına ait web servisi entegre olarak kullanılırken, uzman

temelli değerlendirme için ise “Bariyer Gezinti” yöntemini destekleyen yazılım bileşeni geliştirilerek çerçeveye dahil edilmiştir. Değerlendirme sonuçlarının erişilebilirlik yönergeleriyle eşleştirilebilmesi için öncelikle WCAG 2.0 yönergesi sistem mimarisine entegre edilmiştir. Erişilebilirlik yönergesi WCAG 2.0 içeriğinde bulunan yönerge setleri ve bu yönerge setlerine bağlı bulunan kriterlere ait tüm bilgiler Kamu İnternet Siteleri Rehberi Projesi (Kamis) tarafından oluşturulan “Erişilebilirlik İlkeleri” rehberinden alınmıştır [34].

3.4.1.1. Achecker

Geliştirilen BWED çerçevesi uygulamasında Achecker değerlendirme aracının sağladığı web servis (API) uygulaması kullanılmıştır. Bu servis aracılığıyla web sitelerinin erişilebilirlik açısından otomatik değerlendirmesi yapılarak değerlendirme çıktılarının BWED çerçevesi uygulamasında sunulması sağlanmaktadır.

Achecker genel doğrulama sunucusunu kullanarak değerlendirme yapmak için “https://achecker.ca/checkacc.php” adresi kullanılmaktadır. Ancak değerlendirme işleminin yapılabilmesi için bu adrese Tablo 3.1’de belirtilen parametreler aracılığıyla gerekli olan bilgilerin gönderilmesi gerekmektedir.

Tablo 3.1. Achecker web servis API parametreleri ve açıklamaları

Parametre	Açıklama	Varsayılan Değer
uri	Doğrulanacak web adresinin URL'si belirtilir.	Mutlaka belirtilmelidir.
id	Achecker web sitesinde kayıtlı kullanıcılar için tanımlanmış olan 40 karakter uzunluğunda bir web servis id'sidir. "Profil" sayfasında bulunmaktadır.	Mutlaka belirtilmelidir.
guide	Erişilebilirlik yönergesinin belirtildiği bölümdür. Tek bir erişilebilirlik yönergesi seçilebileceği gibi virgüllere ayırarak birden fazla yönergede seçilebilir.	BITV1 508 STANCA WCAG1-A WCAG1-AA WCAG1-AAA WCAG2-A * WCAG2-AA * WCAG2-AAA *
output	Çıktı biçimi belirlenir. Bir değer belirtilmezse HTML olarak gönderilir.	Html Rest**
offset	URI'dan html çıktısında doğrulamaya başlamak için satır dengelenir.	0

Öncelikle API uygulamasına “uri” parametresi aracılığıyla değerlendirilmek istenen web adresinin URL’si gönderilmiştir. “id” parametresi ile Achecker sisteminde kayıtlı kullanıcı için tanımlanmış olan web servis id bilgisi gönderilmiştir. Bu bilgiye

Achecker web sitesinde bulunan “Profil” sayfasından ulaşılmıştır. Daha sonra “guide” parametresi ile web adresinin değerlendirilmek istenilen yönerge bilgisi gönderilmelidir. Tablo 3.1’de görüldüğü gibi API uygulamasında birden fazla yönerge desteği verilmektedir. Ancak geliştirilen BWED çerçevesi uygulamasında yönerge olarak sadece WCAG 2.0-A, WCAG 2.0-AA ve WCAG 2.0-AAA düzeyleri dahil edilmiştir. “output” parametresi ile web servisten dönecek olan değerlendirme sonucu çıktı biçiminin belirtilmesi gerekmektedir. BWED çerçevesi uygulamasında değerlendirme sonuçlarının çıktıları “Rest” formatında alınmıştır.

Achecker API web servisi kullanılarak yapılan örnek bir web erişilebilirlik doğrulama isteği ve parametrelerin kullanımı Şekil 3.4’de belirtilmiştir.

```
https://achecker.ca/checkacc.php?uri= URL&
                                  id=WEBSERVICE_ID&
                                  output=rest&
                                  guide=WCAG2-A&
                                  offset=10
```

Şekil 3.4. Achecker API uygulaması doğrulama isteği örneği

Achecker API uygulamasına belirtilen parametreler gönderilirken, tüm parametrelerin arasında ve (&) sembolü kullanılmaktadır.

Değerlendirme başarılı bir şekilde tamamlandığında web servisten gelen örnek rest çıktısı Şekil 3.5’de gösterilmiştir.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
  <resultset>
    <summary>
      <status> </status>
      <sessionID>40-character-long string</sessionID>
      <NumOfErrors>number</NumOfErrors>
      <NumOfLikelyProblems>number</NumOfLikelyProblems>
      <NumOfPotentialProblems>number</NumOfPotentialProblems>
      <guidelines>
        <guideline>string</guideline>
        ...
      </guidelines>
    </summary>
    <results>
      <result>
        <resultType>string</resultType>
        <lineNum>number</lineNum>
        <columnNum>number</columnNum>
        <errorMsg>encoded string</errorMsg>
```

Şekil 3.5. Achecker API web servisinden gelen başarılı rest cevabı örneği

```
            <errorSourceCode>encoded string</errorSourceCode>
            <repair>encoded string</repair>
            <decisionPass>encoded string</decisionPass>
            <decisionFail>encoded string</decisionFail>
            <decisionMade>string</decisionMade>
            <decisionMadeDate>string</decisionMadeDate>
        </result>
        ...
    </results>
</resultset>
```

Şekil 3.5. (Devam) Achecker API web servisinden gelen başarılı rest cevabı örneği

Şekil 3.5'de görüldüğü gibi, gelen rest cevabından birden fazla parametreden bilgi gelmektedir. Bu bilgilerden BWED çerçevesi uygulaması dahilinde kullanılan parametreler Tablo 3.2'de açıklamalarıyla birlikte belirtilmiştir.

Tablo 3.2. Achecker API rest cevabından gelen ve BWED çerçevesinde kullanılan parametreler

Parametre	**Açıklama**
NumOfErrors	Bilinen sorunların sayısını sayar.
NumOfLikelyProblems	Olası sorunların sayısını sayar.
NumOfPotentialProblems	Potansiyel sorunların sayısını sayar.
resultType	Bu değerlerden biri olabilir: Hata, Muhtemel Sorun, Potansiyel Problem.
sequenceID	Her bir hatayı / sorunu tanımlayan benzersiz dizi kimliğidir. Bu kimlik, kararı / geri bildirim isteğinde her hatayı / sorunu tam olarak belirlemek için kullanılır.
errorMsg	Gerçek hata mesajı.
decisionPass	ResultType "Muhtemel Sorun" veya "Potansiyel Sorun" olduğunda sunulur.
decisionFail	ResultType "Muhtemel Sorun" veya "Potansiyel Sorun" olduğunda sunulur.
lineNum	Kaynak kodda, hatanın tespit edildiği satırı ifade eder.
columnNum	Kaynak kodda, hatanın tespit edildiği satırın sütununu belirtir.

Bu parametreler değerlendirilen her bir URL için BWED çerçevesi uygulaması sisteminde bulunan veri tabanındaki ilgili tablolara kaydedilmektedir. Ayrıca Achecker tarafından hata olarak belirlenen ve değerlendirme sonucunda "SequenceID" parametresiyle gönderilen hataların, WCAG 2.0 erişilebilirlik yönergesi maddeleriyle eşleştirilmesi BWED çerçevesinin sistem mimarisi oluşturulurken uygulamanın veri tabanında yapılmıştır. Achecker otomatik değerlendirme aracından gelen hataların hangi erişilebilirlik yönergesiyle eşleştirilmesi gerektiğine dair bilgiler Achecker web erişilebilirlik rehberinden elde edilmiştir [75].

Achecker API uygulamasına boş veya hatalı web adresi URL'si veya web servis id bilgisi gönderildiğinde web servisten dönen hata mesajlarının bir örneği ise şekil 3.6'da verilmiştir. 401 hata kodu boş veya hatalı URI adresi gönderildiğinde, 402 hata kodu ise boş veya hatalı web servis ID gönderildiğinde alınmaktadır.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<errors>
        <totalCount>number</totalCount>
        <error code="401">
                <message>Empty URI.</message>
        </error>
        <error code="402">
                <message>Empty web service ID.</message>
        </error>
</errors>
```

Şekil 3.6. Achecker API web servisinden dönen hata mesajı örneği

3.4.1.2. Bariyer gezinti

Geliştirilen BWED çerçevesinde uzman temelli değerlendirme bileşenin sağlanması için sistemde Bariyer gezinti (BG) yönteminin uygulanmasını sağlayacak gerekli ara yüzler ve alt yapı oluşturulmuştur. BG yönteminin sistem üzerinden değerlendiriciler tarafından uygulanabilmesini sağlamak için önce bir bariyer tipi seçilmesi ve sonrasında da ilgili web sitesinin bağlamına uygun görevler tanımlamaları istenmektedir. Bourne ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptıkları çalışmada [76] dünya genelinde yaklaşık olarak 1,3 milyar insanda görme ile alakalı bir engelinin bulunduğu savunulmaktadır. BG yönteminde her ne kadar 9 farklı tipte engelli kullanıcı tipi tanımlanmış olsa da tez çalışması kapsamında önerilen çerçeve içerisinde öncelikle

yalnızca görme engeli ile ilişkili olan 3 türdeki engelli kullanıcı dahil edilmiştir. Bunlar görme engelli, görme bozukluğu olan ve renk körlüğü olan kullanıcı türleridir. Bu 3 kullanıcı türüne ait kontrol maddeleri Ek-B'de sunulmuştur. Değerlendiricilere ilgili web sitesindeki tanımlanan görevleri gerçekleştirirken ilgili kullanıcı tipine göre incelemeleri gereken kontrollerin neler olduğu sistem üzerinden sağlanmakta ve BG yönteminin tanımladığı ölçeğe göre bunları 0 ila 3 arasında değerlendirmeleri istenmektedir.

BG yönteminin geliştirilen BWED çerçevesi uygulamasına uyarlanabilmesi için yöntemde kullanılan bazı önemli verilerin sistem mimarisine aktarılması gerekmektedir. Bunun için şu işlem adımları gerçekleştirilmiştir.

- BG yönteminde tanımlanmış olan kullanıcı kategorileri sisteme aktarılmıştır.
- Kullanıcı kategorilerine ait olası engellerin listesi (kontrol listesi) sisteme girilmiştir.
- Her bir engele ait neden, hata, etki ve düzeltme bilgileri sisteme eklenmiştir.
- Her bir engelin erişilebilirlik yönergesinde karşılık gelen maddelerle eşleştirilme işlemleri yapılmıştır.

BG yöntemindeki engellerin "WCAG 1.0", "WCAG 2.0" ve "Itilian Law" erişilebilirlik yönergeleri için eşleştirmesi bulunmaktadır. Geliştirilen BWED çerçeve uygulamasında engellerin erişilebilirlik yönergesi ile eşleştirilmesi sadece WCAG 2.0 erişilebilirlik yönergesi için yapılmıştır. Tüm bu bilgiler BG yönteminin anlatıldığı web sitesinden elde edilmiştir [14]. Ayrıca tüm bu verilerin Türkçe çevirisi yapılarak sisteme entegrasyonu sağlanmıştır. Örnek olarak, görme engelli kullanıcıya ait bir engelin sisteme eklenen ve Türkçe çevirisi yapılan bilgileri Tablo 3.3'de bulunmaktadır.

Tablo 3.3. Görme engelli kullanıcıya ait bir engelin bilgileri

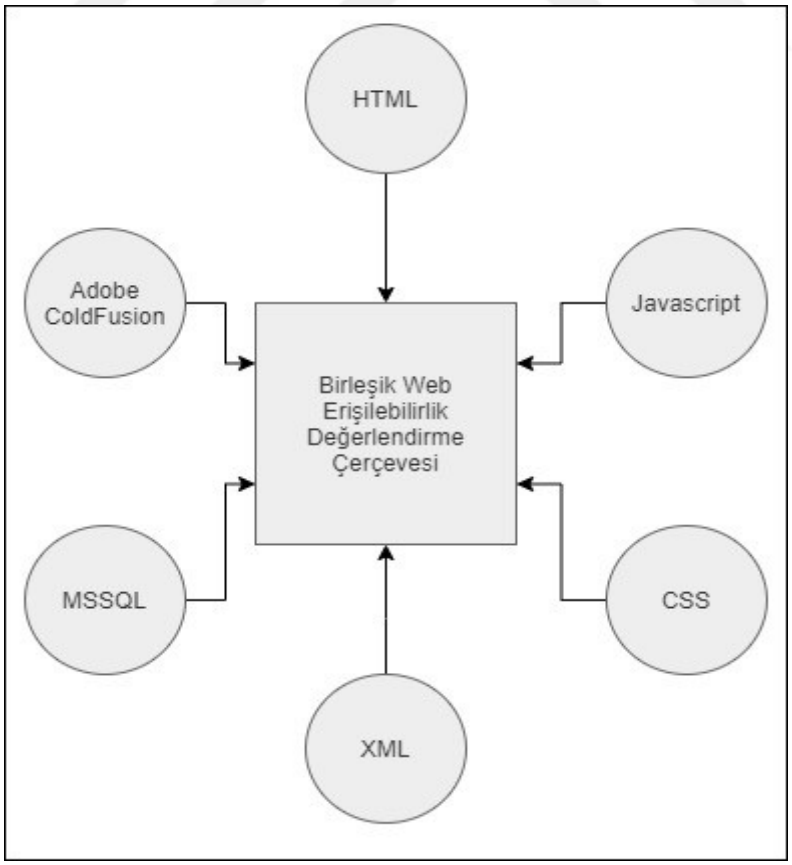
Eşdeğer metin içermeyen zengin imgeler	
Kullanıcı:	Görme engelli kullanıcı
WCAG 2.0:	1.1 1.1.1
Neden:	Sayfada, yalnızca bilgi sağlayan grafik biçiminde bir resim (örneğin bir diyagram, histogram, resim, çizim, grafik) var ancak resme ait eşdeğer metinsel bir açıklama yok.
Hata Modu:	Kullanıcı, önemli bir görüntünün olduğunu algılasa bile, içerdiği bilgiyi elde etmenin bir yolu yoktur. Ayrıca, sayfada veya sitede bu bilgilerin nereye gömüldüğünü bulmaya çalışırken zaman ve çaba harcar.

Tablo 3.3.(Devam) Görme engelli kullanıcıya ait bir engelin bilgileri

Etki:	Kullanıcı, görüntü tarafından aktarılan bilgiyi kullanamaz. Etkinliğin önemli ölçüde azalması; ayrıca kullanıcı verimliliğini de azaltabilir.
Düzeltme:	Resme eşdeğer bir metinsel açıklama ekleyin: OBJECT etiketini kullanmak ve etiketin içeriğindeki metni belirtmek yeterli değilse, IMG'nin ALT özelliğini kullanarak ekleyin. Bu hala yetersizse, görüntünün yakınına metinsel açıklamanın bulunduğu belirli bir sayfaya götüren bir bağlantı ekleyin. Diğer bir strateji de görüntünün yakınına, görseli görebilenlerin de görebileceği şekilde eşdeğer metin yerleştirmektir.

3.4.2. BWED çerçevesi uygulama geliştirme ortamları

BWED Çerçevesi uygulamasının geliştirilmesinde Şekil 3.7'den de görüldüğü üzere birden fazla ve farklı teknolojiler kullanılmıştır. Kullanıcıların değerlendirme yapmalarını sağlayacak sisteme ait ara yüzler HTML, ColdFusion, JavaScript ve CSS ile geliştirilmiştir. Veri tabanı işlemleri için MSSQL veri tabanı yönetim sistemi kullanılmıştır. Achecker otomatik değerlendirme aracının API uygulamasından veri alışverişi yapabilmek için XML veri iletişim standardı kullanılmıştır. Kullanılan teknolojilerin genel özellikleri, avantajları ve tercih edilme nedenleri ilgili alt bölümlerde açıklanmaktadır.



Şekil 3.7. BWED çerçevesi uygulama geliştirme ortamları

3.4.2.1. Adobe ColdFusion

ColdFusion (CF), Adobe firmasının sahip olduğu, web sunucusu olarak Java Sanal Makinesi (JVM) üzerinde çalışan ve yazılım dili olarak ColdFusion Markup Language (CFML) kullanan web sunucusu ve yazılım dilidir. CF ile yazılım geliştirmek, CFML'nin HTML etiketlerine benzerlik göstermesinden dolayı oldukça kolaydır. Ayrıca CF ile dinamik web siteleri, e-ticaret siteleri, ağ uygulamaları ve gelişmiş raporlama araçları kolay ve hızlıca geliştirilmektedir [77]. CF'nin öne çıkan diğer özelliklerini [78] şöyle sıralayabiliriz:

- Gelişmiş veritabanı desteği (MySQL, Oracle, MS SQL, PostgreSQL, DB2, Ms Access, dBASE, FoxPro ve Paradox)
- Hızlı ve kolay uygulama geliştirmeyi sağlaması
- Adobe firmasının diğer ürünleriyle (örneğin; Flash gibi) doğrudan bağlantısının olması

3.4.2.2. MSSQL

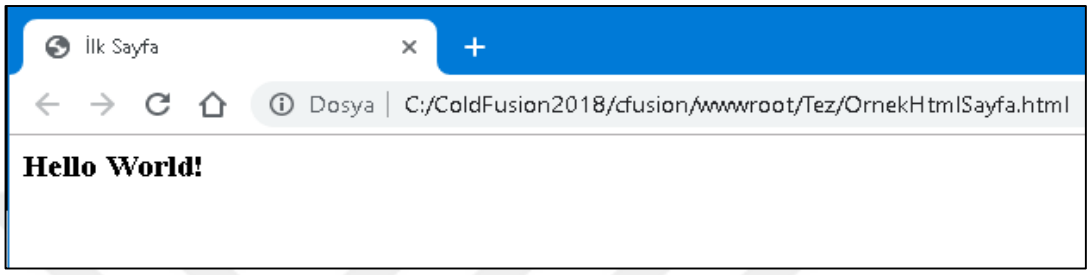
Microsoft Structured Query Language (MSSQL), Microsoft tarafından geliştirilen ve Windows sunucuları arasında en popüler olan ilişkisel veri tabanı yönetim sistemidir [79]. MSSQL; farklı tekil kullanıcılar, tek makineli küçük uygulamalar ile genel ağ üzerinden çalışan birçok eş zamanlı kullanıcıya sahip büyük uygulamalar gibi pek çok sistem üzerinde farklı kitlelerce ve projelerde kullanılabilir [80]. MSSQL'in CF ile bağlantısı da oldukça kolaydır ve birbirleriyle uyumlu çalışabilmektedir.

3.4.2.3.HTML

HTML (Zengin Metin İşaret Dili - Hyper Text Markup Language) kısaca işaretleme dilidir. HTML bir programlama dili olarak tanımlanmamaktadır [81]. HTML'in temel amacı metin, resim, video gibi birbirinden farklı olan verileri birbirine basitçe ve hızlıca bağlamaktır. Basamaklı stil sayfası CSS ve Javascript desteğiyle HTML kodları ile görsel ve dinamik web siteleri oluşturulabilir [82]. Ayrıca erişilebilirlik araçları HTML ve CSS yapısında bulunan hataları tespit edebilmektedir [83]. Bu sebeple erişilebilirlik için HTML yapısının önemi büyüktür. Örnek HTML kodu ve çıktısı şekil 3.8 ve 3.9'daki gibidir.

```
<html> //HTML başlangıcı
    <head> //Başlık bilgileri tanımlamaları başlangıcı
        <title>İlk Sayfa</title> //Sayfa başlığında görüntülenecek bilgi
    </head> //Başlık tanımlamaları sonu
    <body> //Sayfa içerisinde görüntülenecek gövde içeriği başlangıcı
        <h3>Hello World!</h3> //Sayfa içeriği, 3. Seviye başlık metni
    </body> //Gövde sonu
</html> //HTML sonu
```

Şekil 3.8. HTML kodu örneği



Şekil 3.9. Örnek HTML sayfası çıktısı

3.4.2.4. JavaScript

JavaScript (JS), ilk olarak "web sayfalarını daha etkileşimli ve canlı hale getirmek" amacıyla geliştirilmiştir. JS, doğrudan bir web sayfasının HTML koduna yazılabilir ve sayfa yüklenirken otomatik olarak çalıştırılır. Çalıştırılmaları için derlenmeye ihtiyacı yoktur. Javascript'i benzersiz yapan üç şey; HTML/CSS ile tam uyumlu çalışması, basit şeylerin kolayca yapılması ve bütün tarayıcılar tarafından destekleniyor olmasıdır [84].

3.4.2.5. XML

XML (Genişleyebilir İşaretleme Dili - Extensible Markup Language), kısaca metin biçimi teknolojisi olarak tanımlayabiliriz. Veri yapılarını, içeriklerini ve kavramlarını platform ve dilden bağımsız olarak temsil edilmesine imkân veren, özel işaretleme dillerinin uygulamalarda tanımlanmasına olanak sağlayan basit ve esnek bir teknolojidir [85]. Şekil 3.10'da XML formatında bir yapı gösterilmiştir.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<universiteler>
        <universite>
                <universiteadi>Kocaeli Üniversitesi</universiteadi >
                <il>Kocaeli</il>
                <telefon> 02623031000</ telefon>
        </universite>
        <universite>
                <universiteadi>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</universiteadi>
                <il>Ankara</il>
                <telefon> 03122102000 </telefon>
        </universite>
</universiteler>
```

Şekil 3.10. XML veri formatı örneği

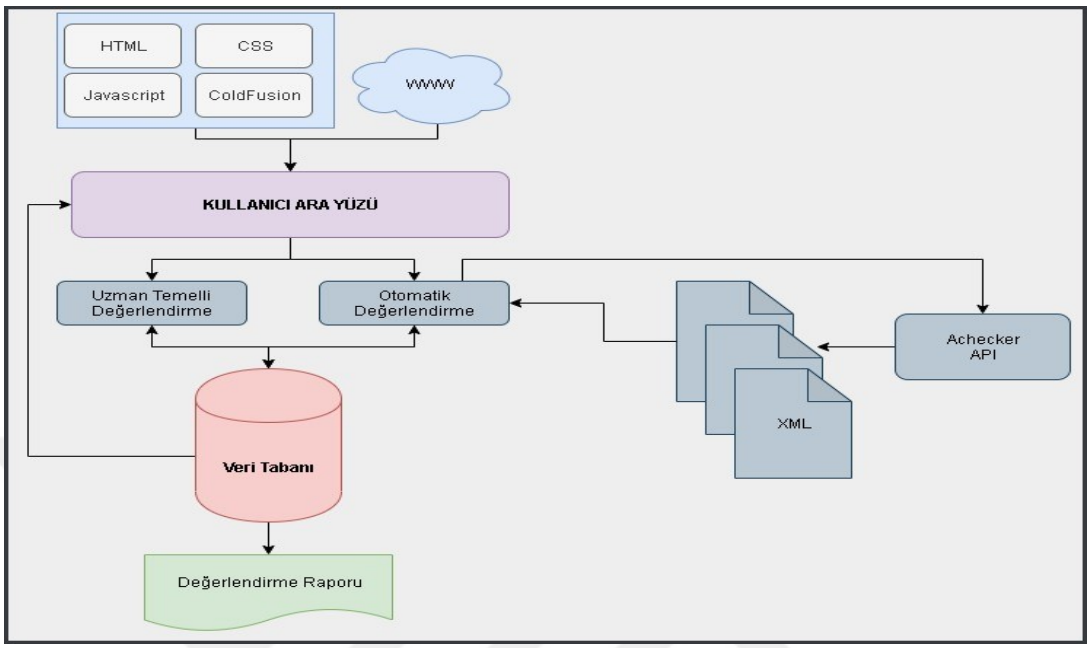
3.4.3. BWED çerçevesi uygulaması sistem mimarisi

BWED Çerçevesi uygulamasına ait sistem mimarisi Şekil 3.11'de görülmektedir. Bölüm 3.4.2'de ayrıntılı bir şekilde anlatılan bileşenler kullanılarak uygulamanın ara yüzü ve veri tabanı oluşturulmuştur. BWED çerçevesi uygulaması otomatik ve uzman temelli değerlendirme olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler oluşturulmadan önce otomatik ve uzman temelli değerlendirme yöntemleri için önemli olan bilgiler analiz edilip, bilgilerin veri tabanına aktarılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra otomatik ve uzman temelli değerlendirme yöntemleri arasında bağlantı kurabilmek ve raporlama yapabilmek için kullanılacak WCAG 2.0 erişilebilirlik yönergesinin tüm bilgileri yine veri tabanı aracılığıyla sisteme entegre edilmiştir. Son olarak otomatik ve uzman temelli değerlendirme yöntemlerindeki hataların/engellerin erişilebilirlik yönergesi ile bağlantıları veri tabanında tanımlanmıştır.

BWED Çerçevesi uygulamasında otomatik değerlendirme, Achecker uygulamasının web servisi aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Web servis değerlendirme sonuçlarını XML olarak göndermektedir. XML formatındaki değerlendirme sonuçları geliştirilen sistem üzerinden analiz edilip veri tabanındaki ilgili tablolara kaydedilmektedir.

Uzman temelli değerlendirme yönteminin gerçekleştirilmesi için gerekli olan "web adresi", "görevler", "kullanıcı türü" ve seçilen kullanıcı türüne göre kontrol edilmesi istenen "kontrol listesi" veri tabanı aracılığıyla sistemden alınmaktadır. Kullanıcının ilgili ara yüz aracılığıyla girmiş olduğu uzman temelli değerlendirme verileri veri tabanındaki ilgili tablolara kaydedilmektedir.

Değerlendirme çerçevesi üzerinden elde edilen verilerin raporları ise veri tabanı aracılığıyla erişilebilirlik yönergesi ile eşleştirilerek alınmaktadır.



Şekil 3.11. Birleşik web erişilebilirlik değerlendirme çerçevesi sistem mimarisi

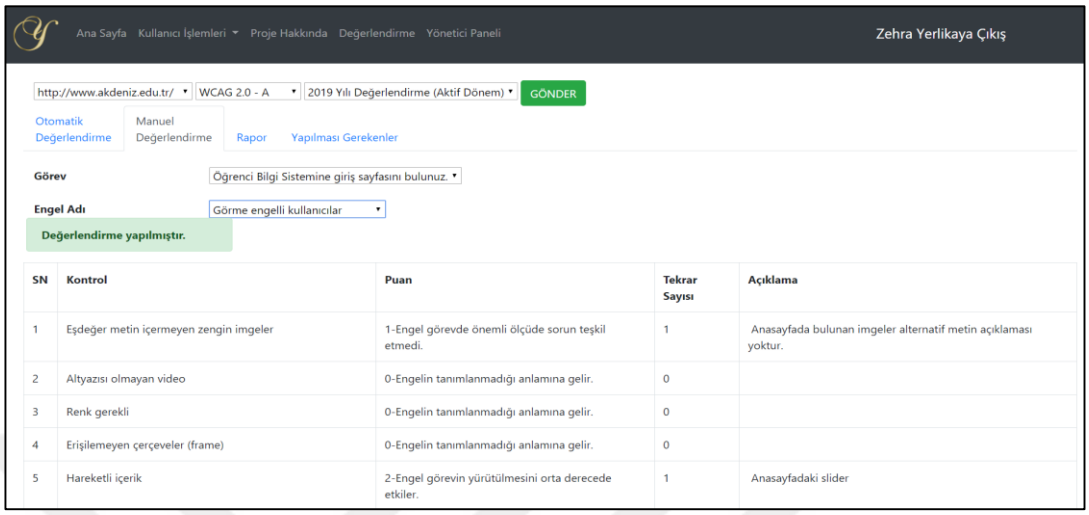
3.4.3.1. Veri tabanı tasarımı

BWED Çerçevesi uygulamasında değerlendirme ile ilgili tüm bilgiler veri tabanında saklanmaktadır. Veri tabanında tüm işlemler için 15 tablo tanımlanmıştır. Bunlar; "Kullanicilar", "ErisilebilirlikYonergeleri", "ErisilebilirlikYonergeMaddeleri", "ErisilebilirlikPrensipleri", "KullaniciOtomatikDegerlendirme", "KullaniciOtomatikDegerlendirmeSatirNo", "ToolKontrolYonergeEslestirme", "EngelTuru", "EngelKontrolListesi", "EngelKontrolYonergeEslestirme", "Puanlama", "Linkler", "Gorevler", "KullaniciManuelDegerlendirme" ve "DegerlendirmeDonemi" tablolarıdır. Uygulama içinde kullanılan veri tabanı tasarımı ilişkisel diyagramı Ek-C'den görülebilmektedir.

3.4.3.2. Ara yüz tasarımı

BWED Çerçevesi uygulamasında değerlendirici kullanıcıları için Ek-A'da tanımlı kullanım durumları ile eşleşen tüm işlemlerini gerçekleştirmeleri için gerekli ara yüz tasarımları oluşturulmuştur. Bunlar genel olarak önerilen çerçevenin değerlendirme verisinin girişi, değerlendirme işlemlerini gerçekleştirme ve değerlendiriciye rapor

sunma ile ilgili ara yüzlerdir. Uygulamaya ait örnek bir ara yüz Şekil 3.12'den görülebilmektedir.



Şekil 3.12. Uygulamaya ait örnek ara yüz

Geliştirilen BWED çerçeve uygulamasında kullanıcıya sunulan değerlendirme sonuçlarına ait örnek bir rapor görüntüsü Şekil 3.13'te bulunmaktadır.



Şekil 3.13. Uygulamanın sunduğu raporlara ait bir örnek

Ayrıca BWED çerçeve uygulaması için geliştirilen tüm ara yüzler ve kullanıcılara sunulan tüm raporlarla ilgili detaylı ekran görüntüsü örnekleri Ek-D'de sunulmaktadır.

3.5. BWED Çerçevesi Uygulamasının Değerlendirilme Fazı

Tez çalışmasındaki son faz olan değerlendirme fazında BWED çerçevesi uygulamasının web sitelerinin erişilebilirlik değerlendirmeleri için kullanımı incelenmiştir. Bu amaçla incelenmek üzere üç web sitesi belirlenmiştir. Bu web sitelerinin belirlenmesi için Türkiye'deki 112 devlet üniversitenin web sitesini erişilebilirlik açısından değerlendiren daha önceki araştırmaya [86] ait bulgular kullanılmıştır. Çalışmada değerlendirilen web siteleri artan erişilebilirlik sorunlarına göre sıralanarak hata sayısına göre az, orta ve çok sayıda hata içeren siteler olarak 3 kategoriye ayrılmıştır. Her kategoriden birer üniversite seçilerek Tablo 3.4'de sunulan üç üniversite web sitesi incelenmek üzere seçilmiştir.

Çalışmada [86], Sortsite otomatik değerlendirme aracının yaptığı değerlendirmeye göre toplam hata sayıları 0 ile 15 aralığında olan üniversiteler az, 16 ile 25 arasında olanlar orta ve 26 ile 35 arasında olanlar çok hata oranına sahip üniversiteler olarak gruplandırılmıştır. Bu çalışma kapsamında da az, orta ve çok hata oranlı gruplardan birer üniversite seçilerek bunlar sırasıyla Ü1, Ü2 ve Ü3 olarak kodlanmıştır.

Tablo 3.4. Değerlendirilen üniversite web siteleri

#	Üniversite Kodu	Hata Aralığı
1	Ü1	0-15
2	Ü2	16-25
3	Ü3	26-35

Seçilen üniversite web sitelerinin erişilebilirlik değerlendirmeleri, tez kapsamında geliştirilen erişilebilirlik değerlendirme çerçevesi aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. BG yöntemi ile de incelemeyi içeren bu değerlendirme tek bir uzmanın değerlendirmesi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında değerlendirme bir uzman tarafından gerçekleştirilmiş olmasına rağmen, geliştirilen BWED çerçevesi uygulamasında, birden fazla uzman tarafından değerlendirme yapılmasına izin verilmektedir.

BG yöntemi ile inceleme yapabilmek için üniversite web sitelerinde gerçekleştirilebilecek en temel görevlerden üç tanesi seçilerek yöntem uygulanmıştır.

Görevler belirlenirken kullanıcı yetkilendirmesi içermeyen genel görevler seçilmiştir. Görevler aşağıda listelenmektedir;

- Görev 1: Öğrenci Bilgi Sistemine giriş sayfasını bulunuz.
- Görev 2: Akademik takvimi bulunuz.
- Görev 3: Kütüphane web sayfasına gidiniz.

Bu görevler; her üniversite için BG bileşeni içerisinde tanımlı üç engel türüne (görme engelli kullanıcılar, görme zayıflığı olan kullanıcılar ve renk körü kullanıcıları) göre ayrı ayrı incelenip, değerlendirilmiştir. BG yönteminde gerekli kontrolleri gerçekleştirirken görme engeli olan kullanıcıların kullandığı yardımcı teknolojilerden biri olan "NV Access" [87] ekran okuyucusu programı kullanılmıştır. NV Access ekran okuyucusu programı sisteme entegre bir bileşen olmayıp, harici kullanılmıştır. Böylece kullanıcılar değerlendirme işlemlerini gerçekleştirirken diledikleri yardımcı teknolojileri kullanabilirler.

4. DEĞERLENDİRME BULGULARI

Tez kapsamında geliştirilen BWED Çerçevesi sistemi aracılığıyla 3 üniversite web sitesinin otomatik ve uzman temelli erişilebilirlik değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu bölümde yapılan değerlendirmelere ait bulgular paylaşılmaktadır.

4.1. BWED Çerçevesi Uygulaması Performans Sonuçları

Üniversitelerin otomatik ve uzman temelli değerlendirme süreleri tablo 4.1'de ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Ayrıca tabloda üniversite web sitelerinin otomatik değerlendirme süreleri tüm erişilebilirlik yönerge seviyeleri (A, AA ve AAA) için ayrı ayrı listelenmiştir.

Tablo 4.1. Üniversite web sitelerinin değerlendirme süreleri

Üniversite	Otomatik Değerlendirme Süresi			Uzman Temelli Değerlendirme Süresi		
Ü1	A	11,362 sn	40,059 sn	Görev 1	35 dk	82 dk
	AA	15,117 sn		Görev 2	21 dk	
	AAA	13,58 sn		Görev 3	26 dk	
Ü2	A	62,284 sn	160,47 sn	Görev 1	31 dk	81 dk
	AA	70,293 sn		Görev 2	22 dk	
	AAA	27,893 sn		Görev 3	28 dk	
Ü1	A	19,906 sn	64,609 sn	Görev 1	37 dk	88 dk
	AA	23,257 sn		Görev 2	24 dk	
	AAA	21,446 sn		Görev 3	27 dk	

Ü1, Ü2 ve Ü3 web sitelerinin otomatik değerlendirme süreleri tüm erişilebilirlik yönerge seviyeleri için toplamda 40 sn, 160 sn ve 64 sn iken, uzman temelli değerlendirme süreleri ise sırasıyla 82 dakika, 81 dakika ve 88 dakika sürmüştür. Uzman temelli değerlendirme sürelerinin otomatik değerlendirmeye göre uzun olmasının sebebi, uzman temelli değerlendirmede her bir kontrolün kullanıcı tarafından manuel olarak ve bazı durumlarda NV Access ekran okuma programı kullanılarak kontrol edilmesinden kaynaklanmaktadır.

Üniversitelerin otomatik ve uzman temelli değerlendirme işlemleri tamamlandığında elde edilen sonuçlar 4 ana başlıkta incelenmiştir.

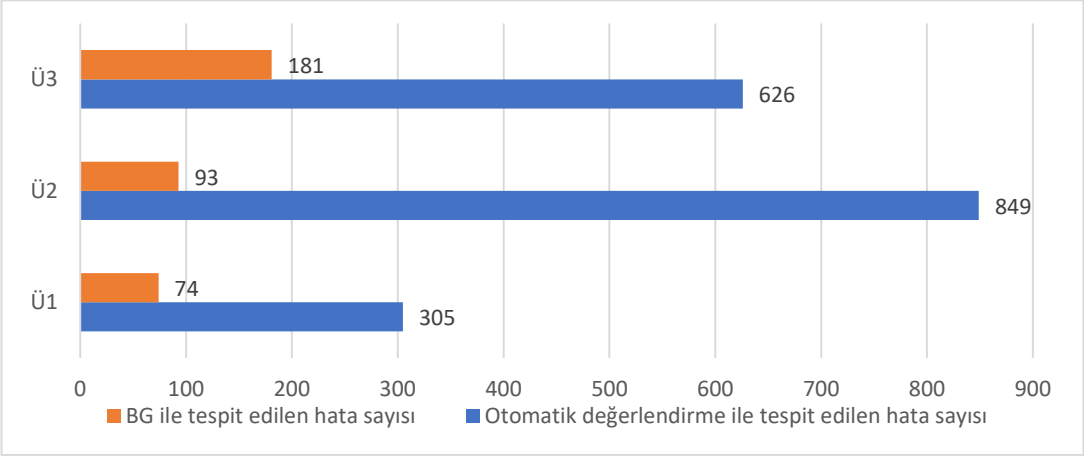
- Üniversitelerin toplam erişilebilirlik hata sayıları,
- Üniversite erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönergelerine ve yönerge maddelerine göre dağılımı,
- Üniversite erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik prensiplerine göre dağılımı,
- Üniversite erişilebilirlik hatalarının giderilmesi için yapılması gerekenler

Bu başlıkların BWED çerçevesi uygulaması içerisinde hem otomatik değerlendirme hem de uzman temelli değerlendirme için ayrı ayrı incelenerek, analiz edilmesi sağlanmaktadır.

4.2. BWED Çerçevesi Uygulaması ile Gerçekleştirilen Değerlendirme Sonuçları

4.2.1. Üniversitelerin toplam erişilebilirlik hataları

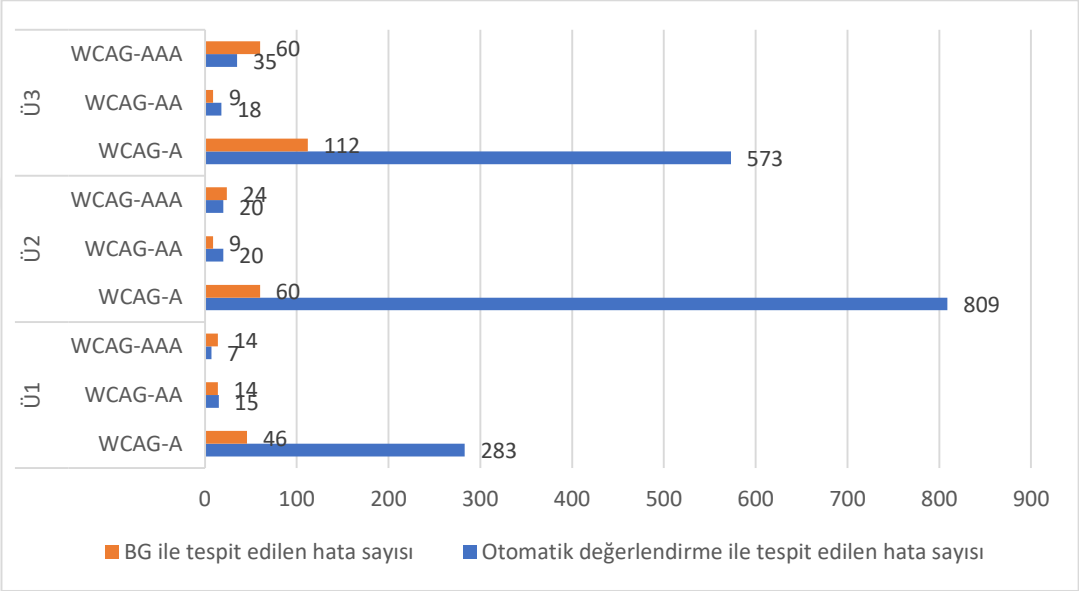
Geliştirilen BWED çerçevesi uygulamasının otomatik ve uzman temelli değerlendirme bileşenleri aracılığıyla yapılan değerlendirme sonuçlarına göre üniversitelerin toplam erişilebilirlik hataları şekil 4.1'de gösterilmiştir. Buna göre otomatik değerlendirmede A, AA ve AAA düzeylerinde toplam erişilebilirlik hatası en yüksek üniversite Ü2 (849 hata), en düşük üniversite ise Ü1 (305 hata) olarak belirlenmiştir. BG yöntemine göre en çok erişilebilirlik hatası olan üniversite ise 181 hata ile Ü3 olmuştur. En az hataya sahip üniversite ise 74 hata ile Ü1 olmuştur.



Şekil 4.1. Otomatik ve uzman temelli değerlendirmeye göre üniversitelerin tespit edilen toplam erişilebilirlik hata sayıları

4.2.2. Üniversitelerin erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönergelerine göre dağılımı

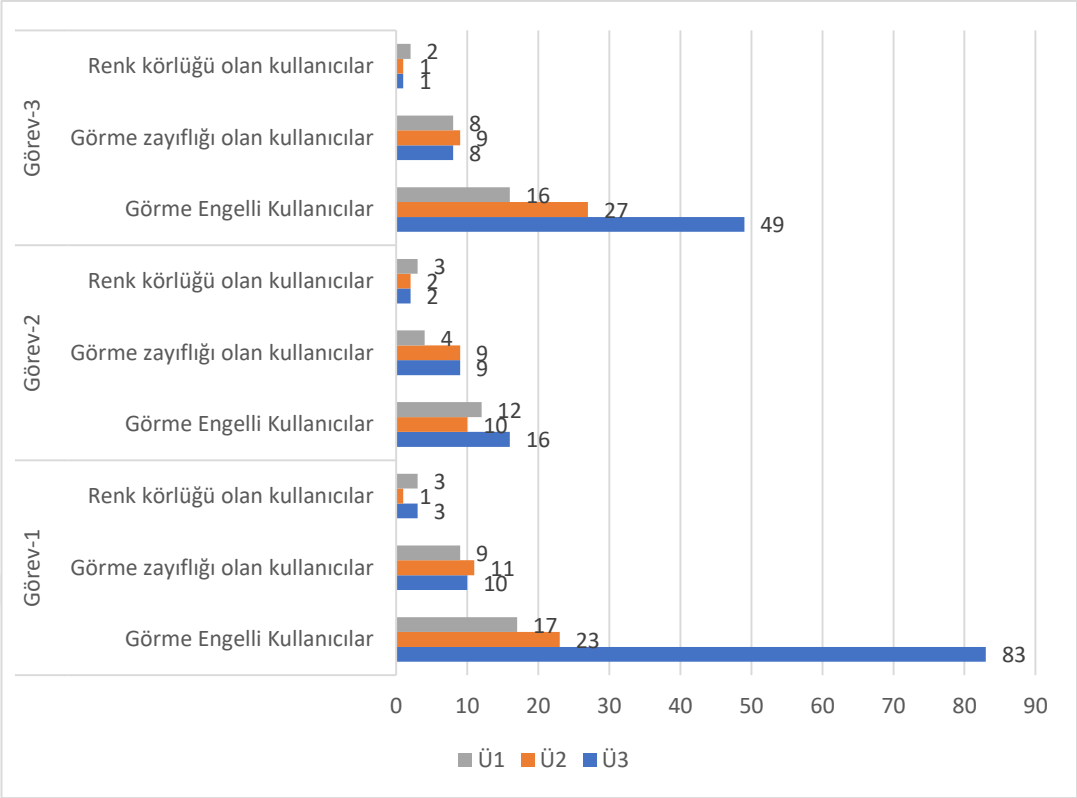
Değerlendirilen üç üniversite web sitesinin erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönergelerine göre (WCAG-A, WCAG-AA ve WCAG-AAA) dağılımı şekil 4.2'de verilmiştir. Bu analiz ile web sitelerinin erişilebilirlik konusundaki durumlarının yönerge açısından detaylı incelenmesi hedeflenmiştir.



Şekil 4.2. Otomatik ve uzman temelli değerlendirmeye göre üniversitelerin erişilebilirlik hatalarının WCAG düzeylerine göre dağılımı

Hataların WCAG 2.0 erişilebilirlik yönerge düzeylerine göre dağılımı incelendiğinde hem otomatik hem de BG yöntemiyle değerlendirmede hataların "WCAG-A" erişilebilirlik düzeyinde daha fazla yoğunlaştığı tespit edilmiştir. A düzeyi, bir web sitesinin erişilebilirlik konusunda asgari düzeyde karşılaması gereken maddeleri içermektedir. Böylece üç üniversite web sitesinin de erişilebilirlik konusundaki eksiklerinin kritik derecede fazla olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca şekil 4.3'te belirtildiği gibi BG yöntemi ile yapılan uzman değerlendirme sonucuna göre her bir üniversitenin erişilebilirlik hatalarının görevlere ve incelenen kullanıcı türlerine göre dağılımı da analiz edilmiştir. Böylece BG yöntemiyle gerçekleştirilen görevlerin hangi kullanıcı türleri için daha fazla engel teşkil ettiğinin her bir üniversite için ayrı ayrı tespit edilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 4.3. BG değerlendirme sonuçlarının gerçekleştirilen görevlere ve kullanıcı türlerine göre dağılımı

Şekil 4.3 incelendiğinde; Öğrenci Bilgi Sistemine giriş sayfasının bulunması istenilen Görev-1'de, görme engelli kullanıcılar için en fazla "Ü3" web sayfasında sorun oluşturan madde olduğu tespit edilmiştir. Aynı görev görme zayıflığı olan kullanıcılar için "Ü2" web sayfasında daha fazla sayıda sorun oluşturmaktadır. Renk körü kullanıcılar için "Ü1" ve "Ü3" üniversitelerinde daha fazla sayıda sorun tespit edilmiştir.

Akademik takvimin bulunmasını içeren Görev-2'de görme engelli kullanıcılar için en çok "Ü3" web sitesi engel (16 hata) barındırmaktadır. Aynı görevde görme zayıflığı olan kullanıcılar için en fazla "Ü3" ve "Ü2" web sitelerinde sorun olduğu tespit edilmiştir. Renk körü kullanıcılar için "Ü1" web sitesinde problemler mevcuttur.

Kütüphane web sayfasının bulunması istenilen Görev-3'de ise görme engelli kullanıcılar için en fazla "Ü3" web sitesi kullanıcılarına engel teşkil etmektedir. Görme zayıflığı olan kullanıcılar için "Ü2" web sitesinin daha fazla sorunu bulunmaktadır. Renk körü kullanıcılar için; diğer web sitelerine göre "Ü1" web sayfasında daha fazla engel tespit edilmiştir.

4.2.3. Üniversitelerin erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönerge maddelerine göre dağılımı

Yapılan değerlendirme çalışması sonucunda web sayfalarının erişilebilirlik hataları erişilebilirlik yönerge maddelerine göre de analiz edilmiştir. WCAG erişilebilirlik yönerge maddelerine göre hataların dağılımı Tablo 4.2'de belirtilmiştir. Otomatik değerlendirme sonucunda ortaya çıkan ve BG değerlendirme yöntemi sonucunda tespit edilen hataların her biri geliştirilen BWED çerçeve uygulaması aracılığıyla erişilebilirlik yönerge maddeleriyle eşleştirilme işlemi otomatik olarak yapılmaktadır. Bu eşleştirmeden yola çıkarak Tablo 4.2'de her bir üniversite için hem otomatik değerlendirme (OD) hem de bariyer gezinti değerlendirme (BGD) sonucunda elde edilen hataların erişilebilirlik yönerge maddelerine göre dağılımı gösterilmektedir. Böylece hataların erişilebilirlik yönergesinde hangi maddeler ile ilişkili olduğunun kullanıcılar tarafından analiz edilmesi hedeflenmiştir. Tablo 4.2'den görüldüğü üzere yapılan değerlendirme sonucunda 3 üniversite web sitesinde ve her iki değerlendirme yönteminde de karşılaşılan hatalar erişilebilirlik yönergesindeki 1.1.1 metinsel olmayan içerik, 1.3.1 bilgi ve ilişkiler, 1.4.1 renk kullanımı, 2.4.1 blokların pas geçilmesi, 1.4.6 kontrast ve 2.4.10 bölüm başlıkları kontrol maddelerinde yoğunluk göstermektedir.

Tablo 4.2. Üniversite web sitelerinin erişilebilirlik hatalarının yönerge maddelerine göre dağılımı

Madde	Madde adı	Ü1		Ü2		Ü3	
		OD	BGD	OD	BGD	OD	BGD
1.1.1	Metinsel Olmayan İçerik	4	7	3	8	71	29
1.2.1	Sadece Ses ve Sadece Video Ortamları	-	-	-	-	-	1
1.2.2	Altyazılar	-	-	-	-	-	1
1.2.3	Sesli Açıklama veya Ortam Alternatif	-	-	-	-	-	1
1.3.1	Bilgi ve İlişkiler	3	4	5	5	8	4
1.3.2	Anlamlı Sıralama	-	-	-	2	-	3
1.3.3	Duyusal Karakteristikler	1	-	1	-	2	-
1.4.1	Renk Kullanımı	4	6	59	5	96	15
2.1.1	Klavye	-	7	8	10	38	20
2.1.2	Klavye Kilitlenmesinin Olmaması	-	3	-	3	-	4
2.2.2	Duraklatma, Durdurma, Gizleme	-	3	-	6	-	6
2.3.1	Üç kere ya da Aşağısı Yanıp Sönme Eşiği	-	-	8	-	38	-
2.4.1	Blokların Pas Geçilmesi	2	6	2	7	3	4
2.4.2	Konu Başlıklı Sayfa	1	2	1	1	1	-

Tablo 4.2.(Devam) Üniversite web sitelerinin erişilebilirlik hatalarının yönerge maddelerine göre dağılımı

Madde	Madde adı	Ü1		Ü2		Ü3	
		OD	BGD	OD	BGD	OD	BGD
2.4.3	Odaklama Sırası	-	-	-	-	-	1
2.4.4	Bağlantının Maksadı	268	-	722	4	304	16
3.1.1	Sayfanın Dili	-	3	-	1	-	1
3.3.1	Hata Tanımlaması	-	-	-	-	2	-
3.3.2	Etiketler ve Kullanım Talimatları	-	-	-	-	10	-
4.1.2	İsim, Rol, Değer	-	5	-	8	-	6
1.2.4	Altyazılar (Canlı)	-	-	-	-	-	1
1.2.5	Sesli Açıklama (Önceden Kaydedilmiş)	-	-	-	-	-	1
1.4.3	Kontrast (Asgari)	-	3	-	1	-	3
1.4.4	Yazının Yeniden Boyutlandırılması	-	2	-	1	-	1
1.4.5	Metin Görüntüleri	-	3	-	4	-	1
2.4.5	Birden Fazla Yol	1	-	1	-	2	-
2.4.6	Başlıklar ve Etiketler	11	-	17	-	4	-
2.4.7	Görünür Odaklama	-	3	-	2	-	1
3.1.2	Bölümlerin Dili	1	3	-	1	-	1
3.2.3	Tutarlı Gezinme	1	-	1	-	4	-
3.2.4	Tutarlı Tanımlama	1	-	1	-	2	-
3.3.3	Hata Önerisi	-	-	-	-	2	-
3.3.4	Hatalardan Korunma (Hukuki, mali, verilerle ilgili)	-	-	-	-	4	-
1.2.7	Genişletilmiş Sesli Açıklama (Önceden Kaydedilmiş)	-	-	-	-	-	1
1.2.8	Ortam Alternatifi (Önceden Kaydedilmiş)	-	-	-	-	-	1
1.2.9	Ses İçeriği (Canlı)	-	-	-	-	-	1
1.4.6	Kontrast (Artırılmış)	2	3	15	1	25	3
2.1.3	Klavye (İstisnası Yoktur)	-	7	-	10	-	20
2.4.10	Bölüm Başlıkları	1	4	1	9	2	18
2.4.8	Konum	1	-	1	-	2	-
2.4.9	Bağlantının Maksadı (Sadece Bağlantıdan)	-	-	-	4	-	16
3.1.3	Alışılmadık Kelimeler	1	-	1	-	2	-
3.1.4	Kısaltmalar	2	-	2	-	4	-
	Toplam Hata Sayısı	**305**	**74**	**849**	**93**	**626**	**181**

Tez kapsamında geliştirilen BWED çerçevesi uygulaması belirlenen sorunların giderilmesi için tespit edilen hataların giderilmesi için web uzmanlarına aşağıdaki işlemleri önermektedir.

- İnternet sitesinde kullanılan içeriklerin metinsel alternatifleri verilmelidir (Madde 1.1.1 - Metinsel olmayan içerik).

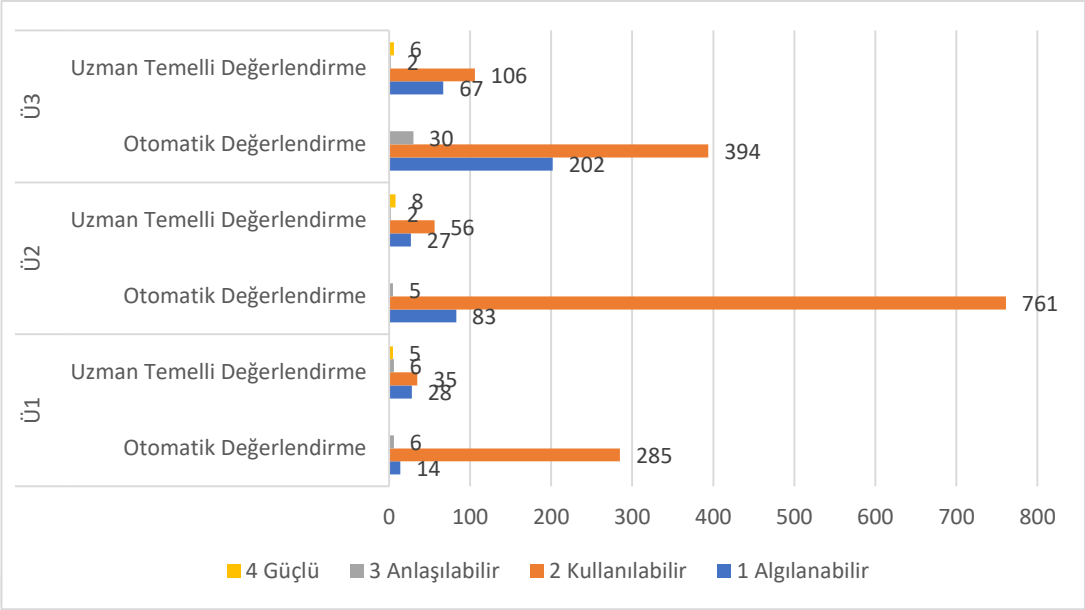
- Sayfa yapısı engelli kullanıcıların anlayabileceği ve kullanabileceği şekilde tasarlanmalıdır (Madde 1.3.1 - Bilgi ve ilişkiler).
- İçeriklerin ayırt edilebilmesi ya da doğru anlaşılabilmesi için renk kullanımına dikkat edilmelidir (Madde 1.4.1 - Renk kullanımı).
- Tekrar eden içeriklerin pas geçilebilmesi sağlanmalıdır (Madde 2.4.1 - Blokların pas geçilmesi).
- Metin ve görsel öğeler uygun kontrast değerlerine sahip olmalıdır (Madde 1.4.6 - Kontrast).
- İçeriği düzenlemek için bölüm başlıkları kullanılmalıdır (Madde 2.4.10 - Bölüm başlıkları).

Elde edilen bu bilgi yazılım uzmanlarının web sitesini erişilebilirlik konusunda iyileştirmek için öncelikli olarak hata sayısının fazla olduğu maddelere odaklanması yönünde fayda sağlayacaktır. Hataların giderilmesi için yapılması tavsiye edilen bilgiler de uzmanlara yol gösterici olacaktır.

WCAG erişilebilirlik yönerge maddelerine göre hataların giderilmesi için yapılması tavsiye edilebilecek tanımlanmış öneriler Ek-E bölümünde ayrıntılı olarak listelenmiştir.

4.2.4. Üniversite erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik prensiplerine göre dağılımı

Erişilebilirlik yönerge maddeleri algılanabilir, kullanılabilir, anlaşılabilir ve güçlü olmak üzere dört ana prensip altında toplanmıştır. Erişilebilirlik yönerge maddeleri erişilebilirlik prensiplerine göre gruplandırılmıştır. Her bir yönerge maddesi ise bir prensip ile eşleştirilmiştir. Şekil 4.4'de 3 üniversitenin otomatik ve uzman temelli değerlendirmeler sonucundaki hatalarının erişilebilirlik prensiplerine göre dağılımı gösterilmektedir ve değerlendirilen tüm üniversitelerin otomatik ve BG yöntemi değerlendirmesi sonucunda en çok hatanın tespit edildiği prensip "kullanılabilir" olma prensibi olarak belirlenmiştir. En az hatanın tespit edildiği prensip ise; "güçlü" olma prensibidir.



Şekil 4.4. Üniversitelerin erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönerge prensiplerine göre dağılımı

4.2.5. Üniversite erişilebilirlik hatalarının giderilmesi için yapılması gerekenler

WCAG 2.0 erişilebilirlik yönergeleri açısından hataların giderilmesi için tavsiye edilen düzeltme önerileri Ek-E'de verilmiştir. Bu bölümde ise değerlendirilen web sitelerinin BG yöntemine göre tespit edilen hataları kullanıcı türleri ve kontrol edilen maddelere göre ayrıca incelenmiştir. Tespit edilen erişilebilirlik hatalarının incelenen maddelere göre dağılımı ve bu hataların giderilmesi veya en azından minimum düzeye indirilmesi amacıyla yapılması tavsiye edilen öneriler bulunmaktadır. Hataların giderilmesi için tavsiye edilen öneriler değerlendirme yapılan üç kullanıcı türüne göre ayrılmıştır.

Görme engelli kullanıcılar için yapılması gerekenler

Tablo 4.3'de görme engelli kullanıcılar için önemli olan ve uzman temelli değerlendirmede tek tek kontrol edilen engel maddeleri ve bu maddelerin üniversite web sitelerinde toplam karşılaşma sıklığı da bulunmaktadır. Ayrıca görme engelli kullanıcılar için kontrol edilen maddelere göre yapılması gereken düzeltme önerileri detaylı olarak Ek-E'de bulunmaktadır.

Tablo 4.3. Görme engelli kullanıcılar için kontrol maddeleri üzerinde değerlendirilen web sitelerinin hata dağılımı

#	Kontrol	Ü1	Ü2	Ü3	Toplam
1	Eşdeğer metin içermeyen zengin imgeler	3	3	9	15
2	Altyazısı olmayan video			1	1
3	Renk gerekli		2	10	12
4	Erişilemeyen çerçeveler (frame)			5	5
5	Hareketli içerik	1	3	3	7
6	Metin içermeyen imge haritaları		2	10	12
7	Metin içermeyen işlevsel imgeler		2		2
8	Genel bağlantılar		2	8	10
9	Belirsiz bağlantılar		2	8	10
10	JavaScript'te dinamik menüler	3	3	4	10
11	Fare olayları	2	3	15	20
12	Opak (mat) nesneler	3	1	10	14
13	Klavye engelleri	3	3	4	10
14	Çok fazla bağlantı	2	4	8	14
15	LABEL etiketi olmayan formlar	3	2	1	6
16	Kötü doğrusallaştırılmış formlar			1	1
17	Başlık etiketi olmayan sayfa	2	1		3
18	Başlık etiketi olmayan çerçeve		1	1	2
19	İşaretleme (markup) dili	3	1	1	5
20	Sayfa içeriğinde başlık formatı (heading1, heading 2 gibi)yok	1	1	1	3
21	Başlık olarak resim kullanımı	1	1		2
22	Klavye kısayolu yok		3	6	9
23	Uygulanmayan bağlantıları atlama özelliği	3	3	2	8
24	Tarayıcı kontrolleri olmayan pencere	1			1

Değerlendirme sonucunda görme engelli kullanıcılar için en çok hatanın tespit edildiği kontrol maddeleri şunlardır: Fare olayları, eşdeğer metin içermeyen zengin imgeler, Opak (mat) nesneler, Çok fazla bağlantı, renk gerekli, ve Metin içermeyen imge haritalarıdır. En çok karşılaşılan bu hataların giderilmesi için uygulama tarafından sunulan düzeltme önerileri sırasıyla şunlardır:

- Ayrıca, fareye yönelik olanlara ek olarak, mantıksal olay işleyicileri ("onfocus", "onkeypress", ...) kullanın. Olay işleyicileri aracılığıyla elde edilen işlevselliklerin JavaScript olmadan da başarılması daha da iyi olacaktır.
- Resme eşdeğer bir metinsel açıklama ekleyin: OBJECT etiketini kullanmak ve etiketin içeriğindeki metni belirtmek yeterli değilse, IMG'nin ALT özelliğini kullanarak ekleyin. Bu hala yetersizse, görüntünün yakınına metinsel açıklamanın

bulunduğu belirli bir sayfaya götüren bir bağlantı ekleyin. Diğer bir strateji de, görüntünün yakınına, görseli görebilenlerin de görebileceği şekilde eşdeğer metin yerleştirmektir.

- Nesnenin erişilebilir olduğundan emin olun (örneğin, Flash yönergelerini izleyin); veya kaldırın.
- Sayfadaki bağlantı sayısını azaltın. Bu mümkün değilse, bunları uygun şekilde gruplar halinde düzenleyin. Grupları uygun etiketlerle uygulayın; örneğin, bir tablodaki bağlantıları dahil etmek yerine bir liste (UL / OL) kullanın. Farklı sayfa gruplarını sayfa başlıkları (H2, H3 vb.) ile ayırın, böylece kullanıcılar doğrudan bir sayfa bölümüne atlayabilirler. Bağlantıları ara sayfalara yayın.
- İki bilgi maddesi arasında ayrım yapmak için tekrar eden araç kullanın. Sadece renkleri değil, aynı zamanda sesli okunurken ses efektine de sahip olan tipografik kuralları kullanın. Örneğin, ek kelimeler veya semboller kullanın; sadece koyu yazı tonu veya italik stil gibi bir yazım efektine güvenmeyin.
- Her tıklanabilir bölgenin hedefine ait bir metin açıklaması ekleyin.

Görme zayıflığı olan kullanıcılar için yapılması gerekenler

Görme zayıflığı olan kullanıcılar için kontrol edilen engel maddeleri ve bu maddelerin üniversite web sitelerinde toplam karşılaşma sıklığı Tablo 4.4'de listelenmiştir. Ayrıca görme zayıflığı olan kullanıcılar için kontrol edilen maddelere göre yapılması gereken düzeltme önerileri Ek-E'de bulunmaktadır.

Tablo 4.4. Görme zayıflığı olan kullanıcılar için kontrol maddeleri üzerinde değerlendirilen web sitelerinin hata dağılımı

#	Kontrol	Ü1	Ü2	Ü3	Toplam
1	Kötü yerleştirilmiş zengin imgeler		2	2	4
2	Sayfa arka planına dahil edilen zengin imgeler	1		1	2
3	Renk gereklidir	2	1	3	6
4	Yetersiz görsel kontrast	1		1	2
5	Hareketli içerik	2	3	3	8
6	Metin içermeyen fonksiyonel görüntüler	1			1
7	JavaScript'teki dinamik menüler	2	4	1	7
8	Çok fazla bağlantı	1	4	9	14
9	Başlık olarak resim kullanımı	1	1	1	3
10	Klavye kısa yolu yok		3	6	9
11	Yeniden boyutlandırılamayan metin	1	1		2

Tablo 4.4.(Devam) Görme zayıflığı olan kullanıcılar için kontrol maddeleri üzerinde değerlendirilen web sitelerinin hata dağılımı

#	Kontrol	Ü1	Ü2	Ü3	Toplam
12	Esnek olmayan sayfa düzeni	1		1	2
13	Uygulanmayan bağlantıları atlama özelliği	3	3	1	7
14	Tarayıcı kontrolleri olmayan pencere	1			1

Görme zayıflığı olan kullanıcıların değerlendirilen web sayfalarını kullanmaları durumunda en çok karşılaşacakları hatalar "Çok fazla bağlantı" ve "Klavye kısayolu yok" kontrol maddeleridir. Bu hataların giderilmesi için uygulamada sunulan tavsiye önerileri ise sırasıyla şunlardır:

- Sayfadaki bağlantı sayısını azaltın. Bu mümkün değilse, bunları uygun şekilde gruplar halinde düzenleyin. Grupları uygun etiketlerle uygulayın; örneğin, bir tablodaki bağlantıları dahil etmek yerine bir liste (UL / OL) kullanın. Farklı sayfa gruplarını sayfa başlıkları (H2, H3 vb.) ile ayırın, böylece kullanıcılar doğrudan bir sayfa bölümüne atlayabilirler. Bağlantıları ara sayfalara yayın.
- Birçok sayfada tekrarlanan kontroller için ve kullanıcıların bakış açısına göre, bu kontroller için klavye kısa yollarını öğrenmek faydalı olabilir, A, INPUT, BUTTON elemanlarına ACCESSKEY özelliğini ekleyin. Tarayıcının menü etiketleriyle (dosya için "f" gibi) veya sayılarla ilişkili tuşları kullanmaktan kaçınmayı unutmayın (Firefox bunları sekmeden sekmeye atlamak için kullanır). Ekran okuyucunun (veya diğer yardımcı teknolojilerin) çalışma biçimine müdahale eden karakterleri kullanmamaya da dikkat edin. Erişim tuşlarının bir yardım sayfasında açıklandığından ve bunların aynı kontrollerle tutarlı bir şekilde ilişkilendirildiğinden emin olun.

Renk körlüğü olan kullanıcılar için yapılması gerekenler

Tablo 4.5'de renk körlüğü olan kullanıcılar için BG yönteminde kontrol edilen maddeler ve bu maddelerin üniversite web sitelerinde toplam karşılaşma sıklığı bulunmaktadır. Renk körlüğü olan kullanıcılar için yapılması gereken düzeltme önerileri Ek-E'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Renk körlüğü olan kullanıcılar için kontrol maddeleri üzerinde değerlendirilen web sitelerinin hata dağılımı

#	Kontrol	Ü1	Ü2	Ü3	Toplam
1	Renk gereklidir	4	2	2	8
2	Yetersiz görsel kontrast	2	1	2	5

Renk körü olan kullanıcılar için dikkat edilmesi gereken maddeler ve tespit edilen hatalar değerlendirilen üç üniversite web sitesi için analiz edilmiştir. “Renk gereklidir.” kontrol maddesi bu üç web sitesinden en çok “Ü1” web sitesinde tespit edilmiştir. Tespit edilen bu iki kontrol maddesinde tespit hataların giderilmesi için yapılması önerilen işlemler sırasıyla şunlardır:

- İki bilgi maddesi arasında ayrım yapmak için tekrar eden bilgi içeren araç kullanın. Sadece renkleri değil, aynı zamanda sesli okunurken ses efektine de sahip olan tipografik kuralları kullanın. Örneğin, ek kelimeler veya semboller kullanın; sadece koyu yazı tonu veya italik stil gibi bir yazım efektine güvenmeyin.
- Herhangi bir arka plan görüntüsünü kaldırın veya ön plan içeriğinin algılanmasına ve yorumlanmasına asla müdahale etmeyecek şekilde değiştirin. Ek olarak, yüksek seviyede parlaklık kontrastına ve yüksek renk tonu kontrastına sahip uygun bir renk seçimi kesinlikle bu sorunu çözecektir. (Bu, sayfayı gri tonlamalı bir ekranda görüntüleyerek test edilebilir.)

Web uzmanları BWED çerçevesi uygulamasından düzeltme önerilerine ulaşabilirler.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Tez Çalışmasının Özeti

Günümüzde, çeşitli web erişilebilirlik değerlendirme çerçeveleri üzerine çalışmalar bulunmaktadır [72, 73]. 2008 yılında gerçekleştirilen UWEM [72], 2011 yılında gerçekleştirilen QUALWEB [73] ve 2018 yılında yapılan WCAG-EM [13] erişilebilirlik değerlendirme çerçeve çalışmaları tez kapsamındaki yapılan araştırmalarda başlangıç noktası olarak belirlenmiştir. Araştırmalar sonucunda erişilebilirlik değerlendirme yöntemlerinden otomatik ve uzman temelli değerlendirme konuları üzerinde odaklanılmış ve bu iki yöntemin birleştirilmesiyle oluşan bir erişilebilirlik çerçeve uygulaması geliştirilmesi hedeflenmiştir. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalara ek olarak geliştirilen çerçevenin uzmanlara erişilebilirlik hatalarının giderilmesi için önerilerde bulunması hedeflenmiştir.

Tez kapsamında geliştirilen çerçevede; otomatik değerlendirme yöntemi için birçok çalışmada da kullanılan Achecker aracının web servis API uygulaması tercih edilmiştir. Çerçevenin uzman temelli değerlendirme bölümü için BG yöntemi sisteme entegre edilmiştir. BG yöntemi için BWED çerçeve uygulamasına üç kullanıcı türü dahil edilmiştir. Bunlar; görme engelli kullanıcılar, görme zayıflığı olan kullanıcılar ve renk körlüğü olan kullanıcılardır. Bu kullanıcı türlerine göre belirlenmiş olan kontrol maddeleri sisteme tanımlanmıştır. Ayrıca her iki değerlendirme yöntemlerinden elde edilen sonuçların, WCAG 2.0 erişilebilirlik yönerge maddeleriyle eşleştirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca BG yönteminin sunduğu alternatif çözümlerin de kullanıcıya sunulması hedeflenmiştir. Böylece değerlendirilen web sitesinin erişilebilirlik sorunları ve bu sorunların giderilmesi için yapılması gerekenler kullanıcılara ayrıntılı bir şekilde raporlanması amaçlanmıştır.

Tez kapsamında geliştirilen BWED çerçevesi uygulaması aracılığıyla erişilebilirlik değerlendirmeleri, gerçekleştirilmiştir. Değerlendirilmek üzere artan erişilebilirlik

sorunlarına göre sıralanan üç farklı üniversite web sitesi seçilmiştir [86]. Bu sitelerde BG yönteminde kullanılmak üzere kullanıcı yetkilendirmesi gerektirmeyen ve gerçekleştirilebilecek en temel görevlerden üç temel görev belirlenmiştir. Bu görevler; her üniversite için tanımlı üç engel türüne (görme engelli kullanıcılar, görme zayıflığı olan kullanıcılar ve renk körü kullanıcıları) göre ayrı ayrı incelenip, değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları dört ana başlık üzerinden incelenmiştir. Tespit edilen toplam erişilebilirlik hataları analiz edildiğinde Tablo 5.1'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 5.1. Toplam erişilebilirlik hata sayıları

Üniversite	Otomatik Değerlendirme Toplam Hata Sayısı	Uzman Temelli Değerlendirme Toplam Hata Sayısı
Ü1	305	74
Ü2	849	93
Ü3	626	181

Bu verilere ışığında; otomatik değerlendirme sonuçlarına göre üniversitelerin artan hata sayısına göre sıralaması Ü3, Ü1, Ü2 iken, uzman temelli değerlendirme sonuçlarına göre sıralama Ü3, Ü2 ve Ü1'dir. Uzman temelli değerlendirme sonuçları bir önceki değerlendirme çalışması [86] sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Değerlendirme sonucunda elde edilen diğer bulgular ise; erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönergelerine ve yönerge maddelerine göre dağılımıdır. Elde edilen bu veri sayesinde kullanıcıların inceledikleri web sitelerinde tespit edilen erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönergesi düzeyinde incelenmesi sağlanmaktadır. Değerlendirilen web sitelerinin tamamında ve yapılan değerlendirme yöntemlerinin ikisinde de karşılaşılan hataların erişilebilirlik yönergesinde karşılığı olan maddeleri ise metinsel olmayan içerik, bilgi ve ilişkiler, renk kullanımı, blokların pas geçilmesi, kontrast (artırılmış) ve bölüm başlıkları konuları ile ilgilidir.

Ayrıca WCAG 2.0 erişilebilirlik yönergesinde bulunan yönerge maddelerine göre hataların giderilmesi için yapılması önerilen veriler de sonuç olarak elde edilmiştir. Düzeltme önerileri BG yöntemine göre de sunulmaktadır. En çok karşılaşılan bu hataların giderilmesi için yönerge maddeleri açısından sunulan çözüm önerileri ise aşağıda sunulmuştur.

- İnternet sitesinde kullanılan içeriklerin metinsel alternatifleri verilmelidir.

- Sayfa yapısı engelli kullanıcıların anlayabileceği ve kullanabileceği şekilde tasarlanmalıdır.
- İçeriklerin ayırt edilebilmesi ya da doğru anlaşılabilmesi için renk kullanımına dikkat edilmelidir.
- Tekrar eden içeriklerin pas geçilebilmesi sağlanmalıdır.
- Metin ve görsel öğeler uygun kontrast değerlerine sahip olmalıdır.
- İçeriği düzenlemek için bölüm başlıkları kullanılmalıdır.

Bahsedilen bu bulgulara ek olarak, hataların erişilebilirlik prensiplerine göre sınıflandırılması da yapılmıştır. Yapılan otomatik ve BG yöntemi değerlendirmesi sonucunda değerlendirilen üç üniversite web sitesinin tamamında en çok hatanın tespit edildiği prensip "kullanılabilir", en az hatanın tespit edildiği prensip ise; "güçlü" prensibidir.

Böylece iki değerlendirme yönteminden elde edilen değerlendirme sonuçları karşılaştırılmıştır. Geliştirilen çerçevenin doğruluğu ve tutarlılığı incelenmiştir. Tespit edilen erişilebilirlik hatalarının erişilebilirlik yönerge maddelerine veya erişilebilirlik yönerge prensiplerine göre dağılımları incelendiğinde aynı yönerge maddelerinde yoğunlaşmış olduğu görülmüştür.

5.2. Önerilen Birleşik Web Erişilebilirliği Değerlendirme Çerçevesi ve Katkıları

Günümüzde web siteleri bilgiye ulaşma açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle web siteleri hiçbir engel teşkil etmeden bütün kullanıcı çeşitlerine hitap etmelidir. Tez çalışması kapsamında geliştirilen BWED çerçevesi uygulaması aracılığıyla web sitelerinin erişilebilirlik sorunlarının tespit edilmesi ve bu sorunların giderilmesi için izlenecek yolların değerlendiricilere aktarılması hedeflenmiştir.

BWED çerçevesi uygulaması, otomatik ve uzman temelli değerlendirme yöntemlerinin her ikisini de içermektedir. Bununla her iki yöntemin olumlu yönlerinin ve avantajlarının ön plana çıkarılması, güçsüz ve zayıf yönlerinin azaltılması amaçlanmıştır. Böylece kullanıcılara daha kapsamlı bilgi sunulması hedeflenmiştir.

Ayrıca BG yönteminin web ortamında bir ara yüz aracılığıyla gerçekleştiriliyor olması çalışmanın önemli katkılarından biridir. BG yöntemi kullanılan erişilebilirlik

çalışmalarında genellikle değerlendirme sonuçları manuel olarak kaydedilmektedir. Geliştirilen BWED çerçevesi için tasarlanan ara yüzler aracılığıyla bu işlemler web ortamında yapılmaktadır. Ayrıca çalışmanın Türkçe diline çevrilmiş olması kullanıcılara büyük kolaylık sağlayacaktır. Bu nedenle BG yönteminin uygulama olarak web ortamına taşınmış olması BWED çerçevesi uygulamasının güçlü yönlerinden birisidir.

Geliştirilen BWED çerçeve uygulamasında herkes tarafından kabul görmüş ve birçok çalışmada ve uygulamada kullanılan WCAG 2.0 erişilebilirlik yönergesinin kullanılması büyük bir avantajdır. Ayrıca geliştirilen uygulama kullanıcılara ücretsiz olarak hizmet vermektedir. Geliştirilen uygulama web ortamında kullanıcılara sunulacağı için herhangi bir kurulum gerektirmemektedir, bu da kullanım açısından insanları zorlamayacaktır.

Otomatik ve uzman temelli değerlendirmenin bir arada olması ve tek platformda gerçekleştirilmesi, değerlendirme sonucunda tespit edilen hataların ve düzeltme önerilerinin kullanıcıya raporlanması web uzmanlarına büyük kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir. Yapılan değerlendirme sonuçlarının erişilebilirlik yönergesiyle eşleştirilmesi, her iki yöntemden elde edilen sonuçların karşılaştırılmasına ve analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Web sitelerinin farklı dönemlerde yapılan değerlendirmeleri incelenerek sayfaların erişilebilirlik açısından gelişimini izleme fırsatı sunmaktadır.

Ayrıca değerlendirme sonucundan elde edilen veriler incelendiğinde kullanıcılara oldukça ayrıntılı ve geniş bir bilgi sunulmaktadır. Web sitelerinin erişilebilirlik konusunda iyileştirilmesi açısından web sitesi geliştiren uzmanlara oldukça yararlı bir rehber olma özelliği taşımaktadır. Öyle ki, erişilebilirlik konusunda bilgi sahibi olmayan yazılım uzmanlarına bile hataların giderilmesi noktasında bilgilendirici olması hedeflenmiştir.

5.3. Çalışmanın Kısıtları ve Gelecek Çalışma Önerileri

Geliştirilen BWED çerçevesi uygulaması ile ilgili bazı kısıtlar da bulunmaktadır. Öncelikle geliştirilen BWED çerçevesi uygulamasına dahil edilmiş olan Achecker otomatik değerlendirme aracının herhangi bir sebepten dolayı çalışmaması veya web

servisin hizmet vermemesi uygulama açısından büyük bir soruna neden olacaktır. Bu nedenle gelecek çalışmalarda yeni bir otomatik değerlendirme modülünün de tasarlanıp sisteme entegre edilmesi büyük bir avantaj sağlayacaktır.

Uygulamadaki bir diğer kısıt şöyle açıklanabilir. Uzman temelli değerlendirme yöntemi olarak sisteme dahil edilen BG yönteminde dokuz farklı kullanıcı türü bulunmaktadır. Bu kullanıcı türlerinden sadece görme engeli ile ilgili olan 3 kullanıcı türü BWED çerçevesi uygulamasına dahil edilmiştir. Gelecek çalışmalarda tüm kullanıcı türlerinin sisteme entegre edilerek BWED çerçevesi uygulamasının erişilebilirlik konusunda önemli bir seviyeye ulaşması sağlanmalıdır.

BWED çerçevesi uygulamasında erişilebilirlik yönergesi olarak sadece WCAG 2.0 bulunmaktadır. Gelecek çalışmalarda birden fazla erişilebilirlik yönergesi sisteme dahil edilirse daha kapsamlı erişilebilirlik analizleri yapılması yönünde olumlu gelişme sağlayacaktır.

Ayrıca geliştirilen sistemin tek uzman ile değerlendirilmesi çalışmanın geçerliliğini öğrenme noktasında yetersiz kalmıştır. Geliştirilen BWED çerçevesi uygulamasının birden fazla uzman ile değerlendirilmesi sağlanmalıdır. Böylece geliştirilen çerçevenin eksikleri daha kolay tespit edilebilir.

KAYNAKLAR

[1] Digital 2019: Global Internet Use Accelerates, https://wearesocial.com/blog/2019/01/digital-2019-global-internet-use-accelerates/, (Ziyaret Tarihi: 05 Aralık 2019).

[2] Internet Live Stats - Internet Usage & Social Media Statistics, https://www.internetlivestats.com/, (Ziyaret Tarihi: 05 Aralık 2019).

[3] Henry S. L., Abou-Zahra S., Brewer J., The Role of Accessibility in a Universal Web, *Proceedings of the 11th Web for All Conference*, New York, NY, USA, 2014, 17:1–17:4, doi: 10.1145/2596695.2596719.

[4] ISO 9241-210:2019 - Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems, http://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/07/75/77520.html/, (Ziyaret Tarihi: 04 Şubat 2020).

[5] TÜBİTAK, KAMİS - Kamu İnternet Siteleri Rehberi Projesi, Kullanılabilirlik Nedir?, https://kamis.gov.tr/kullanilabilirlik-nedir/, (Ziyaret Tarihi: 04 Şubat 2020).

[6] Introduction to Web Accessibility, https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/, (Ziyaret Tarihi: 20 Kasım 2019).

[7] World Wide Web Consortium (W3C), https://www.w3.org/, (Ziyaret Tarihi: 20 Kasım 2019).

[8] ISO 9241-20:2008(en), Ergonomics of human-system interaction — Part 20: Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services, https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-20:ed-1:v1:en/, (Ziyaret Tarihi: 20 Kasım 2019).

[9] Section 508 Standards - United States Access Board, https://www.access-board.gov/guidelines-and-standards/communications-and-it/about-the-section-508-standards/section-508-standards/, (Ziyaret Tarihi: 21 Kasım 2019).

[10] Accessibility, Usability, and Inclusion - Web Accessibility Initiative WAI, https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-usability-inclusion/, (Ziyaret Tarihi: 04 Şubat 2020).

[11] Web Accessibility Evaluation Tools List, https://www.w3.org/WAI/ER/tools/, (Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2019).

[12] Brajnik G., A Comparative Test of Web Accessibility Evaluation Methods, *Proceedings of the 10th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, New York, NY, USA, 2008, 113–120, DOI: 10.1145/1414471.1414494.

[13] Acosta-Vargas P., Luján-Mora S., Acosta T., Salvador-Ullauri L., Toward a Combined Method for Evaluation of Web Accessibility, *Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS 2018)*, Springer International Publishing, Cham, 2018, 602-613, DOI: 10.1007/978-3-319-73450-7_57.

[14] Giorgio Brajnik, Barrier walkthrough, https://users.dimi.uniud.it/~giorgio.brajnik/projects/bw/bw.html/, (Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2019).

[15] TÜBİTAK, KAMİS - Kamu İnternet Siteleri Rehberi Projesi, Erişilebilirlik Nedir?, https://kamis.gov.tr/erisebilirlik-nedir/, (Ziyaret Tarihi: 20 Kasım2019).

[16] Soydemir Ö. N., Onay Durdu P., Web Erişilebilirlik Değerlendirmesi: Sistematik Haritalama, *13. Ulusal Yazılım Mühendisligi Sempozyumu*, 2019.

[17] Shneiderman B., Universal Usability, *Commun, ACM*, 2000, **43**(5), 84–91, DOI: 10.1145/332833.332843.

[18] Zaphiris P., Ellis R. D., Website usability and content accessibility of the top USA universities, *Proceedings of WebNet 2001 Conference*, Orlando, FL, 2001.

[19] IWARSSON S., STÅHL A., Accessibility, usability and universal design—positioning and definition of concepts describing person-environment relationships, *Disability and Rehabilitation*, 2003, **25**(2), 57-66, DOI: 10.1080/dre.25.2.57.66.

[20] Mcguire J. M., Scott S. S., Shaw S. F., Universal Design and Its Applications in Educational Environments, *Remedial and Special Education*, 2006, **27**(3), 166-175, DOI:10.1177/07419325060270030501.

[21] Laux L., Designing Web pages and applications for people with disabilities, *Human factors and Web development*, 1998, 87–95.

[22] Arch A., Web Accessibility for Older Users: Successes and Opportunities (Keynote), *Proceedings of the 2009 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibililty (W4A)*, New York, NY, USA, 2009, 1–6.

[23] Rutter R., Lauke P.H., Waddell C., Thatcher J., Henry S.L., Lawson B., Kirkpatrick A., Heilmann C., Burks M.R., Regan B., Urban M., Web Accessibility: Web Standards and Regulatory Compliance, Apress, 2007.

[24] Yesilada Y., Chuter A., Henry S. L., Shared web experiences: barriers common to mobile device users and people with disabilities, W3C Web Accessibility Initiative http://www. w3. org/WAI., 2013, (Ziyaret Tarihi: 20 Kasım 2019).

[25] Yesilada Y., Brajnik G., Vigo M., Harper S., Understanding Web Accessibility and Its Drivers, *Proceedings of the International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*, New York, NY, USA, 2012.

[26] URL-1: https://www.w3.org/WAI/, (Ziyaret Tarihi: 20 Kasım 2019).

[27] URL-2: https://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT-TECHS/, (Ziyaret Tarihi: 20 Kasım 2019).

[28] URL-3: https://www.w3.org/TR/WCAG20/, (Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2019).

[29] URL-4: https://www.w3.org/TR/WCAG21/, (Ziyaret Tarihi: 20 Kasım 2019).

[30] URL-5: https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/atag/, (Ziyaret Tarihi: 21 Kasım 2019).

[31] URL-6: https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/uaag/, (Ziyaret Tarihi: 21 Kasım 2019).

[32] Hashemian B. J., Analyzing Web Accessibility in Finnish Higher Education, *ACM SIGACCESS Accessibility and Computing*, DOI: 10.1145/2047473.2047475.

[33] COJOCAR G. S., GURAN A. M., EVALUATION OF ROMANIAN ACADEMIC WEBSITES ACCESSIBILITY. A CASE STUDY, *Studia Universitatis Babes-Bolyai, Informatica,* 2013, **58**(4).

[34] TÜBİTAK, KAMİS - Kamu İnternet Siteleri Rehberi Projesi, KAMİS Rehberi v.2, https://kamis.gov.tr/kamis-rehberi-v-2/, (Ziyaret Tarihi: 21 Kasım 2019).

[35] TÜBİTAK, KAMİS - Kamu İnternet Siteleri Rehberi Projesi, Proje Hakkında, https://kamis.gov.tr/proje-hakkinda/, (Ziyaret Tarihi: 21 Aralık 2019).

[36] TÜBİTAK, KAMİS - Kamu İnternet Siteleri Rehberi Projesi, Proje Paydaşları, https://kamis.gov.tr/proje-paydaslari/, (Ziyaret Tarihi: 26 Aralık 2019).

[37] URL-7: https://www.w3.org/TR/WCAG20/, (Ziyaret Tarihi: 20 Kasım 2019).

[38] URL-8: https://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/conformance.html/, (Ziyaret Tarihi: 21 Kasım 2019).

[39] URL-9: https://www.w3.org/WAI/test-evaluate/tools/selecting/, (Ziyaret Tarihi: 22 Kasım 2019).

[40] Al-Khalifa H. S., WCAG 2.0 Semi-automatic Accessibility Evaluation System: Design and Implementation, *Computer and Information Science*, 2012, **5**(6), 73–87.

[41] URL-10: https://www.powermapper.com/products/sortsite/, (Ziyaret Tarihi: 22 Kasım 2019).

[42] URL-11: https://achecker.ca/checker/index.php/, (Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2019).

[43] URL-12: https://contrastchecker.com/, (Ziyaret Tarihi: 22 Kasım 2019).

[44] URL-13: https://webaim.org/articles/tools/, (Ziyaret Tarihi: 22 Kasım 2019).

[45] Yesilada Y., Brajnik G., Harper S., How Much Does Expertise Matter?: A Barrier Walkthrough Study with Experts and Non-experts, *Proceedings of the 11th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, New York, NY, USA, 2009, 203–210.

[46] Ismail A., Kuppusamy K. S., Paiva S., Accessibility analysis of higher education institution websites of Portugal, *Univ Access Inf Soc.*, 2019.

[47] Al-Khalifa H. S., The accessibility of Saudi Arabia government Web sites: an exploratory study, *Univ Access Inf Soc.*, 2012, **11**(2), 201-210.

[48] Moreno L., Valencia X., Pérez J. E., Arrue M., Exploring the Web Navigation Strategies of People with Low Vision, *Proceedings of the XIX International Conference on Human Computer Interaction*, New York, NY, USA, 2018, 13:1–13:8, DOI: 10.1145/3233824.3233845.

[49] Thompson T., Burgstahler S., Comden D., Research on web accessibility in higher education, *Journal of Information Technology and Disabilities*, 2003, **9**(2).

[50] Kane S. K., Shulman J. A., Shockley T. J., Ladner R. E., A web accessibility report card for top international university web sites, *Proceedings of the 2007 international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A)*, 2007 148–156.

[51] Harper K. A., DeWaters J., A quest for website accessibility in higher education institutions, *The Internet and Higher Education*, 2008, **11**(3-4), 160-164.

[52] Aziz M. A., Isa W. A. R. W. M., Nordin N., Assessing the accessibility and usability of Malaysia Higher Education Website, *2010 International Conference on User Science and Engineering (i-USEr)*, IEEE, 2010, 203–208.

[53] Adepoju S. A., Shehu I. S., Usability evaluation of academic websites using automated tools, *2014 3rd International Conference on User Science and Engineering (i-USEr)*, 2014, 186-191.

[54] Windriyani P., Ferdiana R., Najib W., Accessibility evaluation using WCAG 2.0 guidelines webometrics based assessment criteria (case study: Sebelas Maret University), *2014 International Conference on ICT For Smart Society (ICISS)*, 2014, 305-311.

[55] Ahmi A., Mohamad R., Web Accessibility of the Malaysian Public University Websites, *In Proceedings of International Conference on E-Commerce*, 2015, 171-177.

[56] Ismail A., Kuppusamy K. S., Accessibility of Indian universities' homepages: An exploratory study, *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 2018, **30**(2), 268-278.

[57] Kesswani N., Kumar S., Accessibility analysis of websites of educational institutions, *Perspectives in Science*, 2016, 8, 210–212.

[58] Alahmadi T., Drew S., An evaluation of the accessibility of top-ranking university websites: Accessibility rates from 2005 to 2015, *Journal of Open, Flexible, and Distance Learning*, 2017, **21**(1), 7-24.

[59] Acosta-Vargas P., Luján-Mora S., Salvador-Ullauri L., Evaluation of the web accessibility of higher-education websites, *In 2016 15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, 2016, 1-6.

[60] Kamal I. W., Alsmadi I. M., Wahsheh H. A., Al-Kabi M. N., Evaluating web accessibility metrics for Jordanian universities, *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2016, **7**(7), 113–122.

[61] Ismailova R., Kimsanova G., Universities of the Kyrgyz Republic on the Web: accessibility and usability, *Universal Access in the Information Society*, 2017, **16**(4), 1017-1025.

[62] Akgül Y., The most violated WCAG 1.0 guidelines by the developers of university websites in Turkey, *In 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Lisbon, Portugal, 21-24 Haziran 2017.

[63] Kurt S., Accessibility of Turkish university Web sites, *Universal Access in the Information Society*, 2017, **16**(2), 505-515.

[64] Yerlikaya Z., Onay Durdu P., Evaluation of Accessibility of University Websites: A Case from Turkey, *International Conference on Human-Computer Interaction*, DOI: 10.1007/978-3-319-58753-0_94.

[65] Acosta-Vargas P., Acosta T., Luján-Mora S., Challenges to Assess Accessibility in Higher Education Websites: A Comparative Study of Latin America Universities, *IEEE Access*, 2018, 6, 36500-36508.

[66] Ismailova R., Inal Y., Accessibility evaluation of top university websites: a comparative study of Kyrgyzstan, Azerbaijan, Kazakhstan and Turkey, *Universal Access in the Information Society*, 2018, **17**(2), 437-445.

[67] Brajnik G., Web Accessibility Testing: When the Method Is the Culprit, *In International Conference on Computers for Handicapped Persons*, Berlin, Heidelberg, Temmuz 2006, DOI: 10.1007/11788713_24.

[68] Brajnik G., Yesilada Y., Harper S., Guideline Aggregation: Web Accessibility Evaluation for Older Users, *Proceedings of the 2009 International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibililty (W4A)*, New York, NY, USA, 2009.

[69] Brajnik G., Yesilada Y., Harper S., Web accessibility guideline aggregation for older users and its validation, *Universal Access in the Information Society*, 2011, **10**(4), 403-423.

[70] Braga H., Pereira L. S., Ferreira S. B. L., Silveira D. S., Applying the Barrier Walkthrough Method: Going Beyond the Automatic Evaluation of Accessibility, *Procedia Computer Science*, 2014*,* 27, 471-480.

[71] Abascal J., Arrue M., Fajardo I., Garay N., Tomás J., The use of guidelines to automatically verify Web accessibility, *Universal Access in the Information Society*, 2004, **3**(1), 71-79.

[72] Nietzio A., Strobbe C., Velleman E., The Unified Web Evaluation Methodology (UWEM) 1.2 for WCAG 1.0, *In International Conference on Computers for Handicapped Persons,* Berlin, Heidelberg, Temmuz 2008.

[73] Fernandes N., Lopes R., Carriço L., An Architecture for Multiple Web Accessibility Evaluation Environments, *In International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, Berlin, Heidelberg, Temmuz 2011.

[74] Vigo M., Brown J., Conway V., Benchmarking Web Accessibility Evaluation Tools: Measuring the Harm of Sole Reliance on Automated Tests, *Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*, New York, NY, USA, Mayıs 2013.

[75] URL-14: https://achecker.ca/guideline/index.php/, (Ziyaret Tarihi: 18 Kasım 2019).

[76] Bourne, R. R., Flaxman, S. R., Braithwaite, T., Cicinelli, M. V., Das, A., Jonas, J. B., ... & Naidoo, K., Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis, *The Lancet Global Health,* 2017, **5**(9), e888-e897.

[77] URL-15: https://makaleci.com/coldfusion-nedir-cf-cfml-cfc-kavramlari.html/, (Ziyaret Tarihi: 19 Kasım 2019).

[78] URL-16: https://wmaraci.com/nedir/coldfusion/, (Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2019).

[79] URL-17: https://www.host-shopper.com/what-is-ms-sql.html/, (Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2019).

[80] URL-18: https://www.wikizero.com/en/Microsoft_SQL_Server/, (Ziyaret Tarihi: 06 Kasım 2019).

[81] URL-19: https://busraktas.wordpress.com/html-tarihcesi/, (Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2019).

[82] URL-20: https://www.hostinger.com/tutorials/what-is-html/, (Ziyaret Tarihi: 06 Kasım 2019).

[83] Acosta-Vargas P., Luján-Mora S., Salvador-Ullauri L., Quality evaluation of government websites, *2017 Fourth International Conference on eDemocracy eGovernment (ICEDEG)*, Nisan 2017.

[84] URL-21: https://javascript.info/intro/, (Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2019).

[85] URL-22: http://bidb.itu.edu.tr/seyir-defteri/blog/2013/09/08/xml-ve-teknolojileri/, (Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2019).

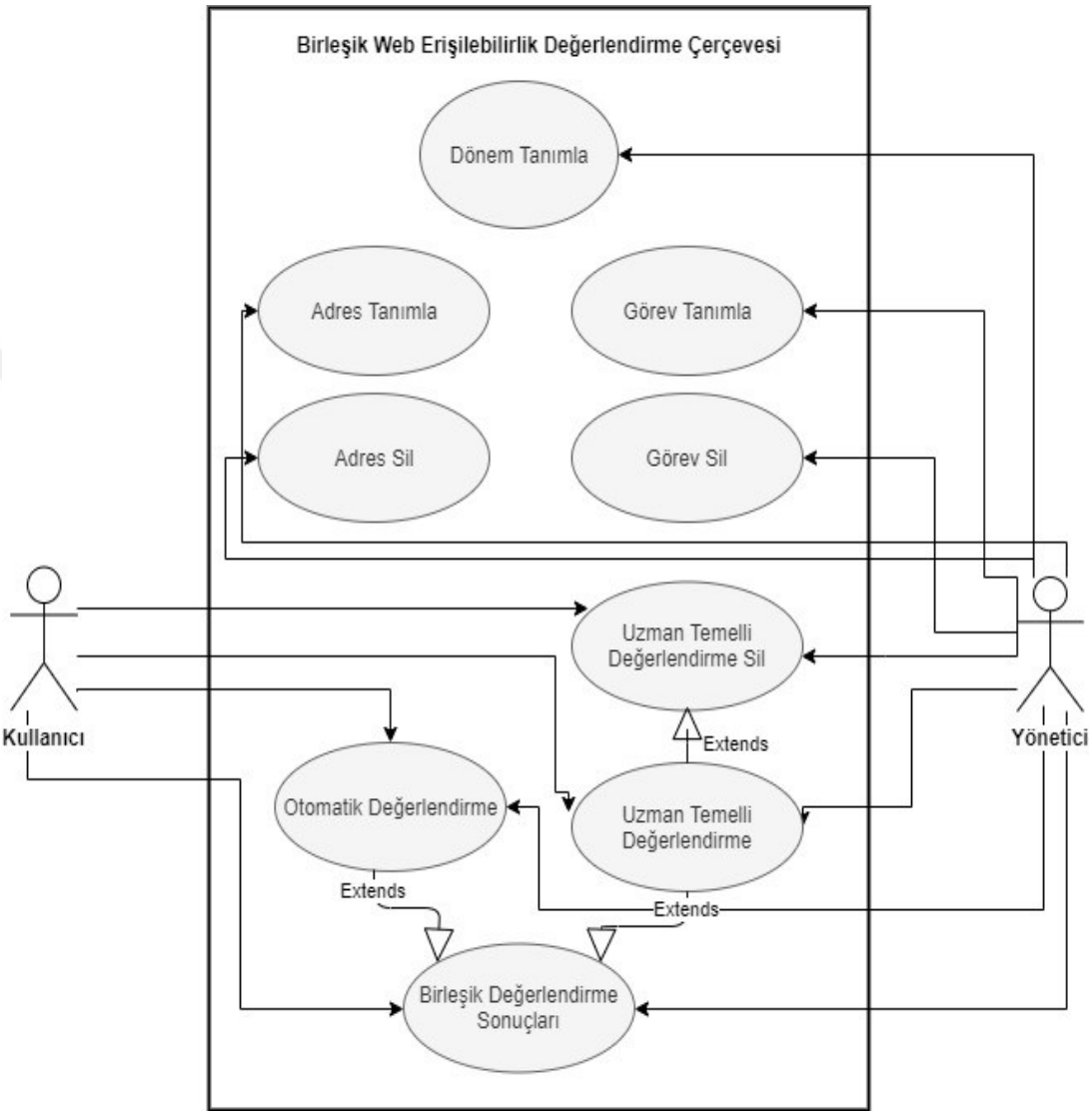
[86] Yerlikaya Z., Gürhan D., Onay Durdu P., Türkiye'deki Devlet Üniversitelerinin Web Sitelerinin Erişilebilirliği, 11th International Computer & Instructional Technologies Symposium, Malatya, Türkiye, 24-26 Mayıs 2017.

[87] URL-23: https://www.nvaccess.org/, (Ziyaret Tarihi: 30 Ekim 2019).

EKLER

Ek-A

Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesi kullanım durum diyagramı ve senaryoları aşağıda sunulmuştur.



Şekil A.1. BWED çerçevesi kullanım durum diyagramı

BWED Çerçevesine ait toplam 10 adet kullanım senaryoları aşağıda belirtilmiştir.

Tablo A.1. Dönem tanımlama

Kullanım Senaryo Id	1
Kullanım Senaryo Adı	Dönem Tanımlama
Aktör:	Yönetici

Tablo A.1.(Devam) Dönem tanımlama

Tanım:	BWED Çerçevesi uygulamasında değerlendirilme dönemi tanımlamaya ilişkin ayrıntıları içermektedir.
Ön Koşullar:	1. Yönetici, sisteme giriş yapmış olmalıdır. 2. Yönetici paneli menüsünü görüntülemiş olmalıdır.
Son Koşullar:	Söz konusu değerlendirme dönemi sisteme kaydedilmiştir.
Ana Başarı Senaryosu:	1. Bu kullanım senaryosu yöneticinin "yönetici paneli" sayfasında bulunan "Dönem Girişi" sekmesine tıklamasıyla başlar. 2. Sistemde daha önce tanımlı olan değerlendirme dönemleri listelenir. 3. Tanımlamak istediği dönemin adını "Dönem Adı" bölümüne yazar. 4. Dönemin başlangıç tarihini yazar. 5. Dönemin bitiş tarihini yazar. 6. "Kaydet" tuşuna basar. 7. Sistem girilen bilgiyi veri tabanına kaydeder. 8. Daha önce girilen değerlendirme dönemlerini pasif yapar.
Alternatif Senaryolar:	6a. Girilen değerlendirme dönemi daha önce tanımlanmış bir dönemdir. 1. Sistem, "Girilen dönem daha önce tanımlanmıştır." şeklinde bir uyarı mesajı görüntüler. 6b. Dönem tarihleri uygun aralıkta girilmemiştir. 1. Sistem, "Lütfen geçerli tarih aralığı belirtiniz." Şeklinde uyarı mesajı görüntüler. 6c. Dönem adı yazılmamıştır. 1. Sistem, "Lütfen dönemin adını giriniz." şeklinde bir uyarı mesajı görüntüler.

Tablo A.2. Adres tanımlama

Kullanım Senaryo Id	2
Kullanım Senaryo Adı	Adres Tanımlama
Aktör:	Yönetici
Tanım:	BWED Çerçevesi uygulamasında değerlendirilmek istenen web sitesinin adresini tanımlamaya ilişkin ayrıntıları içermektedir.
Ön Koşullar:	1. Yönetici, sisteme giriş yapmış olmalıdır. 2. Yönetici paneli menüsünü görüntülemiş olmalıdır.
Son Koşullar:	Söz konusu web sitesi adresi sisteme kaydedilmiştir.
Ana Başarı Senaryosu:	1. Bu kullanım senaryosu yöneticinin "yönetici paneli" sayfasında bulunan "Link Girişi" sekmesine tıklamasıyla başlar. 2. Sistemde daha önce tanımlı olan web sitesi adresleri listelenir.

Tablo A.2.(Devam) Adres tanımlama

	3. Tanımlamak istediği web adresini "Link" bölümüne yazar. 4. "Kaydet" tuşuna basar. 5. Sistem girilen bilgiyi veri tabanına kaydeder.
Alternatif Senaryolar:	4a. Girilen adres daha önce tanımlanmış bir adrestir. 1. Sistem, "Girilen link daha önce tanımlanmıştır." şeklinde bir uyarı mesajı görüntüler. 4b. Web adresi yazılmamıştır. 1. Sistem, "Lütfen web adresi giriniz." şeklinde bir uyarı mesajı görüntüler.

Tablo A.3. Adres silme

Kullanım Senaryo Id	3
Kullanım Senaryo Adı	Adres Silme
Aktör:	Yönetici
Tanım:	BWED Çerçevesi uygulamasında tanımlı olan web sitesi adreslerini silmeye ilişkin ayrıntıları içermektedir.
Ön Koşullar:	1. Yönetici, sisteme giriş yapmış olmalıdır. 2. Yönetici paneli menüsünü görüntülemiş olmalıdır.
Son Koşullar:	Söz konusu web sitesi adresi sistemden silinmiştir.
Ana Başarı Senaryosu:	1. Bu kullanım senaryosu yöneticinin "yönetici paneli" sayfasında bulunan "Link Girişi" sekmesine tıklamasıyla başlar. 2. Sistemde daha önce tanımlı olan web sitesi adresleri listelenir. 3. Silmek istediği web adresinin yanında bulunan "Sil" butonuna basar. 4. Sistem ilgili adresi siler.
Alternatif Senaryolar:	3a. Web adresin erişilebilirlik değerlendirilmesi yapılmıştır. 1. Sistem, "SİL" butonunu pasif yapar, silinmesine izin vermez. 3b. Web adresin görev girişi yapılmıştır. 1. Sistem, "SİL" butonunu pasif yapar, silinmesine izin vermez.

Tablo A.4. Görev tanımlama

Kullanım Senaryo Id	4
Kullanım Senaryo Adı	Görev Tanımlama
Aktör:	Yönetici
Tanım:	BWED Çerçevesi uygulamasında tanımlı olan web sitesi adreslerine görev tanımlamaya ilişkin ayrıntıları içermektedir.
Ön Koşullar:	1. Yönetici, sisteme giriş yapmış olmalıdır.

Tablo A.4.(Devam) Görev tanımlama

	1. Yönetici paneli menüsünü görüntülemiş olmalıdır.
Son Koşullar:	Söz konusu web sitesi adresine ait görev sisteme eklenmiştir.
Ana Başarı Senaryosu:	1. Bu kullanım senaryosu yöneticinin "yönetici paneli" sayfasında bulunan "Görev Girişi" sekmesine tıklamasıyla başlar. 2. Yönetici "Link" adlı drop down menüye tıklar. 3. Sistem kayıtlı olan web sitesi adreslerini veri tabanından çeker ve listeler. 4. Yönetici web adresini drop down menüden seçer. 5. Web adresine ait görevler sayfada listelenir. 6. Yeni görevi "Görev" bölümüne yazar. 7. "Kaydet" tuşuna basar. 8. Sistem görevi veri tabanına kaydeder.
Alternatif Senaryolar:	7a. Göreve ait erişilebilirlik değerlendirilmesi yapılmıştır. 1. Sistem, "SİL" butonunu pasif yapar, silinmesine izin vermez. 7b. Daha önce sistemde tanımlı olan görev girişi yapılmıştır. 1. Sistem, "Görev sistemde tanımlıdır." şeklinde bir uyarı mesajı görüntüler.

Tablo A.5. Görev silme

Kullanım Senaryo Id	5
Kullanım Senaryo Adı	Görev Silme
Aktör:	Yönetici
Tanım:	BWED Çerçevesi uygulamasında tanımlı olan görevleri silmeye ilişkin ayrıntıları içermektedir.
Ön Koşullar:	1. Yönetici, sisteme giriş yapmış olmalıdır. 2. Yönetici paneli menüsünü görüntülemiş olmalıdır.
Son Koşullar:	Söz konusu web sitesi adresine ait görev sistemden silinmiştir.
Ana Başarı Senaryosu:	1. Bu kullanım senaryosu yöneticinin "yönetici paneli" sayfasında bulunan "Görev Girişi" sekmesine tıklamasıyla başlar. 2. Yönetici "Link" adlı drop down menüye tıklar. 3. Sistem kayıtlı olan web sitesi adreslerini veri tabanından çeker ve listeler. 4. Yönetici web adresini drop down menüden seçer. 5. Web adresine ait görevler sayfada listelenir. 6. Silmek istediği görevin yanında bulunan "Sil" butonuna basar. 7. Sistem ilgili görevi siler.

Tablo A.5.(Devam) Görev silme

Alternatif Senaryolar:	6a. İlgili link ve görevin erişilebilirlik değerlendirilmesi yapılmıştır. 1. Sistem, "SİL" butonunu pasif yapar, silinmesine izin vermez.

Tablo A.6. Otomatik değerlendirme

Kullanım Senaryo Id	6
Kullanım Senaryo Adı	Otomatik Değerlendirme
Aktör:	Kullanıcı - Yönetici
Tanım:	BWED çerçevesi uygulamasında Achecker Api uygulaması kullanılarak otomatik değerlendirme yapılmasına ilişkin ayrıntıları içermektedir.
Ön Koşullar:	1. Kullanıcı sisteme giriş yapmalıdır. 2. Değerlendirme menüsünü görüntülemiş olmalıdır.
Son Koşullar:	Söz konusu web sitesinin otomatik erişilebilirlik değerlendirmesi yapılmış ve veri tabanına kaydedilmiştir.
Ana Başarı Senaryosu:	1. Bu kullanım senaryosu kullanıcı/yöneticinin ana sayfada bulunan "değerlendirme" sekmesine tıklamasıyla başlar. 2. Kullanıcı birinci drop down menüye tıklar. 3. Sistem kayıtlı olan web sitesi adreslerini veri tabanından çeker ve listeler. 4. Kullanıcı web adresini drop down menüden seçer. 5. Kullanıcı ikinci drop down menüye tıklar. 6. Sistem kayıtlı olan erişilebilirlik yönergelerini veri tabanından çeker ve listeler. 7. Kullanıcı erişilebilirlik yönergesini drop down menüden seçer. 8. Kullanıcı üçüncü drop down menüye tıklar. 9. Sistem kayıtlı olan değerlendirme dönemlerini veri tabanından çeker ve listeler. 10. Kullanıcı değerlendirme dönemini drop down menüden seçer. 11. "Gönder" butonuna basar. 12. Açılan menüden "Otomatik Değerlendirme" sekmesine tıklanır. 13. Açılan sayfadaki "Değerlendirmeyi başlatmak için tıklayınız" butonuna basılır. 14. Değerlendirme achecker api uygulamasıyla gerçekleşir. 15. Değerlendirme tamamlandığında web servis aracılığıyla sistem değerlendirme sonuçlarını veri tabanına kaydeder. 16. Değerlendirme sonuçlarını ekranda listeler.
Alternatif Senaryolar:	14.a. Web adresi api aracılığıyla değerlendirilemez.

Tablo A.6.(Devam) Otomatik değerlendirme

	1. Sistem kullanıcıya "Gelen veri xml formatında değil" şeklinde uyarı gösterir.

Tablo A.7. Uzman temelli değerlendirme

Kullanım Senaryo Id	7
Kullanım Senaryo Adı	Uzman Temelli Değerlendirme
Aktör:	Kullanıcı - Yönetici
Tanım:	BWED çerçevesi uygulaması kullanılarak uzman temelli değerlendirme yapılmasına ilişkin ayrıntıları içermektedir.
Ön Koşullar:	1. Kullanıcı sisteme giriş yapmalıdır. 2. Değerlendirme menüsünü görüntülemiş olmalıdır.
Son Koşullar:	Söz konusu web sitesinin görevine ait uzman temelli erişilebilirlik değerlendirmesi yapılmış ve veri tabanına kaydedilmiştir.
Ana Başarı Senaryosu:	1. Bu kullanım senaryosu kullanıcı/yöneticinin ana sayfada bulunan "değerlendirme" sekmesine tıklamasıyla başlar. 2. Kullanıcı birinci drop down menüye tıklar. 3. Sistem kayıtlı olan web sitesi adreslerini veri tabanından çeker ve listeler. 4. Kullanıcı web adresini drop down menüden seçer. 5. Kullanıcı ikinci drop down menüye tıklar. 6. Sistem kayıtlı olan erişilebilirlik yönergelerini veri tabanından çeker ve listeler. 7. Kullanıcı erişilebilirlik yönergesini drop down menüden seçer. 8. Kullanıcı üçüncü drop down menüye tıklar. 9. Sistem kayıtlı olan değerlendirme dönemlerini veri tabanından çeker ve listeler. 10. Kullanıcı değerlendirme dönemini drop down menüden seçer. 11. "Gönder" butonuna basar. 12. Açılan menüden "Uzman Temelli Değerlendirme" sekmesine tıklanır. 13. "Görev" isimli drop down menüye tıklar. 14. Sistem, ilgili web adresine ait görevleri veri tabanından çeker ve listeler. 15. Kullanıcı görevi seçer. 16. Ardından "Engel türü" isimli drop down menüye tıklar. 17. Sistemde aktif olarak bulunan engel türleri veri tabanından çekilir ve listelenir. 18. Kullanıcı engel türünü seçer.

Tablo A.7.(Devam) Uzman temelli değerlendirme

	19. Seçilen engel türüne göre kontrol edilmesi gereken maddeler sistem tarafından veri tabanından çekilir ve kullanıcıya listelenir. 20. Kullanıcı kontrol maddelerini görevi gerçekleştirirken kontrol eder; puan ve karşılaşma sıklığını ilgili kutucuklara girer. 21. "Kaydet" butonuna basar. 22. Kullanıcı tarafından girilen bilgiler veri tabanına kaydedilir.
Alternatif Senaryolar:	12.a. Web adresinin sistemde tanımlı görevi bulunmamaktadır. 1. Sistem kullanıcıya "Tanımlı bilgi bulunmamaktadır." şeklinde uyarı gösterir. 19.a. Kullanıcı o göreve ait değerlendirmeyi daha önce yapmıştır. 1. Değerlendirme sonuçları kullanıcıya listelenir.

Tablo A.8. Uzman temelli değerlendirme silme

Kullanım Senaryo Id	8
Kullanım Senaryo Adı	Uzman Temelli Değerlendirme Silme
Aktör:	Kullanıcı - Yönetici
Tanım:	BWED çerçevesi uygulaması kullanılarak uzman temelli değerlendirme sonuçlarının silinmesine ilişkin ayrıntıları içermektedir.
Ön Koşullar:	1. Kullanıcı sisteme giriş yapmalıdır. 2. Değerlendirme menüsünü görüntülemiş olmalıdır.
Son Koşullar:	Söz konusu web sitesinin görevine ait uzman temelli erişilebilirlik değerlendirmesi veri tabanından silinmiştir.
Ana Başarı Senaryosu:	1. Bu kullanım senaryosu kullanıcı/yöneticinin ana sayfada bulunan "değerlendirme" sekmesine tıklamasıyla başlar. 2. Kullanıcı birinci drop down menüye tıklar. 3. Sistem kayıtlı olan web sitesi adreslerini veri tabanından çeker ve listeler. 4. Kullanıcı web adresini drop down menüden seçer. 5. Kullanıcı ikinci drop down menüye tıklar. 6. Sistem kayıtlı olan erişilebilirlik yönergelerini veri tabanından çeker ve listeler. 7. Kullanıcı erişilebilirlik yönergesini drop down menüden seçer. 8. Kullanıcı üçüncü drop down menüye tıklar. 9. Sistem kayıtlı olan değerlendirme dönemlerini veri tabanından çeker ve listeler.

Tablo A.8.(Devam) Uzman temelli değerlendirme silme

	10. Kullanıcı değerlendirme dönemini drop down menüden seçer. 11. "Gönder" butonuna basar. 12. Açılan menüden "Uzman Temelli Değerlendirme" sekmesine tıklanır. 13. "Görev" isimli drop down menüye tıklar. 14. Sistem, ilgili web adresine ait görevleri veri tabanından çeker ve listeler. 15. Kullanıcı görevi seçer. 16. Ardından "Engel türü" isimli drop down menüye tıklar. 17. Sistemde aktif olarak bulunan engel türleri veri tabanından çekilir ve listelenir. 18. Kullanıcı engel türünü seçer. 19. Seçilen engel türüne göre ilgili kullanıcı tarafından yapılan değerlendirme sonuçları sistem tarafından veri tabanından çekilir ve kullanıcıya listelenir. 20. Gelen sayfadaki "Veri Girişini Sil" butonuna basar. 21. Değerlendirme sonuçları veri tabanından silinir.
Alternatif Senaryolar:	14.a. Kullanıcı ilgili engel türü ve göreve ait uzman temelli değerlendirmeyi yapmamıştır. 1. Sistem engel türüne ait kontrol maddelerini veri tabanından çeker ve veri girişi yapması için listeler. 20.a. Değerlendirme dönemi pasif duruma gelmiştir. 1. Sistem verinin silinmesine izin vermez. "Veri Girişini Sil" butonu pasif olarak görüntülenir.

Tablo A.9. Değerlendirme sonuçlarının görüntülenmesi

Kullanım Senaryo Id	9
Kullanım Senaryo Adı	Değerlendirme Sonuçlarının Görüntülemesi
Aktör:	Kullanıcı - Yönetici
Tanım:	BWED Çerçevesi uygulamasında değerlendirilen web sitesinin değerlendirme sonuçlarına ilişkin ayrıntılı raporları içermektedir.
Ön Koşullar:	1. Kullanıcı/Yönetici sisteme giriş yapmalıdır. 2. Web sitesinin erişilebilirlik değerlendirmesini daha öncesinde tamamlamış olmalıdır.
Son Koşullar:	Web sitesine ait erişilebilirlik değerlendirme sonuçlarını görüntüler.
Ana Başarı Senaryosu:	1. Bu kullanım senaryosu kullanıcının ana sayfada bulunan "değerlendirme" sekmesine tıklamasıyla başlar. 2. Kullanıcı/yönetici birinci drop down menüye tıklar.

Tablo A.9.(Devam) Değerlendirme sonuçlarının görüntülenmesi

	3. Sistem kayıtlı olan web sitesi adreslerini veri tabanından çeker ve listeler. 4. Kullanıcı/yönetici web adresini drop down menüden seçer. 5. Kullanıcı/yönetici ikinci drop down menüye tıklar. 6. Sistem kayıtlı olan erişilebilirlik yönergelerini veri tabanından çeker ve listeler. 7. Kullanıcı/yönetici erişilebilirlik yönergesini drop down menüden seçer. 8. Kullanıcı üçüncü drop down menüye tıklar. 9. Sistem kayıtlı olan değerlendirme dönemlerini veri tabanından çeker ve listeler. 10. Kullanıcı değerlendirme dönemini drop down menüden seçer. 11. "Gönder" butonuna basar. 12. Açılan menüden "Rapor" sekmesine tıklar. 13. Erişilebilirlik yönergelerine göre otomatik ve uzman temelli değerlendirme sonuçlarını görüntüler.
Alternatif Senaryolar:	13.a. Değerlendirmeler kullanıcı/yönetici tarafından daha önce yapılmamıştır. 1. Sistem "Değerlendirme sonucu bulunmamıştır." şeklinde uyarı gösterir.

Tablo A.10. Birleşik değerlendirme sonuçlarının görüntülenmesi

Kullanım Senaryo Id	10
Kullanım Senaryo Adı	Birleşik Değerlendirme Sonuçlarının Görüntülemesi
Aktör:	Yönetici
Tanım:	BWED Çerçevesi uygulamasında değerlendirilen web sitesinin değerlendirme sonuçlarına ilişkin ayrıntılı raporları içermektedir.
Ön Koşullar:	1. Yönetici sisteme giriş yapmalıdır. 2. Web sitesinin kullanıcılar ve/veya kendisi tarafından erişilebilirlik değerlendirmeleri yapılmış olmalıdır.
Son Koşullar:	Web sitesine ait yapılan tüm erişilebilirlik değerlendirme sonuçlarını görüntüler.
Ana Başarı Senaryosu:	1. Bu kullanım senaryosu kullanıcının ana sayfada bulunan "Yönetici Paneli" sekmesine tıklamasıyla başlar. 2. Açılan sayfadan "Rapor(Ayrıntılı)" veya "Rapor(Genel)" sekmesine tıklar. 3. Kullanıcı açılan drop down menüye tıklar.

Tablo A.10.(Devam) Birleşik değerlendirme sonuçlarının görüntülenmesi

	4. Sistem kayıtlı olan web sitesi adreslerini veri tabanından çeker ve listeler. 5. Kullanıcı web adresini drop down menüden seçer. 6. Kullanıcı ikinci drop down menüye tıklar. 7. Sistem kayıtlı olan değerlendirme dönemlerini veri tabanından çeker ve listeler. 8. Kullanıcı değerlendirme dönemini drop down menüden seçer. 9. "Listele" butonuna basar. 10. Erişilebilirlik yönergelerine göre otomatik ve uzman temelli değerlendirme sonuçlarını görüntüler.
Alternatif Senaryolar:	9.a. Değerlendirmeler kullanıcılar tarafından daha önce yapılmamıştır. 1. Sistem "Değerlendirme sonucu bulunmamaktadır." şeklinde uyarı gösterir.

Ek-B

Bariyer Gezinti yönteminde bulunan kullanıcı türlerine göre kontrol maddelerinin listesi aşağıda belirtilmiştir.

Tablo B.1. Görme engelli kullanıcıların kontrol maddeleri

#	**Görme Engelli Kullanıcıların Kontrol Maddeleri**
1	Eşdeğer metin içermeyen zengin imgeler
2	Altyazısı olmayan video
3	Renk gerekli
4	Erişilemeyen çerçeveler (frame)
5	Hareketli içerik
6	Metin içermeyen imge haritaları
7	Arka planda gömülü işlevsel imgeler
8	Metin içermeyen işlevsel imgeler
9	Genel bağlantılar
10	Belirsiz bağlantılar
11	JavaScript'te dinamik menüler
12	Fare olayları
13	Opak (mat) nesneler
14	Klavye engelleri
15	ASCII resim
16	Aralıklı başlıklar
17	Çok fazla bağlantı
18	Yönlendirmeli form
19	Ayrılmamış bağlantılar
20	Yeni pencereler
21	LABEL etiketi olmayan formlar
22	Kötü doğrusallaştırılmış formlar
23	Çok kısa ayarlanmış zamanlayıcılar
24	Yapısal ilişkisi olmayan veri tabloları
25	Özeti olmayan veri tabloları
26	Düzen (layout) tabloları
27	Başlık etiketi olmayan sayfa
28	Başlık etiketi olmayan çerçeve
29	İşaretleme (markup) dili
30	Sayfa içeriğinde başlık formatı (heading1, heading 2 gibi)yok
31	Başlık olarak resim kullanımı
32	Klavye kısayolu yok
33	Uygulanmayan bağlantıları atlama özelliği
34	Sadece metin sayfası
35	Tarayıcı kontrolleri olmayan pencere
36	Dinamik değişiklikler

Tablo B.2. Görme zayıflığı olan kullanıcıların kontrol maddeleri

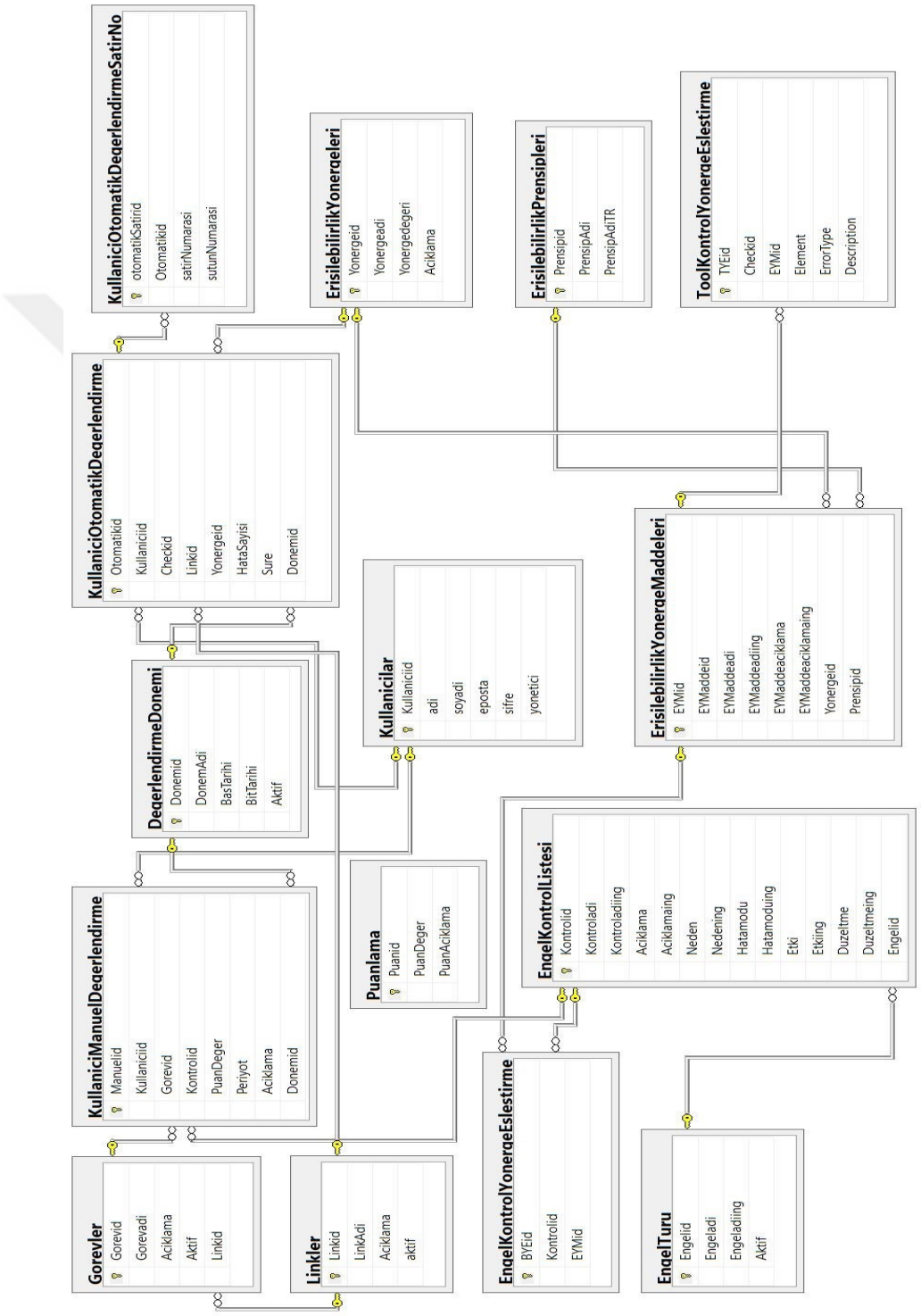
#	**Görme Zayıflığı Olan Kullanıcıların Kontrol Maddeleri**
1	Kötü yerleştirilmiş zengin imgeler
2	Sayfa arka planına dahil edilen zengin imgeler
3	Renk gereklidir
4	Yetersiz görsel kontrast
5	Erişilemez çerçeveler(frame'ler)
6	Hareketli içerik
7	Görüntü haritaları
8	Arka planda gömülü işlevsel görüntüler
9	Metin içermeyen fonksiyonel görüntüler
10	Çok uzun ipuçları
11	JavaScript'deki dinamik menüler
12	Dahili bağlantılar eksik
13	Çok uzun metin satırları
14	Çok fazla bağlantı
15	Yönlendirmeli form
16	Geniş formatlı formlar
17	Üst üste geçen pencereler
18	Çok kısa ayarlanmış zamanlayıcılar
19	Başlık olarak resim kullanımı
20	Klavye kısayolu yok
21	Yeniden boyutlandırılamayan metin
22	Esnek olmayan sayfa düzeni
23	Eksik anahat ipuçları
24	Uygulanmayan bağlantıları atlama özelliği
25	Tarayıcı kontrolleri olmayan pencere
26	Sıralanabilir veri tablosu
27	Dinamik değişiklikler

Tablo B.3. Renk körlüğü olan kullanıcıların kontrol maddeleri

#	**Renk Körlüğü Olan Kullanıcıların Kontrol Maddeleri**
1	Renk gereklidir
2	Yetersiz görsel kontrast

Ek-C

Aşağıda geliştirilen BWED sistemine ait veri tabanı tasarımı şablonu ve veri tabanında bulunan tabloların özellikleri bulunmaktadır.



Şekil C.1. BWED sistemine ait veri tabanı tasarımı şablonu

- “Kullanicilar” tablosu

“Kullanicilar” tablosu, kullanıcıların kişisel bilgileri ile oturum açmak için kullandıkları parola, e-posta bilgilerinin bulunduğu tablodur. Bu tablo içerisinde “Kullaniciid”, “adi”, “soyadi”, “eposta”, “sifre” ve “yonetici” alanları bulunmaktadır.

– “Kullaniciid” alanı, “Kullanicilar” tablosunun birincil anahtarıdır. Kullanıcı sayısının çok olabileceği düşünülerek int veri tipinde tanımlanmıştır. “KullaniciManuelDegerlendirme” ve “KullaniciOtomatikDegerlendirme” tablolarında var olan “Kullaniciid” alanları ile yabancı anahtar ilişkisi bulunmaktadır.
– “adi” ve “soyadi” alanları, isim ve soy isim bilgilerini temsil ettiği için varchar tipindedir.
– “eposta” ve “sifre” alanları, oturum açarken kullanılacak olan parola ve e-posta bilgilerini temsil ettiği için varchar tipinde tanımlanmıştır.
– “yonetici” alanı ise kullanıcının sistemdeki rol bilgisini temsil etmektedir. “0” normal kullanıcıyı, “1” ise yönetici rolünü temsil etmektedir. Bu nedenle veri tipi bit olarak tanımlanmıştır.

- “ErisilebilirlikYonergeleri” tablosu

“ErişilebilirlikYonergeleri” tablosu, WCAG 2.0 (Web Content Accessibility Guidelines - Web İçeriği Erişilebilirlik Kılavuzu) ‘da yer alan düzeylerin bulunduğu tablodur. Tabloda, “Yonergeid”, “Yonergeadi”, “Yonergedegeri” ve “Aciklama” alanları bulunmaktadır.

– “Yonergeid” alanı, “ErişilebilirlikYonergeleri” tablosunun birincil anahtarıdır. “KullaniciOtomatikDegerlendirme” ve “ErisilebilirlikYonergeMaddeleri” tablolarındaki “Yonergeid” alanları ile yabancı anahtar ilişkisi bulunmaktadır.
– “Yonergeadi” ve “Yonergedegeri” alanları düzey bilgilerini temsil etmektedir.

- “ErisilebilirlikYonergeMaddeleri” tablosu

“ErisilebilirlikYonergeMaddeleri” tablosunda, “ErişilebilirlikYonergeleri” tablosunda tanımlı tüm düzeylerin kriterleri bulunmaktadır. Tabloda “EYMid”, “EYMaddeid”,

“EYMaddeadi”, “EYMaddeadiing”, “EYMaddeaciklama”, “EYMaddeaciklamaing”, “Yonergeid” ve “Prensipid” alanları bulunmaktadır.

- “EYMid” alanı, int veri tipinde tanımlanmış olup, “ErisilebilirlikYonergeMaddeleri” tablosunun birincil anahtarıdır.
- “EYMaddeid” kriterin id bilgisinin tutulduğu alandır. “EYMaddeadi” ve “EYMaddeadiing” kriterin adının sırasıyla Türkçe ve İngilizce olarak temsil edildiği alandır.
- “EYMaddeaciklama” ve “EYMaddeaciklamaing” alanları ise kritere ait ilkelerin Türkçe ve İngilizce olarak temsil edildiği alandır.
- “EngelKontrolYonergeEslestirme” ve “ToolKontrolYonergeEslestirme” tablolarında bulunan “EYMid” alanları ile yabancı anahtar ilişkisi bulunmaktadır.
- “Prensipid” alanı ise kriterin hangi prensibe dahil olduğunun tutulduğu alandır. “Prensipid” alanı, “ErisilebilirlikPrensipleri” tablosunun yabancı anahtarı olduğu için “ErisilebilirlikPrensipleri” tablosundaki “Prensipid” alanının özellikleri ile aynıdır.

o “ErisilebilirlikPrensipleri” tablosu

WCAG 2.0 (Web Content Accessibility Guidelines - Web İçeriği Erişilebilirlik Kılavuzu) ‘da tanımlanmış olan prensiplerin yer aldığı tablodur. Tabloda “Prensipid”, “PrensipAdi” ve “PrensipAdiTR” alanları bulunmaktadır.

- “Prensipid” int veri tipinde tanımlanmış olup, tablonun birincil anahtarıdır.
- “PrensipAdi” ve “PrensipAdiTR” alanları ise prensip adının sırasıyla İngilizce ve Türkçe olarak temsil edildiği alanlardır.
- Ayrıca “Prensipid” alanının “ErisilebilirlikYonergeMaddeleri” tablosunda bulunan “Prensipid” alanları ile yabancı anahtar ilişkisi bulunmaktadır.

o “KullaniciOtomatikDegerlendirme” tablosu

“KullaniciOtomatikDegerlendirme” tablosu, kullanıcılar tarafından başlatılan ve Achecker aracı ile gerçekleştirilen Otomatik değerlendirme sonuçlarının yer aldığı tablodur. Tabloda “Otomatikid”, “Kullaniciid”, “Checkid”, “Linkid”, “Yonergeid”, “HataSayisi”, “Sure” ve “Donemid” alanları bulunmaktadır.

– “Otomatikid” int veri tipinde tanımlanmış olup, tablonun birincil anahtarıdır. “KullaniciOtomatikDegerlendirmeSatirNo” tablosunda bulunan “Otomatikid” alanları ile yabancı anahtar ilişkisi bulunmaktadır.
– “Kullaniciid” alanı, “Kullanicilar” tablosunun yabancı anahtarı olduğu için “Kullanicilar” tablosundaki “Kullaniciid” alanının özellikleri ile aynıdır.
– “Checkid” alanı “ToolKontrolYonergeEslestirme” tablosundaki “Checkid” alanı ile aynı özellikleri taşımaktadır.
– “Yonergeid” alanı, “ErisilebilirlikYonergeleri” tablosunun yabancı anahtarı olduğu için “ErisilebilirlikYonergeleri” tablosundaki “Yonergeid” alanının özellikleri ile aynıdır.
– “HataSayisi” int veri tipinde tanımlı, tespit edilen hata sayılarının tutulduğu bir alandır.
– “Sure” float veri tipinde tanımlanmış olup, otomatik değerlendirmenin tamamlanma süresinin tutulduğu alandır.
– “Donemid” alanı, “DegerlendirmeDonemi” tablosunun yabancı anahtarı olduğu için “DegerlendirmeDonemi” tablosundaki “Donemid” alanının özellikleri ile aynıdır.

o “KullaniciOtomatikDegerlendirmeSatirNo” tablosu

Tabloda, otomatik değerlendirme tamamlandıktan sonra karşılaşılan hataların web sayfasında hangi satır ve sütunda bulunduğu bilgisi yer almaktadır.

– “KullaniciOtomatikDegerlendirmeSatirNo” tablosunda “otomatikSatirid”, “Otomatikid”, “satirNumarasi” ve “sutunNumarasi” alanları bulunmaktadır.
– “otomatikSatirid” alanı tablonun birincil anahtarıdır. Tablodaki verinin çok olacağı düşünüldüğü için int veri tipinde tanımlanmıştır.
– “Otomatikid” alanı, “KullaniciOtomatikDegerlendirme” tablosunun yabancı anahtarı olduğu için “KullaniciOtomatikDegerlendirme” tablosundaki “Otomatikid” alanının özellikleri ile aynıdır.
– “satirNumarasi” ve “sutunNumarasi” alanları int veri tipinde tanımlanmış olup, hatanın bulunduğu satır ve sütun numaralarının tutulduğu alanlardır.

o “ToolKontrolYonergeEslestirme” tablosu

Achecker uygulamasından gelen kontrol verilerinin (“Checkid”), WCAG 2.0 yönergesinde bulunan düzeyler ile eşleştirildiği tablodur. Ayrıca tabloda kontrol verilerinin unsurları, hata tipleri ve açıklamaları da bulunmaktadır.

- “ToolKontrolYonergeEslestirme” tablosu “TYEid”, “Checkid”, “EYMid”, “Element”, “ErrorType” ve “Description” alanlarından oluşmaktadır.
- “TYEid” alanı int veri tipinde tanımlanmış olup, ayrıca tablonun birincil anahtarıdır.
- “Checkid” alanı int veri tipinde tanımlanmıştır. “KullaniciOtomatikDegerlendirme” tablosundaki “Checkid” alanı ile aynı özellikleri taşımaktadır.
- “EYMid” alanı, “ErisilebilirlikYonergeMaddeleri” tablosunun yabancı anahtarı olduğu için “ErisilebilirlikYonergeMaddeleri” tablosundaki “EYMid” alanının özellikleri ile aynıdır.
- “Element”, “ErrorType” ve “Description” alanları varchar tipinde tanımlanmıştır. Bu alanlar sırasıyla unsurları, hata tiplerini ve hata açıklamalarını temsil etmektedir.

o “EngelTuru” tablosu

BG yöntemine göre tanımlanmış olan engel türlerinin bulunduğu “EngelTuru” tablosunda; “Engelid”, “Engeladi”, “Engeladiing” ve “Aktif” alanları bulunmaktadır.

- “Engelid” alanı tablonun birincil anahtarıdır ve int veri tipinde tanımlanmıştır.
- “Engeladi” ve “Engeladiing” alanları engel isimlerinin Türkçe ve İngilizcesini temsil etmektedir. Bu iki alanın veri tipi varchar olarak belirlenmiştir.
- “Aktif” alanı ise tanımlanmış olan bir engelin aktif olup olmadığı bilgisini temsil ettiği için bit tipindedir ve yeni bir engel türü eklendiğinde varsayılan olarak 1 değerini almaktadır.
- “EngelKontrolListesi” tablosunda bulunan “Engelid” alanı ile yabancı anahtar ilişkisi bulunmaktadır.

o “EngelKontrolListesi” tablosu

“EngelKontrolListesi” tablosunda, BG yönteminde belirlenen her bir engel için tanımlanmış kontrol bilgileri bulunmaktadır. Tabloda; “Kontrolid”, “Kontroladi”,

“Kontroladiing”, “Aciklama”, “Aciklamaing”, “Neden”, “Nedening”, “Hatamodu”, “Hatamoduing”, “Etki”, “Etkiing”, “Duzeltme”, “Duzeltmeing” ve “Engelid” alanları bulunmaktadır.

- “Kontrolid” alanı tablonun birincil anahtarıdır ve int veri tipinde tanımlanmıştır.
- “Kontroladi”, “Kontroladiing” alanları varchar veri tipinde tanımlanmış olup, kontrol adlarının türkçe ve ingilizcelerini temsil etmektedir.
- “Aciklama”, “Aciklamaing” alanları varchar veri tipinde tanımlanmış olup, kontrol ile ilgili açıklama bilgilerinin verilerini temsil etmektedir.
- “Neden”, “Nedening” alanları varchar veri tipinde tanımlanmış olup, kontrol ile ilgili hatanın neden kaynaklandığına dair bilgileri tutmaktadır.
- “Hatamodu”, “Hatamoduing” alanları varchar veri tipinde tanımlanmış olup, ilgili hataların bilgisini içermektedir.
- “Etki”, “Etkiing” varchar veri tipinde tanımlanmış olup, ilgili hataların kullanıcılardaki etkisini temsil eden alanlardır.
- “Duzeltme”, “Duzeltmeing” alanlarıda varchar veri tipinde tanımlanmış alanlar olup, hataların düzeltilmesi için yapılması gereken işlemlerin bilgileri bulunmaktadır.
- “Engelid” alanı, “EngelTurleri” tablosunun yabancı anahtarı olduğu için “EngelTurleri” tablosundaki “Engelid” alanının özellikleri ile aynıdır.

o “EngelKontrolYonergeEslestirme” tablosu

“EngelKontrolYonergeEslestirme” tablosu BG yöntemindeki engellere ait kontrollerin erişilebilirlik yönergeleri ile eşleştirildiği tablodur. Tabloda “BYEid”, “Kontrolid” ve “EYMid” alanlarından oluşmaktadır.

- “BYEid” alanı tablonun birincil anahtarıdır ve int veri tipinde tanımlanmıştır.
- “Kontrolid” alanı “EngelKontrolListesi” tablosunun yabancı anahtarıdır. Bu nedenle “EngelKontrolListesi” tablosundaki “Kontrolid” alanı ile aynı özelliklere sahiptir.
- “EYMid” alanı ise “ErisilebilirlikYonergeMaddeleri” tablosunun yabancı anahtarıdır. Böylece “ErisilebilirlikYonergeMaddeleri” tablosundaki “EYMid” alanı ile aynı özellliklere sahiptir.

- “Puanlama” tablosu

Kullanıcılar BG yöntemiyle uzman temelli değerlendirme yaparken, tespit ettiği problemlerin etki derecesini puanlaması istenmektedir. “Puanlama” tablosunda bu puanlama değerlerinin verileri bulunmaktadır. Tablo “Puanid”, “PuanDeger” ve “PuanAciklama” alanlarından oluşmaktadır.

– “Puanid” alanı tablonun birincil anahtarıdır ve int veri tipinde tanımlanmıştır.
– “PuanDeger” alanı int veri tipinde tanımlanmış olup, puanın sayısal değerini içermektedir.
– “PuanAciklama” alanı varchar veri tipinde tanımlanmıştır. Puan verileri ile ilgili açıklamaları içermektedir.

- “Linkler” tablosu

Bu tabloda değerlendirilmek istenen web sayfalarının url bilgisi bulunmaktadır. Tablo, “Linkid”, “LinkAdi”, “Aciklama” ve “aktif” alanlarından oluşmaktadır.

– “Linkid” alanı tablonun birincil anahtarıdır ve int veri tipinde tanımlanmıştır.
– “KullaniciOtomatikDegerlendirme” ve “Gorevler” tablolarında var olan “Linkid” alanları ile yabancı anahtar ilişkisi bulunmaktadır.
– “LinkAdi” varchar veri tipinde tanımlanmıştır. Bu alan web adreslerinin url bilgisini içermektedir.
– “Aciklama” alanı varchar veri tipinde oluşturulmuştur. Gerek duyulması durumunda web adresi ile ilgili bilgi girilmesi için tanımlanmıştır. Projede bu alan kullanılmamaktadır.
– “Aktif” alanı ise tanımlanmış olan bir linkin aktif olup olmadığı bilgisini temsil ettiği için bit tipindedir ve yeni bir link girişi yapıldığında varsayılan olarak 1 değerini almaktadır.

- “Gorevler” tablosu

“Gorevler” tablosu BG yöntemini uygulamak için gerçekleştirilmesi gereken görev bilgilerinin tutulduğu tablodur. Görevler her bir link adresi için tanımlanması

gerekmektedir. Tablo “Gorevid”, “Gorevadi”, “Aciklama”, “Aktif” ve “Linkid” alanları bulunmaktadır.

- “Gorevid” alanı tablonun birincil anahtarıdır ve int veri tipinde tanımlanmıştır. “KullaniciManuelDegerlendirme” tablosunda bulunan “Gorevid” alanı ile yabancı anahtar ilişkisi bulunmaktadır.
- “Gorevadi” alanı kullanıcı tarafından girilen görev bilgisinin yer aldığı alandır. Bu alan, varchar veri tipinde tanımlanmıştır.
- “Aciklama” alanı varchar veri tipinde oluşturulmuştur. Görev ile ilgili ihtiyaç durumunda ekstra bilgi girilmesi için tanımlanmıştır. Projede bu alan kullanılmamaktadır.
- “Aktif” alanı ise tanımlanmış olan bir görevin aktif olup olmadığı bilgisini temsil etmektedir. Bu nedenle bit tipindedir. Yeni bir görev tanımlanmak istendiğinde varsayılan olarak 1 değerini almaktadır.

- “KullaniciManuelDegerlendirme” tablosu

“KullaniciManuelDegerlendirme” tablosu kullanıcı tarafından yapılan BG uzman temelli değerlendirme sonuçlarının yer aldığı tablodur. Tablo, “Manuelid”, “Kullaniciid”, “Gorevid”, “Kontrolid”, “PuanDeger”, “Periyot”, “Aciklama” ve “Donemid” alanlarından oluşmaktadır.

- “Manuelid” alanı tablonun birincil anahtarıdır. Veri tipi int olarak tanımlanmıştır.
- “Kullaniciid” alanı değerlendirmeyi yapan kullanıcının bilgisini tutmaktadır. Bu alan “Kullanicilar” tablosundaki “Kullaniciid” alanının yabancı anahtarıdır. Dolayısıyla alanın özellikleri “Kullanicilar” tablosundaki ile aynıdır.
- “Gorevid” alanı değerlendirme gerçekleştirilirken kullanıcının hangi görevi yaptığı bilgisini tutmaktadır. “Gorevler” tablosundaki “Gorevid” alanının yabancı anahtarı olduğu için alanın özellikleri “Gorevler” tablosundaki ile aynıdır.
- “Kontrolid” alanı kullanıcının değerlendirmede dikkate aldığı kontrol bilgisini içermektedir. Bu alan “EngelKontrolListesi” tablosundaki “Kontrolid” alanı ile yabancı anahtar ilişkisi bulunmaktadır.
- “PuanDeger” alanı değerlendirilen sayfada tespit edilen problemlere verilen puanlama bilgisini içermektedir.

- “Periyot” alanında karşılaşılan problemlerin tekrarlama sıklığının bilgisi yer almaktadır. Bu alan int veri tipinde tanımlanmıştır.
- “Aciklama” alanı ise kullanıcının değerlendirme yaparken kontrol edilen madde için belirtmek istediği özel bir durum varsa bilgi giriş yapması için tanımlanmıştır. Alanın veri tipi varchar olarak belirlenmiştir.
- “Donemid” alanı, “DegerlendirmeDonemi” tablosunun yabancı anahtarı olduğu için “DegerlendirmeDonemi” tablosundaki “Donemid” alanının özellikleri ile aynıdır.

o “DegerlendirmeDonemi” tablosu

Bu tabloda değerlendirme için tanımlanan dönem bilgileri bulunmaktadır. Tablo, “Donemid”, “DonemAdi”, “BasTarihi”, “BitTarihi” ve “aktif” alanlarından oluşmaktadır.

- “Donemid” alanı tablonun birincil anahtarıdır ve int veri tipinde tanımlanmıştır.
- “KullaniciOtomatikDegerlendirme” ve “KullaniciManuelDegerlendirme” tablolarında var olan “Donemid” alanları ile yabancı anahtar ilişkisi bulunmaktadır.
- “DonemAdi” varchar veri tipinde tanımlanmıştır. Bu alan tanımlanan dönemin adı bilgisini içermektedir.
- “BasTarihi” alanı datetime veri tipinde oluşturulmuştur. Dönemin başlangıç tarihinin girilmesi için tanımlanmıştır.
- “BitTarihi” alanı datetime veri tipinde oluşturulmuştur. Dönemin bitiş tarihinin girilmesi için tanımlanmıştır.
- “Aktif” alanı ise tanımlanmış olan bir dönemin aktif olup olmadığı bilgisini temsil etmektedir. Bu nedenle bit tipindedir. Yeni bir dönem tanımlanmak istendiğinde varsayılan olarak 1 değerini almaktadır.

Ek-D

Aşağıda Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesi sistemine ait kullanıcı ara yüz tasarımları ile ilgili bilgi verilmiştir.

Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Sisteminde ilk olarak yönetici rolündeki kullanıcı tarafından test edilecek web sitelerinin adresleri ve bu adreslerde gerçekleştirilmesi istenen görevleri tanımlanmalıdır. Ardından değerlendirme için aktif "Değerlendirme Dönemi" tanımlanmalıdır. Daha sonra sistemde kayıtlı kullanıcılar tarafından tanımlı web sitelerinin otomatik ve uzman temelli değerlendirmesi aktif dönem için yapılmaktadır. Değerlendirme sonuçları ayrıntılı olarak sistem üzerinden raporlanmaktadır. Şekil D.1'de uygulama çalıştırıldığında kullanıcının karşısına gelen ana sayfa bulunmaktadır.

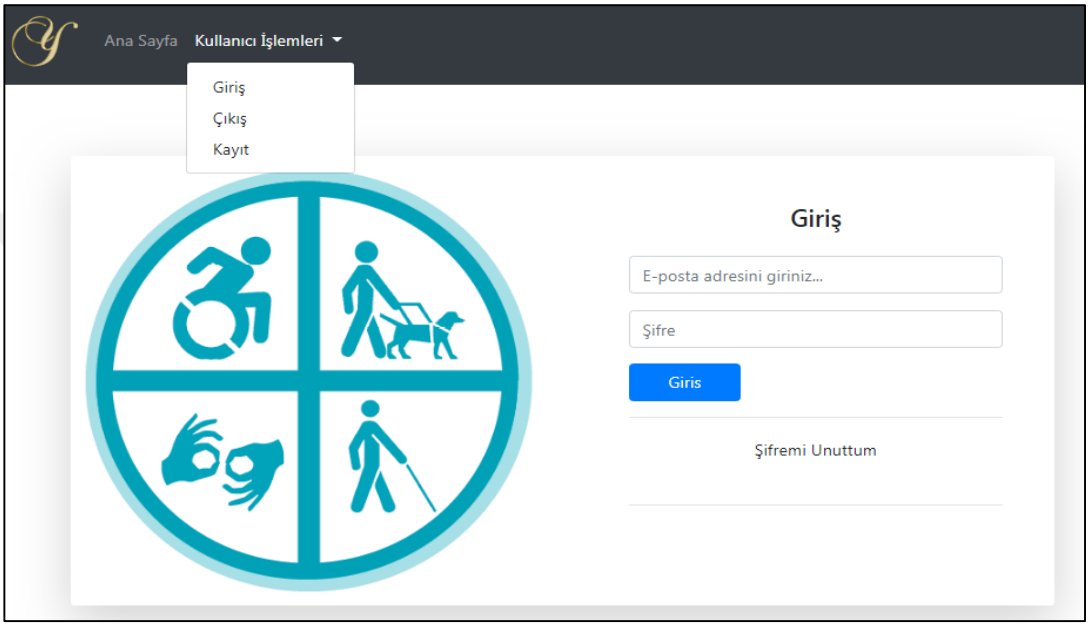


Şekil D.1. Ana giriş ekranı

- Kullanıcı Kaydı Oluşturma

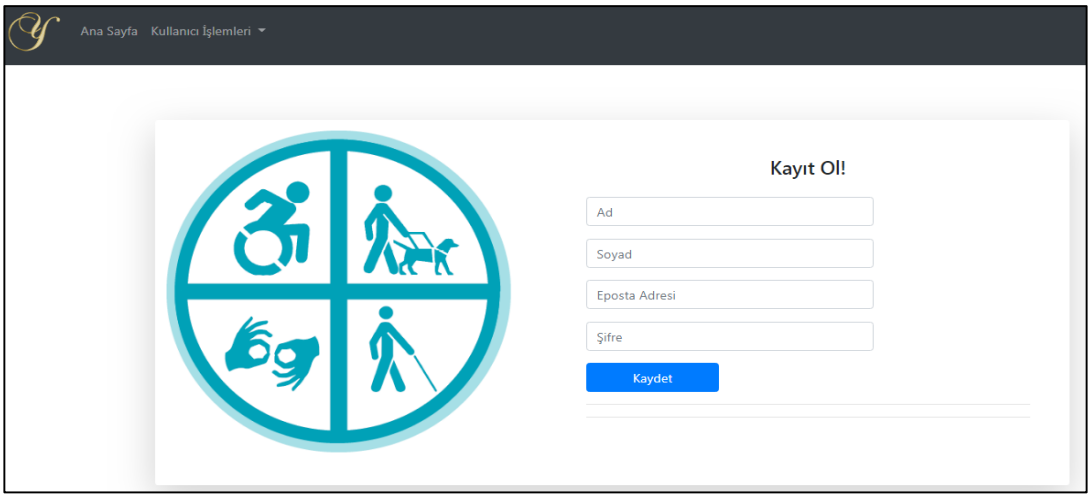
Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesinde tüm süreç sisteme kayıtlı olan kullanıcılar üzerinden gerçekleşmektedir. Sistem üzerinde yapılan işlemler ve yetkiler, kullanıcıların sistemde tanımlı rollerine göre farklılık göstermektedir. Her bir kullanıcı yalnızca kendi hesabına ait veri girişini ve görüntüleme işlemlerini yapabilmektedir.

Bu sebeple tüm kullanıcıların şekil D.2'de gösterilen kullanıcı oturum açma ekranını kullanarak oturum açması gerekmektedir. Böylece kullanıcılar kişisel hesaplarında yapmış oldukları tüm değerlendirme verilerine ulaşabileceklerdir. Şekil 4'de görüldüğü üzere henüz kayıt işlemini gerçekleştirmemiş olan kullanıcılar "Kullanıcı İşlemleri / Kayıt" bağlantısını kullanarak kendilerine ait bir kullanıcı kaydı oluşturabilmektedirler.



Şekil D.2. Kullanıcı oturum açma ekranı

"Kayıt" bağlantısına tıklayan kullanıcı şekil D.3'teki yeni kullanıcı kaydı oluşturma ekranına yönlendirilecektir.



Şekil D.3. Yeni kullanıcı kaydı oluşturma ekranı

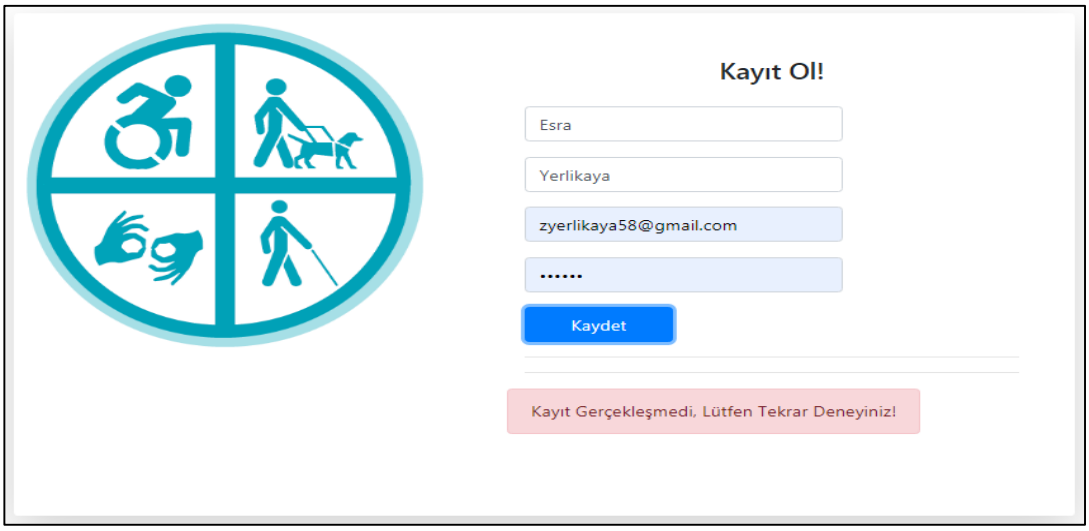
Yeni kullanıcı kaydı oluşturulurken, kullanıcıdan adı, soyadı, e-posta adresi ve şifre bilgileri istenmektedir. “adı” ve “soyadı” bilgileri değerlendirme raporlarında değerlendirmeyi yapan kullanıcı bilgilerini göstermek, “e-posta” adresi ve “parola” bilgisi ise kullanıcıların sistemdeki kişisel hesabına erişebilmesi için gerekmektedir. Bir e-posta adresi ile yalnızca bir kez kayıt olunmaktadır. Kayıt işlemini tamamladıktan sonra, kullanıcı “Giriş” bağlantısını tıklayarak kullanıcı oturum açma ekranından sisteme giriş yapabilecektir.

Kayıt sırasında girilen e-posta adresi sistemde kayıtlı ise şekil D.4’te gösterilen uyarı mesajı kullanıcıya gösterilmektedir.



Şekil D.4. Sistemde kayıtlı e-posta uyarısı

Kayıt işlemi gerçekleştirilirken herhangi bir hata meydana geldiğinde ise şekil D.5’te gösterilen hata mesajı kullanıcıya gösterilmektedir.



Şekil D.5. Kullanıcı kaydı hata mesajı

Kullanıcının kendisine ait parolayı unutması durumunda, kayıt esnasında tanımladığı e-posta adresini şekil D.6'da gösterilen sayfadaki bağlantıya girebilir. Böylece kullanıcının parolası sistemde tanımlı olan e posta adresine gönderilmektedir.

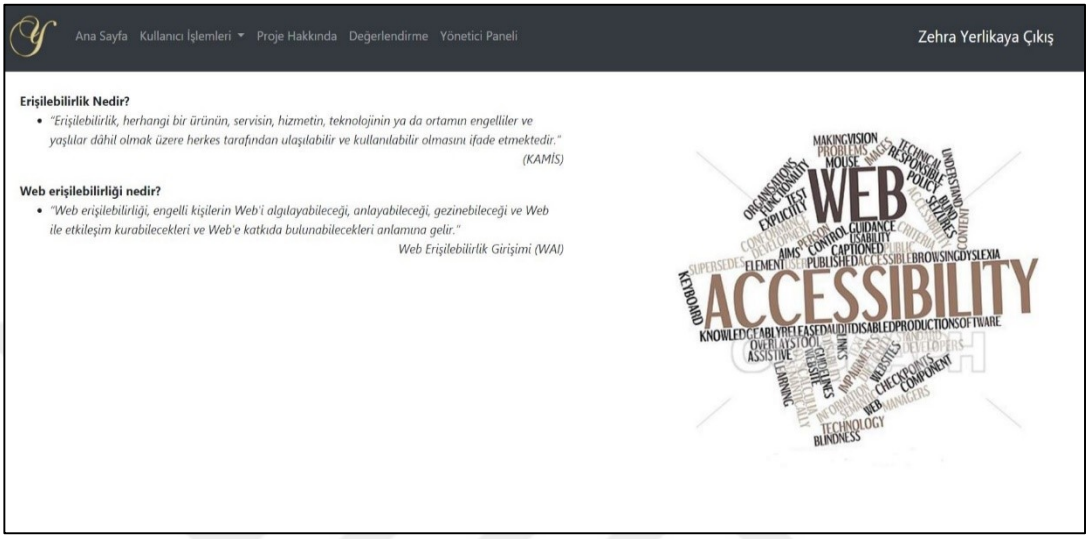


Şekil D.6. Şifremi unuttum ekranı

- Oturum Açma ve Ana Giriş Ekranı

E-posta adresini ve parolasını doğru bir şekilde giren kullanıcı şekil D.7'de gösterilen kullanıcı ana giriş ekranına yönlendirilmektedir. Ana giriş ekranının üst bölümünde başlık menüsü bulunmaktadır. Bu başlıkta "Ana sayfa" ve "Kullanıcı İşlemleri", "Proje Hakkında", "Değerlendirme" ve "Yönetici Paneli" menüleri bulunmaktadır. Bu menü başlıklarından "Yönetici Paneli" sadece yönetici rolündeki kullanıcılara

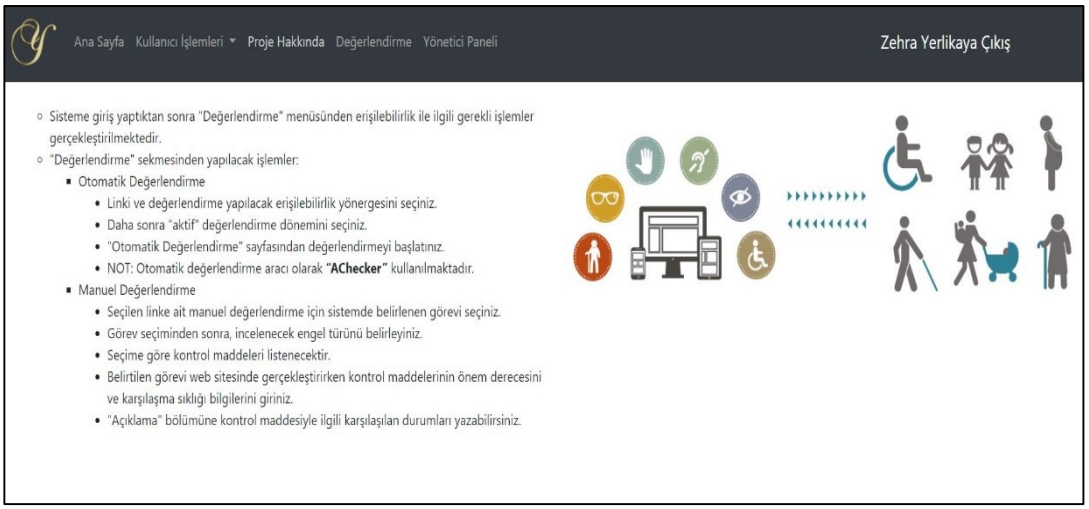
görüntülenmektedir. Kullanıcılar ilgili menüleri kullanarak yapmak istedikleri işlemlere erişebilmektedir. Menülerin sağ tarafında ise oturumu açık olan kullanıcının bilgileri gösterilmektedir. Başlık menüsü tüm sayfalarda ortak şekilde gösterilmektedir.



Şekil D.7. Kullanıcı ana giriş ekranı

- Proje Hakkında Bilgi Edinme

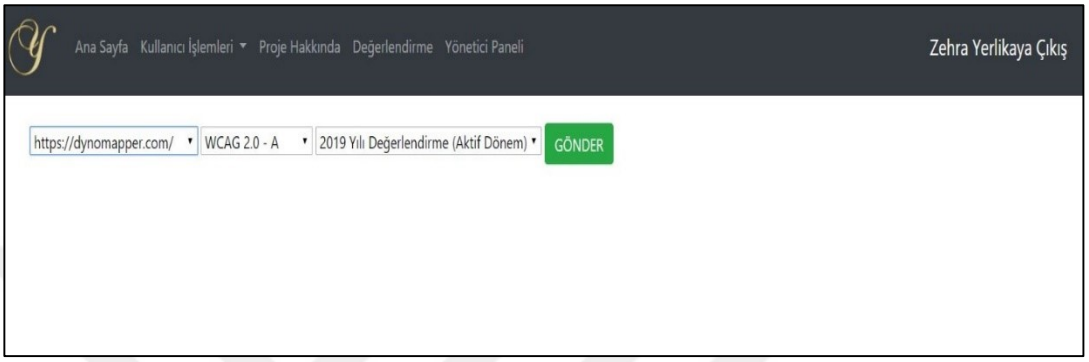
Başlık menüsünde bulunan "Proje Hakkında" bölümünde, sistemin kullanılması ile ilgili açıklamalar, duyurular ve bilgilendirmeler bulunmaktadır (Şekil D.8). Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesi geliştirildikçe veya projeye yeni bölümler eklendikçe "Proje Hakkında" kısmı da geliştirilebilir.



Şekil D.8. Proje hakkında ekranı

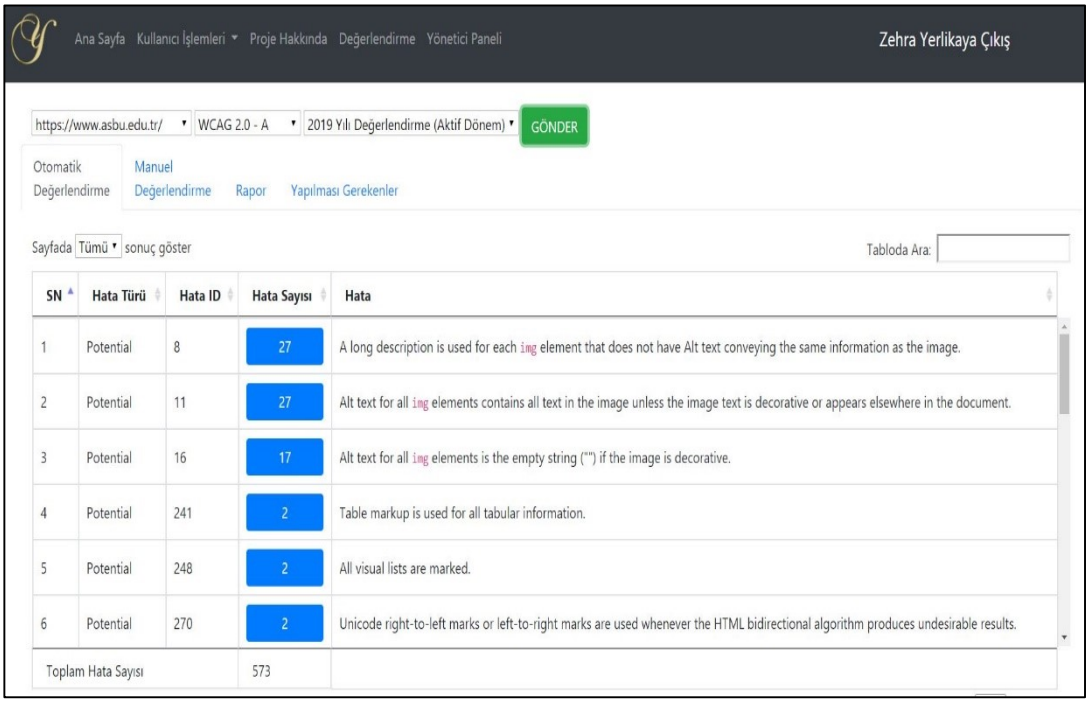
- Erişilebilirlik Değerlendirme

Erişilebilirlik değerlendirmesi için menüde bulunan "Değerlendirme" başlığı kullanılmaktadır. Web sitelerini erişilebilirlik açısından değerlendirmek için, şekil D.9'daki gibi değerlendirilmek istenen web sayfasının adresi, erişilebilirlik yönergesi ve aktif değerlendirme dönemi seçilerek "Gönder" tuşuna basılması gerekmektedir.



Şekil D.9. Değerlendirme giriş ekranı

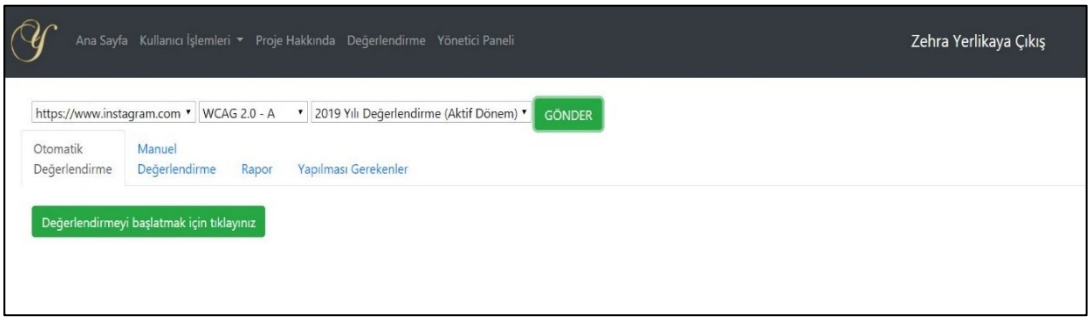
"Gönder" tuşuna basıldıktan sonra açılan sayfada kullanıcıya değerlendirme ile ilgili 4 ayrı sekme getirilmektedir (Şekil D.10). Bunlar; "Otomatik Değerlendirme", "Manuel Değerlendirme", "Rapor" ve "Yapılması Gerekenler" bölümleridir.



Şekil D.10. Değerlendirme ekranı

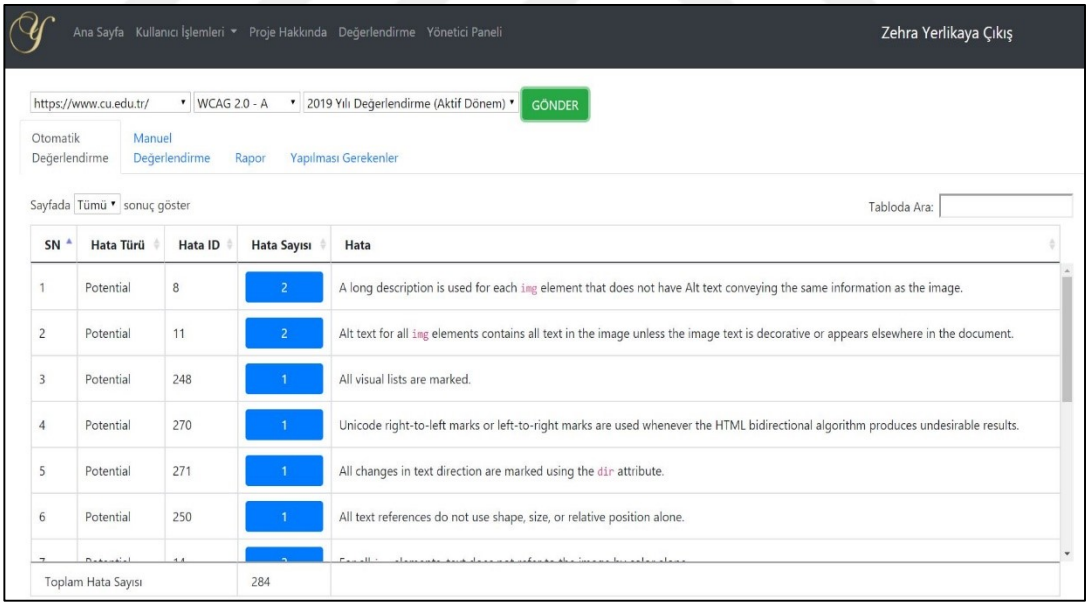
- Otomatik Değerlendirme İşlemi

Achecker aracının API uygulaması aracılığıyla gerçekleştirilecek olan otomatik değerlendirme, “Otomatik Değerlendirme” sekmesinde bulunan “Değerlendirmeyi başlatmak için tıklayınız.” butonuna basılmasıyla başlamaktadır (Şekil D.11).



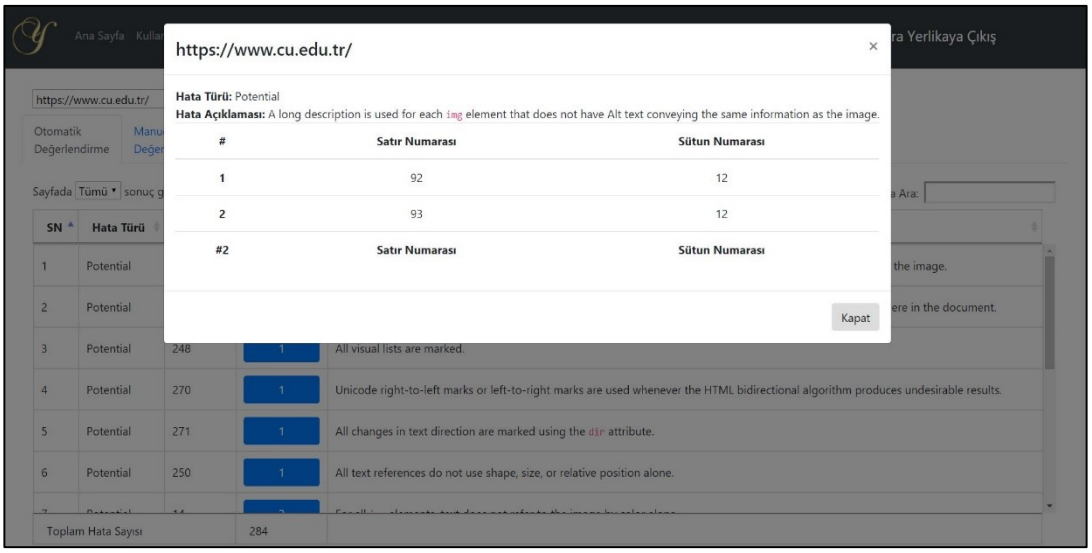
Şekil D.11. Otomatik değerlendirme ekranı

Otomatik değerlendirme işlemi tamamlandıktan sonra ekranda şekil D.12’deki gibi değerlendirme sonuçları görüntülenmektedir. Sayfada değerlendirme sonucunda herhangi bir hatayı aramak isterseniz sayfada bulunan “Tabloda Ara” bölümünü kullanabilirsiniz.



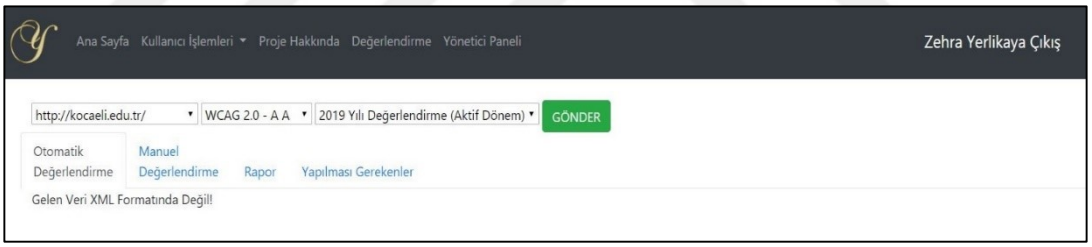
Şekil D.12. Otomatik değerlendirme sonuçları ekranı

Tabloda “Hata Sayısı” nın gösterildiği sütunda ilgili hataya ait butona tıklandığında, her bir hatanın HTML kodunda kaçıncı satır ve sütunda bulunduğu bilgisini göstermektedir (Şekil D.13).



Şekil D.13. Otomatik değerlendirme hata ayrıntı ekranı

Herhangi bir sebepten dolayı Otomatik Değerlendirme işleminin yapılamaması durumunda Şekil D.14'teki gibi kullanıcıya uyarı niteliğinde hata mesajı verilmektedir.

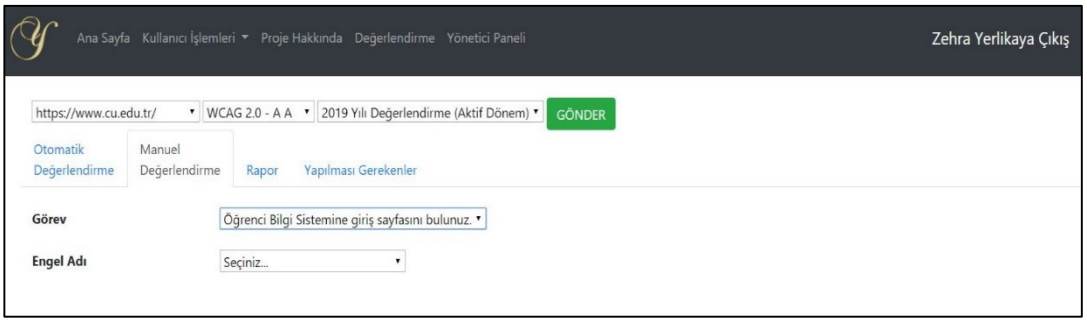


Şekil D.14. Otomatik değerlendirme hata uyarısı

- Uzman Temeli Değerlendirme İşlemi

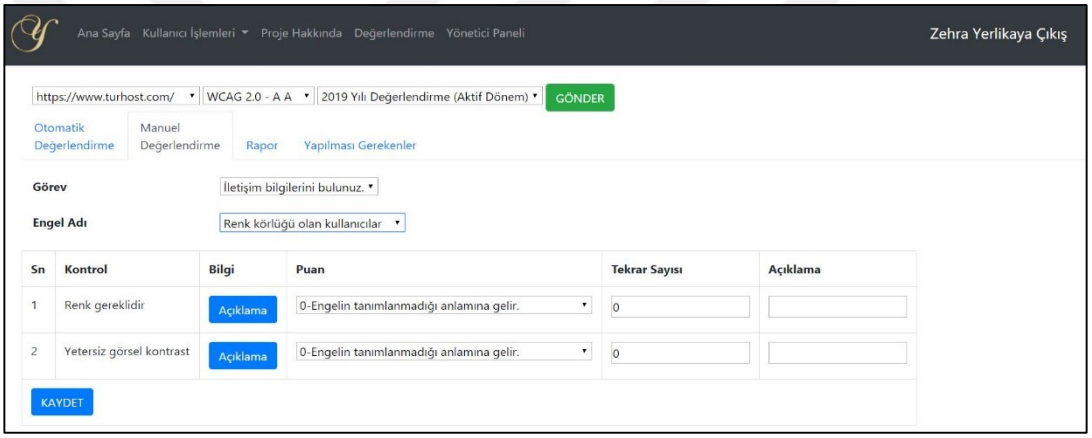
BG yöntemine göre geliştirilmiş olan uzman temelli değerlendirme işlemlerini gerçekleştirmek için öncelikle değerlendirilmek istenen web sayfasının ve aktif değerlendirme döneminin seçilmiş olması gerekmektedir. Erişilebilirlik yönergesi sadece otomatik değerlendirme yaparken gereklidir. Uzman temelli değerlendirmede erişilebilirlik yönergesine ihtiyaç olmadığı için değerlendirmeye başlamadan önce herhangi bir yönergenin seçilmiş olması yeterlidir.

Değerlendirme yapılmak istenen web sayfasının adresi ve aktif dönem seçildikten sonra Şekil D.15'teki gibi bir sayfa kullanıcının karşısına gelmektedir.



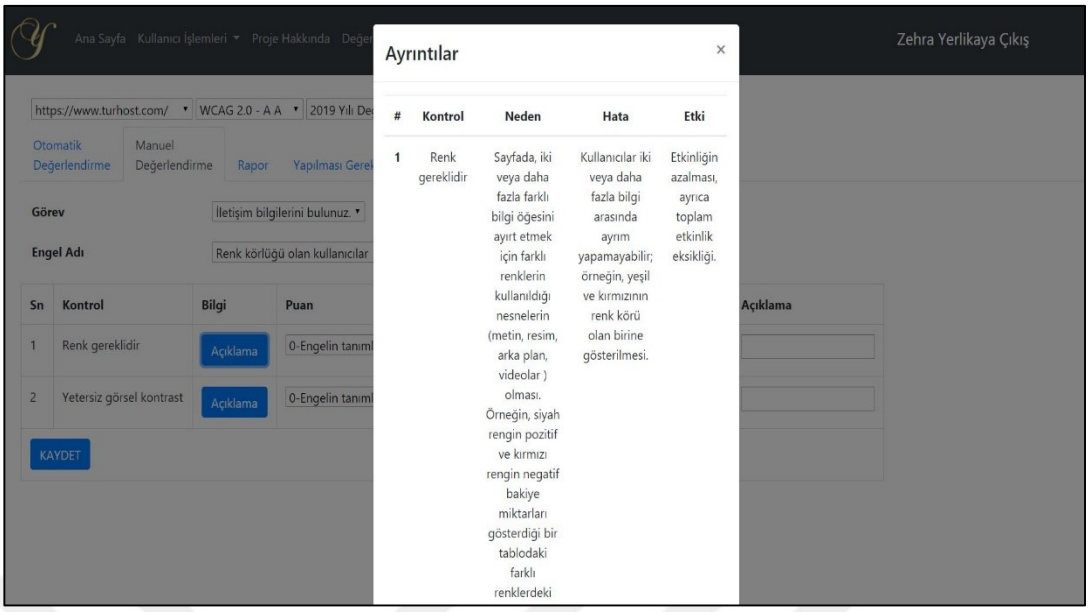
Şekil D.15. Uzman temelli değerlendirme sayfası

Açılan sayfadan "Görev" ve değerlendirilmek istenen "engel türü" seçilmelidir. Bu işlemler yapıldıktan sonra Şekil D.16'daki gibi seçilen engel türüne göre web sayfasında kontrol edilmesi gereken maddeler listelenmektedir.



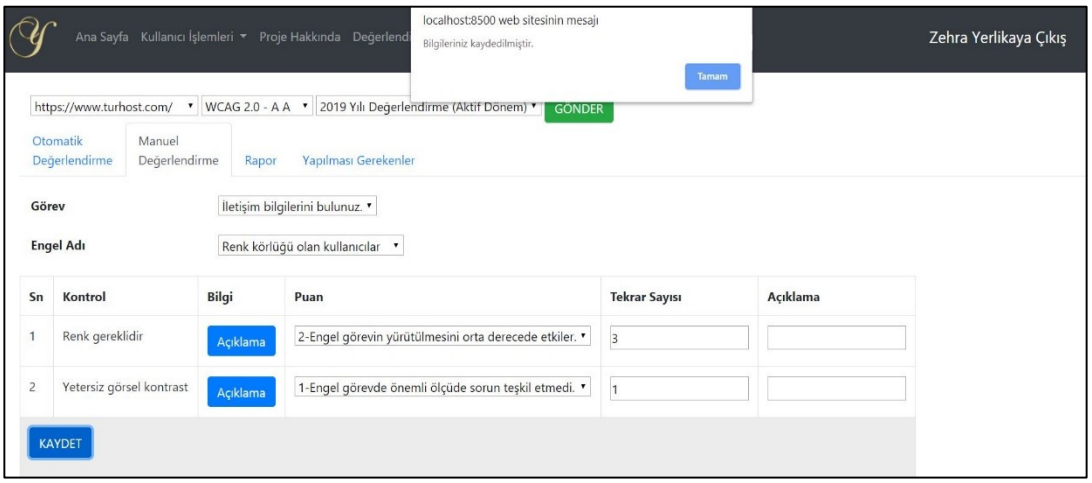
Şekil D.16. Uzman temelli değerlendirme kontrol sayfası

Bu kontrol maddeleriyle ilgili kullanıcı daha fazla bilgiye sahip olmak isterse, tablodaki "Bilgi" bölümünde her bir kontrol maddesi için bulunan "Açıklama" butonuna tıklayarak konuyla ilgili ayrıntılı bilgi edinebilirler (şekil D.17).



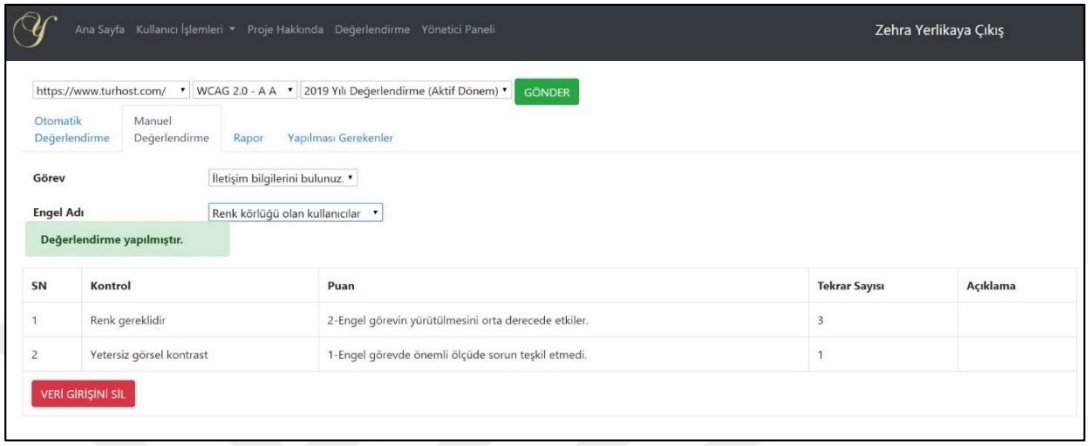
Şekil D.17. Uzman temelli değerlendirme kontrol maddesi bilgi edinme sayfası

Seçilen engel türüne göre listelenen her bir kontrol maddesi "Açıklama" alanında belirtilen bilgiler ışığında, değerlendirilen web sayfası açısından incelenip, değerlendirilmelidir. Bu değerlendirme sonucunda karşılaşılan bir engel varsa puanlaması yapılmalı ve sayfada bu hata ile karşılaşma sıklığı belirtilmelidir. Kullanıcı karşılaştığı hata ile ilgili bir açıklama yapmak isterse ilgili maddenin "Açıklama" bölümüne yazabilir. Her bir madde için açıklama yazma zorunluluğu bulunmamaktadır. Bilgi girişlerini tamamlayıp "Kaydet" butonuna basıldığında ekranda "Bilgileriniz Kaydedilmiştir." mesajı görüntülenecektir (Şekil D.18).



Şekil D.18. Uzman temelli değerlendirme bilgi girişi ve kaydetme işlemleri

Uzman temelli değerlendirmesi tamamlanmış bir görev seçildiğinde, şekil D.19'daki gibi değerlendirme sonuçları kullanıcıya görüntülenmektedir. Kullanıcı bu değerlendirmeyi silmek isterse "Veri Girişini Sil" butonuna basması yeterli olacaktır. Böylece değerlendirmeyle ilgili bütün veriler sistemden silinecektir.

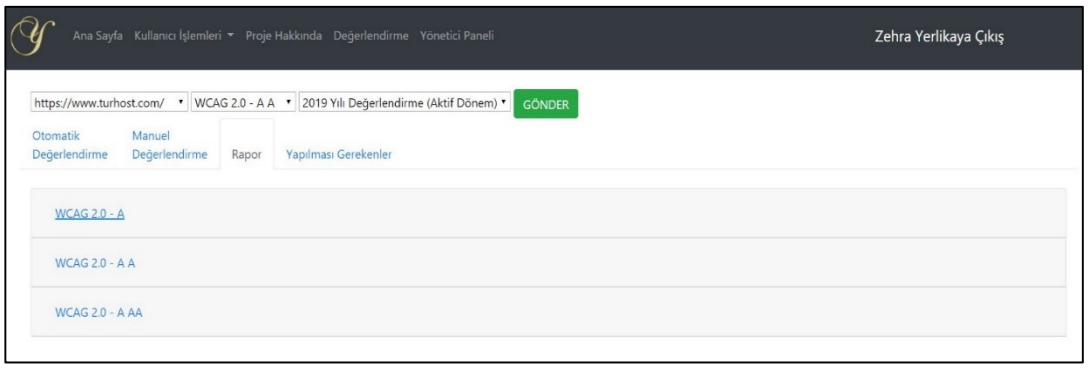


Şekil D.19. Uzman temelli değerlendirme veri görüntüleme/silme işlemleri

- Raporlama

Raporlama sayfası; erişilebilirlik açısından değerlendirilen web adresinin otomatik ve uzman temelli değerlendirmesi tamamlandıktan sonra kullanıcının değerlendirme sonuçlarını görüntülediği, otomatik ve uzman temelli değerlendirme sonuçlarını grafiksel olarak karşılaştırdığı sayfadır.

Rapor sayfasında erişilebilirlik değerlendirme sonuçları 3 ana başlık altında gösterilmektedir (Şekil D.20). Bunlar WCAG (2.0) yönergesinde bulunan 3 düzey kriteridir (A, AA, AAA).



Şekil D.20. Rapor sayfası

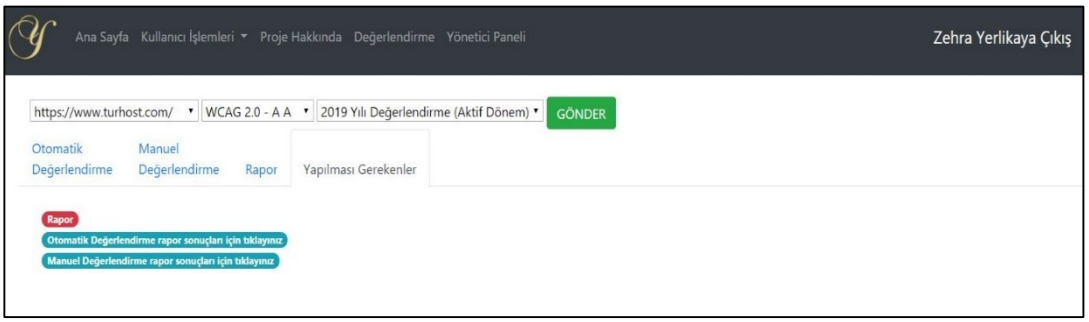
İncelenmek istenen düzey seçildikten sonra otomatik ve manuel değerlendirme sonuçları grafiksel olarak görüntülenmektedir (Şekil D.21).



Şekil D.21. Rapor detayı

- Yapılması Gerekenler

"Yapılması Gerekenler" sayfasında, değerlendirilen web sitesinin erişilebilirlik açısından iyileştirilmesi için WCAG 2.0 erişilebilirlik yönergesi ve BG yöntemine göre tavsiyeler yer almaktadır (Şekil D.22).



Şekil D.22. Yapılması gerekenler sayfası

WCAG 2.0 yönergesine göre yapılması gerekenler, "Otomatik değerlendirme rapor sonuçları" sayfasında şekil D.23'deki gibi kullanıcıya sunulmaktadır.

https://www.cu.edu.tr/

Yönerge	Yönerge Maddesi	Yapılması Gerekenler
WCAG 2.0 - A	1.1.1 - Metinsel Olmayan İçerik	İnternet sitesinde kullanılan içeriklerin metinsel alternatifleri verilmelidir
WCAG 2.0 - A	1.2.1 - Sadece Ses ve Sadece Video Ortamları	Ses ve video öğelerinin alternatifleri bulunmalıdır
WCAG 2.0 - A	1.2.2 - Altyazılar	Video ve ses öğeleri için altyazı seçeneğine yer verilmelidir
WCAG 2.0 - A	1.2.3 - Sesli Açıklama veya Ortam Alternatif	Ses ve video öğeleri için sunulan sesli açıklama ve metinsel alternatifler açıklayıcı olmalıdır.
WCAG 2.0 - A	1.3.1 - Bilgi ve İlişkiler	Sayfa yapısı engelli kullanıcıların anlayabileceği ve kullanabileceği şekilde tasarlanmalıdır.
WCAG 2.0 - A	1.3.2 - Anlamlı Sıralama	Sayfa içeriklerinin sunulma sırasının içeriğin anlamını etkilediği durumlarda, uygun olan sıralama açıkça belirtilmelidir
WCAG 2.0 - A	1.3.3 - Duyusal Karakteristikler	İçeriklere yönelik açıklamalar verilirken, sadece belirli duyusal özellikler kullanılmamalıdır
WCAG 2.0 - A	1.4.1 - Renk Kullanımı	İçeriklerin ayırt edilebilmesi ya da doğru anlaşılabilmesi için renk kullanımına dikkat edilmelidir.
WCAG 2.0 - A	1.4.2 - Ses Denetimi	Ses öğeleri kullanıcılar tarafından kontrol edilebilir olmalıdır
WCAG 2.0 - A	2.1.1 - Klavye	İnternet sitelerinde yer alan içerik ve işlemlerin tamamı klavye ile erişilebilir olmalıdır
WCAG 2.0 - A	2.1.2 - Klavye Kilitlenmesinin Olmaması	Klavye kullanımı internet sitesindeki bütün içerik ve işlemleri kapsamalıdır

Şekil D.23. Otomatik değerlendirme rapor sonuçları

BG yöntemine göre erişilebilirlik sorunlarının minimum düzeye indirilmesi için yapılması gerekenler ise "Uzman temelli değerlendirme rapor sonuçları" sayfasında listelenmektedir (Şekil D.24).

Renk körü kullanıcıları

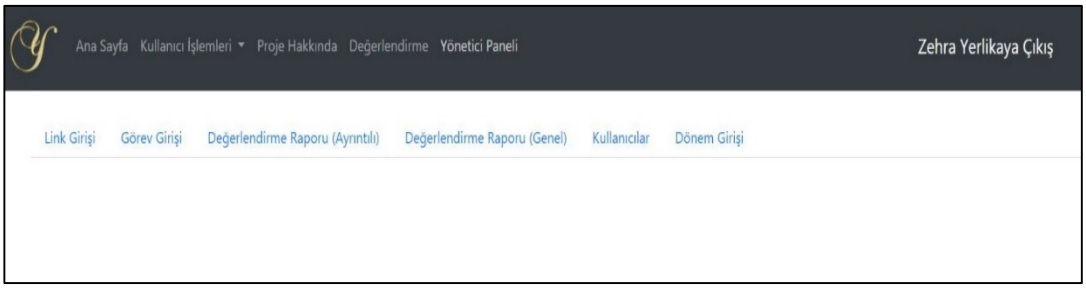
Görev	Kontrol	Nedeni	Puan	Karşılaşma Sıklığı	Düzeltme
Öğrenci Bilgi Sistemine giriş sayfasını bulunuz.	Renk gereklidir	Sayfada, rengin iki veya daha fazla farklı bilgi öğesini ayırt etmek için tek aracı olarak kullanıldığı materyal (metin, resim, arka plan, videolar) bulunur. Örneğin, siyah rakamlar pozitif tutarlar ve kırmızı olanlar negatif miktarlarda olduğunda, denge tabloları veren bir tablodaki inekler. Diğer bir olumsuz örnek, takip edilen ve takip edilmeyen linkler arasında ayrım yapmak için tek başına rengin kullanılmasıdır.	1 -Engel görevde önemli ölçüde sorun teşkil etmedi.	1	İki bilgi maddesi arasında ayrım yapmak için gereksiz yollar kullanın. Sadece renkleri değil, aynı zamanda sesli okunurken ses efektine de sahip olan tipografik kuralları kullanın. Örneğin, ek kelimeler veya semboller kullanın; sadece kalın yüz veya italik stil gibi bir yazım efektine güvenmeyin.
Öğrenci Bilgi Sistemine giriş sayfasını bulunuz.	Yetersiz görsel kontrast	Sayfa, bir arka plana karşı yerleştirilmiş ön plan malzemesini içerir. Her ikisini boyamak için kullanılan renkler çok az kontrast oluşturuyor. Arka plan, bir gradyan, biraz dokuya sahip veya bir resim içeren, düz renkli bir kutu olabilir. Ön plan malzemesi, metin ve / veya görüntüler olabilir. Kontrast, parlaklıktaki farklılıklara veya renklerin tonlarındaki farklılıklara dayanabilir. Bazen sorun sadece sayfanın içeriği yeniden düzenlendiğinde ortaya çıkar; Örneğin, metin boyutu değiştiğinden veya pencere geometrisi değiştiği için.	3 -Engel, kullanıcının hedefine ulaşmasını engeller.	4	Herhangi bir arka plan resmini kaldırın ya da ön plan içeriğinin algılanmasına ve yorumlanmasına asla müdahale etmeyecek şekilde değiştirin. Ek olarak, yüksek bir parlaklık kontrastı olan (bu, sayfayı gri ölçekli bir ekranda görüntüleyerek test edilebilir) ve yüksek düzeyde bir ton kontrastı olan uygun bir renk seçimi, bu sorunu kesinlikle çözecektir.

Şekil D.24. Uzman temelli değerlendirme rapor sonuçları

- Yönetici Paneli

"Yönetici Paneli", sistemde rolü "yönetici" olarak belirlenmiş olan kullanıcılar için tasarlanmıştır. Kullanıcı bu panel aracılığıyla yeni web adresi tanımlayabilir, tanımlı bir web adresini silebilir, sistemde var olan web adreslerine görev girişi yapabilir, var olan görevleri silebilir veya değerlendirme dönemi tanımlayabilir.

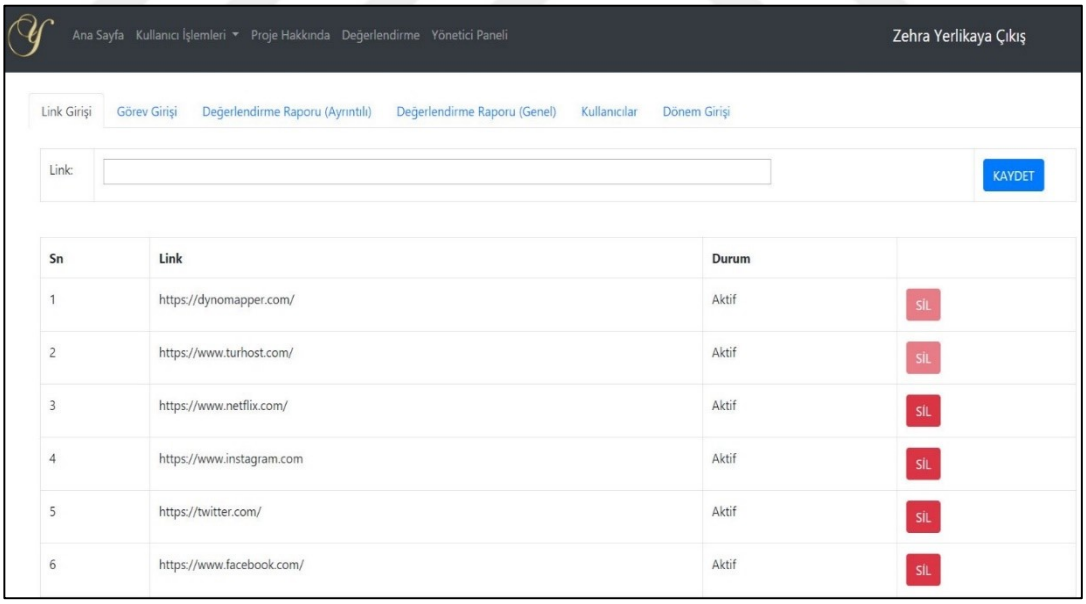
Bu panel "Link Girişi", "Görev Girişi", "Değerlendirme Raporu (Ayrıntılı)", "Değerlendirme Raporu (Genel)", "Kullanıcılar" ve "Dönem Girişi" sayfalarından oluşmaktadır (Şekil D.25).



Şekil D.25. Yönetici paneli ekranı

- Web adresi Tanımlama

"Link Girişi" sayfasından değerlendirilmek istenen web sayfasının adresi sisteme tanımlanabilir. Bunun için, sayfadaki "Link" bölümüne adresi yazdıktan sonra "Kaydet" tuşuna basılması yeterlidir. Ayrıca sayfada sistemde bulunan web sayfalarının adresleri de listelenmektedir. Listede her web adresinin yanında "Sil" butonu bulunmaktadır. Bu buton aracılığıyla istenilen web adresi sistemden silinebilir. Ancak ilgili web sayfasında herhangi bir değerlendirme yapılmışsa "Sil" butonu pasif gelecektir ve sistem adresin silinmesine izin vermeyecektir (Şekil D.26).

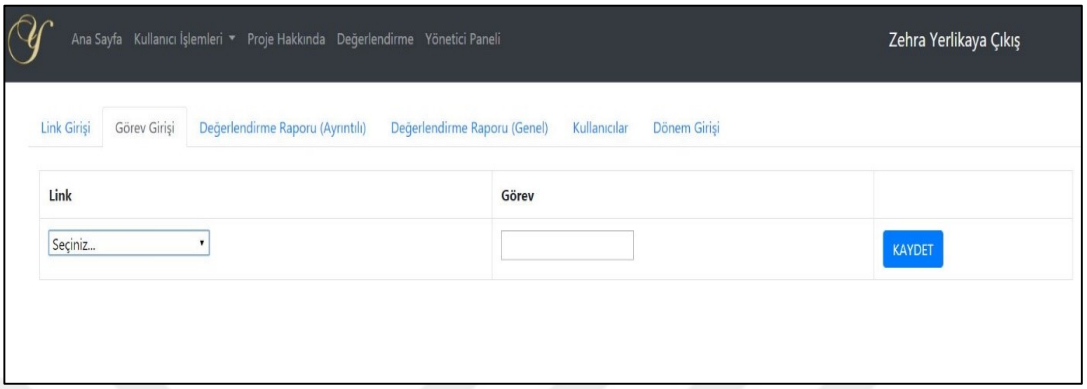


Şekil D.26. Link girişi ekranı

- Görev Tanımlama

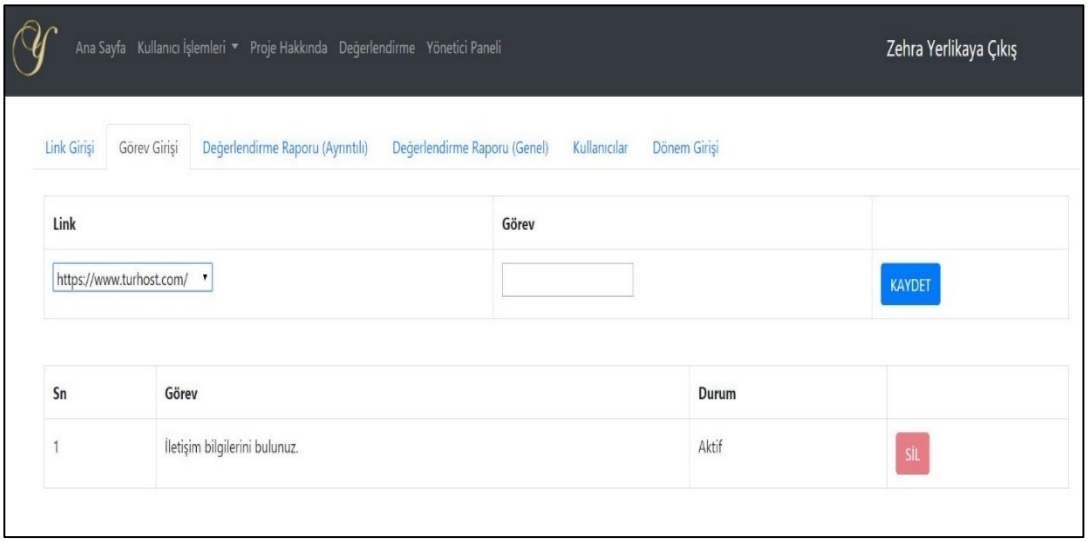
Sistemde tanımlı olan web adreslerine görev girişi yapmak için şekil D.27'deki gibi tasarlanan bu sayfada; öncelikle web adresi "Link" bölümünden seçilmelidir. Web

adresi seçildikten sonra, daha önce tanımlanmış olan görevler varsa sayfada listelenecektir. Yeni görevin sisteme tanımlanması için "Görev" bölümüne görevi yazıp "Kaydet" tuşuna basmak yeterli olacaktır.



Şekil D.27. Görev girişi ekranı

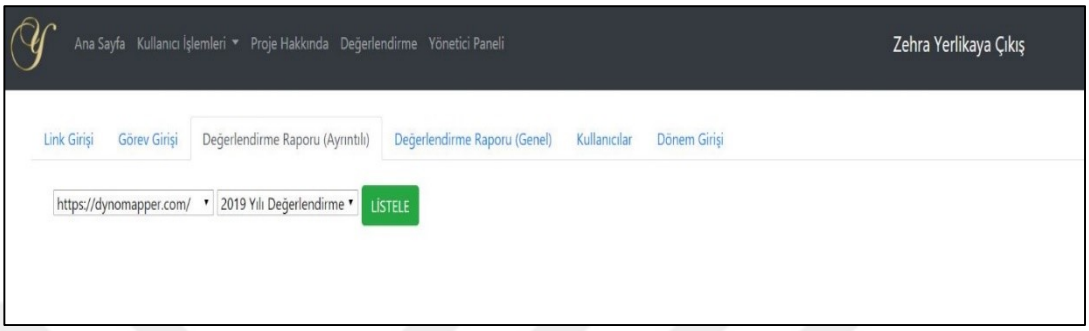
Listede her bir görevin yanında "Sil" butonu bulunmaktadır. Bu buton aracılığıyla istenilen görev sistemden silinebilir. Ancak ilgili göreve bir değerlendirme yapılmışsa "Sil" butonu pasif gelecektir ve sistem görevin silinmesine izin vermeyecektir (Şekil D.28).



Şekil D.28. Görevlerin listelenmesi

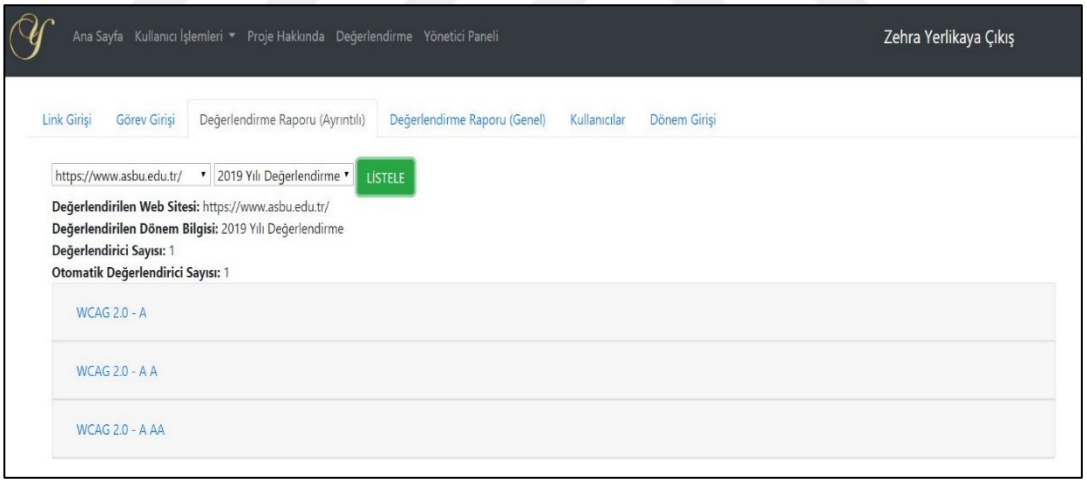
- Ayrıntılı Değerlendirme Raporu

Ayrıntılı rapor sayfasında, öncelikle değerlendirme sonuçları görüntülenmek istenen web adresi ve değerlendirme dönemi seçilir, ardından “Listele” tuşuna basılır (Şekil D.29).



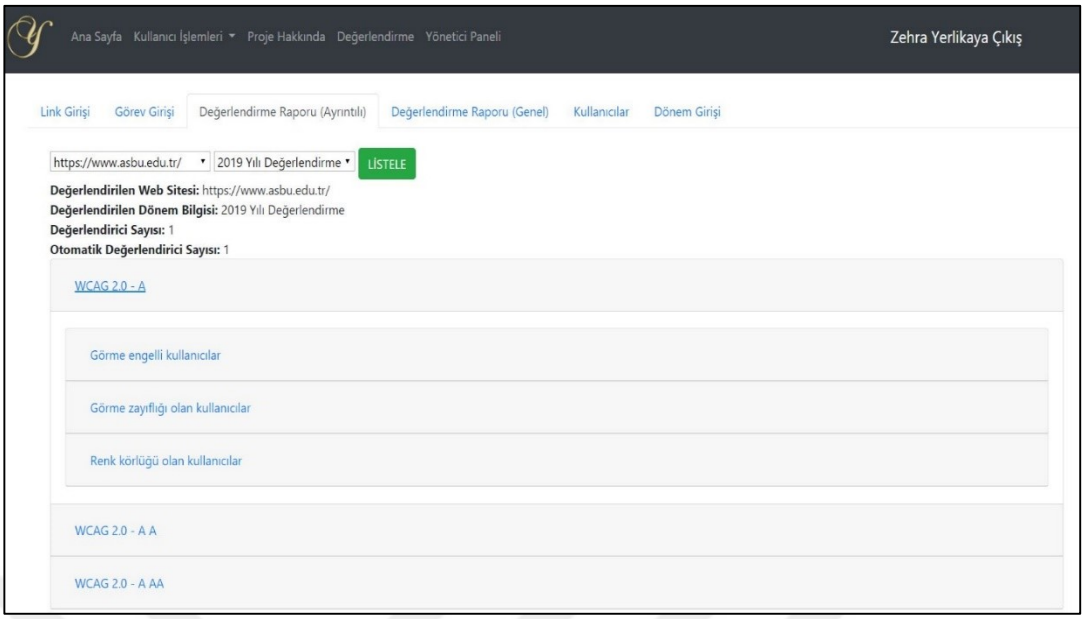
Şekil D.29. Ayrıntılı rapor sayfası

Bu sayfada da değerlendirme sonuçları; erişilebilirlik yönergesi (WCAG 2.0)’ın 3 düzey kriterine göre listelenmiştir (Şekil D.30).



Şekil D.30. Ayrıntılı rapor - erişilebilirlik yönerge düzeyleri

Görüntülenmek istenen erişilebilirlik yönerge düzeyi seçilir. Daha sonra “Engel Türü” seçilir (Şekil D.31).

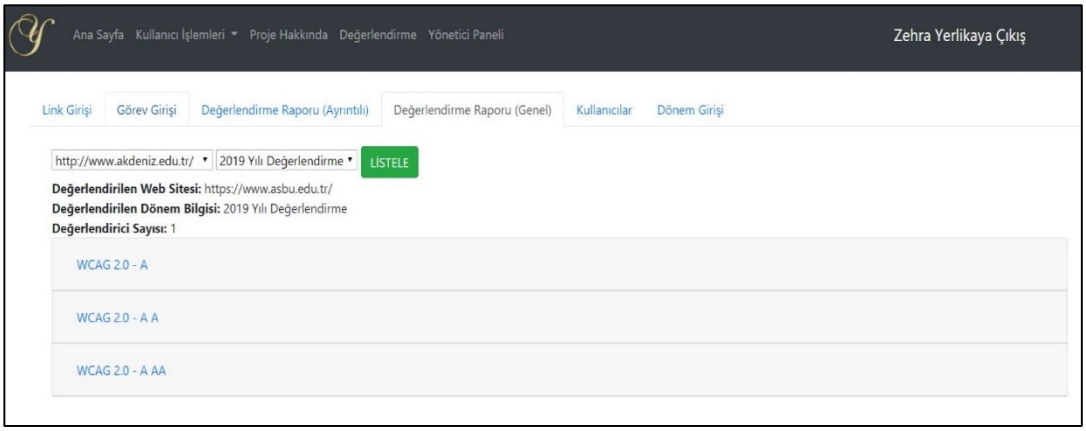


Şekil D.31. Ayrıntılı rapor - engel türü

Böylece değerlendirme sonuçları seçilen erişilebilirlik düzeyi ve engel türüne göre listelenecektir.

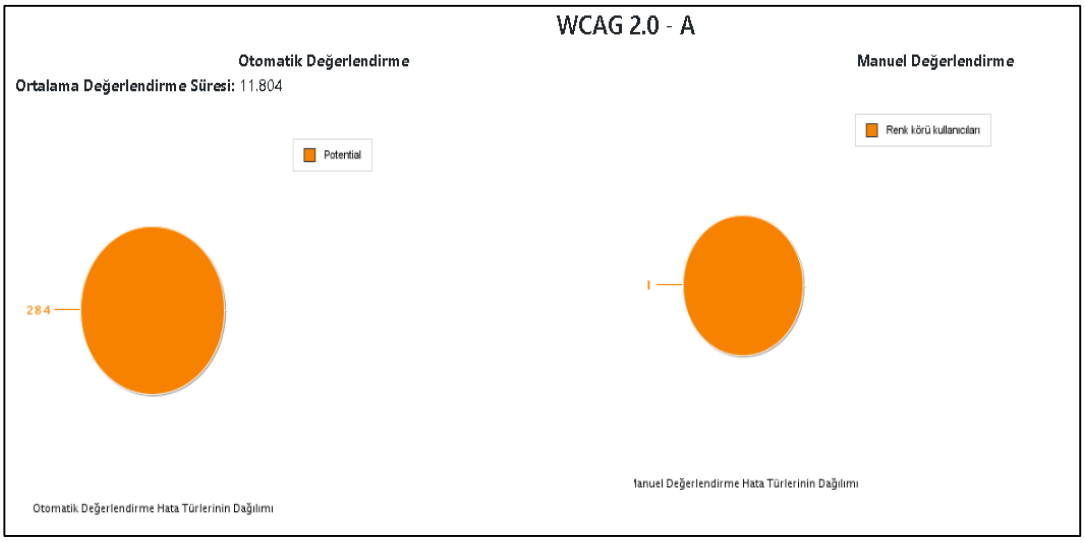
- Genel Rapor

Genel rapor sayfası ise sadece erişilebilirlik düzeyine göre raporlamanın yapıldığı sayfadır (Şekil D.32).

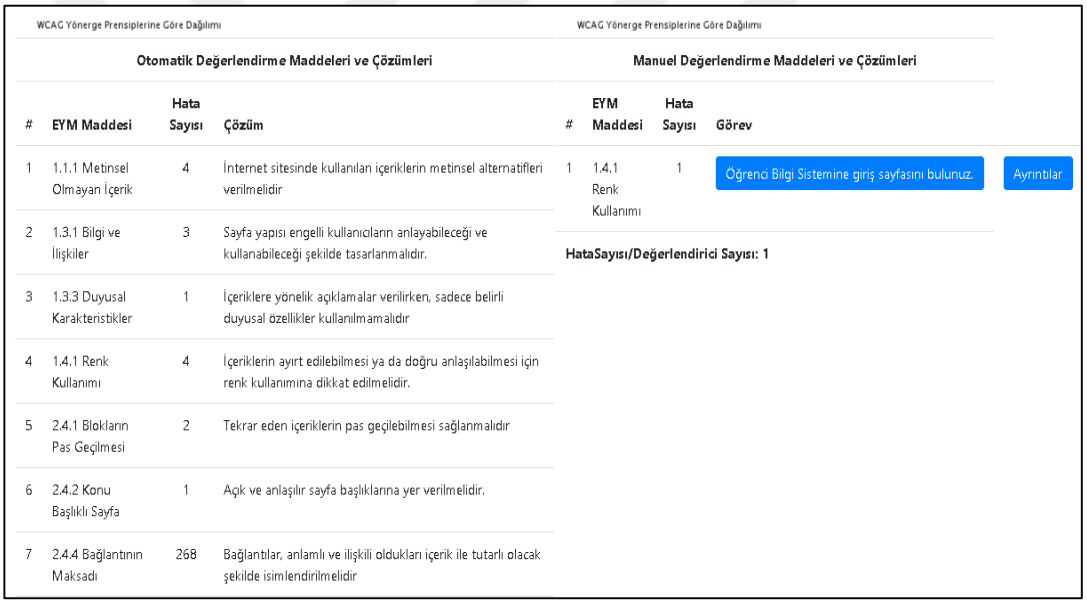


Şekil D.33. Genel rapor

Erişilebilirlik düzeyi ve dönem seçildikten sonra şekil D.34 ve şekil D.35'deki gibi otomatik ve uzman temelli değerlendirme sonuçları grafiksel ve karşılaştırmalı olarak listelenmektedir.



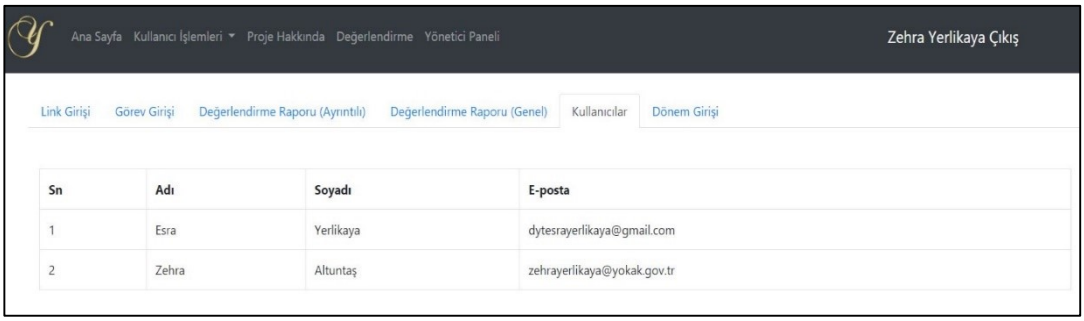
Şekil D.34. Grafiksel rapor gösterimi



Şekil D.35. Karşılaştırmalı rapor gösterimi

- Kullanıcılar

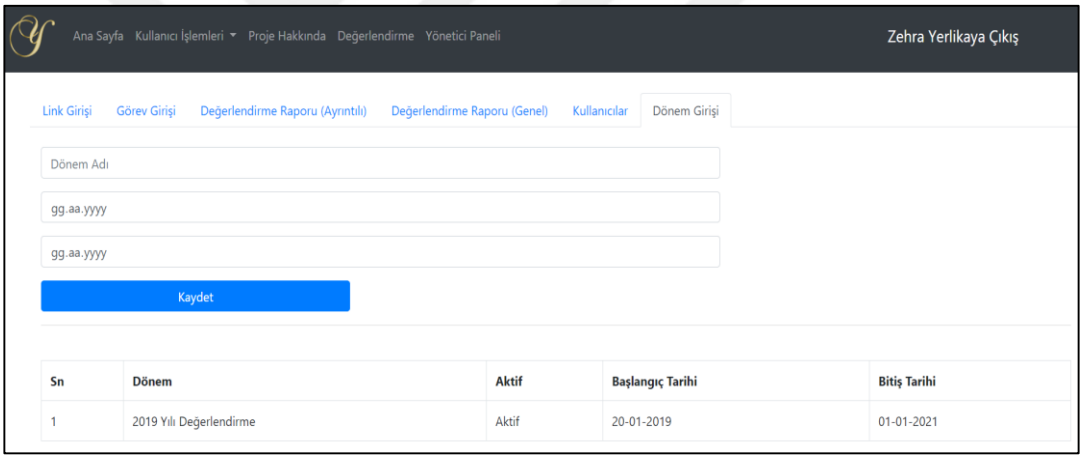
Sistemde kayıtlı olan kullanıcıların yöneticiye listelendiği sayfadır. Şekil D.36'da ekran görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil D.36. Kullanıcılar

- Değerlendirme Dönemi Tanımlama

Kullanıcıların erişilebilirlik değerlendirmeleri yapabilmeleri için sistemde aktif bir değerlendirme döneminin bulunması gerekmektedir. Şekil D.37'deki bu sayfadan erişilebilirlik değerlendirme işlemleri için dönem tanımlaması yapılmaktadır.



Şekil D.37. Değerlendirme dönemi tanımlama

Değerlendirme dönemi tanımlamak için; dönem adının, dönemin başlangıç ve bitiş tarihlerinin girilerek "Kaydet" tuşuna basılması yeterli olacaktır. Ayrıca sayfada Daha önce tanımlanmış olan dönemler de listelenmektedir.

Ek-E

Bu bölümde Birleşik Web Erişilebilirlik Değerlendirme Çerçevesi uygulaması ile gerçekleştirilen değerlendirmenin sonuçları ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

Tablo E.1. Değerlendirilen web sitelerinin erişilebilirlik hatalarının yönerge maddelerine göre dağılımı

Madde	Madde adı	Açıklama	Ü1		Ü2		Ü3	
			O.D	U.T.D	O.D	U.T.D	O.D	U.T.D
1.1.1	Metinsel Olmayan İçerik	İnternet sitesinde kullanılan içeriklerin metinsel alternatifleri verilmelidir.	4	7	3	8	71	29
1.2.1	Sadece Ses ve Sadece Video Ortamları	Ses ve video öğelerinin alternatifleri bulunmalıdır	-	-	-	-	-	1
1.2.2	Altyazılar	Video ve ses öğeleri için altyazı seçeneğine yer verilmelidir	-	-	-	-	-	1
1.2.3	Sesli Açıklama veya Ortam Alternatif	Ses ve video öğeleri için sunulan sesli açıklama ve metinsel alternatifler açıklayıcı olmalıdır.	-	-	-	-	-	1
1.3.1	Bilgi ve İlişkiler	Sayfa yapısı engelli kullanıcıların anlayabileceği ve kullanabileceği şekilde tasarlanmalıdır.	3	4	5	5	8	4
1.3.2	Anlamlı Sıralama	Sayfa içeriklerinin sunulma sırasının içeriğin anlamını etkilediği durumlarda, uygun olan sıralama açıkça belirtilmelidir	-	-	-	2	-	3
1.3.3	Duyusal Karakteristikler	İçeriklere yönelik açıklamalar verilirken, sadece belirli duyusal özellikler kullanılmamalıdır	1	-	1	-	2	-
1.4.1	Renk Kullanımı	İçeriklerin ayırt edilebilmesi ya da doğru anlaşılabilmesi için renk kullanımına dikkat edilmelidir.	4	6	59	5	96	15
2.1.1	Klavye	İnternet sitelerinde yer alan içerik ve işlemlerin tamamı klavye ile erişilebilir olmalıdır	-	7	8	10	38	20
2.1.2	Klavye Kilitlenmesinin Olmaması	Klavye kullanımı internet sitesindeki bütün içerik ve işlemleri kapsamalıdır	-	3	-	3	-	4

Tablo E.1.(Devam) Değerlendirilen web sitelerinin erişilebilirlik hatalarının yönerge maddelerine göre dağılımı

Madde	Madde adı	Açıklama	Ü1		Ü2		Ü3	
			O.D	U.T.D	O.D	U.T.D	O.D	U.T.D
2.2.2	Duraklatma, Durdurma, Gizleme	Hareketli içerikler kullanıcılar tarafından kontrol edilebilir olmalıdır	-	3	-	6	-	6
2.3.1	Üç kere ya da Aşağısı Yanıp Sönme Eşiği	İçerikler, sağlık sorunlarını tetiklemeyecek şekilde tasarlanmalıdır.	-	-	8	-	38	-
2.4.1	Blokların Pas Geçilmesi	Tekrar eden içeriklerin pas geçilebilmesi sağlanmalıdır.	2	6	2	7	3	4
2.4.2	Konu Başlıklı Sayfa	Açık ve anlaşılır sayfa başlıklarına yer verilmelidir.	1	2	1	1	1	-
2.4.3	Odaklama Sırası	İçeriklerin mantıksal olarak sıralanmasına dikkat edilmelidir.	-	-	-	-	-	1
2.4.4	Bağlantının Maksadı	Bağlantılar, anlamlı ve ilişkili oldukları içerik ile tutarlı olacak şekilde isimlendirilmelidir	268	-	722	4	304	16
3.1.1	Sayfanın Dili	Sayfa içeriğinin dili, ilgili programlar tarafından belirlenebilir olmalıdır.	-	3	-	1	-	1
3.3.1	Hata Tanımlaması	Kullanıcıların hata yaptıklarını fark edebilmeleri sağlanmalıdır.	-	-	-	-	2	-
3.3.2	Etiketler ve Kullanım Talimatları	Veri giriş alanları için açıklayıcı etiketlere ve yönlendirmelere yer verilmelidir	-	-	-	-	10	-
4.1.2	İsim, Rol, Değer	Bütün öğeler için isim, rol ve değerler atanmalıdır.	-	5	-	8	-	6
1.2.4	Altyazılar (Canlı)	Canlı yayımlanan içerikler için altyazı sağlanmalıdır	-	-	-	-	-	1
1.2.5	Sesli Açıklama (Önceden Kaydedilmiş)	Video öğeleri için sesli açıklamalar sağlanmalıdır.	-	-	-	-	-	1
1.4.3	Kontrast (Asgari)	Metin ve görsel öğeler uygun kontrast değerlerine sahip olmalıdır.	-	3	-	1	-	3
1.4.4	Yazının Yeniden Boyutlandırılması	Metin öğelerinin yeniden boyutlandırılabilmesi sağlanmalıdır.	-	2	-	1	-	1
1.4.5	Metin Görüntüleri	Metinlerin resim formatında kullanımından kaçınılmalıdır	-	3	-	4	-	1
2.4.5	Birden Fazla Yol	İnternet sitesi içeriklerine farklı yollarla erişim sağlanabilmelidir	1	-	1	-	2	-

Tablo E.1.(Devam) Değerlendirilen web sitelerinin erişilebilirlik hatalarının yönerge maddelerine göre dağılımı

Madde	Madde adı	Açıklama	Ü1		Ü2		Ü3	
			O.D	U.T.D	O.D	U.T.D	O.D	U.T.D
2.4.6	Başlıklar ve Etiketler	Başlıkların ve etiketlerin açık, anlamlı ve tutarlı olması sağlanmalıdır.	11	-	17	-	4	-
2.4.7	Görünür Odaklama	İmleç görünür ve ayırt edilebilir olmalıdır	-	3	-	2	-	1
3.1.2	Bölümlerin Dili	İçerikler oluşturulurken kullanılan dil anlaşılır olmalıdır.	1	3	-	1	-	1
3.2.3	Tutarlı Gezinme	Gezinim öğeleri ve bağlantılar bütün sayfalarda tutarlı olmalıdır.	1	-	1	-	4	-
3.2.4	Tutarlı Tanımlama	Aynı işleve sahip öğeler, benzer şekilde isimlendirilmelidir.	1	-	1	-	2	-
3.3.3	Hata Önerisi	Hata mesajları açık ve yönlendirici olmalıdır.	-	-	-	-	2	-
3.3.4	Hatalardan Korunma (Hukuki, mali, verilerle ilgili)	Hukuki ya da mali sonuçları olan işlemlerde kullanıcıların hata yapma oranı azaltılmalıdır.	-	-	-	-	4	-
1.2.7	Genişletilmiş Sesli Açıklama (Önceden Kaydedilmiş)	Sesli açıklamalar detaylı bilgilendirme sağlamalıdır.	-	-	-	-	-	1
1.2.8	Ortam Alternatifi (Önceden Kaydedilmiş)	Video öğelerinin detaylı alternatifleri verilmelidir.	-	-	-	-	-	1
1.2.9	Ses İçeriği (Canlı)	Canlı olarak yayımlanan ses öğeleri için metin alternatifleri sunulmalıdır	-	-	-	-	-	1
1.4.6	Kontrast (Artırılmış)	Metin ve görsel öğeler uygun kontrast değerlerine sahip olmalıdır.	2	3	15	1	25	3
2.1.3	Klavye (İstisnası Yoktur)	İçeriklerin tamamı klavye ile kullanılabilir olmalıdır.	-	7	-	10	-	20
2.4.10	Bölüm Başlıkları	İçeriği düzenlemek için bölüm başlıkları kullanılmalıdır.	1	4	1	9	2	18
2.4.8	Konum	Kullanıcılar internet sitesindeki konumları hakkında bilgilendirilmelidir.	1	-	1	-	2	-
2.4.9	Bağlantının Maksadı (Sadece Bağlantıdan)	Bağlantı isimleri bağlantının amacını açıklamalıdır.	-	-	-	4	-	16
3.1.3	Alışılmadık Kelimeler	Anlaşılmayan ya da bilinmeyen kelimeler için açıklama sunulmalıdır.	1	-	1	-	2	-

Tablo E.1.(Devam) Değerlendirilen web sitelerinin erişilebilirlik hatalarının yönerge maddelerine göre dağılımı

Madde	Madde adı	Açıklama	Ü1		Ü2		Ü3	
			O.D	U.T.D	O.D	U.T.D	O.D	U.T.D
3.1.4	Kısaltmalar	Kısaltmaların açılımları ve anlamları verilmelidir.	2	-	2	-	4	-
Toplam Hata Sayısı			**305**	**74**	**849**	**93**	**626**	**181**

Görme engelli kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri Tablo E.2'de belirtilmiştir.

Tablo E.2. Görme engelli kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri

#	Kontrol	Düzeltme	Ü1	Ü2	Ü3
1	Eşdeğer metin içermeyen zengin imgeler	Resme eşdeğer bir metinsel açıklama ekleyin: OBJECT etiketini kullanmak ve etiketin içeriğindeki metni belirtmek yeterli değilse, IMG'nin ALT özelliğini kullanarak ekleyin. Bu hala yetersizse, görüntünün yakınına metinsel açıklamanın bulunduğu belirli bir sayfaya götüren bir bağlantı ekleyin. Diğer bir strateji de, görüntünün yakınına, görseli görebilenlerin de görebileceği şekilde eşdeğer metin yerleştirmektir.	3	3	9
2	Altyazısı olmayan video	Multimedya dosyasını video kareleriyle senkronize edilmiş metin açıklamaları ile zenginleştirin. Her video sahnesini, videoda meydana gelen ilgili olayları metinsel olarak tanımlayan başlıklar ile ilişkilendirin (örneğin, kurbana arkadan yaklaşan katilin çıplak ve sessiz ayakları üzerine bir yakın çekim). SMIL gibi dillerin, yardımcı teknolojinin ve tarayıcıların böyle bir metnin kullanıldığı hakkında bilgi sahibi olması için kullanılması gerekir; ek olarak farklı kanalları da senkronize edebilir (görsel, metinsel, ses). Alternatif veya ek olarak, video ile senkronize edilmiş ve mevcut ses parçalarıyla uyumlu ses açıklamaları (yani klipler) de sağlar; bu klipler, videonun ek açıklamalarını sağlamalıdır (örneğin, arka planda açıklayıcı bir ses gibi). Videoya, işitme engelli kişilerin yararına bir işaret dili tercümanı olan bir parça eklemeyi düşünün.			1
3	Renk gerekli	İki bilgi maddesi arasında ayrım yapmak için tekrar eden araç kullanın. Sadece renkleri değil, aynı zamanda sesli okunurken ses efektine de sahip olan tipografik kuralları kullanın. Örneğin, ek kelimeler veya semboller kullanın; sadece koyu yazı tonu veya italik stil gibi bir yazım efektine güvenmeyin.		2	10
4	Erişilemeyen çerçeveler (frame)	Tüm çerçeveleri sayfadan kaldırın, çerçevelerin olumlu etkilerini simüle etmek için mümkün olduğunca DIV'ler ve uygun CSS kuralları kullanın.			5
5	Hareketli içerik	Hareketli içeriği kullanmaktan kaçının ve her zaman kullanıcıya ne zaman devam edeceğine karar verme esnekliği verin.	1	3	3

Tablo E.2.(Devam) Görme engelli kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri

#	Kontrol	Düzeltme	Ü1	Ü2	Ü3
6	Metin içermeyen imge haritaları	Her tıklanabilir bölgenin hedefine ait bir metin açıklaması ekleyin.		2	10
7	Metin içermeyen işlevsel imgeler	Resimler ve görüntü haritaları AREA'lar için ALT özelliğini ekleyin; NESNELER için metin içeriği ekleyin. Metni bilgilendirici olacak şekilde yazın ve kullanıcının bağlantıyı etkinleştirmenin etkilerini anlamalarına izin verin. Bunu reklam afişleri için de yapmayı düşünün. Tıklanabilir görüntüler için boş ALT (örn. ALT = "") kullanmaktan kaçının (örn. Bir A içinde yer alır), çünkü bunlara klavyeyle ulaşılabilir ve bu durumda tarayıcı sekmenin onu neden getirdiğini merak eden kullanıcıya bilgi vermez.		2	
8	Genel bağlantılar	Tüm bağlantı etiketlerini, hangi sayfanın açılacağına dair ipuçları sağlayacak şekilde değiştirin. "Buraya tıklayın" kullanmayın onun yerine "XYZ ürününün detayları" gibi ifadeler kullanın.		2	8
9	Belirsiz bağlantılar	Bağlantıların bağlantı metnini, bilgilendirici ve birbirlerinden farklı olacak şekilde değiştirin. Asla aynı metni iki farklı bağlantı için kullanmayın. Bu mümkün değilse, farklı bağlantılar için ayırt edici metin eklemek için en azından TITLE özelliğini kullanın.		2	8
10	JavaScript'te dinamik menüler	Tüm gezinme seçenekleri ve komutları (örneğin, menü girişleri), JavaScript etkin olmadığında da seçilebilir olmalıdır. Gerekirse, fazladan bağlantıları ve seçenekleri içeren alternatif bir sayfa sağlayın; böyle bir sayfaya orijinal sayfadan erişilebildiğinden emin olun.	3	3	4
11	Fare olayları	Ayrıca, fareye yönelik olanlara ek olarak, mantıksal olay işleyicileri ("onfocus", "onkeypress", ...) kullanın. Olay işleyicileri aracılığıyla elde edilen işlevselliklerin JavaScript olmadan da başarılması daha da iyi olacaktır	2	3	15
12	Opak (mat) nesneler	Nesnenin erişilebilir olduğundan emin olun (örneğin, Flash yönergelerini izleyin); veya kaldırın.	3	1	10
13	Klavye engelleri	Klavye odağını nesneden çıkarmak için bir yol sağlayın. Bazen bu (örn. Flash), "üst nesneye taşı" işlevini çağırarak gerçekleştirilir. Fareye yönelik olanlara ek olarak, mantıksal olay işleyicileri de ("onfocus", "onkeypress", ...) kullanın. Olay işleyicileri aracılığıyla elde edilen işlevselliklerin JavaScript olmadan da başarılması daha iyi olurdu. En azından, kullanıcının kaçma şansı varsa tuzak hakkında uyar.	3	3	4
14	Çok fazla bağlantı	Sayfadaki bağlantı sayısını azaltın. Bu mümkün değilse, bunları uygun şekilde gruplar halinde düzenleyin. Grupları uygun etiketlerle uygulayın; Örneğin, bir tablodaki bağlantıları dahil etmek yerine bir liste (UL / OL) kullanın. Farklı sayfa gruplarını sayfa başlıkları (H2, H3 vb.) İle ayırın, böylece kullanıcılar doğrudan bir sayfa bölümüne atlayabilirler. Bağlantıları ara sayfalara yayın.	2	4	8

Tablo E.2.(Devam) Görme engelli kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri

#	Kontrol	Düzeltme	Ü1	Ü2	Ü3
15	LABEL etiketi olmayan formlar	Her kontrolün etiketini temsil eden metni (veya görüntü) daima LABEL etiketi ve FOR niteliği ile kullanın. Bu mümkün olmadığında, en azından TITLE özelliğini kullanın. Bu şekilde, onay kutuları ve radyo düğmeleri gibi kontroller için de etiket metninin tıklanabilir olması tıklanabilir alanı artırır ve kullanıcıların verimliliği gelişir.	3	2	1
16	Kötü doğrusallaştırılmış formlar	Düzen için tablo kullanıyorsanız, tablo biçimlendirmesini bıraktığınızda içeriğin mantıklı bir sırada düzenlendiğinden emin olun.			1
17	Başlık etiketi olmayan sayfa	Her zaman sayfa için benzersiz ve bilgilendirici sayfa başlıkları yazın.	2	1	
18	Başlık etiketi olmayan çerçeve	TITLE özelliğini her çerçeveye her zaman ekleyin. Değerinin anlaşılabilir ve bilgilendirici olduğundan emin olun, kullanıcının istediğini içeren çerçeveyi seçmesine izin verin. Çerçeveler hiç kullanılmıyorsa daha da iyi. Aynı etkiler CSS ile elde edilebilir.		1	1
19	İşaretleme (markup) dili	LANG özniteliğini en üst düzey HTML etiketine ekleyin; "it", "en", "de" gibi değerleri kullanın. Ayrıca, herhangi bir zamanda, sayfanın ana dili dışındaki bir dilde kelimeler vardır, " Check in " gibi işaretleme kullanın.	3	1	1
20	Sayfa içeriğinde başlık formatı (heading1, heading 2 fibi)yok	Sayfadaki her içerik türü için (ör. Gezinti çubuğu, ekmek kırıntıları, paragraf sırası, kutulu içerikler) yeni bir başlık ekleyin. Uygun CSS kuralları kullanılarak bile gizlenebilir. İç içe koyma seviyelerine uymayı unutmayın: seviyeleri atlamayın.	1	1	1
21	Başlık olarak resim kullanımı	Kategorilerin başlıkları için görüntüleri kullanmaktan kaçının. Gerçek metin başlıkları üzerinde istenen grafik efekti elde etmek için CSS kurallarını kullanın. Bu yapılamazsa, ALT özelliğine görüntü içindeki piksellerle boyanmış metinle aynı olan metini ekleyin.	1	1	
22	Klavye kısayolu yok	Birçok sayfada tekrarlanan kontroller için ve kullanıcıların bakış açısına göre, bu kontroller için klavye kısa yollarını öğrenmek faydalı olabilir, A, INPUT, BUTTON elemanlarına ACCESSKEY özelliğini ekleyin. Tarayıcının menü etiketleriyle (dosya için "f" gibi) veya sayılarla ilişkili tuşları kullanmaktan kaçınmayı unutmayın (Firefox bunları sekmeden sekmeye atlamak için kullanır). Ekran okuyucunun (veya diğer yardımcı teknolojilerin) çalışma biçimine müdahale eden karakterleri kullanmamaya da dikkat edin. Erişim tuşlarının bir yardım sayfasında açıklandığından ve bunların aynı kontrollerle tutarlı bir şekilde ilişkilendirildiğinden emin olun.		3	6

Tablo E.2.(Devam) Görme engelli kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri

#	Kontrol	Düzeltme	Ü1	Ü2	Ü3
23	Uygulanmayan bağlantıları atlama özelliği	Sayfanın en başında, kullanıcının doğrudan sayfanın ana içeriğine gitmesine izin veren bir bağlantı ekleyin. Herkesin görebileceği bir link uygulayın; Bu mümkün değilse, "atlama linkleri" bağlantısını gizli bir CSS kuralı veya "ana içerik" yazan tıklanabilir bir aralayıcı görüntüsü olarak "display:none" seçeneğini kullanarak uygulayın.	3	3	2
24	Tarayıcı kontrolleri olmayan pencere	Tarayıcı kontrollerini hiçbir zaman devre dışı bırakmayın. Tek geçerli istisna, geçici açılır pencerelerin açılmasıdır (belirgin bir "kapat" düğmesiyle).	1		

Görme zayıflığı olan kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri Tablo E.3'de belirtilmiştir.

Tablo E.3. Görme zayıflığı olan kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri

#	Kontrol	Düzeltme	Ü1	Ü2	Ü3
1	Kötü yerleştirilmiş zengin imgeler	Sayfa düzenini yanlış görsel ipuçları vermeyecek şekilde değiştirin.		2	2
2	Sayfa arka planına dahil edilen zengin imgeler	IMG veya OBJECT gibi etiketleri kullanarak, sayfanın HTML'ine resim ekleyin. ALT (veya OBJECT etiketinin içeriği için) özelliği için uygun değerleri belirtin. Gerekirse, özellikle resim içeriğinin zengin bir açıklamasını sağlamayı amaçlayan bir sayfaya yönlendiren bir bağlantı ekleyin.	1		1
3	Renk gereklidir	İki bilgi maddesi arasında ayrım yapmak için tekrar eden bilgi içeren araç kullanın. Sadece renkleri değil, aynı zamanda sesli okunurken ses efektine de sahip olan tipografik kuralları kullanın. Örneğin, ek kelimeler veya semboller kullanın; sadece koyu yazı tonu veya italik stil gibi bir yazım efektine güvenmeyin.	2	1	3
4	Yetersiz görsel kontrast	Herhangi bir arka plan görüntüsünü kaldırın veya ön plan içeriğinin algılanmasına ve yorumlanmasına asla müdahale etmeyecek şekilde değiştirin. Ek olarak, yüksek seviyede parlaklık kontrastına ve yüksek renk tonu kontrastına sahip uygun bir renk seçimi kesinlikle bu sorunu çözecektir. (bu, sayfayı gri tonlamalı bir ekranda görüntüleyerek test edilebilir)	1		1
5	Hareketli içerik	Hareketli içeriği kullanmaktan kaçının ve her zaman kullanıcıya ne zaman devam edeceğine karar verme esnekliği verin.	2	3	3

Tablo E.3.(Devam) Görme zayıflığı olan kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri

#	Kontrol	Düzeltme	Ü1	Ü2	Ü3
6	Metin içermeyen fonksiyonel görüntüler	Resimler ve görüntü haritaları AREA'lar için ALT özelliğini ekleyin; NESNELER için bir metin içeriği ekleyin. Metni bilgilendirici olacak şekilde yazın ve kullanıcının bağlantıyı etkinleştirmenin etkilerini anlamasına izin verin. Bunu reklam afişleri için de yapmayı düşünün. Tıklanabilir görüntüler için boş ALT (örn. ALT = "") kullanmaktan kaçının (örn. Bir A içinde yer alır), çünkü bunlara klavyeyle ulaşılabilir ve bu durumda tarayıcı sekmenin onu neden getirdiğini merak eden kullanıcıya bilgi vermez.	1		
7	JavaScript'deki dinamik menüler	Tüm gezinme seçenekleri ve komutları (örneğin, menü girişleri), JavaScript etkin olmadığında da seçilebilir olmalıdır. Gerekirse, fazladan bağlantıları ve seçenekleri içeren alternatif bir sayfa sağlayın; böyle bir sayfaya orijinal sayfadan erişilebildiğinden emin olun.	2	4	1
8	Çok fazla bağlantı	Sayfadaki bağlantı sayısını azaltın. Bu mümkün değilse, bunları uygun şekilde gruplar halinde düzenleyin. Grupları uygun etiketlerle uygulayın; Örneğin, bir tablodaki bağlantıları dahil etmek yerine bir liste (UL / OL) kullanın. Farklı sayfa gruplarını sayfa başlıkları (H2, H3 vb.) İle ayırın, böylece kullanıcılar doğrudan bir sayfa bölümüne atlayabilirler. Bağlantıları ara sayfalara yayın.	1	4	9
9	Başlık olarak resim kullanımı	Kategorilerin başlıkları için görüntüleri kullanmaktan kaçının. Gerçek metin başlıkları üzerinde istenen grafik efekti elde etmek için CSS kurallarını kullanın.	1	1	1
10	Klavye kısayolu yok	Birçok sayfada tekrarlanan kontroller için ve kullanıcıların bakış açısına göre, bu kontroller için klavye kısayollarını öğrenmek faydalı olabilir, A, INPUT, BUTTON elemanlarına ACCESSKEY özelliğini ekleyin. Tarayıcının menü etiketleriyle (dosya için "f" gibi) veya sayılarla ilişkili tuşları kullanmaktan kaçınmayı unutmayın (Firefox bunları sekmeden sekmeye atlamak için kullanır). Ekran okuyucunun (veya diğer yardımcı teknolojilerin) çalışma biçimine müdahale eden karakterleri kullanmamaya da dikkat edin. Erişim tuşlarının bir yardım sayfasında açıklandığından ve bunların aynı kontrollerle tutarlı bir şekilde ilişkilendirildiğinden emin olun.		3	6
11	Yeniden boyutlandırılamayan metin	Yazı tipi boyutunu belirlemek için her zaman em ve % gibi ilgili birimlere dayalı CSS özelliklerini kullanın. Asla metni temsil etmek için görüntüler kullanmayın; uygun CSS kurallarını uygulayın.	1	1	

Tablo E.3.(Devam) Görme zayıflığı olan kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri

#	**Kontrol**	**Düzeltme**	**Ü1**	**Ü2**	**Ü3**
12	Esnek olmayan sayfa düzeni	Sayfadaki öğeleri konumlandırmak için CSS kurallarını kullanın ve ilgili birimleri kullanın (mutlak birimlerin de iyi olduğu margin, padding ve border hariç). Düzen tabloları kullanmaktan kaçının ve özellikle mutlak birimlerle (145px gibi) sütunların veya satırların genişlik veya yüksekliğini ayarlamak için boşluk görüntüleri kullanmaktan kaçının.	1		1
13	Uygulanmayan bağlantıları atlama özelliği	Sayfanın en başında, kullanıcının doğrudan sayfanın ana içeriğine gitmesine izin veren bir bağlantı ekleyin. Herkesin görebileceği bir bağlantı uygulayın; Bu mümkün değilse, "atlama bağlantıları" bağlantısını gizli bir CSS kuralı veya "ana içerik" yazan tıklanabilir bir aralayıcı görüntüsü olarak "display:none" seçeneğini kullanarak uygulayın.	3	3	1
14	Tarayıcı kontrolleri olmayan pencere	Tarayıcı kontrollerini hiçbir zaman devre dışı bırakmayın. Tek geçerli istisna, geçici açılır pencerelerin açılmasıdır (belirgin bir "kapat" düğmesiyle).	1		

Renk körlüğü olan kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri Tablo E.4'de belirtilmiştir.

Tablo E.4. Renk körlüğü olan kullanıcılar için hataların dağılımı ve düzeltme önerileri

#	**Kontrol**	**Düzeltme**	**Ü1**	**Ü2**	**Ü3**
1	Renk gereklidir	İki bilgi maddesi arasında ayrım yapmak için tekrar eden bilgi içeren araç kullanın. Sadece renkleri değil, aynı zamanda sesli okunurken ses efektine de sahip olan tipografik kuralları kullanın. Örneğin, ek kelimeler veya semboller kullanın; sadece koyu yazı tonu veya italik stil gibi bir yazım efektine güvenmeyin.	4	2	2
2	Yetersiz görsel kontrast	Herhangi bir arka plan görüntüsünü kaldırın veya ön plan içeriğinin algılanmasına ve yorumlanmasına asla müdahale etmeyecek şekilde değiştirin. Ek olarak, yüksek seviyede parlaklık kontrastına ve yüksek renk tonu kontrastına sahip uygun bir renk seçimi kesinlikle bu sorunu çözecektir. (Bu, sayfayı gri tonlamalı bir ekranda görüntüleyerek test edilebilir)	2	1	2

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Yerlikaya Z., Onay Durdu P., Evaluation of Accessibility of University Websites: A Case from Turkey, *International Conference on Human-Computer Interaction*, DOI: 10.1007/978-3-319-58753-0_94.

Yerlikaya, Z., Onay Durdu P., Usability of university websites: a systematic review, *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, Vancouver, Canada, 9-14 Temmuz 2017, DOI: 10.1007/978-3-319-58706-6_22.

Yerlikaya Z., Gürhan D., Onay Durdu P., Türkiye'deki Devlet Üniversitelerinin Web Sitelerinin Erişilebilirliği, *11th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, Malatya, Türkiye, 24-26 Mayıs 2017.

Özcan B., Güler E., **Yerlikaya Z.,** Kocaeli Mühendislik Fakültesi Mezunlarının Akademik Başarılarının İncelenmesi, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (34), 143-168.

Gültekin A., Diri S., Altuntaş F., **Yerlikaya Z.**, Rol Tabanlı Erişim Kontrolü Kullanılarak Öğrenci Bilgi Sistemi Modellenmesi, *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, Kocaeli, Turkey, 23-25 Kasım 2018.

Yerlikaya Z., Onay Durdu P., Yazılım Profesyonellerinin Web Erişilebilirliği Farkındalıkları Üzerine Bir Araştırma: Türkiye'deki Durum, *12th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, İzmir, Türkiye, 2-4 Mayıs 2018

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Sivas'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Sivas'ta tamamladı. 2005 yılında girdiği Cumhuriyet Üniversitesi Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama bölümünden 2008 yılında mezun oldu. 2009 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Fizik bölümünden 3. Sınıfta iken ayrıldı. 2012 yılında girmiş olduğu Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümünden 2015 yılında mezun oldu. 2016 yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'ndaki Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir. 2011-2019 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi'nde yazılım geliştirici olarak çalıştı. 2019 yılından itibaren Yükseköğretim Kalite Kurulu'nda yazılım geliştirici olarak görev almaktadır.