

Eğitimde Kullanılabilirlik Temelli Erişilebilir ve Kapsayıcı Tasarımların İnşası

Ahmet Akıncı¹

Şenol Saygıner²

Özet

Bu çalışma, dijital öğrenme ortamlarının tasarımında kullanılabilirlik, erişilebilirlik ve kapsayıcılık kavramları arasındaki ilişkiyi kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımı çerçevesinde incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, dijital öğrenme platformları, çevrimiçi ders ortamları ve öğrenci bilgi sistemlerinin etkililiği; kullanıcıların sistemlerle etkileşim süreçleri, farklı kullanıcı ihtiyaçları ve evrensel tasarım ilkeleri doğrultusunda ele alınmıştır. Literatür incelemesine dayalı olarak yürütülen araştırmada, kullanılabilirliğin yalnızca teknik bir kalite ölçütü olmadığı; aynı zamanda erişilebilirlik ve kapsayıcılıkla bütünleştiğinde pedagojik ve etik bir boyut kazandığı ortaya konmuştur. Tespitler, erişilebilirlik ilkeleri gözetimeyen sistemlerin kullanıcı deneyimini sınırladığını; kapsayıcı tasarım yaklaşımlarının ise kullanıcı memnuniyetini ve öğrenme sürecine katılımı artırdığını göstermektedir. Bu bağlamda kullanıcı merkezli tasarım sürecinin, dijital öğrenme ortamlarının sürdürülebilirliği ve eşit öğrenme fırsatları sunabilmesi açısından kritik bir rol oynadığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma, eğitim teknolojilerinin tasarımında bütüncül ve kullanıcı odaklı yaklaşımların benimsenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

1. Giriş

Dijital dönüşüm; sosyal ilişkilerimiz, iş yaşamımız, eğitim süreçlerimiz ve eğlence anlayışımız da dahil olmak üzere pek çok günlük alışkanlığımızı şekillendirmektedir. Bu dönüşüm sürecine yönelik kullanıcı gereksinimlerini karşılamayı amaçlayan içerik ve materyallerin tasarımında erişilebilirlik ve kapsayıcılık iki temel nitelik olarak öne çıkmaktadır. Erişilebilir tasarım, bir

1 Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, ahmetakinci@mku.edu.tr, ORCID ID: 0009-0000-4814-4415

2 Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, ssayginer@mku.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5280-3847

ürünün, hizmetin veya ortamın dezavantajlı bireyler (görme, işitme, fiziksel veya bilişsel engelleri olan kullanıcılar) tarafından da kullanılabilir olmasına odaklanırken; kapsayıcı tasarım, dezavantajlı bireyler de dahil olmak üzere yaş, cinsiyet, dil, kültür, deneyim, teknoloji okuryazarlığı veya teknolojiye erişim gibi farklılıkları dikkate alarak tüm kullanıcıları kapsayan çözümler üretmeyi hedeflemektedir. Her iki yaklaşım birbirine benzemekle birlikte, erişilebilir tasarımlar her zaman kapsayıcı olmayabileceği gibi kapsayıcı tasarımlar da her zaman erişilebilir özellikler içermeyebilir. Örneğin, bir web sitesinin birden fazla dilde hizmet sunması kapsayıcı bir nitelik olarak değerlendirilebilirken, ekran okuyucu sistemleriyle uyumlu algoritmalar içermemesi erişilebilirliği sınırlayabilir. Aynı şekilde, yalnızca tek bir dilde hizmet veren ancak ekran okuma sistemleriyle tam uyum sağlayan bir web sitesi erişilebilir bir arayüze sahip olsa da farklı dili konuşan kullanıcılar açısından kapsayıcı olmayabilir. Buradaki temel ölçüt, ürün, hizmet veya tasarımların hem erişilebilir hem de kapsayıcı niteliklerini bir arada taşımasıdır. Ancak bu iki özelliği aynı anda sağlamak her zaman kolay değildir. Bu noktada, kullanılabilirlik kavramı erişilebilir ve kapsayıcı tasarımların oluşturulmasında kritik bir müdahale olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kullanılabilirlik, bir sistemin veya ürünün kullanıcılar tarafından belirli amaçlar doğrultusunda etkili, verimli ve memnuniyetle kullanılabilme düzeyidir (Jordan, 1998). Kullanılabilirlik çalışmalarında, genellikle tasarımların erişilebilirlik ve kapsayıcılık özelliklerini güçlendirmeye yönelik iyileştirilmesi gereken unsurları belirlemek amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, geliştirilen bir ürünün kullanıcı tarafından deneyimlenme sürecinin, süreçte karşılaşılan güçlüklerin, sorunların veya iyileştirme gerektiren noktaların tespit edilmesine olanak tanıdığından söz edilebilir. Bu tespitler, kullanıcı görüşlerine başvurularak ya da göz izleme gibi yenilikçi teknolojiler kullanılarak da gerçekleştirilebilir. Bu araştırma, aynı zamanda söz konusu yenilikçi teknolojilerin kullanılabilirlik bağlamında nasıl işe koşulabileceğine ilişkin örnek bir yaklaşım sunmayı amaçlamaktadır.

Bu bölümde, eğitim alanında erişilebilir ve kapsayıcı tasarımlar geliştirebilmek için temel bir gereklilik olan kullanılabilirlik çalışmalarında yararlanılabilecek yöntem ve teknolojilere ilişkin değerlendirmelere yer verilmiştir. Bu kapsamda, özellikle eğitimde erişilebilirlik ve kapsayıcılığı güçlendirmede yenilikçi bir araç olarak öne çıkan göz izleme teknolojilerinin bileşenleri, analiz yaklaşımları ve değerlendirme süreçleri ayrıntılı biçimde ele alınmıştır.

2. Kullanılabilirlik

Bugün yaşayan insanlar hayatlarını daha çok teknoloji ile bütünleşik bir şekilde sürdürmekte ve yeni teknolojiler geliştirerek yaşamlarına yön vermektedirler. Özellikle dijital dünya, hayatın ayrılmaz bir parçası haline gelmiş durumdadır. Eğitim, sağlık, güvenlik, ekonomi, sanayi, tarım ve hayvancılık gibi hayatı doğrudan etkileyen tüm alanlarda günümüz teknolojisinin olanaklarından faydalanılmaktadır. Kullanılabilirlik kavramı ilk olarak Shackel (1984) tarafından kullanım kolaylığı ve etkililik kavramları ile birlikte ele alınmıştır. Shackel (1991), bir sistem veya ekipmanın kullanılabilirliğini, belirli bir kullanıcı grubunun, belirli bir görevi yerine getirmek için yeterli eğitim ve destek aldığı anda, belirli bir zaman aralığı ve çevresel faktörler dahilinde, kolay ve etkili bir şekilde kullanılabilme yeteneği olarak tanımlar. Yani, kullanılabilirlik, bir ürünün, sistemin veya hizmetin insanlar tarafından kolay ve etkili bir şekilde kullanılabilme kapasitesine karşılık gelmektedir. Nielsen'e (1993) göre ise kullanılabilirlik bir ürünün belirli kullanıcılar tarafından belirli amaçlar doğrultusunda etkinlik, verimlilik ve memnuniyetle kullanılabilmesidir. Kullanılabilirliği, bir ürünün kabulünü etkileyen unsurlardan biri olarak değerlendirir. Amacı, kullanıcıya etkileşim sırasında engel teşkil etmeden ortamın tam kontrolünü sağlayan, kolay, keyifli, etkili ve verimli etkileşim sunabilen şeffaf arayüzler geliştirmektir.

Kullanılabilirlik kısa ve öz haliyle insanların bir ürünü herhangi bir zorluk çekmeden amaçları doğrultusunda zahmetsiz, kolayca, etkili ve verimli kullanabilmelerini ifade etmektedir. Jeng'e (2005) göre kullanılabilirlik kavramını ele alan araştırmacıların kullanılabilirliği hangi özellikleriyle değerlendirdikleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Kullanılabilirliğin nitelikleri

Araştırmacılar	Nitelikler
Booth (1989)	Yararlılık, etkililik, öğrenilebilirlik, tutum
Dumas & Redish (1993)	Görevleri hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirmek
Nielsen (1993)	Öğrenilebilirlik, verimlilik, akılda kalıcılık, hatalar, memnuniyet
Guillemette (1995)	Hedef kullanıcılar tarafından görevleri yerine getirmek için etkili bir şekilde kullanma
Kengeri vd. (1999)	Etkililik, beğenilirlik, öğrenilebilirlik, kullanılabilirlik
Oulanov & Pajarillo (2002)	Etki, verimlilik, kontrol, yardımseverlik, uyum yeteneği

Bilişim teknolojilerinin geçmişe oranla daha yoğun kullanılmaya başlandığı eğitim-öğretim alanını ele aldığımızda öğretim teknolojilerinin

üzerinde çalıştıkları en temel konu öğrenenleri etkili, verimli ve memnun şekilde destekleyecek ve onların performansını arttıracak eğitim ürün ve programlarının tasarımı ve geliştirilmesidir (Çağiltay, 2011; Çağiltay, 2016). Bu bağlamda eğitim-öğretim için geliştirilecek ürün ve tasarımları etkileyen en önemli kavram kullanılabilirlik olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.1. Kullanılabilirliğin Tanımı ve Boyutları

Kullanılabilirlik farkında olmasak da aslında insanın günlük hayatının bir parçası olarak hep var olmaktadır. İnsan, yapısı gereği kendisi için tasarlanan bir ürünü zorlanmadan kullanmayı ister. Bu teknolojik bir ürün olabileceği gibi günlük hayatını etkileyen herhangi bir şey de olabilir. Yeni alınan telefon, tablet, bilgisayar veya oyun konsolu gibi elektronik cihazların nasıl kullanıldığını anlayabilmek, mesajlaşma ve e-posta uygulamalarını kullanabilmek, mobil bankacılık işlemlerini yapabilmek, arabanın yol bilgisayarı özelliklerini kullanabilmek kullanılabilirlik kavramı ile yakından ilişkilidir. Ayrıca kullanılabilirlik sadece teknolojik ürün ve araçlarla ilgili bir kavram değildir. Yaşadığımız şehrin cadde, sokak ve parkları, üniversite kampüsünde yer alan bütün yollar, binalar, tesisler ve sınıflar, yaşadığımız binanın yapısı, evde kullandığımız eşyalar gibi günlük hayatı etkileyen her şey kullanılabilirlik kavramıyla doğrudan ilişkilidir.

Kullanılabilirlik, öncelikle insan-bilgisayar etkileşimi alanında ele alınan ve araştırılan temel bir kavramdır. Bu alanın yanında ürün ve sistem tasarımı, kullanıcı deneyimi ve ergonomi gibi bağlamlarla da ilişki içinde bulunan kullanılabilirlik kavramı Uluslararası Standartlar Kuruluşu (ISO, 2018) tarafından hazırlanan ISO 9241-11 numaralı standarda göre bir sistemin, ürünün veya hizmetin, belirli kullanıcılar tarafından, belirli bir kullanım bağlamında, etkililik, verimlilik ve memnuniyetle, belirli hedeflere ulaşmak için kullanılabilme derecesini ifade etmektedir. Bu tanım incelendiğinde, tasarlanan sistem, ürün veya hizmetin etkililik ve verimliliği, bunları belirli bir bağlamda kullanan ve belirli bir hedefe ulaşmak için bazı görevleri yerine getiren kullanıcılar ve onların memnuniyet seviyeleri kullanılabilirliğin çerçevesini oluşturmaktadır. Yani geliştirilen bu standart kullanılabilirliği; kullanıcı, sistem, bağlam ve görev bileşenlerini odak noktası yaparak ele almaktadır.

Shackel (1991) kullanılabilirliğin kullanım bağlamına bağlı olduğunu ifade etmektedir. Jordan (2006), kullanılabilirliğin yalnızca izole bir ürün özelliği olmadığını, aynı zamanda ürünü kimin kullandığına, ulaşmayı amaçladığı hedefe ve ürünün hangi ortamda kullanıldığına da bağlı olduğunu açıkça ortaya koyduğunu vurgulayarak benzer bir yaklaşım göstermektedir. Bu

nedenle, ürünün kullanılabilirliği üç açıdan değerlendirilmelidir: kullanıcı, ürün ve kullanım bağlamı.

2.1.1. Etkililik

ISO 9241-11 numaralı standarda göre etkililik, kullanıcıların belirli bir bağlamda, belirli hedefleri doğru ve eksiksiz biçimde gerçekleştirmede derecesidir. Yani etkililik sonuç odaklı bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Burada kullanıcının verilen görevi başarılı bir şekilde gerçekleştirip gerçekleştirmediğine, belirlenen hedefe ulaşip ulaşmadığına odaklanılmaktadır.

Etkililik, kullanılabilirliğin en temel boyutu olarak düşünülebilir. Tasarlanan herhangi bir sistem estetik, basit veya kolay görünse bile kullanıcı verilen görevleri gerçekleştiremiyor ve hedefe ulaşamıyorsa o sistemin kullanılabilir olduğu söylenemez. Etkililiğin temel unsurları görev tamamlama oranı, hata sayısı ve türü, doğruluk ve eksiksizlik olarak ifade edilebilir. Etkililik, bir hedef veya görevin ne ölçüde başarıldığı anlamına gelir. Etkililik, elde edilen sonuçlar ile amaçlanan hedefler arasındaki ilişkiyi ölçer. Yani, etkili olmak, belirli bir hedefe ulaşmak manasına gelmektedir.

2.1.2. Verimlilik

ISO 9241-11 standardına göre verimlilik, kullanıcıların belirli hedefleri gerçekleştirmek için harcadıkları kaynaklar ile elde edilen doğruluk ve tamlık düzeyi arasındaki ilişkidir. Burada kaynakları kullanıcının bilişsel ve fiziksel çabası ile harcadığı zaman ve sistem kaynakları olarak ele almak mümkündür. Yani verimlilik görevi tamamlama ve hedefe ulaşma sürecinin ne kadar ekonomik olduğu ile ilgilidir. Etkililik sonuca odaklanırken verimlilik süreç odaklı bir bakış açısına sahiptir. Buradan hareketle verimlilik, kullanıcının bir görevi başarı ile tamamlarken bu görevi ne kadar hızlı, az çaba ve az kaynak kullanarak gerçekleştirdiğini ifade eder. Verimlilik, bir amaca ulaşmak için gereken çaba miktarı anlamına gelir. Çaba ne kadar az olursa, verimlilik o kadar yüksek olur.

Verimlilik, kullanılabilirlik kavramı içerisinde zaman ve emek boyutunu ifade eder. Etkili ama verimsiz bir sistem kullanıcıyı zihinsel ve fiziksel olarak zorlar ve yorar. Verimli bir sistem ise kullanıcı deneyimini daha iyiye götürür, kullanıcı memnuniyetini ve sistemin kullanım durumunu artırır.

2.1.3. Memnuniyet

Kullanılabilirlik kavramının temel bileşenlerinden birisi olan memnuniyet, bir sistemi kullanan kullanıcıların sistemi kullanırken yaşadıkları düşünce, duygu, tutum ve algılarının genel değerlendirmesini ifade eder. ISO 9241-

11 standardına göre memnuniyet; kullanıcıların bir ürünü, sistemi veya hizmeti kullanmaları sonucunda hissettikleri rahatlık, kabul edilebilirlik ve olumlu tutum düzeyidir. Etkililik ve verimlilikten farklı olarak memnuniyet, sistemi kullanan kullanıcının bireysel ve öznel değerlendirmesine dayanır. Memnuniyet, kullanıcının bir ürünü kullanırken hissettiği rahatlık düzeyini ve ürünün, kullanıcının hedeflerine ulaşma arzusuyla ilişkili olarak ne kadar kabul edilebilir olduğunu ifade eder.

Özetle memnuniyet, kullanılabilirlik kavramı içerisinde insani ve duygusal bakış açısını temsil etmektedir. Bir sistemin ideale yakın, teorik ve teknik olarak kusursuz olduğu düşünülse bile, onu deneyimleyen kullanıcıda olumlu bir deneyim ve izlenim yaratmıyorsa kullanılabilirliği eksiksiz olmaz. Bu nedenle memnuniyet, kullanıcı merkezli tasarımın vazgeçilmez bir unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.2. Kullanılabilirlik ve Dijital Öğrenme Ortamları

Günümüzde Öğrenme Yönetim Sistemleri (ÖYS/LMS), çevrimiçi ders platformları ve web-tabanlı eğitim araçlarını kapsayan dijital öğrenme ortamlarının kullanımı ilkokuldan üniversiteye örgün ve yaygın tüm öğretim kademelerinde ve yaşam boyu öğrenme boyutunda giderek daha yaygın hale gelmiştir. Öncelikle bu ortamların etkililiği, büyük ölçüde kullanılabilirlik niteliklerine bağlıdır. Kullanılabilirlik; kullanıcıların sistemle etkileşim kurarken hedeflerine etkili, verimli ve memnuniyetle ulaşabilme derecesi olarak tanımlanır. Bu nedenle, dijital öğrenme araçlarının öğrenme süreçlerine nitelikli katkı sağlayabilmesi için kullanılabilirlik kavramının titizlikle değerlendirilmesi gerekmektedir. Yazılımda kullanılabilirlik analizi, kullanıcılar için faydalı ürünler oluşturmada ve gerekli geri bildirimi almada kritik bir rol oynar. ÖYS'ler, uzaktan eğitimde en sık kullanılan yazılımlar arasındadır. Bu sistemlerin kullanılabilirliği hem öğrenci başarısı hem de sunulan hizmetin kalitesi için çok önemlidir (Koca & Özcan, 2025).

Dijital öğrenme platformları, çevrimiçi ders ortamları ve öğrenci bilgi sistemlerinde kullanılabilirlik; erişilebilirlik ve kapsayıcılık kavramları ile birlikte düşünüldüğünde teknik, pedagojik, psikolojik, ekonomik ve etik gibi kavramları içine alması gereken bir durum hâline gelmektedir. Bu üç kavramın bütüncül biçimde uygulanması, dijital öğrenme ortamlarının adil, etkili, verimli, tatmin edici ve bunlara ek olarak sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır.

2.3. Kullanılabilirlik, Erişilebilirlik ve Kapsayıcılık Arasındaki İlişki

Kullanılabilirlik, erişilebilirlik ve kapsayıcılık kavramları, herkesin kullanımı için tasarlanan bir sistem oluşturulurken ele alınan ve birbirini ile yakından ilişkili unsurlardır. Tanımlamaları, amaçları, ilkeleri, yaklaşımları ve yönergeleri önemli ölçüde birbirleri ile örtüşmekte ve iç içe geçmektedir. Herkes için bir sistem planlanırken, tasarlanırken ve geliştirilirken bunları birlikte ele almak büyük önem taşır.

Kullanılabilirlik, geliştirilen ürünleri etkili, verimli ve tatmin edici olacak şekilde tasarlamakla ilgilidir. Kullanılabilirlik, kullanıcı deneyimi tasarımını içerir. Kullanılabilirlik uygulamaları ve araştırmaları genellikle engelli bireylerin ihtiyaçlarını yeterince ele almamaktadır. Bu noktada erişilebilirlik kavramı odak noktası haline gelmektedir. Erişilebilirlik, engelli bireyler için eşit kullanıcı deneyimiyle ilgili yönleri ele alır. Örneğin web erişilebilirliği, engelli bireylerin web sitelerini ve araçlarını eşit şekilde algılayabilmeleri, anlayabilmeleri, gezinebilmeleri ve bunlarla etkileşim kurabilmeleri anlamına gelir. Ayrıca, engeller olmadan eşit şekilde katkıda bulunabilmeleri anlamına da gelmektedir.

Erişilebilirlik için birçok tanım bulunmaktadır. Çok yönlü doğası nedeniyle, erişilebilirlik çevre ve planlama, mimari, teknoloji vb. gibi birçok alanda tartışılmıştır (Iwarsson & Stahl, 2003). Erişilebilirlik, insanların bir ürünü kullanırken amaçlanan görevlere özgürce erişmelerini ve bunları gerçekleştirmelerini sağlar (Choi & Seo, 2024). Sistemin tüm öğrenenlerin ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneğidir. Bu bakış açısı, öğrenme sisteminin veya öğrenme kaynaklarının tüm öğrenenlerin ihtiyaçlarını karşılayacak esnekliğine odaklanmaktadır (Cooper vd., 2007; IMS Global Learning Consortium, 2002). Ayrıca erişilebilirlik, özellikleri açısından da yorumlanabilir. Web Erişilebilirlik Girişimi (2008), erişilebilirlik için dört ilke önermektedir: algılanabilir, çalıştırılabilir, anlaşılabilir ve sağlam. Bu prensiplere göre, bilgi öğrenenler tarafından algılanabilir bir şekilde sunulmalıdır. Ayrıca, öğrenenler kullanıcı arayüzü öğelerinde gezinebilmeli ve bunları kullanabilmeli, bilginin kendisini ve kullanıcı arayüzünün nasıl kullanılacağını anlayabilmelidir. Son olarak, içeriği sunan teknolojiler geliştikçe içerik erişilebilir kalmalıdır. Kapsayıcılık ise çeşitlilikle ilgilidir ve herkesin mümkün olan en geniş ölçüde katılımını sağlamayı amaçlar. Ayrıca evrensel tasarım ve herkes için tasarım olarak da adlandırılır. Kapsayıcılık çok geniş bir yelpazedeki konuları ele alır. Bunlar; engelli bireyler için erişilebilirlik, donanım, yazılım ve internet bağlantısına erişim ve bunların kalitesi, bilgisayar okuryazarlığı ve becerileri, ekonomik durum, eğitim, coğrafi konum, kültür, yaş ve dil olarak karşımıza çıkmaktadır. Kapsayıcılığın

temel fikri, bir tasarımın engellilik durumlarına bakılmaksızın tüm nüfus gruplarına hizmet etmesi gerektiğidir (Edyburn, 2005).

3. Kullanıcı Merkezli Tasarım ve Evrensel İlkeler

Kullanıcı merkezli tasarım, ilk olarak 1970'lerde ortaya atılmış olup günümüzde de önemini koruyan bir kavramdır. Norman (2013), kullanıcı merkezli tasarımın temel amacının, kullanıcıların hata yapmasını önlemek ve sistemin nasıl çalıştığını öğrenmek için harcadıkları bilişsel yükü azaltmak olduğunu vurgulamaktadır. Kullanıcı merkezli tasarım, tasarımcıların tasarım sürecinin her aşamasında hedef kullanıcılara ve onların ihtiyaçlarına odaklandığı yinelemeli bir tasarım süreci olarak tanımlanabilir. Bu bakış açısına göre tasarımcılar, kullanıcılar için son derece kullanılabilir, erişilebilir ve mümkün olduğunca çok kişinin yararlanabileceği kapsayıcı ürünler oluşturmak amacıyla anket, görüşme, beyin fırtınası gibi farklı yöntemleri ve çeşitli tasarım tekniklerinden yararlanarak kullanıcıları tasarım sürecine dahil ederler.

Dijital sistemlerin ve teknoloji temelli öğrenme ortamlarının yaygınlaşmasıyla birlikte, kullanıcıların bu sistemlerle etkili biçimde etkileşim kurabilmesi planlama ve tasarım açısından odak hâline gelmiştir. Bu bağlamda kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımları ve evrensel tasarım ilkeleri, kullanılabilir, erişilebilir ve kapsayıcı sistemlerin geliştirilmesinde önemli bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Kullanıcı merkezli tasarım, tasarım sürecinin tüm aşamalarında kullanıcıların ihtiyaçlarını, özelliklerini ve kullanım bağlamlarını merkeze alırken; evrensel tasarım, farklı yetenek ve özelliklere sahip tüm bireylerin ürün ve hizmetlerden eşit biçimde yararlanmasını hedefler. Yani kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımları ve evrensel tasarım ilkeleri, özellikle dijital öğrenme ortamlarının kullanılabilirliğini güçlendiren iki tamamlayıcı bakış açısidir. Kullanıcı merkezli tasarım, kullanıcıların ihtiyaç ve gereksinimlerine dayalı ürün, tasarım ve arayüzler geliştirmeyi hedeflerken, evrensel ilkeler bu yaklaşımı herkes için kullanılabilir, erişilebilir ve kapsayıcı hale getirir. Bu iki yaklaşım birlikte kullanıldığında, dijital öğrenme platformlarının pedagojik etkisi, verimliliği ve kullanıcı memnuniyeti artmakla birlikte aynı zamanda teknolojiye erişimde sayısal uçurum kapanarak toplumsal eşitlik de daha güçlü hale gelmektedir.

3.1. Kullanıcı Merkezli Tasarım Anlayışı: Temel İlkeler ve Süreç

Kullanıcı merkezli tasarım, kullanıcı odaklı bir felsefe ve yöntemler bütünü için kullanılan genel bir terimdir (Abrás, Maloney-Krichmar & Preece, 2004). Başka bir ifadeyle, sistemlerin tasarımında kullanıcıların hedefleri, görevleri ve deneyimlerini temele almayı savunan bir yaklaşımdır.

ISO 9241-210 standardına göre kullanıcı merkezli tasarım; kullanıcıların aktif katılımını, görev ve bağlam analizini, iteratif tasarım sürecini ve sürekli değerlendirmeyi içeren sistematik bir süreçtir (ISO, 2019).

Kullanıcı merkezli tasarımın temel ilkelerini şu şekilde özetlemek mümkündür:

- Tasarımın kullanılacağı bağlamın incelenmesi,
- Hedef kullanıcıların tanımlanması,
- Kullanıcıların tasarım sürecine katılması,
- Tasarımın yinelemeli olarak test edilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması,
- Kullanılabilirlik testlerinin yapılması (ISO, 2019; Nielsen, 1994).

Genel olarak, kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımının her yinelemesi dört farklı aşamayı içerir. İşbirlikli takımlar halinde çalışan tasarımcıların ilk olarak odaklandıkları nokta kullanıcıların bir sistemi kullanabilecekleri bağlamdır. Ardından, ihtiyaç analizleri yapılarak kullanıcıların gereksinimleri belirlenerek bunlar tanımlanır. Bunu, tasarım ekibinin çözümler geliştirdiği bir tasarım aşaması takip eder. Tasarım ekibi daha sonra bir değerlendirme aşamasına geçer. Burada, bir tasarımın ne kadar iyi performans gösterdiğini kontrol etmek için değerlendirme sonuçları kullanıcıların bağlamı ve gereksinimleriyle karşılaştırılır. Yani ürünün kullanıcıların özel bağlamına ne kadar yakın olduğu ve ilgili tüm ihtiyaçları ne oranda karşıladığı tespit edilir. Buradan itibaren, tasarım ekibi bu dört aşamanın daha fazla yinelemesini yapar ve değerlendirme sonuçları tatmin edici olana kadar tasarım süreci devam eder.

Kullanıcı merkezli tasarım ürün geliştirme süreçlerinde düşünülmesi gereken önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. İçinde bulunduğumuz bu çağın insanların önüne getirdiği aşırı bilgi yüklenmesi ve bunun sonucunda ortaya çıkan bilgi boşluğu önemli zorluklar arasındadır. İnsanlar hala sıklıkla bilmeleri gerekenleri bulamama, kritik ortamlarda çalışırken verimli performans gösterememe, olup bitenleri hızlı bir şekilde anlayamama zorluğu gibi nedenlerle bulundukları durumdan sıklıkla olumsuz etkilenmektedirler. Bunun nedeninin teknoloji merkezli tasarımlar olduğu gösterilmekte ve kullanıcı merkezli tasarımın, bu soruna bir çözüm olacağı düşünülmektedir. Kullanıcı merkezli sistem, ürün ve arayüzler oluşturulurken temel ilkelerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Durumsal farkındalığı destekleme ihtiyacının, kullanıcı merkezli tasarımlar

oluşturmanın temel odak noktası olduğu gösterilmektedir (Endsley & Jones, 2025).

3.2. Evrensel Tasarım İlkeleri

Evrensel tasarım kavramı, ilk olarak Mace (1998) tarafından ortaya atılmış ve herkes tarafından, herhangi bir uyarlamaya gerek kalmadan kullanılabilen tasarımlar geliştirmeyi amaçlamıştır. Evrensel tasarım, engelli bireyleri hedef alan özel çözümlerden ziyade, tasarımın en başından itibaren tüm kullanıcı çeşitliliğini dikkate alan kapsayıcı bir yaklaşımdır. Connell ve arkadaşları (1997) evrensel tasarımın temel ilkelerini şu şekilde sıralamıştır: Eşit ve adil kullanım, kullanımda esneklik, basit ve sezgisel kullanım, algılanabilir bilgi, hata için tolerans, düşük fiziksel çaba, yaklaşım ve kullanım için uygun alan ve boyut.

Evrensel Tasarım İlkelerinin üç temel prensibi şunlardır:

- İçeriği farklı şekillerde sunmak için birden fazla temsil aracı sağlamak,
- Öğrencilerin bilgilerini nasıl gösterebileceklerini farklılaştırmak için birden fazla eylem ve ifade aracı sağlamak ve
- Öğrenmeye yönelik motivasyonu ve ilgiyi teşvik etmek için birden fazla katılım aracı sağlamak.

Bu prensipleri uygulayarak, eğitimciler engelleri azaltan ve tüm öğrencilere öğrenme ve başarılı olma konusunda eşit fırsatlar sunan esnek öğrenme deneyimleri tasarlayabilirler.

Öğrenme için evrensel tasarım, eğitim ortamlarında kullanılan çeşitli teknolojileri, öğrenme-öğretme yaklaşımlarını ve birtakım etkileşimleri kapsar. Tasarlanan ve geliştirilen bir sistemi kullanabilecek bütün kullanıcıları kapsayan bir ortam oluşturmakla ilgili bir kavramdır. Bu tasarım başarılı bir şekilde uygulansa bile, bireysel öğrenci ihtiyaçlarına uyum sağlaması zor olabilir. Bu gibi durumlarda, çeşitli dijital teknolojiler işe koşularak bu zorluk aşılabılır ve öğrencilerin ihtiyaçları karşılanabilir (Rose vd., 2005).

4. Kullanılabilirlik Analizi ve Göz İzleme Teknolojisi

Eğitim alanında geliştirilen bir sistemin veya materyalin etkililiğinin kullanıcı odaklı biçimde değerlendirilmesinde kullanılabilirlik çalışmaları önemli bir yer tutmaktadır. Bu tür çalışmalar, sistemin ya da materyalin kullanıcılar tarafından ne ölçüde etkili, verimli ve memnuniyetle kullanılabildiğini ortaya koymaktadır. Alanda farklı yöntemler ve teknolojiler kullanılarak kullanılabilirlik değerlendirmesi daha somut, gerçekçi ve gözlenebilir biçimde gerçekleştirilebilmektedir. Bir diğer ifadeyle,

kullanılabilirliğin değerlendirilmesinde görev tabanlı ölçümler, görüşmeler, uzman değerlendirmeleri, sezgisel yaklaşım, sesli düşünme yöntemi, anketler, ölçekler, bilişsel ve fizyolojik ölçümlere dayalı yöntemler kullanılabilir (Yeniad, Mazman, Tüzün & Akbal, 2011). Burada seçimi belirleyen temel unsurlar araştırmanın yapılma gerekçesi, mevcut olanaklar ve çalışma grubu olarak belirtilebilir. Bu yöntemlerin üstün ve zayıf oldukları yönleri vardır.

Görev tabanlı ölçümler, kullanıcıların belirli görevleri ne kadar sürede tamamladıkları, yaptıkları hata sayısı ve başarı oranları gibi nicel verilere dayalı olarak sistemin işlevsellik düzeyini incelemeye olanak tanır. Örneğin, Herkioloğlu vd. (2018), tren yolcu bilet sistemi yazılımının kullanılabilirliğini değerlendirdikleri çalışmalarında katılımcılara çeşitli görevler vererek bu süreci test etmişlerdir. Kullanıcıların görev tamamlama süreleri, başarı durumları ve verimlilik performansları incelenerek sistemin kullanılabilirlik düzeyi belirlenmiştir. Bu yöntem, sistemin performansına ilişkin nesnel ve ölçülebilir sonuçlar sunarken, kullanıcıların görev sürecindeki duygusal deneyimleri veya algısal değerlendirmeleri hakkında sınırlı bilgi sağlar. Bu nedenle görev tabanlı ölçümlerin yanı sıra bireysel veya odak grup görüşmeleri ya da sesli düşünme tekniği gibi nitel yöntemlerle desteklenmesi önerilmektedir.

Nitekim, Akın ve Usluel (2020) tarafından yapılan bir çalışmada özel gereksinimli çocuklar için geliştirilen elektronik performans destek sisteminin kullanılabilirliği, görev tabanlı ölçümlere ek olarak görüşmeler, video ve ses kayıtları aracılığıyla değerlendirilmiştir. Benzer şekilde, Tanışık (2024) da üniversite web sitesinin kullanılabilirliğini anket, gözlem ve sesli düşünme tekniklerini birlikte kullanarak incelemiştir. Bu tür karma yöntemlerin kullanılması, sistemin kullanılabilirliğini oluşturan etkililik, verimlilik ve memnuniyet boyutlarına ilişkin daha kapsamlı ve derinlemesine veriler elde edilmesini sağlar. Ancak, anket ve ölçekler gibi öznel yöntemler de katılımcı beyanına dayalı sınırlılıklar, sesli düşünme tekniğinde ise doğal kullanıcı davranışlarının değişmesi gibi durumlar değerlendirmelerin doğruluğunu etkileyebilmektedir. Bu tür sorunlara yönelik karma bir sistemle sürecin bilişsel veya fizyolojik ölçümleri de barındıran bir sistemle yürütülmesi önerilebilir. Bu noktada göz izleme, beyin görüntüleme, artırılmış ve sanal gerçeklik entegreli sistemlerden bahsedilebilir.

Göz izleme (eye-tracking) teknolojisi, insan davranışlarını, bilişsel süreçleri ve karar verme mekanizmalarını bireyin öznel beyanına bağlı kalmadan, anlık olarak derinlemesine incelemeye ve çok yönlü analizler yapmaya imkân tanıyan yenilikçi bir teknolojidir (Saygıner, 2025). Bu teknoloji sayesinde kullanıcı bir görevi yerine getirirken nereye, ne kadar süreyle, kaç kez ve

hangi görsel rotayı izleyerek baktığına ilişkin sayısal ve görsel veriler elde edilebilmektedir. Göz, saniyede ortalama 3–4 kez bir noktadan diğerine atlama (sakkad) hareketi yapmaktadır (Senduran, 2019). Örneğin, bir görsel incelenirken gözüün belirli bir noktada sabit kalması, o alana odaklanıldığını (fixation) göstermektedir.

Odaklanma sayısı ve süresi, bireyin ilgili bölgede dikkatini çeken bir unsur bulunduğuna ya da o alanın daha fazla bilişsel işlem gerektirdiğine işaret edebilir. Dolayısıyla, odaklanma sayısı ve süresi; ilgili noktanın dikkat çekici ya da anlaşılmasında güçlük yaşanan bir alan olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Odaklanma süresi, tek bir sabit bakışın süresi olarak incelenebileceği gibi, aynı noktaya yapılan birden fazla odaklanmanın toplam süresi biçiminde de değerlendirilebilir. Ancak bu tür değerlendirmelerin diğer göz izleme metrikleriyle birlikte ele alınması gerekmektedir.

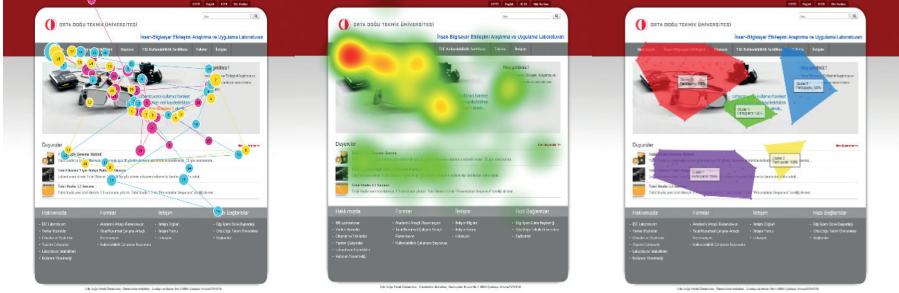
Bir diğer metrik olan sıçrama (saccade), göz bebeğinin bir noktadan başka bir noktaya yaptığı hızlı hareketi ifade etmektedir. İlk bakılan nokta ile ikinci bakılan nokta arasındaki mesafeye bağlı olarak sıçrama genişliği hesaplanır (Tepgeç & Seferoğlu, 2019). Sıçrama genişliğinin uzun olması, dikkatin farklı bir alana yöneldiğini gösteren bir belirti olarak değerlendirilebilir. Örneğin, ekrandaki bir metni okuyan kullanıcının göz hareketlerinde kısa mesafeli sıçramalar görülmesi beklenir.

Odaklanma ve sıçrama verilerine birlikte bakıldığında ise izlenen yol yani kişinin bakış haritası belirlenebilmektedir (Baş & Tüzün, 2014). Bakış haritası, kullanıcıların gezinimlerinin (odaklanma ve sıçrama) bireysel veya grup olarak bir arada verilebildiği görsel verilerdir. Bu veriye bakılarak, ortak veya farklılıklara dair çıkarımlarda bulunulabilir.

Göz izleme araştırmalarında elde edilen görsel dikkat örüntüleri niceliksel değerler şeklinde analiz edilebildiği gibi ısı haritası, bakış haritası, kümeleme ve ilgi alanları gibi görsellere de dönüştürülebilmektedir. Şekil 1’de nereye bakıldığı, ne kadar süreyle ve nasıl bir yol izlenerek bakıldığı (A), en fazla yoğunluğun olduğu bölge (B) ve özel olarak belirlenen alanlardaki yoğunluğa (C) ilişkin görsel sunumlara yer verilmiştir.

A **B** **C**

Bakışın sırası, süresi ve yeri *Isı haritası* *Kümeleme ve ilgi alanları haritası*



Şekil 1. Göz izleme verilerinin görsel sunumu (URL 1: <https://hci.cc.metu.edu.tr/tr/goz-izleme>)

Göz izlemeye ilişkin verilerin elde edilmesinde sabit sistemler ve taşınabilir sistemler olmak üzere temelde iki yaklaşımdan söz edilebilir. Bu yaklaşımlara ilişkin bilgiler Tablo 2’de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Tablo 2. Göz izleme teknolojileri

Yaklaşım:	Teknoloji:	Açıklamalar:
Sabit sistemler	Başa sabitleme aparatlı göz izleme teknolojisi	- Verilerin doğruluk ve hassasiyetini artırmak için katılımcının baş hareketlerini kısıtlayıcı aparat kullanılır. - fMRI veya MEG gibi başı zaten sabit tutan diğer teknolojilerle birlikte kullanılabilir.
	Uzaktan göz izleme teknolojisi	- Uzaktan sistemler genellikle ekran tabanlı etkileşimler veya deneyler için kullanılmaktadır. - Genellikle uyaran alanının (örneğin sabit bir bilgisayar ekranı) altına yerleştirilmiş bir kamera ve kızılötesi kaynağından oluşmaktadır. - Katılımcı doğal ve rahatlık hissettirmekle birlikte belirli sınırlar içerisinde hareket edilmelidir.

Taşıyabilir sistemler	• Bu sistemler genellikle her iki gözü de izlediğinden, görülenleri kaydetmek için bir veya iki gözün önüne yerleştirilmiş bir kamera veya ayna kullanmaktadır. • Gerçek dünya deneylerine (otantik değerlendirmelere) olanak tanımaktadır. • EEG gibi diğer teknolojilerle birlikte kullanılabilir.
Gözlük tipi sistemler	
Sanal gerçeklik teknolojileriyle bütünleşik sistemler	• Sanal gerçeklik (VR) veya artırılmış gerçeklik (AR) cihazlarıyla bütünleşiktir. • Kullanıcılar, fare veya klavyenin bulunmadığı AR ve VR ortamlarında sezgisel bir kontrol yöntemi sağlayarak, göz hareketlerini kullanarak içerikle etkileşime girebilirler.
Web kamerasına bütünleşik sistemler	• Uzaktan ve mobil göz takibini bir araya getiren yenilikçi bir yöntemdir. • Düşük maliyetlidir. Herhangi bir ek donanıma ihtiyaç duyulmaz. • Taşıyabilir bilgisayarın web kamerası kullanılır. • Hassasiyet ve doğruluk diğerlerine kıyasla daha düşüktür.

Bu teknolojiler, ölçüm hassasiyeti ve değerlendirme olanakları açısından farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, ölçüm sırasında kullanıcının baş hareketlerini kısıtlayan sistemler, daha yüksek düzeyde hassasiyet sağlayabilir. Ancak bu tür sistemlerin yalnızca laboratuvar ortamında kullanılabilmesi ve kullanıcının doğal davranışlarını sınırlaması, kaygı ve stres düzeylerini artırabilmektedir. Benzer bir durum, web kamerasına bütünleşik sistemler için de geçerlidir. Bu sistemlerde, gözün bir noktadan diğerine yaptığı anlık hareketlerin kaydedilmesi, web kamerasının bu hareketleri yakalayabilecek hıza sahip olup olmamasına bağlıdır. Düşük çözünürlüklü veya yetersiz kare hızına sahip kamera sistemlerinde, göz hareketlerinin eş zamanlı olarak kaydedilmesi sırasında veri kayıpları yaşanabilmektedir. Dolayısıyla, tüm bu durumlar göz izleme teknolojilerinin uygulanabilirliği ve ekolojik geçerliliği açısından dikkatle değerlendirilmelidir.

Eğitim araştırmalarında bu teknolojilerin en yaygın kullanım alanlarından biri eğitsel içerikli yazılımların kullanılabilirliklerinin değerlendirilmesidir (Avcı, 2010; Bayram & Yeni, 2011; Dilmen, 2019; Tonbuloğlu, 2010). Bunun yanı sıra öğrencilerin kavram yanlışlarının veya zorlandıkları konuları belirlenmesinde (Uygun vd., 2024), öğretmen eğitimi süreçlerinin geliştirilmesinde (Sokolova vd., 2022), dikkat artırıcı öğretim tekniklerinin etkililiğinin değerlendirilmesinde (Montero Perez, 2015) ve bilişsel yük oluşturan unsurların tespitinde (Nasri vd., 2024; Saygıner vd., 2022) de kullanılmaktadır. Bu tür çalışmalar, genellikle üniversitelerde insan-bilgisayar

etkileşimi adıyla kurulan araştırma laboratuvarlarında yapılmaktadır. Bu laboratuvarlar, ilgili deneylerin sağlıklı bir biçimde gerçekleştirilebilmesi için özel olarak tasarlanmaktadır. Örneğin, bu laboratuvarlarda ses yalıtımı, ses ve video kayıt sistemleri, kontrol üniteleri, deney ve gözlem odaları, ikincil bir cihazla ölçüm için ek donanımlar (beyin görüntüleme sistemleri, deri iletkenliği, sensör tabanlı sistemler, artırılmış ve sanal gerçeklik sistemleri vb.), analiz yazılımları ile diğer teknik ekipmanlar bulunmaktadır. Bu kapsamda Türkiye’de akademik araştırmalar için kurulmuş olan bazı laboratuvarların bilgileri Tablo 3’te sunulmuştur.

Tablo 3. Türkiye’deki göz izleme laboratuvarlarına sahip üniversitelerden örnekler

Üniversite Bilgisi	Laboratuvarın Çevrimiçi Erişim Adresi	Laboratuvarda Bulunan Göz İzleme Teknolojileri
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnsan-Bilgisayar Etkileşimi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarı	https://hci.cc.metu.edu.tr/tr/goz-izleme	· Uzaktan göz izleme teknolojisi · Gözlük tipi sistemler
İstanbul Üniversitesi, İnsan Bilgisayar Etkileşimi Laboratuvarı	https://hclab.istanbul.edu.tr/tr	· Uzaktan göz izleme teknolojisi
Bartın Üniversitesi, İnsan-Bilgisayar Etkileşimi Laboratuvarı	https://dijitalyetkinlik.bartın.edu.tr/insanbilgisayar-etkilesimi-laboratuvari.html	· Uzaktan göz izleme teknolojisi · Gözlük tipi sistemler
Hacettepe Üniversitesi, Ontolab	https://ontolab.hacettepe.edu.tr	· Uzaktan göz izleme teknolojisi · Gözlük (mobil) tipi sistemler · Sanal gerçeklik sistemleri
Marmara Üniversitesi, İnsan Bilgisayar Etkileşimi Laboratuvarı	https://servetbayram.com/insan-bilgisayar-etkilesimi	· Uzaktan göz izleme teknolojisi
Gebze Teknik Üniversitesi, İnsan Bilgisayar Etkileşimi Laboratuvarı	https://www.gtu.edu.tr/kategori/1801/0/display.aspx	· Uzaktan göz izleme teknolojisi · Sanal gerçeklik sistemleri

5. Sonuç

Dijital öğrenme ortamlarının yaygınlaşması, eğitimde daha fazla teknoloji kullanımını kaçınılmaz hâle getirmiştir. Ancak bu ortamların öğrenme süreçlerine gerçek anlamda katkı sunabilmesi, yalnızca teknik altyapılarının güçlü olmasına değil; aynı zamanda kullanıcıların bu sistemlerle etkili,

verimli ve memnuniyetle etkileşim kurabilmesine bağlıdır. Bu bağlamda çalışmada ele alınan kullanılabilirlik, erişilebilirlik ve kapsayıcılık kavramları, dijital öğrenme ortamlarının niteliğini belirleyen temel bileşenler olarak öne çıkmaktadır.

Araştırma kapsamında incelenen literatür, kullanılabilirliğin erişilebilirlikten bağımsız ele alınamayacağını göstermektedir. Erişilebilirlik ilkeleri gözetimeyen bir sistem, belirli kullanıcı gruplarının dijital öğrenme süreçlerine katılımını sınırlandırmakta; bu durum da eğitimde fırsat eşitliğini zedelemektedir. Benzer şekilde yalnızca erişilebilir standartlara uygun ancak kullanıcı merkezli tasarım ilkeleriyle desteklenmeyen sistemler, kullanıcılar için karmaşık, verimsiz ve motivasyon düşürücü olabilmektedir. Bu nedenle kullanılabilirlik, erişilebilirlik ve kapsayıcılık arasında güçlü ve bütüncül bir ilişki bulunmaktadır.

Kullanıcı merkezli tasarım yaklaşımı, bu üç kavramı bir araya getiren temel bir çerçeve sunmaktadır. Kullanıcıların ihtiyaçlarının, kullanım bağlamlarının ve bireysel farklılıklarının tasarım sürecinin her aşamasında dikkate alınması; dijital öğrenme ortamlarının daha kapsayıcı ve sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır. İteratif tasarım süreçleri, kullanıcı testleri ve geri bildirimler, sistemlerin yalnızca teknik olarak değil, pedagojik açıdan da geliştirilmesine katkı sunmaktadır.

Sonuç olarak, dijital öğrenme ortamlarının tasarımında kullanılabilirlik temelli, erişilebilir ve kapsayıcı yaklaşımların benimsenmesi hem öğrenenlerin akademik başarısını hem de kullanıcı memnuniyetini artırmaktadır. Eğitim teknolojilerinin geleceği açısından, tasarım süreçlerinin insan odaklı, etik ve evrensel ilkelerle uyumlu biçimde yürütülmesi büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda çalışma, eğitimde dijital dönüşüm sürecine katkı sağlayacak kuramsal ve uygulamaya dönük bir bakış açısı sunmaktadır.

Kaynakça

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. In Bainbridge, W. *Encyclopedia of human-computer interaction*. Sage Publications.
- Akın, T., & Usluel, Y. K. (2020). Özel gereksinimli çocuklar için tasarlanan elektronik performans destek sisteminin kâğıt prototip kullanılabilirliği. *Kastamonu Education Journal*, 28(3), 1105-1123. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.3199>
- Avcı, B. (2010). Eğitsel yazılımların kullanılabilirliğinin göz izleme ve sesli düşünme metotlarıyla incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baş, T., & Tüzün, H. (2014). Tüketicileri (kullanıcıları) ve ürün kullanımlarını analiz etmek için göz izleme yönteminin kullanılması. *Tüketici Yazıları*, (IV), 217-234.
- Bayram, S., & Yeni, S. (2011). Web tabanlı eğitsel çoklu ortamların göz izleme tekniği ile kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesi. *Abi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 221-234.
- Booth, P. (1989). *An introduction to human-computer interaction*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Choi, G. W., & Seo, J.Y. (2024). Accessibility, usability, and universal design for learning: Discussion of three key LX/UX elements for inclusive learning design. *TechTrends*, 68, 936-945. <https://doi.org/10.1007/s11528-024-00987-6>
- Connell, B. R., Jones, M., Mace, R., Mueller, J., Mullick, A., Ostroff, E., Sanford, J., Steinfeld, E., Story, M., & Vanderheiden, G. (1997). *The principles of universal design*. North Carolina State University.
- Cooper, A., Reimann, R., & Cronin, D. (2007). *About face 3: The essentials of interaction design*. Wiley Publishing.
- Çağltay, K. (2011). *İnsan bilgisayar etkileşimi ve kullanılabilirlik mühendisliği: Teoriden pratiğe*. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.
- Çağltay, K. (2016). *İnsan bilgisayar etkileşimi ve eğitim teknolojileri. Öğretim teknolojilerinin temelleri: Teoriler araştırmalar eğilimler*. Pegem.
- Dilmen, K., (2019). *Blok temelli programlama yapılan web sitelerinin göz izleme tekniği ile kullanılabilirlik analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dumas, J. S., & Redish, J. C. (1993). *A practical guide to usability testing*. Norwood. Ablex.
- Edyburn, D. L. (2005). Universal design for learning. *Special Education Technology Practice*, 7(5), 16-22.

- Endsley, M. R., & Jones, D.G. (2025). *Designing for situation awareness: An approach to user-centered design*. CRC Press.
- Guillemette, R. A. (1995). *The evaluation of usability in interactive information systems*. Ablex.
- Herkiloğlu, K., Özbayramoğlu, E., Binici, P. A., Gönülalan, Z., Öktensoy, Y. E., Arısoy, V., & Yolaçan, B. (2018). *Tren yolcu bilet sisteminde bir kullanılabilirlik testi uygulaması*. https://ceur-ws.org/Vol-2201/UYMS_YTM_2018_paper_39.pdf
- IMS Global Learning Consortium (2002). *IMS guidelines for developing accessible learning applications*. IMS Global Learning Consortium.
- International Organization for Standardization (ISO) (2018). *Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts* (ISO 9241-11:2018).
- International Organization for Standardization (ISO) (2019). *ISO 9241-210: Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*. International Organization for Standardization.
- Iwarsson, S., & Stahl, A. (2003). Accessibility, usability and universal design—Positioning and definition of concepts describing person-environment relationships. *Disability and Rehabilitation*, 25(2), 57-66. <https://doi.org/10.1080/0963828021000009997>
- Jeng, J. (2005). What is usability in the context of the digital library and how can it be measured? *Information technology and libraries*, 24(2), 3.
- Jordan, P. W. (1998). *An introduction to usability*. Crc Press.
- Jordan, P. W. (2006). *An introduction to usability*. Taylor & Francis.
- Kengeri, R., Seals, C. D., Harley, H. D., Reddy, H. P., & Fox, E. A. (1999). Usability study of digital libraries: Acme, ieee-cs, ncstrl, ndltd. *International Journal on Digital Libraries*, 2(2), 157-169.
- Koca, P. P. & Özcan, H. (2025). Usability in learning management systems: A mixed-method analysis. *International Journal of Pioneering Technology and Engineering*, 4(1), 17-25.
- Mace, R. (1998). Universal design in housing. *Assistive Technology*, 10(1), 21-28. <https://doi.org/10.1080/10400435.1998.10131957>
- Montero Perez, M., Peters, E., & Desmet, P. (2015). Enhancing vocabulary learning through captioned Video: An eye-tracking study. *The Modern Language Journal*, 99(2), 308-328. <https://doi.org/10.1111/modl.12215>
- Nasri, M., Kosa, M., Chukoskie, L., Moghaddam, M., & Hartevel, C. (2024, October). *Exploring eye tracking to detect cognitive load in complex virtual reality training*. In 2024 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct, Cornell University, ABD. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct64951.2024.00022>

- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Academic Press.
- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things*. Basic Books.
- Oulanov, A., & Pajarillo, E. J. (2002). CUNY+ Web: usability study of the Web-based GUI version of the bibliographic database of the City University of New York (CUNY). *The Electronic Library*, 20(6), 481-487.
- Rose, D. H., Meyer, A., & Hitchcock, C. (2005). *The universally designed classroom: Accessible curriculum and digital technologies*. Harvard Education Press.
- Saygıner, Ş. (2025, Haziran). *Alternatif veri toplama yaklaşımlarının karşılaştırılması bir incelemesi*. VII. Uluslararası Akdeniz Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, Türkiye. <https://www.aseseng.com/wp-content/uploads/2025/07/Hatay-uni-Kitap.pdf>
- Saygıner, Ş., Balaman, F., & Tiryaki, S. H. (2022). The current trend in educational neuroscience research: A descriptive and bibliometric study. *Journal of Computer and Education Research*, 10(19), 184-201. <https://doi.org/10.18009/jcer.1002588>
- Senduran, F. (2019). Göz takip sisteminin (eye tracker) spor biliminde kullanılması: Yeni araştırmacılar için kılavuz. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 17(4), 1-13. <https://doi.org/10.33689/spormetre.528980>
- Shackel, B. (1984). The concept of usability. In B. Shackel (Ed.), *Human-computer interaction* (pp. 45-60). Elsevier.
- Shackel, B. (1991). Usability—Context, framework, definition, design and evaluation. In B. Shackel & S. Richardson (Eds.), *Human factors for informatics usability* (pp. 21-37). Cambridge University Press.
- Sokolova, L., Lemešová, M., Hlaváč, P., & Harvanová, S. (2022). Through Teachers' Eyes: An Eye-Tracking Study of Classroom Interactions. *Journal of Contemporary Educational Studies/Sodobna Pedagogika*, 73(4), 127-145. <https://www.sodobna-pedagogika.net/en/archive/load-article/?id=2127>
- Tanışık, S. (2024). Üniversite web sitelerinin kullanılabilirlik sorunları üzerine bir araştırma: Başkent Üniversitesi örneği. *Bilim Eğitim Sanat ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), 22-43. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bestdergi/issue/83266/1382025>
- Tepgeç, M., & Seferoğlu, S. S. (2019, Haziran). *Öğrenme-öğretme süreçlerinin değerlendirilmesinde göz izleme yönteminin kullanımıyla ilgili bir içerik analizi çalışması*. XIII. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi, Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- Tonbuloğlu, İ. (2010). *Göz izleme ve video kaydı yöntemleri ile ilköğretim yedinci sınıf matematik dersi öğretim yazılımlarının kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Uygun, T., Guner, P., & Simsek, I. (2024). Examining students' geometrical misconceptions by eye tracking. *International Journal of Mathe-*

matical Education in Science and Technology, 55(1), 68-93. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2101954>

World Wide Web Consortium (W3C). (2008). *Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.0. Web accessibility initiative*. <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>

Yeniad, M., Mazman, S. G., Tüzün, H., & Akbal, S. (2011). Bir bölüm web sitesinin otantik görevler ve göz izleme yöntemi aracılığıyla kullanılabilirlik değerlendirmesi. *Abi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 147-173. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1492405>