

Bilgi Görselleştirme Tekniklerinin Yazılım Kullanılabilirliği Açısından Değerlendirilmesi

Ahmet Neşeli¹

Yasemin Topaloğlu²

^{1,2}Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ege Üniversitesi, İzmir

¹ahmetneseli@gmail.com

²yasemin.topaloglu@ege.edu.tr

Özet. Bilgi görselleştirme, bir konuyu kavramayı kolaylaştırabilmek için etkileşimli görsel sunumların kullanımınıdır. Büyük miktarlardaki veriyi kolay anlaşılabilir hale getirebilmektedir. Kullanıcıların veriyi anlayabilmesi ve bilgilere dayalı karar verebilmesi gibi soyut görevleri içermektedir. Literatürde tanımlanmış çok sayıda bilgi görselleştirme tekniği vardır. Bu teknikler kullanılarak ortaya çıkarılan başarılı bir görselleştirme, birçok alandaki yazılım sistemlerinin daha etkin kullanılmasını sağlayabilmektedir. Bu çalışmada, bir bilgi görselleştirme başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biri olan kullanılabilirliğin ölçülebilmesi için bir değerlendirme yöntemi sunulmaktadır. Literatürdeki sezgisel değerlendirme yaklaşımına ait olan bu yöntemde, görselleştirmeler kullanılabilirlik uzmanları tarafından belli sezgi kümeleri kullanılarak değerlendirilmektedir. Değerlendirmeyi kolaylaştırmak amacıyla değerlendirme yöntemini destekleyen web tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir. Tanımlanan yöntemi ve uygulamayı test edebilmek için, 21 kullanılabilirlik uzmanı, geliştirilen uygulama aracılığıyla örnek bir görselleştirme kullanılabilirliğini değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, görselleştirme önemli kullanılabilirlik problemleri ortaya çıkarılabilmektedir. Ortaya çıkarılan problemlerin görselleştirme tasarımcıları tarafından giderilmesiyle, yazılım kalite özelliklerinden biri olan kullanılabilirlik artırılabilir.

Anahtar kelimeler: Bilgi görselleştirme, kullanılabilirlik, bilgi görselleştirme teknikleri, bilgi görselleştirme tekniklerinin değerlendirilmesi

Abstract. Information visualization is the use of computer-based, interactive visual representations of data to amplify cognition. It also aims to make large amounts of data easy to understand. It includes abstract tasks such as being understandable for users and decision making based on knowledge. There are a great number of data visualization techniques defined in literature. A successful visualization made by using these techniques enables more efficient usage of software systems in many areas. In this study, an evaluation method is presented for the measurement of usability that is one of the most significant factors affecting the success of information visualization. In this method which belongs to the heuristic evaluation methods in literature, visualizations are evaluated by usability experts using certain heuristic sets. A web based

application which supports the evaluation method, was developed to apply the evaluation easily. In order to test the described method and the application, 21 usability experts have evaluated the usability of an example visualization through the developed application. According to the obtained results, major usability problems in the application have been revealed. It may enhance the usability, that is one of the software quality characteristics, by eliminating the revealed problems by the help of visualization designers.

Keywords: Information visualization, usability, information visualization techniques, evaluation of information visualization techniques

1 Giriş

İnsanlar uzun zamandır, sorunları anlamak ve çözüm üretebilmek için görselleştirmelerden faydalanmaktadır. Bilgisayarların grafiksel yetenekleri arttıkça, bilgisayarlar görselleştirmenin önemli bir aracı haline gelmiştir. Bilgisayar uygulamaları, özellikle de web uygulamaları tarafından üretilen veri miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Büyük veri analizinin de etkisiyle ortaya çıkan büyük miktardaki veri çeşitli uygulamalarda bilgi görselleştirmelerin kullanımını arttırmıştır. Bilgi görselleştirme, büyük miktardaki verinin kolay anlaşılır hale getirilmesi için ortaya atılan bir yaklaşımdır [21]. İş verisi, bilimsel veri, öğrenci geçmişleri, spor verisi, oylama verisi, resimler, videolar, açık arttırma verisi, arama sonuçları gibi veri kümelerine ait görselleştirmeler örnek olarak verilebilir. Verinin daha iyi analiz edilip anlaşılabilmesi; araştırmacılar, marka strateji uzmanları, finans uzmanları, insan kaynakları yöneticileri için; gelecekteki büyüme, üretkenlik ve yenilikler açısından giderek önem kazanmaktadır. Günümüzde tüketiciler, vatandaşlar, hastalar gibi normal kullanıcılar bile satın alacakları ürünleri seçerken, bir konu hakkında karar verirken veya sağlıkla ilgili bir bilgi ararken ürün tanıtımları, bloglar, çevrim içi topluluklar gibi halka açık veri kaynaklarını inceleyebilmektedir. Bilgi görselleştirme alanı, kullanıcıların karşı karşıya olduğu bilgi yığını sorununa etkin bir çözüm olarak görülmektedir [12].

Bilgi görselleştirme, bir konuyu kavramayı kolaylaştırabilmek için soyut verinin etkileşimli görsel sunumlarının kullanımınıdır [5]. Literatürdeki bilgi görselleştirme teknikleri uygulanarak bir veri kümesi için çeşitli görselleştirmeler ortaya çıkarılabilir. Ortaya çıkan bilgi görselleştirmelerde de her kullanıcı arayüzünde olduğu gibi yazılım kalite özelliklerinden biri olan kullanılabilirliğe dikkat edilmesi gerekmektedir [3]. Bu çalışmada, bilgi görselleştirme tekniklerinin kullanılabilirlik açısından değerlendirilebilmesi için bir yöntem tanımlanmış ve geliştirilen bir uygulama ile bu yöntemin kolayca uygulanabilmesi amaçlanmıştır.

İkinci bölümde bilgi görselleştirme ve kullanılabilirliğin ilişkisi anlatılmakta, üçüncü bölümde literatürdeki bilgi görselleştirme teknikleri hakkında kısaca bilgi verilerek bu tekniklerin kullanılabilirlik açısından değerlendirilebilmesi için kullanılabilirlik değerlendirme yöntemi tanıtılmakta, dördüncü bölümde değerlendirme yönteminin uygulanabilmesi için geliştirilen değerlendirme aracı hakkında bilgi verilmekte, beşinci bölümde örnek bir görselleştirme üzerinde yapılan

değerlendirme ile ilgili bilgi verilmekte ve son bölümde çalışmanın sonuçları tartışılmaktadır.

2 Bilgi Görselleştirme ve Kullanılabilirlik

Bilgi görselleştirmenin amacı, bir iç görü ve yeni bir anlayış sağlayabilmektir. İç görü; insanın görsel ve zihinsel yeteneği sayesinde basit veri aktarımıyla sınırlı kalmayarak veri üzerinde görsel olarak akıl yürüterek ortaya çıkarabildiği daha yüksek seviyeli bilgidir [5, 17]. Kullanıcıların bu amacı gerçekleştirebilmesi için veri kümesinin görsel hale getirilmesinin yanı sıra, anlaşılır ve kullanılabilir görselleştirmeler ortaya çıkarılması gerekmektedir [7].

Kullanılabilirlik, uygulamaların son kullanıcılar tarafından kullanım kalitesini tanımlayan bir terimdir [3]. Her kullanıcı ara yüzünde olduğu gibi bilgi görselleştirmelerde de yazılım kalite özelliklerinden biri olan kullanılabilirliğe dikkat edilmesi gerekmektedir. Bilgi görselleştirmelerde kullanılabilirlik üç farklı kategoride incelenebilir [13]. Bunlar aşağıdaki gibidir.

Görsel sunum kullanılabilirliği: Görsel sunum, veri elemanlarının görsel olarak ekranda görüntülediği kısımdır. Görsel sunum kullanılabilirliği ise; görsel sunumun kalitesini ve etkileyciliğini ifade eder [13].

Etkileşim(Arayüz) kullanılabilirliği: Etkileşim, görsel sunum üzerinde gezilmeyi, keşfetmeyi sağlar ve bir karar vermeyi sağlayabilecek bilgilerin ortaya çıkarılmasına yardımcı olur. Etkileşim kullanılabilirliği, kullanıcıların veri ile görsel sunum aracılığı ile etkileşime geçebilmesini sağlayan etkileşim mekanizmalarının kullanılabilirliğini ifade eder [13].

Veri kullanılabilirliği: Kullanıcı görevlerini destekleyen verinin kalitesini ifade eder [13]. Verinin güvenilirliği, veri değişiminden etkilenme ve karar vermeyi destekleme unsurlarından oluşur [13].

Bu çalışmada, görsel sunum ve etkileşimin kullanılabilirliği üzerinde durulmuştur.

3 Bilgi Görselleştirme Tekniklerinin Değerlendirilmesi

Bir bilgi görselleştirme yöntemi ya da tekniği; özenle hazırlanmış bir kavrayışı, iç görüler elde edilmesini ve deneyimlerle iletişime geçilmesini sağlayan bilgiyi tasvir eden sistematik, kural tabanlı, dışsal, kalıcı ve grafiksel bir sunumdur [11]. Görselleştirme sürecinde mutlaka bir görselleştirme tekniği kullanılma zorunluluğu yoktur. Fakat veri kümesi karmaşıklaştıkça bir tekniğin kullanılması ihtiyacı da artmaktadır. Literatürde tanımlanmış her bir görselleştirme tekniğinin uygun olduğu en az bir veri kümesi bulunmaktadır. Literatürde bugüne kadar tanımlanmış 100'den fazla görselleştirme tekniği bulunmaktadır [11]. Bu teknikler sahip oldukları ortak özelliklere göre sınıflandırılabilir [5, 17].

Bilgi görselleştirme teknikleri “veriyi anlama” ve “bilgiye dayalı karar verme” gibi soyut görevler içerdiğinden kullanılabilirliklerini değerlendirmek diğer arayüzlere göre çok daha zordur [13].

Literatürdeki çoğu görselleştirme değerlendirme yöntemi, kullanılabilirliğin kullanıcıların arayüz ile etkileşimi gözlemlenerek ölçüldüğü kullanıcı testlerine dayanmaktadır. Diğer kullanılabilirlik değerlendirme yöntemleri ise, sezgisel değerlendirme yöntemleridir [9, 13, 25]. Bu yöntemler, bir sistemin kullanılabilirlik uzmanları tarafından incelenerek, kullanılabilirlik problemlerinin ortaya çıkarılabildiği yöntemlerdir.

Sezgisel değerlendirme, İnsan-Bilgisayar Etkileşimi(HCI) alanında popüler bir değerlendirme yöntemidir [9]. Geliştirmenin her aşamasında uygulanabilmektedir ve maliyetleri kullanıcı testlerine göre düşüktür [9]. Değerlendirme ölçütü olarak sezgi kümeleri kullanılır. Sezgi kümesindeki her bir sezgi veya ölçüt, bir veya birden fazla kullanılabilirlik probleminin var olup olmadığını kontrol eder.

Literatürde pek çok sezgisel değerlendirme yöntemi tanımlanmıştır. Bir bilgi görselleştirme tekniğinin kullanılabilirliğini değerlendirirken herhangi bir sezgisel yöntem kullanılabilir. Fakat bir yöntemin ortaya çıkardığı bir kullanılabilirlik problemini, diğer bir yöntem ortaya çıkaramaz. Bu yüzden en iyi sonucun elde edilebilmesi için, bilgi görselleştirmenin birden fazla yöntemle değerlendirilmesi gerekir. Bu durum da bu süreçteki iş gücü veya zaman maliyetlerini arttırmaktadır.

Bu çalışmada, değerlendirme yönteminin seçimi ve kullanılabilirliğin birden fazla değerlendirme yöntemiyle değerlendirilmesi için oluşan maliyetlerin azaltılması amacıyla, literatürdeki popüler sezgisel yöntemlerde kullanılan ölçütlerden [4, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 25] aynı veya birbirine çok benzer ölçütlerin birleştirilmesiyle oluşturulan özet bir sezgisel değerlendirme yöntemi tanımlanmıştır.

Bilgi görselleştirme teknikleri kullanılabilirlik açısından değerlendirilirken, görsel sunum ve etkileşim mekanizmaları üzerinde incelenmesi gereken ölçütler farklı olabildiğinden [4, 13, 19], ölçütler görsel sunum ve etkileşim olarak iki gruba ayrılmıştır. Buna ek olarak bazı ölçütler, hem görsel sunumu hem de etkileşimi ilgilendirmektedir. Bunlar görsel sunum ve etkileşim grubunda yer almıştır. Bu şekilde 3 grupta toplam 48 ölçüt aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

Görsel Sunum Ölçütleri

Sınırlar [13]: Görsel sunumun geometrik ve görsel sınırları açıkça anlaşılabilir. Görsel sunumun ve veri elemanlarının kapladığı alan belli olmalıdır.

Veri yoğunluğu [13, 18, 23, 25]: Belli bir alandaki veri elemanı sayısına dikkat edilmelidir. Veri elemanlarının çok sıkışık veya çok dağınık olması durumunda okunabilirlik azalmaktadır. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Bilgi yoğunluğu” [18] veya “Çoğu veri en küçük alana konulmalıdır” [23, 25] olarak tanımlanmaktadır.

Veri boyutu [13]: Görsel sunum üzerinde eş zamanlı olarak gösterilen veri boyutu sayısına da dikkat edilmelidir.

İlişkili bilgilerin gösterimi [13]: Görsel sunumda veri nesnesiyle ilişkili farklı bilgilerin anlamlı ve uygun olmasına dikkat edilmelidir. Çok fazla ya da gereksiz ilişkili bilgi verilmesi karmaşıklığı arttırmaktadır.

Mantıksal sıra [13]: Veri elemanları, karakteristik özelliklerine göre mantıksal bir sırada bulunmalıdır. Bu, veri elemanlarına kolay ulaşılmasını sağlamaktadır. Renklerin mantıksal bir sırası bulunmaz. Her rengin önceliği kişiye göre

değişebilmektedir. Bu yüzden veri elemanları renklere göre sıralanmamalıdır. Bu ölçüt bazı kaynaklardaki, “Renkten bir okuma sırası beklenmemelidir” [23, 25] ölçütünü kapsamaktadır.

Örtme [13]: Görsel sunumun belli bir görüntü alanı bulunduğundan veri elemanı sayısı arttığında birbirinin üzerine gelebilmektedir. Bu durumdan olabildiğince kaçınılmalıdır.

Detayların gösterimi [13]: Detaylara sahip olan veri elemanları açıkça anlaşılabilir olmalıdır.

Bağlam referansı [13]: Herhangi bir veri elemanının bağlamla olan referansı devamlı belirgin olmalıdır.

Bilgi adresleme [13, 23, 25]: Veri elemanlarının doğru görsel elemanlara uygun şekilde dönüştürülmesi gerekmektedir. Dönüştürme sonunda verinin, karakteristiğini kaybetmemesi gerekmektedir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Metinler ilişkiliyse grafiklerle bütünleştirilmelidir” [23, 25] veya “Grafik boyutsallığında veri korunmalıdır” [23, 25] olarak tanımlanmıştır.

Gerçekçi teknikler [13, 16]: Veri elemanlarının dönüşümünde gerçek dünyadaki kavramların kullanılması veri elemanlarının algılanmasına yardımcı olur. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Sistem ile gerçek dünya arasındaki uyum” [16] olarak tanımlanmıştır.

Görselin oluşturulma zamanı [13]: Görsel sunumun bir kısmının veya tamamının oluşturulması için gereken süre olabildiğince azaltılmalıdır.

Görsel/konumsal uyum [13]: Görsel elemanların konumsal değişimi, görsel elemanın karakteristiğine uygun olmalıdır. Bu bilginin algılanmasının kolaylaştırır.

Görsel değişkenin büyüklüğü [23, 25]: Görsel sunumdaki her görsel eleman anlaşılabilir derecede büyük olmalıdır. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Görsel değişkenin yeterli büyüklükte olduğundan emin olunmalıdır” [23, 25] olarak tanımlanmıştır.

Renk ve büyüklük algısı [23, 25]: Renkli nesnelerin algılanması, nesnelerin büyüklüğüne göre değişiklik gösterebilir. Örneğin, kırmızı renkteki bir görsel eleman, diğer benzer görsel elemanlardan daha küçük boyutta olursa, önemli bir veri elemanı olduğu algılanamayabilir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Renk algısı renkli nesnelerin büyüklüğüne göre değişir” [23, 25] olarak tanımlanmıştır.

Yerel kontrast [23, 25]: Görsel sunumun görüntülediği donanım, renk ve griliklerde değişkenlik yaratarak, farklı algılar oluşmasına sebep olabilir. Renklerin olabildiğince zıt seçilmesi bu oluşumu engelleyebilir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Yerel kontrast, renk ve grilik algısını etkiler” [23, 25] olarak tanımlanmıştır.

Renk körlüğü [23, 25]: Evrensel kullanılabilirlik düşünüldüğünde, renklerin tek başına ayırt edici olarak kullanılmaması gerekmektedir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Renk körlüğü olan insanları düşün” [23, 25] olarak tanımlanmıştır.

Ön dikkat işlemi [23, 25]: Ön dikkat işlemi, önemli bilgilere dikkat çekmek için farklı görsel değişkenlerin önceden kullanılmasıdır. Bu görsel değişkenlerin özenle seçilerek kullanılması gerekir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Ön dikkat işlemi, ön dikkat işlemindeki görsel değişkenlerin akıllıca görüntülenmesi veya kullanılmasıyla fayda sağlar” olarak tanımlanmıştır.

Niceliksel değerlendirme [23, 25]: Sayısal değerleri bulunan veri elemanlarının konumu veya büyüklükleri değerlerine göre değiştirilmelidir. Bu ölçüt bazı

kaynaklarda, “Niceliksel değerlendirme konum veya büyüklükte çeşitlilik gerektirir” [23, 25] olarak tanımlanmıştır.

Gestalt ilkeleri [23, 25]: Gestalt ilkeleri insanın algılama boyutundaki ilke ve sistemlerini ortaya koymaktadır. Kullanıcıda doğru bir algı yaratabilmek için, görsel sunumda bu ilkeler göz önünde bulundurulmalıdır.

Etkileşim Ölçütleri

Detay seviyesinin kontrolü [8, 13, 19, 23, 25]: Kullanıcı görselleştirmedeki herhangi bir elemanla ilgili detaylı bilgiye istediği anda ulaşabilmeli ve detaylar arasında kolayca geçiş yapabilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Genel bakış” [8, 19], “Yakınlaşma” [8, 19] veya “Çoklu detay seviyesi sağlanmalıdır” [23, 25] olarak tanımlanmıştır.

Geri alma [8, 13, 19]: Kullanıcı gerçekleştirdiği herhangi bir işlemi geri alarak önceki durumlara geri dönebilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Geçmiş” [8, 19] olarak tanımlanmıştır.

Ek bilgilerin sunulması [8, 13, 19, 23, 25]: Kullanıcı görselleştirmedeki herhangi bir elemanla ilgili ek bilgiye istediği anda ulaşabilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Talep anında detaylandırma” [8, 19] veya “Çoklu detay seviyesi sağlanmalıdır” [23, 25] olarak tanımlanmıştır.

Nesnelerin seçimi [13]: Görselleştirme üzerindeki herhangi bir nesne ile ilgili bir işlem yapabilmek için öncelikle nesnenin seçilmesi gerekir. Bu seçim kolayca yapılabilir.

Bakış açısının kontrolü [8, 13, 19]: Kullanıcı görselleştirme üzerindeki farklı bakış açılarını kolayca kontrol edebilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Yakınlaşma” [8, 19] olarak tanımlanmıştır.

Geometrik kontrol [13]: Görselleştirmedeki veri elemanlarının geometrik sunumları kontrol edilebilir olmalıdır.

Büyütme [8, 13, 19]: Kullanıcı veri elemanlarına yaklaşarak daha büyük veya detaylı bir şekilde görebilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda “Yakınlaşma” [8, 19] olarak tanımlanmıştır.

Arama ve sorgulama [8, 13, 19]: Kullanıcı veri elemanları arasından özel bir bilgiyi arayabilmeli ve kümelenmiş ya da gizlenmiş bilgileri ortaya çıkarabilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Filtreleme” [8, 19] olarak tanımlanmıştır.

Filtreleme [8, 13, 19]: Kullanıcı ilgilendiği veri elemanlarını özelliklerine göre filtreleyerek, sadece istediği veri elemanlarını ortaya çıkarabilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Çıkarma” [8,19] olarak tanımlanmıştır.

Kümeleme [8, 13, 18, 19]: Nesnelerin bir takım özelliklerine göre bir alt kümesi oluşturulabilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Nesneleri konumlarına göre gruplama ve ayırt etme” [18], “Nesneleri biçimlerine göre gruplama ve ayırt etme” [18] veya “İlişkilendirme” [8, 19] olarak tanımlanmıştır.

Budama [13, 23, 25]: Kullanıcı gereksiz gördüğü veya ilgilenmediği veri elemanlarını görselleştirmeden kaldırabilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Konu dışı olanlar kaldırılmalıdır” [23, 25] olarak tanımlanmıştır.

Esneklik [4, 18, 16]: Görselleştirme kolayca kontrol edilebilmeli ve özel amaçlara adapte olabilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Kullanıcı kontrolü ve özgürlük” [16], “Kullanıcı kontrolü” [18] veya “Kontrol edilebilirlik” [4] olarak tanımlanmıştır.

Hata önleme [16, 18]: Kullanıcının hata yapmasına sebep olabilecek durumlar olabildiğince engellenmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Hata koruma” [18] olarak tanımlanmıştır.

Hata düzeltme [16, 18]: Kullanıcıları yaptıkları hata ile bilgilendirerek, hatanın nasıl düzeltilebileceği ile ilgili yol gösterilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda “Kullanıcıların hatayı tanımlayıp hatadan kurtulmalarında yardımcı olma” [16] olarak tanımlanmıştır.

Sistem durumunun görünürlüğü [4, 16, 18]: Her kullanıcı işleminin hemen ardından sistemin hangi durumda olduğu ile ilgili bilgi verilmelidir. Örneğin, kullanıcı bir veri elemanı için arama yaparken, kullanıcı arama işlemin başladığını ve devam ettiğini anlayabilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Gözlemlenebilirlik” [4] veya “Anlık geri bildirim” [18] olarak tanımlanmıştır.

Yönlendirme [18]: Bir işlemi gerçekleştirebilmek için birkaç farklı eylemin mümkün olduğu durumlarda, kullanıcıların tüm alternatifleri görebilmesi sağlanmalıdır.

Net kullanıcı eylemleri [18]: Kullanıcının gerçekleştirebileceği eylemler ve bu eylemler nasıl gerçekleştirebileceği açıkça belli olmalıdır.

En az sayıda eylem [18]: Kullanıcı, bir görevi gerçekleştirmek için en az çabayı harcamalıdır. Kullanıcının sık kullanacağı görevlere kısa yollar oluşturmak bu özelliği sağlayabilmektedir.

Görsel Sunum ve Etkileşim Ölçütleri

Yardım ve belgelendirme [16]: Kullanıcı ihtiyaç duymasa bile, görsel sunumdaki nesnelere hakkında bilgilere istediğinde ulaşılabilir. Görsel sunum ile kurulabilecek etkileşimler adım adım açıklanmalıdır. Açıklamaların çok uzun olmamasına dikkat edilmelidir.

Tutarlılık ve standartlar [16, 18]: Görsel sunum üzerindeki nesnelere tutarlı olması gerekir. Nesnenin tanımı veya görsel ögesi her zaman aynı olmalıdır. Görsel öge ile tanım birbirine uygun olmalıdır. Etkileşim mekanizmalarında kullanılan öğelerin de tutarlı olması gerekir. Tutarlılığı sağlamak için standartlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Memnuniyet [15, 18, 20]: Kullanıcının görselleştirme ile ilgili düşüncelerini belirtir. Kullanıcının görselleştirme üzerindeki hâkimiyeti memnuniyeti arttıran bir faktördür. Bu ölçüt bazı kaynaklarda “Kullanıcı tecrübesi” [18] olarak tanımlanmıştır.

Açıklık ve anlaşılabilirlik [4, 9, 16]: Kullanıcı görselleştirme aracılığı ile aktarılmak istenen bilgiye, geçmiş bilgilerine ihtiyaç duymadan ulaşabilmelidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Okunabilirlik” [9] veya “Hatırlama yerine tanıma” [16] olarak tanımlanmıştır.

Özlülük [9]: Görselleştirmede asıl aktarılmak istenen bilgiler en öz halleriyle verilmelidir. Detaylar, kullanıcı isteği ile görüntülenmelidir.

Öğrenme kolaylığı [4, 15 20]: Kullanıcının bilgi görselleştirmeyi ilk karşılaşmasında kolayca etkin bir şekilde kullanabilmesidir. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Öğrenilebilirlik” [15, 20] olarak tanımlanmıştır.

Ustalaşma kolaylığı [4]: Bilgi görselleştirmenin hızlıca tüm özellikleriyle etkin bir şekilde kullanılabilmesidir.

Hatırlanabilirlik [15, 20]: Anlık durum hakkında yorum yapabilmek için daha önce yapılan sorgular hatırlanabilmesidir.

Kullanma/anlama kolaylığı [4]: Kullanıcı çok az bir zihinsel çaba ile bilgi görselleştirmeyi kullanabilmesidir.

Etkinlik [4, 15, 16, 20]: Öğrenme aşamasından sonra kullanıcı hızlı bir şekilde görevleri başarabilmesidir.

Estetik [4, 6, 14, 16]: Görselleştirme eğlenceli olmalı ve göze hoş görünmelidir. Çok fazla görsel stil kullanmaktan kaçınılmalıdır [10]. Etkileşim anında sert durum geçişlerinden kaçınılmalıdır. Bu ölçüt bazı kaynaklarda, “Estetik ve sade tasarım” [16] olarak tanımlanmıştır.

4 Görselleştirme Değerlendirme Aracı

Bilgi görselleştirme tekniklerinin yazılım kullanılabilirliği açısından değerlendirilmesi için ortaya atılan yöntemin uygulanabilmesi için web tabanlı, çevrim içi bir uygulama geliştirilmiştir. Uygulamanın amacı; sahip oldukları veya geliştirdikleri bir bilgi görselleştirmeyi kullanılabilirlik açısından değerlendirmek isteyen kullanılabilirlik uzmanlarının veya görselleştirme tasarımcılarının, uygulamada sunulan ölçütler aracılığı ile kullanılabilirlik değerlendirmesi yapabilmesini sağlamaktır.

Uygulamayı kullanan kullanılabilirlik uzmanlarının veya görselleştirme tasarımcılarının verdiği cevaplara göre kullanılabilirlik problemleri ortaya çıkarılmaktadır. Bir kontrol listesi gibi, her bir ölçütün görselleştirme tarafından desteklenip desteklenmediğine bakılır. Uygulama 3 temel kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; ana sayfa, değerlendirme sayfası ve sonuç sayfasıdır.

4.1 Ana Sayfa

Uygulamaya girildiğinde ilk olarak görüntülenen sayfadır. Bu sayfada uygulama hakkında kısa bir bilgi ve kullanım talimatları yer almaktadır. Kullanıcı istediği zaman “Değerlendirmeye Başla” düğmesi aracılığıyla kullanılabilirlik değerlendirmesi yapacağı sayfaya geçebilmektedir.

4.2 Değerlendirme Sayfası

Değerlendirme sayfasında Şekil 2’deki gibi değerlendirme yöntemine ait ölçütler bulunmaktadır. Bu ölçütler, görsel sunum, etkileşim, görsel sunum ve etkileşim olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Her grubun altında o gruba ait ölçütler tek tek gösterilmektedir. Her ölçüte ait bir başlık ve açıklama bulunmaktadır. Kullanıcılar, bir

ölçütün başlığını ve açıklamasını okuduktan sonra görselleştirmenin ilgili ölçüte göre ne kadar başarılı olduğuna karar vermektedir. Kullanıcının ölçütü değerlendirmesi sonucunda işaretleyebileceği dört farklı seçenek bulunmaktadır. Bunlar:

- **Evet:** Görselleştirmenin ilgili ölçütte tamamen başarılı olduğu anlamına gelir. 10 puan değerindedir.
- **Kısmen:** Görselleştirmenin ilgili ölçütte bazı problemlerinin olduğu anlamına gelir. 5 puan değerindedir.
- **Hayır:** Görselleştirmenin ilgili ölçütte tamamen başarısız olduğu anlamına gelir. 0 puan değerindedir.
- **Önemsiz:** Görselleştirmenin değerlendirilmesinde bu ölçüte ihtiyaç duyulmadığı anlamına gelir. 0 puan değerindedir.

1. Görsel Sunumun Değerlendirilmesi 2. Etkileşimin Değerlendirilmesi 3. Görsel Sunum ve Etkileşimin Değerlendirilmesi

1.1. Sınırlar

Görsel sunumun geometrik ve görsel sınırları açıkça anlaşılabilir. Görsel sunumun kapladığı alan ve veri elemanlarının kapladığı alan belli olmalıdır.

Görselleştirmenin bu özelliği başarılı mıdır?

Evet Kısmen Hayır Önemsiz

Önceki Sonraki

Şekil 2. Değerlendirme Sayfasındaki Ölçütlerin Ekran Görüntüsü

4.3 Sonuç Sayfası

Sonuç sayfasında, Şekil 3'teki gibi yapılan değerlendirmenin sonuçları verilmektedir. Üç farklı sonuç içermektedir. Bunlar; görselleştirmenin başarı yüzdesi, görselleştirme puanı ve değerlendirilen ölçüt sayısıdır. Önemsiz olarak değerlendirilen ölçütler, değerlendirilen özellikler içinde sayılmamaktadır.

Başarı yüzdesi, proje yöneticilerine görselleştirmenin son kullanıcıların kullanımına hazır olup olmadığına dair bir fikir verebilmektedir.

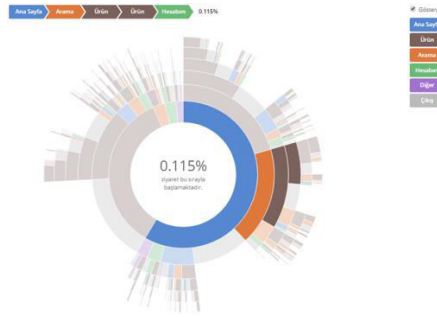


Şekil 3. Sonuç Sayfasının Ekran Görüntüsü

5 Örnek Değerlendirme

Değerlendirme yönteminin ve uygulamanın test edilmesi için, bir bilgi görselleştirme örneği farklı uzmanlık seviyelerindeki 21 kullanılabilirlik uzmanı tarafından değerlendirilmiştir.

Bilgi görselleştirme olarak, sıralı güneş parlaması tekniğine ait Şekil 4'teki gibi bir görselleştirme kullanılmıştır. Bu teknik çoğunlukla, yüksek eğitim kurumlarında çok boyutlu verilerin görselleştirilmesinde [2], ontolojilerin görselleştirilmesinde [22], hasta geçmişlerinin ve sağlık teşhisi zincirinin görselleştirilmesinde [24] kullanılmaktadır.



Şekil 4. Sıralı güneş parlaması tekniğine ait görselleştirmenin ekran görüntüsü

Katılımcılar, verilen görselleştirmeyi daha doğru sonuçlar elde edebilmek için süre sınırı olmaksızın inceledikten sonra, kullanılabilirlik değerlendirmesi yapmak için geliştirilen uygulamayı kullanmıştır.

Tablo 1. Örnek görselleştirmenin katılımcılara göre başarı yüzdesi

Başarı Yüzdesi	Katılımcı sayısı	Tüm katılımcılar içindeki yüzdesi
81 - 100	2	9,52
61 - 80	11	52,38
41 - 60	7	33,33
21 - 40	1	4,76
0 - 20	0	0

Tablo 1'de, 21 katılımcının değerlendirme ölçütlerine verdikleri cevaplara göre oluşan, görselleştirmenin kullanılabilirlik başarısı yer almaktadır.

Buna göre uzmanların büyük bir çoğunluğu örnek görselleştirmeyi kullanılabilirlik açısından iyi veya orta bulmaktadır. Bu görselleştirmenin kullanılabilirlik olarak başarılı sayılabileceğini fakat düzeltilmesi gereken kullanılabilirlik problemlerinin var olduğunu göstermektedir.

Değerlendirme sonuçlarına göre örnek görselleştirmedeki en önemli kullanılabilirlik problemlerinin; budama, filtreleme, kümeleme, arama ve sorgulama ve esneklik ölçütlerinde olduğu ortaya çıkarılmıştır.

6 Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, dijital ortamdaki veri miktarının artmasıyla büyük önem kazanan bilgi görselleştirme konusu incelenmekte, bilgi görselleştirme teknikleri ve bu tekniklere uygulanan değerlendirme yöntemleriyle ilgili bilgi verilmektedir.

Bilgi görselleştirmelerde yaygın olarak kullanılan iki yöntemden biri olan sezgisel değerlendirme yöntemiyle, görselleştirmedeki kullanılabilirlik problemlerinin tespit edilerek problemlerin giderilmesi ve kullanılabilirliğin iyileştirilmesi mümkündür. Literatürdeki önemli sezgisel değerlendirme yöntemlerinin birleştirilmesiyle oluşturulan bu yöntemde, benzer ölçütler tekrar değerlendirilmediğinden değerlendirme maliyetleri azalmaktadır.

Sezgisel değerlendirme yöntemlerinde, uzmanının kullanılabilirlik alanındaki bilgi ve tecrübesi yöntemin başarısında büyük bir önem taşımaktadır. Beşinci kısımdaki değerlendirmeyi gerçekleştiren bazı katılımcıların benzer olmayan başarı yüzdelere sahip olmasındaki en önemli etkenin de bu olduğu düşünülmektedir.

Geliştirilen uygulamada, her bir ölçütün öneminin eşit olduğu düşünülerek bir başarı yüzdesi hesaplanmaktadır. Ancak ölçütlerin önemi görselleştirmeye göre çoğunlukla değişiklik göstermektedir. Daha doğru bir başarı yüzdesi elde edebilmek için, yazılımın, uygulamayı kullanan uzmanlar tarafından her bir ölçüte ağırlık değeri verilebilecek şekilde değiştirilmesi gerektiği öngörülmektedir.

7 Kaynaklar

1. Amar, R., & Stasko, A. (2004). A Knowledge Task-Based Framework for Design and Evaluation of Information Visualizations. In Proc. IEEE InfoVis 2004, IEEE Computer Society Press, 143-149.
2. Ayobami A.S., & Jamaludin Z. (2013). Information Visualization Techniques Usage Model, Proceedings of the 4th International Conference on Computing and Informatics.
3. Bevan, N. (1995). Usability is quality of use. In: Anzai & Ogawa (eds) Proceedings of the 6th International Conference on Human Computer Interaction.
4. Bresciani, S., & Eppler, M. (2015). Extending Tam to Information Visualization A Framework for Evaluation. Electronic Journal of Information System Evaluation, 18(1), 46-58
5. Card, S., Mackinlay J., & Shneiderman, B. (1999). Readings in Information Visualization: Using Vision to Think. Morgan Kaufmann.
6. Cawthon, N., & Moere, A.V. (2007). The effect of aesthetic on the usability of data visualization. In IEEE Int. Conf. Info Vis (IV'07), Zurich, Switzerland, 637-648.
7. Chen, C. (2010). Overview: Information Visualization. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 2, 4, 387-403.
8. Craft, B., & Cairns, P. (2005). Beyond Guidelines: What can we learn from the information seeking mantra?. In Proc. IV 05, IEEE Computer Society Press, 110-118.

9. Forsell, C., & Johansson, Jimmy. (2010). An heuristic set for evaluation in information visualization. Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces, Roma, Italy.
10. Herr, J. (2006). Socializing Visualization. CHI 2006, Montreal, Canada, ACM.
11. Lengler, R., & Eppler, M.J. (2007). Towards A Periodic Table of Visualization Methods for Management, Institute of Corporate Communication, University of Lugano, Switzerland, 6p.
12. Liu, S., Cui, W., Wu, Y., & Liu, M. (2014). A survey on information visualization: recent advances and challenges. *Vis. Comput.* 30(12), 1373–1393.
13. Luzzardi, R.G., Freitas, C.M.D.S, Cava, R.A., Duarte, G.D. & Vasconcelos, M.H.S. (2004). An Extended Set of Ergonomic Criteria for Information Visualization. In Proc. IASTED. Int. conf. of Comp Graphics and Imaging, 236-241.
14. Moere, A.V., Tomitsch, M., Wimmer, C., Christoph, B., & Grechenig T. (2012). Evaluating the effect of style in information visualization. *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, 18(12), 2739-2748.
15. Nielsen, J. (1993). Usability Engineering. Academic Press, Boston.
16. Nielsen, J. (1994). Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.). Usability Inspection Methods. John Wiley & Sons, NY, USA, 25-61.
17. North C. (2005). Information Visualization, chapter in Handbook of Human Factors and Ergonomics, Third Edition. John Wiley & Sons, New York, 1222-1246.
18. Scapin, D.L., & Bastien, J.M.C. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive system. *Behaviour and Information Technology*, 16(4-5), 220-231.
19. Shneiderman, B. (1996). The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations. In Proc. IEEE Symposium on Visual Languages, IEEE Computer Society, 336-343.
20. Shneiderman, B. (1998). Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction, Third Edition. Addison-Wesley, Reading, MA.
21. Spence, R. (2001). Information Visualization. Addison-Wesley.
22. Stab C., Breyer M., Nazemi K., Burkhardt D., Hofmann C., & Fellner D.W. (2010). SemaSun Visualization of Semantic Knowledge based on an improved Sunburst Visualization Metaphor.
23. Ware, C. (2004). Information Visualization: Perception for Design, Second Edition. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA.
24. Zhang Z., Ahmed F., Mittal A., Ramakrishnan I., Zhao R., Viccellio A., & Mueller K. (2013). AnamneVis A Framework for the Visualization of Patient History and Medical Diagnostics Chains.
25. Zuk, T., Schlesier, L., Neumann, P., Hancock, M.S., Carpendale, S., (2006). Heuristics for information visualization evaluation. Proceedings of the 2006 AVI workshop on BEyond time and errors: novel evaluation methods for information visualization, Venice, Italy.