

**EDİTÖR**

*Prof. Dr. Nezih ÖNAL*

**BİLGİSAYAR  
VE ÖĞRETİM  
TEKNOLOJİLERİ**

*Alanında Araştırmalar ve Değerlendirmeler*

**MART  
2025**

**İmtiyaz Sahibi • Yaşar Hız**  
**Genel Yayın Yönetmeni • Eda Altunel**  
**Yayına Hazırlayan • Gece Kitaplığı**  
**Editör • Prof. Dr. Nezh ÖNAL**

**Birinci Basım • Mart 2025 / ANKARA**

**ISBN • 978-625-388-256-3**

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.  
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan  
hiçbir yolla çoğaltılamaz.

**Gece Kitaplığı**

**Adres:** Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak Ümit Apt  
**No:** 22/A Çankaya/ANKARA Tel: 0312 384 80 40

[www.gecekitapligi.com](http://www.gecekitapligi.com)  
[gecekitapligi@gmail.com](mailto:gecekitapligi@gmail.com)

**Baskı & Cilt**  
Bizim Buro  
**Sertifika No:** 42488

**Bilgisayar ve Öğretim  
Teknolojileri Alanında  
Araştırmalar ve  
Değerlendirmeler**

**Mart 2025**

Editör:  
Prof. Dr. Nezih ÖNAL



# İÇİNDEKİLER

## BÖLÜM 1

### EĞİTİMDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ UYGULAMALARIN KULLANIM ALANLARI

*Mustafa AKSOĞAN* .....1

## BÖLÜM 2

### SPSS İLE ADIM ADIM LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ UYGULAMA VE RAPORLAMA

*Kürşat ARSLAN* .....23



# BÖLÜM 1

## EĞİTİMDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ UYGULAMALARIN KULLANIM ALANLARI

*Mustafa AKSOĞAN<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Akçadağ MYO, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Orcid: 0000-0002-6826-3902

## GİRİŞ

Eğitim, bireylerin bilgi, beceri ve değerlerle donatılarak topluma katkı sağlayacak bireyler haline gelmesini amaçlayan karmaşık bir süreçtir (Brighthouse, 2024). Tarih boyunca eğitim yöntemleri, dönemin teknolojik, ekonomik ve toplumsal koşullarına göre değişiklik göstermiştir. Sanayi Devrimi ile birlikte başlayan modernleşme süreci, eğitimi daha sistematik hale getirirken, dijital çağın başlangıcı, eğitimin doğasını kökten değiştiren yeni araç ve yöntemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Depaepe, 2013). Bu dönüşümün son halkası ise yapay zekâ teknolojilerinin eğitimde kullanımı olmuştur.

Yapay zeka, bilgisayarların veya dijital sistemlerin insan benzeri düşünme, öğrenme ve problem çözme yeteneklerini kazanmasını sağlayan bir teknoloji alanıdır (Jiang vd., 2022). Eğitimde yapay zekâ kullanımı, hem öğrencilerin öğrenme süreçlerini hem de öğretmenlerin eğitim stratejilerini daha etkili hale getirme potansiyeline sahiptir. Örneğin, öğrenme süreçlerinin bireyselleştirilmesi, öğrencilerin özel ihtiyaçlarının daha etkin bir şekilde karşılanması sağlarken (Chen, Chen ve Lin, 2020), sınavların değerlendirilmesi gibi öğretmenler için rutin görevlerin otomatikleştirilmesi (Mizumoto ve Eguchi, 2024), eğitime daha fazla zaman ve enerji ayırmalarına olanak tanımaktadır.

Eğitimde teknolojinin kullanımı yeni bir olgu değildir. Yazının bulunmasıyla başlayan bilgi aktarımının kayıt altına alınma süreci, matbaanın icadıyla kitlesel hale gelmiş, internetin yaygınlaşmasıyla da sınırsız bilgiye erişim mümkün olmuştur. Ancak bu teknolojik gelişmeler, daha çok bilgiye erişim odaklı değişiklikler sağlamışken, yapay zekâ, öğrenme ve öğretim süreçlerinin özüne doğrudan etki eden bir dönüşüm sunmaktadır. Yapay zekâ, eğitimin daha erişilebilir, kişiselleştirilebilir ve etkili hale gelmesine katkıda bulunurken, öğrenme sürecini yalnızca bilgi aktarımından çıkarıp, deneyimsel ve uygulamalı bir yapıya dönüştürmektedir (Huang, Saleh ve Liu, 2021).

Yapay zekanın eğitimdeki etkisi hem mikro düzeyde hem de makro düzeyde kendini göstermektedir. Mikro düzeyde, adaptif öğrenme platformları, öğrencilerin bireysel hızlarına ve ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş içerikler sunarak öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirmektedir (Hwang vd., 2020). Makro düzeyde ise yapay zeka, büyük veri analitiği sayesinde eğitim politikalarını yönlendiren karar alıcılara kapsamlı içgörüler sunmakta, eğitime yönelik daha stratejik ve etkili çözümler geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Hwang vd., 2020; Knox, 2020). Örneğin, yapay zekâ tabanlı öğrenme platformları, her öğrencinin öğrenme geçmişini ve davranışlarını analiz ederek, öğrenme güçlüklerini tespit etmekte ve bu doğrultuda önerilerde bulunmaktadır (Walter, 2024). Bu sistemler, yal-



nızca öğrencilerin performanslarını arttırmakla kalmayıp, aynı zamanda eğitimde fırsat eşitliği sağlama noktasında da önemli bir rol oynamaktadır (Kürüm, 2023).

Eğitimde yapay zekanın stratejik potansiyeli, yalnızca mevcut öğrenme yöntemlerini optimize etmekle sınırlı değildir. Aynı zamanda, eğitim süreçlerinin kökten yeniden tasarlanmasına da olanak tanır. Örneğin, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojileriyle birleştirilen yapay zekâ, öğrencilerin soyut kavramları somut deneyimlere dönüştürmelerini sağlamaktadır (Christou, 2010). Benzer şekilde, dil öğreniminde kullanılan sohbet robotları ve dijital asistanlar, öğrencilerin bağımsız öğrenme yeteneklerini geliştirerek öğretmenlerin üzerindeki yükü hafifletmektedir (Oranga, 2023).

Ancak, bu yeniliklerin hayata geçirilmesi, eğitimde teknolojiye erişim imkanının olmaması, veri gizliliği, öğretmen öğrenci arası iletişimin azalması ve etik gibi önemli meseleleri de gündeme getirmektedir (Arsen'eva vd., 2024; Bobro, 2024; Rakap, 2024). Bu nedenle, yapay zekanın eğitimdeki kullanımı, yalnızca teknik bir yenilik değil, aynı zamanda toplumsal, etik ve pedagojik bir dönüşüm olarak ele alınmalıdır.

Bu bölüm, yapay zekânın eğitim alanındaki çeşitli uygulamalarını inceleyerek hem mevcut durumu analiz etmeyi hem de geleceğe yönelik öngörüler sunmakla birlikte eğitimde yapay zekâ kullanılmasında dikkat edilmesi gereken hususları açıklamayı amaçlamaktadır. İlk olarak, yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme, akıllı içerik üretimi ve değerlendirme süreçleri gibi temel işlevler ele alınacak; ardından örnek uygulamalar üzerinden bu teknolojilerin eğitim sistemine katkıları değerlendirilecektir. Bölümün sonunda ise, yapay zekanın eğitimde kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar tartışılacaktır.

## KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRENME ORTAMLARI

Geleneksel eğitim sistemi, son yıllarda öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarını karşılama noktasında yetersiz kalabilmesi nedeniyle eleştirilmekte ve küresel eğitim sistemleri daha kişiselleştirilmiş, öğrenci merkezli bir yaklaşıma yönelmektedir (Bhutoria, 2022). Bu bağlamda öğretimin öğrencilere bireysel ve sistematik olarak uyarlanması konusu uzun süredir üzerinde çalışılan bir amaç haline gelmiştir (Tetzlaff, Schmiedek ve Brod, 2021). Bu amaç doğrultusunda tasarlanan kişiselleştirilmiş öğrenme; bireyin öğrenme sürecini kendi ihtiyaçlarına, yeteneklerine, ilgi alanlarına ve hedeflerine göre düzenlemeyi amaçlayan bir eğitim yaklaşımıdır (Zheng, 2022). Bu modelde, her öğrenciye özel içerikler, yöntemler ve kendi hızında öğrenme fırsatı sunulur. Kişiselleştirilmiş öğrenme, öğrencilerin bireysel farklılıklarını ve öğrenme stillerini göz önünde bulundurarak, onla-

rın öğrenme sürecinde daha etkin ve motive olmalarını sağlar (Vattikuti, 2023).

Yapay zekâ, eğitim alanında öğrenci merkezli yaklaşımların güçlendirilmesi ve öğrenme deneyimlerinin bireyselleştirilmesi açısından önemli fırsatlar sunmaktadır. Kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları, yapay zekâ teknolojileri sayesinde her öğrencinin bireysel ihtiyaçlarına, öğrenme hızına, ilgi alanlarına, öğrenme geçmişine ve tercihlerine göre uyarlanabilmektir (Chen, 2024). Yapay zekâ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme ortamlarında üç temel bileşen vardır:

- **Adaptif öğrenme sistemleri:** Adaptif eğitim, öğrenme sürecinin her öğrenci için farklı olduğu gerçeği göz önünde bulundurularak oluşturulan sistemlerdir (Colchester vd., 2016). Bu sistemler, öğrencilerin öğrenme süreçlerini izleyerek onların ihtiyaçlarına göre içerik ve yöntemleri uygulamaktadır. Öğrencilerin performans verilerini analiz eden yapay zekâ algoritmaları, zorluk seviyesini ve öğrenme materyallerini dinamik olarak ayarlayarak etkili bir öğrenme deneyimi sunar (Kabudi, Pappas ve Olsen, 2021). Yapay zekâ destekli adaptif öğrenme sistemleri öğrenmeyi optimize eder, öğrencilerin derse katılımını artırır ve akademik başarılarını yükseltir (Gligorea vd., 2023). Nitekim Wang ve Woodworth (2011) tarafından yapılan araştırmanın sonuçları, öğrencilerin matematik becerilerini sürekli değerlendirerek kişiselleştirilmiş dersler sunan Dreambox Learning platformunun kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığını göstermiştir.
- **Akıllı eğitim asistanları:** Yapay zekâ teknolojilerini kullanan ve eğitim sürecine rehberlik eden yazılım veya sistemlerdir. Bu sanal asistanlar, öğrencilere rehberlik ederek sorularını yanıtlar ve öğrenme süreçlerini destekler. Doğal dil işleme, makine öğrenimi ve büyük veri analitiği gibi tekniklerden yararlanarak, öğrencilerle iletişime girer ve öğrenme süreçlerini daha etkili bir hale getirebilir (Sajja vd., 2024). Akıllı asistanların, öğrencilerin sorularına öğrencilerin geçmiş deneyimlerinden faydalanarak onların kendi hız ve bilgi seviyesine göre anında cevap verme, öğrencilerin performanslarını analiz ederek güçlü ve zayıf noktalarını ortaya çıkarma, öğrencilere görevlerini tamamlamada yardımcı olma ve onlara uygun çalışma programları önerme, sürekli erişim imkanına sahip olma ve iş yükünü hafifletme gibi pek çok avantajı vardır (Fernoaga vd., 2018; Abdelhamid ve Katz, 2020; Sajja vd., 2023; Mitra ve Mohanty, 2024). Duolingo, 2012 yılında faaliyete geçen, dil öğrenimi sürecinde yapay zekâ ve veri analizi teknolojilerinden yararlanarak kullanıcıların öğrenme stillerine göre özelleştirilmiş eğitim sunan akıllı eğitim asistanı uygulamasıdır (Teske, 2017).

- **Geri bildirim mekanizmaları:** Yapay zekâ, büyük veri analitiği kullanarak öğrencilerin öğrenme davranışlarını ve performanslarını izler. Bu sayede, öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini belirlenerek anında geri bildirim sağlanabilir ve öğrenme stratejileri optimize edilebilir (Zhang vd., 2021). Örneğin, Edmentum platformu, yapay zekâ desteğiyle öğretmenlerin öğrenme yaklaşımlarını değiştirmelerine ve her öğrencinin ihtiyaçlarına göre ders taslaklarını oluşturmalarına yardımcı olarak kişiselleştirilmiş öğrenmeyi desteklemektedir (Hunt, 2022).

Yapay zekâ, ders notları, kısa sınavlar, özetler ve hatta eğitim videoları gibi içerikleri otomatik olarak üretebilmektedir. Bu durum öğretmenlerin zamandan tasarruf etmelerinin yanı sıra içerik çeşitliliğinin artırılmasına da yardımcı olur. Yapay zekâ destekli içerik oluşturma araçları, her öğrenci için kişiselleştirilmiş, farklı ve uyarlanabilir etkili materyaller geliştirmesine imkân sağlayarak bilginin edinilme biçiminde devrim yaratabilme potansiyeline sahiptir (Sundari, Penthala ve Nayyar, 2024).

Yapay zeka destekli kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları, eğitimin bireyselleştirilmesi ve öğrenci başarısının artırılması açısından büyük bir potansiyele sahiptir (Maghsudi vd., 2021). Ancak bu teknolojilerin etkili bir şekilde uygulanabilmesi için öğretmenlerin ve eğitim kurumlarının yapay zekâ konusunda bilinçlenmesi ve gerekli altyapının sağlanması önemlidir. Ayrıca, veri gizliliği ve etik konularında da dikkatli olunmalıdır. Gelecekte yapay zekanın eğitimdeki rolünün daha da artması ve öğrenme deneyimlerinin daha da kişiselleştirilmesi beklenmektedir (Mahmoud ve Sørensen, 2024).

## OTOMATİK DEĞERLENDİRME SİSTEMLERİ

Eğitimde değerlendirme, öğrencilerin öğrenme süreçlerini, bilgi düzeylerini, becerilerini ve performanslarını ölçmek, analiz etmek ve yorumlamak için kullanılan sistematik bir süreçtir. Bu süreç, öğrencilerin ne kadar öğrendiğini anlamanın yanı sıra, öğretim yöntemlerinin etkinliğini de değerlendirmeyi amaçlar. Eğitimde değerlendirme, sadece not vermekle sınırlı olmayıp, aynı zamanda öğrencilerin gelişimini desteklemek ve öğrenme süreçlerini iyileştirmek için de kullanılır.

Eğitimde; öğrencilerin başlangıçtaki bilgi düzeyini ve öğrenme ihtiyaçlarını belirlemek için tanılayıcı değerlendirme (Delgado, Delgado ve Quiroz, 2019), öğrenme süreci devam ederken geri bildirim sağlamak ve öğrencilerin gelişimini izlemek için biçimlendirici değerlendirme (Cowie ve Bell, 2010), öğrenme sürecinin sonunda öğrencilerin ne kadar öğrendiğini ölçmek için sonuç değerlendirme (Kibble, 2017), öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini değerlendirmeleri için öz değerlendirme

(Brown, Andrade ve Chen, 2013), öğrencilerin birbirlerinin çalışmalarını değerlendirmesi için ise akran değerlendirmesi (Speyer vd., 2011) gibi farklı değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır. Eğitimde değerlendirme önemli bir süreçtir ve etkili bir değerlendirmenin avantajları şu şekilde açıklanabilir (Nagy, 2000; Shepard, 2000; McDonald, 2004; Tosuncuoglu, 2018; Wilson, 2018):

- Öğrencilerin bilgi ve becerilerindeki ilerlemeyi takip ederek, öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesini sağlar.
- Öğrencilere ve öğretmenlere, öğrenme sürecinin etkililiği hakkında geri bildirim verir. Bu, öğrencilerin eksiklerini gidermelerine yardımcı olur.
- Değerlendirme sonuçları, öğretmenlerin öğretim stratejilerini gözden geçirmelerine ve ihtiyaç halinde bu stratejileri iyileştirmelerine olanak tanır.
- Eğitim programlarının ve öğrenme hedeflerinin ne kadar başarılı olduğunu ölçer.
- Düzenli değerlendirmeler, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılımlarını teşvik eder.
- Değerlendirme sonuçları, öğrencilerin gelecekteki öğrenme hedeflerini belirlemelerine yardımcı olur.

Eğitimde değerlendirme, kritik bir süreçtir ve bu süreç birçok zorluk içermektedir. Değerlendirmenin nesneliliği, güvenilirliği ve geçerliği gibi ölçütlerin sağlanması, öğrenci farklılıklarının dikkate alınması ve uygun ölçme araçlarının seçimi gibi faktörler, değerlendirme süreçlerini karmaşık hale getirebilmektedir. Bunların yanında değerlendirme öğretmenler için sıkıcı, yorucu ve zaman alıcı bir görevdir.

Gelişen teknoloji ile birlikte eğitimde değerlendirme süreçleri dijitalleşmekte ve yapay zekâ destekli otomatik değerlendirme sistemleri yaygınlaşmaktadır. Bu sistemler, öğrenci performansını daha hızlı, nesnel ve kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için geliştirilmiştir. Yapay zeka, makine öğrenimi, doğal dil işleme ve büyük veri analitiği gibi teknolojilerden yararlanarak çoktan seçmeli testlerden açık uçlu yazılı sınavlara kadar çeşitli değerlendirme türlerinde kullanılabilir (Hahn vd., 2021; Karasz ve Takacs, 2023).

Yapay zekâ destekli değerlendirme sistemleri, geleneksel değerlendirme yöntemlerine göre birçok avantaj sunmaktadır. Bu sistemler, geniş ölçekli sınavların değerlendirilmesini kısa sürede gerçekleştirebilir. Özellikle açık uçlu soruların geleneksel olarak puanlanması sıkıcı ve zaman alıcı iken yapay zeka bu süreci büyük ölçüde hızlandırır (Gao vd., 2024).

Bunun yanında insan değerlendiriciler, kişisel önyargılar veya dikkat dağınıklığı gibi nedenlerle tutarsız puanlama yapabilirken, yapay zeka aynı kriterleri her öğrenciye eşit şekilde uygulayarak değerlendirme sürecinin nesnellliğini arttırır (de Souza vd., 2014). Ayrıca yapay zekâ, geleneksel sınavların yanı sıra video analizi, sesli yanıtlar ve interaktif ödevler gibi farklı değerlendirme türlerini destekleyebilir.

Günümüzde yapay zekâ destekli değerlendirme sistemleri kullanılmakta ve gün geçtikçe de yaygınlaşmaya devam etmektedir. Örneğin ArTEMIS uygulaması, bilgisayar programlama dersinde öğrencilerin kodlama başarılarını otomatik olarak değerlendirmek için geliştirilmiştir. Bu uygulamada otomatik değerlendirmenin yanında, programlama dilinden bağımsız bir şekilde kod düzeltme özelliği de bulunmaktadır (Krusche ve Seitz, 2018). Gradecope platformu yaklaşık 200 eğitim kurumunda 10 milyondan fazla sayfayı notlandıran otomatik bir değerlendirme sistemidir. Bu sistem el yazısı ödevlerin değerlendirilmesi için tasarlanmıştır. Sistemin kullanılması değerlendirme sürecinde tutarlılığın yanında zamandan büyük ölçüde tasarruf edilmesini de sağlamaktadır (Singh vd., 2017). ETS e-rater uygulaması TOEFL gibi sınavlarda kullanılan, yazılı kompozisyonları doğal dil işleme teknikleri ile analiz ederek otomatik olarak değerlendirmektedir (Ramineni vd., 2012). LeetCode uygulaması kullanıcıların farklı programlama dillerindeki becerilerini test eden ve anında geri bildirim veren etkileşimli bir platformdur (Akshayaa, Fida Amber ve Arjun, 2024). Grammarly ise, öğrenci cevaplarının yazım hatalarını ve dilbilgisini analiz eden bir uygulamadır (Dembsey, 2017).

Eğitimde otomatik değerlendirme sistemlerinin yanı sıra otomatik ölçme sistemleri de kullanılmaktadır. Örneğin GRE ve GMAT gibi uyarlanabilir test uygulamaları öğrencilerin önceki cevaplarına göre soruların zorluk seviyeleri belirleyen sistemlerdir (Zhuang vd., 2023). ALEKS ise ABD’de yaygın olarak kullanılan ve geleneksel sınıf öğretimi kadar etkili olan bir çevrimiçi akıllı ders sistemidir (Fang vd., 2017).

Yapay zekâ destekli otomatik değerlendirme sistemleri, eğitimde verimliliği arttırmak ve değerlendirme süreçlerini nesnelleştirmek açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak bu sistemlerin, adil, güvenilir ve etik bir şekilde uygulanması için dikkatli bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Eğitimde teknolojinin rolü arttıkça, yapay zekâ destekli değerlendirme araçlarının öğretmenleri destekleyen ve öğrencilerin gelişimini teşvik eden bir araç olarak kullanılması önem kazanmaktadır. Yapay zekâ destekli otomatik değerlendirme sistemlerinin gelecekte eğitimde daha yaygın bir şekilde kullanılması ve her ne kadar günümüzde otomatik değerlendirme sistemlerinin bu süreçte tamamen insan değerlendiricilerin yerini alması mümkün gözükme de daha gelişmiş ve güvenilir sistemlerin ortaya çıkması beklenmektedir.

## OTOMATİK GERİ BİLDİRİM SİSTEMLERİ

Eğitimde geri bildirim, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde performanslarını değerlendirmek, gelişimlerini desteklemek ve eksikliklerini gidermek amacıyla verilen bilgilendirici ve yapıcı yanıtlardır (Langer, 2011). Geri bildirim, öğretmenler, akranlar veya öğrencinin kendisi tarafından sağlanabilir. Eğitimde geri bildirim faydaları şunlardır (Hattie ve Timperley, 2007; Värlander, 2008; Schartel, 2012; Tricomi ve DePasque, 2016; Lichtenberger-Majzikné ve Fischer, 2017; Kourgiantakis, Sewell ve Bogo, 2019; Carless, 2020):

- Öğrencilerin hangi alanlarda başarılı olduklarını ve hangi konularda gelişmeye ihtiyaç duyduklarını anlamalarına yardımcı olur. Öğrenme hedeflerine ulaşmak için ne yapmaları gerektiği konusunda rehberlik sağlar.
- Olumlu geri bildirim, öğrencilerin özgüvenini artırır ve öğrenmeye karşı motivasyonlarını yükseltir. Yapıcı eleştiriler, öğrencilerin kendilerini geliştirme konusunda teşvik eder.
- Öğrencilerin hatalarını fark etmelerini ve bu hataları düzeltmek için adımlar atmalarını sağlar. Öğrenme sürecindeki yanlış anlamaları veya eksik bilgileri düzeltme fırsatı sunar.
- Düzenli geri bildirim alan öğrenciler, zamanla kendi performanslarını değerlendirme ve kendi öğrenme süreçlerini yönetme becerisi kazanır. Bu, öğrencilerin özerk ve sorumluluk sahibi bireyler olmalarını destekler.
- Öğretmenler ve öğrenciler arasında açık ve etkili bir iletişim kurulmasını sağlar. Öğrenciler, öğretmenlerinin kendileriyle ilgilendiğini ve gelişimlerini önemseydiğini hisseder.
- Akran geri bildirimi, öğrencilerin birbirlerinden öğrenmelerini ve farklı bakış açıları kazanmalarını sağlar. Bu, iş birliği ve takım çalışması becerilerini de geliştirir.
- Öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına ve öğrenme stillerine göre uygun şekilde öğrenme sürecini kişiselleştirme imkânı sunar. Bu, her öğrencinin kendi hızında ilerlemesine olanak tanır.
- Öğrencilerin kısa ve uzun vadeli hedefler belirlemesine yardımcı olur. Bu hedefler, öğrencilerin odaklanmalarını ve çabalarını yönlendirmelerini sağlar.
- Öğrencilerin sürekli olarak kendilerini geliştirmelerini ve öğrenme sürecinde aktif kalmalarını sağlar. Bu, yaşam boyu öğrenme alışkanlığı kazandırır.

- Öğrencilerin nasıl değerlendirildiklerini anlamalarını sağlar. Bu, adil ve şeffaf bir değerlendirme süreci oluşturur.

Etkili bir geri bildirim için, bildirimler öğrenme sürecinin hemen ardından verilmeli, genel ifadeler yerine, somut örnekler ve açıklamalar içermeli, eleştiriler öğrencinin gelişimine odaklanmalı ve olumlu bir dil kullanılmalı, öğrencilerin geri bildirimleri nasıl uygulayacaklarına dair net adımlar içermelidir (Wiggins, 2012).

Öğrencilerin akademik ve kişisel gelişimlerini destekleyen, öğrenme sürecini zenginleştiren ve etkili bir iletişim aracı olan geri bildirimler günümüz teknolojileri sayesinde yapay zeka destekli sistemler ile verilebilmektedir (Deeva vd., 2021). Bu sistemler, makine öğrenmesi, doğal dil işleme, veri analizi ve diğer yapay zekâ tekniklerini kullanarak öğrencilere kişiselleştirilmiş, hızlı ve etkili geri bildirimler sunmaktadır. Yapay zekâ geri bildirim sistemleri geleneksel yöntemlere kıyasla, çok daha büyük miktardaki veriyi analiz ederek öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerini daha hızlı ve doğru şekilde belirleyerek kişiye özgü geri bildirimleri anında sağlayabilmektedir (Trevor, 2011). Ayrıca çoklu dil desteği sayesinde yapay zekâ destekli geri bildirim sistemleri farklı dillerde geri bildirimler sağlama özelliğine sahiptir.

## SANAL ÖĞRETMENLER ve SOHBET BOTLARI

Dijitalleşmenin artmasıyla birlikte yapay zekâ tabanlı öğretim sistemlerinin eğitim alanında yaptığı dönüşümlerden bir tanesi de öğrencilere 7/24 destek sunarak bireysel öğrenme süreçlerini geliştiren ve öğretmenlerin iş yükünü hafifleten sanal öğretmenler ve sohbet botlarıdır (Salem ve Shaalan, 2024). Sanal öğretmenler öğrencinin seviyesine ve öğrenme hızına göre içerikler sunarken, sohbet botları ise öğrencilerin sorularına anında cevap vererek öğrenme süreçlerini hızlandırmaktadır.

Sanal öğretmenler, yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmalarıyla çalışan, öğrencilerin akademik başarılarını arttırmayı amaçlayan sanal eğitimciler olarak tanımlanabilir. Bu sistemler, öğrenci performansını analiz ederek kişiselleştirilmiş öğrenme planları oluşturabilir. Örneğin Khan Academy AI Tutor uygulaması, öğrencilere kendi ilerleme seviyelerine göre uyarlanmış ders içerikleri sunmaktadır (Niederman, 2024). Squirrel AI, yapay zekâ tabanlı bir öğretmen olup öğrencilerin eksik bilgilerini analiz ederek onlara önerilerde bulunur (Stratigi, Pitoura ve Stefanidis, 2023). Carnegie Learning MATHia ise Matematik eğitiminde öğrencilere rehberlik eden sanal öğretmen sistemidir (Almoubayyed vd., 2023).

Sohbet botları ise, öğrenci sorularına anında cevap verebilen, doğal dil işleme algoritmalarını kullanan ve sürekli öğrenmeye olanak sağlayan

yapay zekâ tabanlı sistemlerdir (Smutny ve Schreiberova, 2020). Sohbet botları tam anlamıyla öğretmenlerin yerine alması da öğrencilerin öğrenme süreçlerine destek olarak eğitimi daha erişilebilir hale getirmektedir. Örneğin Duolingo AI Chatbot kullanıcılarla etkileşime girerek dil öğreniminde konuşma pratiği yapma fırsatı sunarken, ChatGPT insanların bilgiye hızlı bir şekilde erişimlerine olanak sağlar (Liu, 2024). Socratic by Google, öğrencilerin matematik ve fen sorularına detaylı yanıtlar vererek öğrenmelerine yardımcı olur (Pratama ve Harahap, 2021). Moodle Chatbot ise çevrimiçi eğitim platformlarında öğrencilere rehberlik eden bir sohbet robotudur (Motta, 2019).

Sanal öğretmenler ve sohbet botlarının avantajları şunlardır (Hien vd., 2018; Dimitriadis, 2020; Pérez, Daradoumis ve Marquès Puig, 2020; Ilieva vd., 2023; Kooli, 2023; Labadze, Grigolia ve Machaidze, 2023):

- Öğrenci seviyesine göre farklı dillerde içerik sunarak öğrenme sürecini kişiselleştirir.
- Öğrencilere günün her saatinde erişim imkânı sunarak öğrenme sürecini hızlandırır.
- Öğretmenlerin tekrar eden görevlerini devralarak daha verimli bir eğitim ortamı oluşturur.
- Öğrencilerin yanlışlarını hızlıca analiz ederek düzeltmelerine yardımcı olur.
- Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kaliteli eğitime erişilebilirliği artırarak eğitimde fırsat eşitliğini sağlar.
- Kurumların mevcut hizmetlerini iyileştirmelerini ve işgücü maliyetlerini düşürmelerini sağlar.

Bunların yanı sıra sanal öğretmenler ve sohbet botlarının bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Bu sınırlılıklar şunlardır (Okonkwo ve Ade-Ibijola, 2021; Rathore, 2022; Al Husaeni vd., 2024; Gökçearslan, Tosun ve Erdemir, 2024; Liu, 2024):

- Duygusal destek ve pedagojik esneklik açısından insan öğretmenler gibi etkili değildir.
- Algoritmalar yanlış veya taraflı sonuçlar üretebilir.
- Derin analiz gerektiren akademik sorulara yanıt vermekte yüzeysel ve yetersiz kalabilir.
- Öğrenci verilerinin güvenliği konusunda riskler taşıyabilir.
- Yüksek internet erişimi gerektirdiği için her öğrenciye ulaşamayabilir.



Sanal öğretmenler ve sohbet botları, eğitimde yapay zekanın sunduğu yenilikçi çözümlerden biridir ve bu teknolojilerin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı bilinmektedir (Essel vd., 2022). Günümüzde hala bazı sınırlılıkları olsa da teknolojinin gelişmesiyle birlikte bu sistemlerin daha akıllı, duyarlı ve etkili hale gelmesi beklenmektedir. Bu teknolojilerin öğretmenlerin yerine tamamen alması beklenme de eğitim süreçlerini destekleyen ve öğrenmeyi daha verimli hale getiren araçlar olarak önemli bir rol oynayacakları düşünülmektedir.

## **EĞİTİMDE YAPAY ZEKÂ KULLANIMINA İLİŞKİN DİKKAT EDİLMESİ GEREKENLER**

Yapay zekâ eğitimde yukarıda belirtilen geniş bir yelpazede fırsatlar sunmaktadır. Ancak, bu teknolojinin etkili ve etik bir şekilde kullanılması için dikkat edilmesi gereken çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu nedenle yapay zekanın eğitimde nasıl, hangi sınırlar içinde ve ne amaçla kullanılacağına dikkatlice ele alınması gerekmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin öğrenme sürecini destekleyen ancak insan merkezli öğretimi ikinci plana atmayan sistemlerin tasarlanması gerekmektedir. Yapay zekanın eğitimde etkili bir şekilde kullanılması için pedagojik, etik ve teknik faktörlere dengeli bir şekilde dikkat edilmelidir.

Pedagojik açıdan dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır (Yue, Siu-Yung Jong ve Dai, 2022; Díaz ve Nussbaum, 2024; Obidovna, 2024):

- Yapay zekâ destekli sistemler, öğrencilere bireyselleştirilmiş öğrenme fırsatları sunarak onların kendi hızında öğrenmelerine olanak sağlasa da, aşırı otomatikleştirilmiş eğitim sistemleri, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme ve sosyal etkileşim gibi becerilerini geliştirme konusunda yetersiz kalabilir. Bu nedenle, yapay zekanın eğitimi tamamlayıcı bir araç olarak kullanılması, öğretmen-öğrenci etkileşiminin ise ön planda tutulması gerekmektedir.
- Yapay zekâ teknolojileri, öğretmenlerin ders içeriklerini uyarlamalarında ve öğrenci performansını analiz etmelerine yardımcı olsa da, öğretmenin eğitim sürecindeki yerini tamamen otomatik sistemlere bırakması, öğretimin insan merkezli doğasına zarar verebilir. Öğretmenlerin, yapay zekâ sistemlerini pedagojik amaçlar doğrultusunda etkili bir şekilde kullanabilmesi için bu teknolojiler konusunda yeterli eğitime sahip olmaları gerekmektedir.

Etik açıdan dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır (Adams vd., 2023; Nguyen vd., 2023):

- Yapay zekâ tabanlı sistemler, öğrencilere yönelik büyük miktarlardaki verileri toplar ve işler. Bu verilerin korunması, öğrencilerin mahremiyetinin ihlal edilmemesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu amaçla veri güvenliğinin sağlanması için, kişisel verilerin anonimleştirilmesi, uluslararası veri koruma yasalarına uyulması ve verilerin sadece eğitim amaçlı kullanılması gerekmektedir.
- Yapay zekâ sistemleri, geçmiş verilere dayalı kararlar aldığından, bu verilerde yer alan önyargıları da yansıtabilir. Eğitimde kullanılan yapay zekâ sistemlerinin öğrenciler arasında adil bir öğrenme ortamı sunması için, veri setlerinde ayrımcı unsurların belirlenmesi ve düzeltilmesi, algoritmaların düzenli olarak denetlenmesi ve şeffaflık politikalarının benimsenmesi gerekmektedir.

Teknik açıdan dikkat edilmesi gereken hususlar ise şunlardır (Božić, 2023):

- Dijital uçurum, bazı öğrenci gruplarının yapay zekâ tabanlı eğitim sistemlerine erişimini sınırlayabilir. Teknolojik altyapıya erişim konusundaki eşitsizlikleri gidermek için, kamu destekli projelerle düşük gelirli öğrencilerin teknolojiye erişiminin artırılması, açık kaynaklı ve düşük maliyetli çözümlerin geliştirilmesi önemlidir.

## SONUÇ

Yapay zekâ, eğitim alanında köklü bir dönüşümün kapılarını aralayan güçlü bir teknolojik gelişme olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapay zekâ, kişiselleştirilmiş öğrenme, otomatik değerlendirme sistemleri, sanal asistanlar, sohbet botları ve büyük veri analitiği gibi uygulamalar ile eğitimi daha erişilebilir, adil ve verimli hale getirme potansiyeli taşımaktadır. Yapay zekâ destekli sistemlerin eğitimde kullanılması ile birlikte öğrenciler kendi hızlarında öğrenebilir, anında geri bildirimler alabilir ve zayıf oldukları alanlarda desteklenebilirken, öğretmenler zamanlarını daha stratejik şekilde kullanarak öğrencilerle bireysel olarak ilgilenme fırsatı bulmaktadır (Harry, 2023; Tyagi, 2024).

Ancak yapay zekanın eğitim alanında kullanımının yaygınlaşması, bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Teknolojik altyapı eksiklikleri, veri gizliliği endişeleri, algoritmik önyargılar ve insan etkinliğinin azalma riski bu süreçte dikkat edilmesi gereken önemli konular arasındadır. Ayrıca yaratıcılık, eleştirel düşünme ve duygusal zekâ gibi insana özgü becerilerin tam olarak ölçülememesi yapay zekânın sınırlılıklarını ortaya koymaktadır (Jamal, 2023; Eden, Chisom ve Adeniyi, 2024).

Gelecekte, yapay zekâ ve insan iş birliğinin dengeli bir şekilde kurulması, eğitimde daha etkili ve kapsayıcı bir modelin oluşturulmasını sağlayabilir. Eğitimciler, teknoloji uzmanları ve politikacılar bu süreçte birlikte çalışarak yapay zekânın sunduğu fırsatları en üst düzeye çıkarırken, olası riskleri en aza indirebilir (Rachha ve Seyam, 2023).

Sonuç olarak yapay zekâ eğitimde bir amaç değil, bir araç olarak görülmeli, temel hedef, öğrencilerin potansiyelini ortaya çıkarmak, öğrenmeyi daha keyifli ve anlamlı hale getirmek ve herkes için kaliteli eğitim imkânları sunmak olmalıdır. Bu doğrultuda, yapay zekâ destekli eğitim sistemleri, insan merkezli bir yaklaşımla tasarlandığında eğitimde yeni bir çağ açma potansiyelini yansıtabilir.

## KAYNAKÇA

- Abdelhamid, S. ve Katz, A. (2020). Using Chatbots as smart teaching assistants for first-year engineering students. *2020 First-Year Engineering Experience*.
- Adams, C., Pente, P., Lemermeyer, G. ve Rockwell, G. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in K-12 education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4:100131. DOI: 10.1016/j.caeai.2023.100131
- Akshayaa, M., Fida Amber, F. ve Arjun, P. (2024). Leet Code Clone. *International Research Journal of Education and Technology*, 6(12), 1119-1121.
- Al Husaeni, D.F., Haristiani, N., Wahyudin, W. Ve Rasim, R. (2024). Chatbot Artificial Intelligence as Educational Tools in Science and Engineering Education: A Literature Review and Bibliometric Mapping Analysis with Its Advantages and Disadvantages. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 4(1), 93-118.
- Almoubayyed, H., Bastoni, R., Berman, S.R., Galasso, S., Jensen, M., Lester, L., Murphy, A., Swartz, M., Weldon, K., Fransali, S.E., Gropen, J. ve Ritter, S. (2023). Rewriting Math Word Problems to Improve Learning Outcomes for Emerging Readers: A Randomized Field Trial in Carnegie Learning's MATHia. Wang, N., Rebolledo-Mendez, G., Dimitrova, V., Matsuda, N., Santos, O.C. (Eds.) içinde *Artificial Intelligence in Education. Posters and Late Breaking Results, Workshops and Tutorials, Industry and Innovation Tracks, Practitioners, Doctoral Consortium and Blue Sky* (s. 200-205). DOI: 10.1007/978-3-031-36336-8\_30
- Arsen'eva, N.V., Putyatina, L.M., Tarasova, N.V. ve Tikhonov, G.V. (2024). Advantages and Disadvantages of Using Artificial Intelligence in Higher Education. *Russian Engineering Research*, 44, 1687–1690. DOI: 10.3103/S1068798X24702794
- Bhutoria, A. (2022). Personalized education and Artificial Intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a Human-In-The-Loop model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3:100068. DOI: 10.1016/j.caeai.2022.100068
- Brighouse, H. (2024). Education. Gaus, G.F., D'Agostino, A. ve Muldoon, R. (Eds.), *The Routledge Companion to Social and Political Philosophy* içinde (s.751-762). DOI: 10.4324/9781003411598
- Brown, G.T.L., Andrade, H.L. ve Chen, F. (2013). Accuracy in student self-assessment: directions and cautions for research. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 22(4), 444-457. DOI: 10.1080/0969594X.2014.996523
- Bobro, N. (2024). Advantages and disadvantages of implementing artificial intelligence in the educational process. *Young Scientist*, 4 (128), 72-76. DOI: 10.32839/2304-5809/2024-4-128-38
- Bozic, V. (2023). Artificial Intelligence as the Reason and the Solution of Digital Divide. *Language Education & Technology*, 3(2), 96-109.

- Carless, D. (2020). From teacher transmission of information to student feedback literacy: Activating the learner role in feedback processes. *Active Learning in Higher Education*, 23(2). DOI: 10.1177/1469787420945845
- Chen, L., Chen, P. ve Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2988510
- Chen, W., Shen, Z., Pan, Y., Tan, K. ve Wang, C. (2024). Applying Machine Learning Algorithm to Optimize Personalized Education Recommendation System. *Journal of Theory and Practice of Engineering Science*, 4(01), 101-108. DOI: 10.53469/jtpes.2024.04(01).14
- Christou, C. (2010). Virtual Reality in Education. Tzanavari, A. ve Tsapatsoulis, N. (Eds.), *Affective, Interactive and Cognitive Methods for E-Learning Design: Creating an Optimal Education Experience* içinde (s. 228-243). DOI: 10.4018/978-1-60566-940-3.ch012
- Colchester, K., Hagraş, H., Alghazzawi, D. ve Aldabbagh, G. (2017). A Survey of Artificial Intelligence Techniques Employed for Adaptive Educational Systems within E-Learning Platforms. *Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research*, 7(1), 47-64. DOI: 10.1515/jaiscr-2017-0004
- Cowie, B. ve Bell, B. (2010). A Model of Formative Assessment in Science Education. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 6(1), 101-116. DOI: 10.1080/09695949993026
- de Souza, D.M, Oliveira, B.H., Maldonado, J.C., Souza, S.R.S. ve Barbosa, E.F. (2014, Ekim). *Towards the use of an automatic assessment system in the teaching of software testing*. 2014 Frontiers in Education Conference. Madrid, İspanya. DOI: 10.1109/FIE.2014.7044375
- Deeva, G., Bogdanova, D., Serral, E., Snoeck, M. ve De Weerd, J. (2021). A review of automated feedback systems for learners: Classification framework, challenges and opportunities. *Computers & Education*, 162:104094. DOI: 10.1016/j.compedu.2020.104094
- Delgado, D.G.L., Delgado, F.E.A. ve Quiroz, P.M.Z. (2019). Permanent Application of Diagnostic Assessment on Learning Teaching Process. *International Journal of Linguistics, Literature and Culture*, 5(4), 34-45. DOI: 10.21744/ijllc.v5n4.699
- Dembsey, J.M. (2017). Closing the Grammarly® Gaps: A Study of Claims and Feedback from an Online Grammar Program. *The Writing Center Journal*, 36(1), 63-100.
- Depaepe, M. (2013). *Between educationalization and appropriation: selected writings on the history of modern educational systems*. Belçika: Leuven University Press.
- Díaz, B. ve Nussbaum, M. (2024). Artificial intelligence for teaching and learning in schools: The need for pedagogical intelligence. *Computers & Education*, 217:105071. DOI: 10.1016/j.compedu.2024.105071

- Dimitriadis, G. (2020). Evolution in Education: Chatbots. *Homo Virtualis*, 3(1), 47–54. DOI: 10.12681/homvir.23456
- Eden, C.A., Chisom, O.N. ve Adenyi, I.S. (2024). Integrating AI in education: Opportunities, challenges, and ethical considerations. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, 10(2), 6-13. DOI: 10.30574/msarr.2024.10.2.0039
- Essel, H.B., Vlachopoulos, D., Tachie-Menson, A., Johnson, E.E. ve Baah, P.K. (2022). The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19:57. DOI: 10.1186/s41239-022-00362-6
- Fang, Y., Ren, Z., Hu, X. ve Graesser, A.C. (2017). A meta-analysis of the effectiveness of ALEKS on learning. *Educational Psychology*, 39(10), 1278-1292. DOI: 10.1080/01443410.2018.1495829
- Fernoaga, V., Stelea, G.V., Gavrila, C. ve Sandu, F. (2018). Intelligent Education Assistant Powered by Chatbots. *eLearning & Software for Education*, 2, 376-383. DOI: 10.12753/2066-026X-18-122
- Gao, R., Merzdorf, H.E., Anwar, S., Hipwell, M.C. ve Srinivasa, A.R. (2024). Automatic assessment of text-based responses in post-secondary education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6:100206. DOI: 10.1016/j.caeai.2024.100206
- Gligorea, I., Cioca, M., Oancea, R., Gorski, A.T., Gorski, H. ve Tudorache, P. (2023). Adaptive Learning Using Artificial Intelligence in e-Learning: A Literature Review. *Education Science*, 13(12). DOI: 10.3390/educsci13121216
- Gökçearsan, Ş., Tosun, C. ve Erdemir, Z.G. (2024). Benefits, Challenges, and Methods of Artificial Intelligence (AI) Chatbots in Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of Technology in Education*, 7(1), 19-39. DOI: 10.46328/ijte.600
- Hahn, M.G., Navarro, S.M.B., De La Fuente Valentín, L. ve Burgos, D. (2021). A Systematic Review of the Effects of Automatic Scoring and Automatic Feedback in Educational Settings. *IEEE Access*, 9, 108190-108198. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3100890
- Harry, A. (2023). Role of AI in Education. *Injury: Interdisciplinary Journal and Humanity*, 2(3), 260-268.
- Hattie, J. ve Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1). DOI: 10.3102/003465430298487
- Hien, H.T., Cuong, P.N., Hoai Nam, L.N., Kim Nhung, H.L.T. ve Thang, L.D. (2018). *Intelligent Assistants in Higher-Education Environments: The FIT-EBot, a Chatbot for Administrative and Learning Support*. Proceedings of the 9th International Symposium on Information and Communication Technology, 69-76. DOI: 10.1145/3287921.3287937

- Huang, J., Saleh, S. ve Liu, Y. (2021). A review on artificial intelligence in education. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 10(3), 206-217. DOI: 10.36941/ajis-2021-0077
- Hunt, A. (2022). Edmentum Study Island Logic Model. *Platform Learn*.
- Hwang, G.J., Xie, H., Wah, B.W. ve Gasevic, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001. DOI: 10.1016/j.caeai.2020.100001
- Ilieva, G., Yankova, T., Klisarova-Belcheva, S., Dimitrov, A., Bratkov, M. ve Angelov, D. (2023). Effects of Generative Chatbots in Higher Education. *Information*, 14(9):492. DOI: 10.3390/info14090492
- Jamal, A. (2023). The Role Of Artificial Intelligence (AI) In Teacher Education: Opportunities & Challenges. *International Journal of Research and Analytical Reviews*, 10(1), 139-146.
- Jiang, Y., Li, X., Luo, H., Yin, S. ve Kaynak, O. (2022). Quo vadis artificial intelligence? *Discover Artificial Intelligence*, 2:4. DOI: 10.1007/s44163-022-00022-8
- Kabudi, T., Pappas, I. ve Olsen, D.H. (2021). AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2:100017. DOI: 10.1016/j.caeai.2021.100017
- Karasz, J.T. ve Takacs, S. (2023). Use of open and closed items in automation of evaluation systems. *Applied Psychology in Hungary*, 25(3), 33-54. DOI: 10.17627/ALKPSZICH.2023.3.33
- Kibble, J.D. (2017). Best practices in summative assessment. *Advances in Physiology Education*, 41(1), 110-119. DOI: 10.1152/advan.00116.2016
- Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education in China. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 298–311. DOI: 10.1080/17439884.2020.1754236
- Kooli, C. (2023). Chatbots in Education and Research: A Critical Examination of Ethical Implications and Solutions. *Sustainability*, 15(7):5614. DOI: 10.3390/su15075614
- Kourgiantakis, T., Sewell, K.M. ve Bogo, M. (2019). The Importance of Feedback in Preparing Social Work Students for Field Education. *Clinical Social Work Journal*, 47, 124-133. DOI: 10.1007/s10615-018-0671-8
- Krusche, S. ve Seitz, A. (2018, Şubat). *ArTEMiS: An Automatic Assessment Management System for Interactive Learning*. 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education. Baltimore, ABD. DOI: 10.1145/3159450.3159602
- Kürüm, E.Y. (2023). Ensuring Equality of Opportunity in Foreign Language Education: Development of Artificial Intelligence Based IOS and Android Applications. *Edebiyat Dilbilim Eğitim ve Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 81-91.

- Labadze, L., Grigolia, M. ve Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20:56. DOI: 10.1186/s41239-023-00426-1
- Langer, P. (2011). The Use of Feedback in Education: A Complex Instructional Strategy. *Psychological Reports*, 109(3). DOI: 10.2466/11.PR0.109.6.775-784
- Lichtenberger-Majzikné, K. ve Fischer, A. (2017). The Role of Feedback in Developing Reflective Competence. *Practice and Theory in Systems of Education*, 12(3), 119-127. DOI: 10.1515/ptse-2017-0012
- Liu, Y. (2024, Nisan). *Innovative Chatbot Technologies and Trends*. 2024 3rd International Conference on Artificial Intelligence, Internet and Digital Economy. Bangkok, Tayland. DOI: 10.2991/978-94-6463-490-7\_27
- Mahmoud, C.F. ve Sørensen, J.T. (2024). Artificial Intelligence in Personalized Learning with a Focus on Current Developments and Future Prospects. *Research and Advances in Education*, 3(8), 25-31. DOI: 10.56397/RAE.2024.08.04
- Maghsudi, S., Lan, A., Xu, J. ve van der Schaar, M. (2021). Personalized Education in the Artificial Intelligence Era: What to Expect Next. *IEEE Signal Processing Magazine*, 38(3), 37-50. DOI: 10.1109/MSP.2021.3055032
- McDonald, J. (2004). Developing competent e-learners: the role of assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29(2), 215-226. DOI: 10.1080/0260293042000188483
- Mitra, A. ve Mohanty, S. (2024, Eylül). *AI Enabled Smart Teaching Assistants*. 7th International Conference on Contemporary Computing and Informatics. Greater Noida, Hindistan. DOI: 10.1109/IC3I61595.2024.10828737
- Mizumoto, A. ve Eguchi, M. (2023). Exploring the potential of using an AI language model for automated essay scoring. *Research Methods in Applied Linguistics*, 2(2). DOI: 10.1016/j.rmal.2023.100050
- Motta, L.C.P. (2019). Chatbot Para o Moodle. *Revista Acadêmica Alcides Maya-RAAM*, 1(2), 17-27.
- Nagy, P. (2000). The Three Roles of Assessment: Gatekeeping, Accountability, and Instructional Diagnosis. *Canadian Journal of Education*, 25(4), 262-269. DOI: 10.2307/1585850
- Nguyen, A., Ngo, H.N., Hong, Y., Dang, B. ve Thi Nguyen, B.P. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*, 28, 4221-4241. DOI: 10.1007/s10639-022-11316-w
- Niederman, F. (2024). Cradle to Grave: Embracing or Rejecting the Lifelong Learning Companion. *Journal of Global Information Technology Management*, 27(3), 246-251. DOI: 10.1080/1097198X.2024.2372885
- Obidovna, D.Z. (2024). The Pedagogical-Psychological Aspects of Artificial Intelligence Technologies in Integrative Education. *International Journal of*



*Literature and Languages*, 4(03), 13–19. DOI: 10.37547/ijll/Volume04Issue03-03

- Okonkwo, C.W. ve Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2:100033. DOI: 10.1016/j.caeai.2021.100033
- Oranga, J. (2023). Benefits of artificial intelligence (chatgpt) in education and learning: Is chat gpt helpful? *International Review of Practical Innovation, Technology and Green Energy*, 3(3), 46-50. DOI: 10.54443/irpitage.v3i3.1250
- Pérez, J.Q., Daradoumis, T. ve Marquès Puig, J.M. (2020). Rediscovering the use of chatbots in education: A systematic literature review. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1549-1565. DOI: 10.1002/cae.22326
- Pratama, A.A. ve Harahap, E. (2021). Pembelajaran Matematika Online Menggunakan Aplikasi Socratic. *Jurnal Matematika*, 20(2), 77-85.
- Rachha, A. ve Seyam, M. (2023, Nisan). *Explainable AI In Education : Current Trends, Challenges, And Opportunities*. SoutheastCon 2023. Orlando, ABD.
- Rakap, S. (2024). Navigating the role of artificial intelligence in special education: advantages, disadvantages, and ethical considerations. *Practise*, 1-6. DOI: 10.1080/25783858.2024.2411948
- Ramineni, C., Trapani, C.S., Williamson, D.M., Davey, T. ve Bridgeman, B. (2012). Evaluation of the E-Rater® Scoring Engine for The TOEFL® Independent and Integrated Prompts. *ETS Research Report Series*, 2012(1). DOI: 10.1002/j.2333-8504.2012.tb02288.x
- Rathore, B. (2022). Exploring the Potential Impacts of Chatbot Software/Apps (ChatGPT) on Education: Benefits, Drawbacks, and Future Prospects. *International Journal of Multidisciplinary Innovation and Research Methodology*, 1(1), 39–47.
- Sajja, R., Sermet, Y., Cwiertny, D. ve Demir, I. (2023). Platform-independent and curriculum-oriented intelligent assistant for higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20:42. DOI: 10.1186/s41239-023-00412-7
- Sajja, R., Sermet, Y., Cikmaz, M., Cwiertny, D. ve Demir, I. (2024). Artificial Intelligence-Enabled Intelligent Assistant for Personalized and Adaptive Learning in Higher Education. *Information*, 15(10): 596. DOI: 10.3390/info15100596
- Salem, M. ve Shaalan, K. (2024). ChatGPT: Advancing Education with Virtual Assistants. Hassanien, A.E., Zheng, D., Zhao, Z., Fan, Z. (Eds.), *Business Intelligence and Information Technology* içinde (s. 283-293). DOI: 10.1007/978-981-97-3980-6\_25

- Schartel, S.A. (2012). Giving feedback – An integral part of education. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 26(1), 77-87. DOI: 10.1016/j.bpa.2012.02.003
- Shepard, L.A. (2000). The Role of Assessment in a Learning Culture. *Educational Researcher*, 29(7), 4-14. DOI: 10.3102/0013189X029007004
- Singh, A., Karayev, S., Gutowski, K. ve Abbeel, P. (2017, Nisan). *Gradescope: A Fast, Flexible, and Fair System for Scalable Assessment of Handwritten Work*. Fourth (2017) ACM Conference on Learning @ Scale. Massachusetts, ABD. DOI: 10.1145/3051457.3051466
- Smutny, P. ve Schreiberova, P. (2020). Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the Facebook Messenger. *Computers & Education*, 151:103862. DOI: 10.1016/j.compedu.2020. 103862
- Speyer, R., Pilz, W., Van Der Kruis, J. ve Brunings, J.W. (2011). Reliability and validity of student peer assessment in medical education: A systematic review. *Medical Teacher*, 33(11), 572-585. DOI: 10.3109/0142159X.2011.610835
- Stratigi, M., Pitoura, E. ve Stefanidis, K. (2023). SQUIRREL: A framework for sequential group recommendations through reinforcement learning. *Information Systems*, 112:102128. DOI: 10.1016/j.is.2022.102128
- Sundari, M.S., Penthala, H.R. ve Nayyar, A. (2024). Transforming Education through AI-Enhanced Content Creation and Personalized Learning Experiences. Tripathi, S. ve Rosak-Szyrocka, J. (Eds.), *Impact of Artificial Intelligence on Society* içinde (s. 98-118). DOI: 10.1201/9781032644509
- Teske, K. (2017). Duolingo. *CALICO Journal*, 34(3), 393-401. DOI: 10.1558/cj.32509
- Tetzlaff, L., Schmiedek, F. ve Brod, G. (2021). Developing Personalized Education: A Dynamic Framework. *Educational Psychology Review*, 33, 863-882. DOI: 10.1007/s10648-020-09570-w
- Tosuncuoglu, I. (2018). Importance of Assessment in ELT. *Journal of Education and Training Studies*, 6(9), 163-167. DOI: 10.11114/jets.v6i9.3443
- Trevor, B. (2011). An Automated Individual Feedback and Marking System: An Empirical Study. *Electronic Journal of e-Learning*, 9(1), 1-14.
- Tricomi, E. ve DePasque, S. (2016). The Role of Feedback in Learning and Motivation. *Recent Developments in Neuroscience Research on Human Motivation*, 19, 175-202. DOI: 10.1108/S0749-742320160000019015
- Tyagi, S. (2024). *The Advantages and Disadvantages of AI in Education*. Yadav, H.K. ve Yadav, P.K. (Eds.) içinde 2024: Artificial Intelligence and Chat-GPT (A Transformative Approach)
- Värlander, S. (2008). The role of students' emotions in formal feedback situations. *Teaching in Higher Education*, 13(2), 145-156. DOI: 10.1080/13562510801923195

- Vattikuti, M.C. (2023). Reinforcement Learning for Personalized Education in Adaptive Learning Systems. *International Transactions in Machine Learning*, 5(5).
- Walter, Y. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21:15. DOI: 10.1186/s41239-024-00448-3
- Wang, H., ve Woodworth, K. (2011). Evaluation of Rocketship Education's use of DreamBox Learning's online mathematics program. *Center for Education Policy*.
- Wiggins, G. (2012). Seven Keys to Effective Feedback. *Feedback for Learning*, 70(1), 1016.
- Wilson, M. (2018). Making Measurement Important for Education: The Crucial Role of Classroom Assessment. *Educational Measurement Issues and Practice*, 37(1), 5-20. DOI: 10.1111/emip.12188
- Yue, M., Siu-Yung Jong, M. ve Dai, Y. (2022). Pedagogical Design of K-12 Artificial Intelligence Education: A Systematic Review. *Sustainability*, 14(23):15620. DOI: 10.3390/su142315620
- Zhang, Y., Qin, G., Cheng, L., Marimuthu, K. ve Kumar, B.S. (2021). Interactive Smart Educational System Using AI for Students in the Higher Education Platform. *Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, 36, 83-98.
- Zheng, F. (2022). Personalized Education Based on Hybrid Intelligent Recommendation System. *Journal of Mathematics*, 2022: 313711. DOI: 10.1155/2022/1313711
- Zhuang, Y., Liu, Q., Zhao, G., Huang, Z., Huang, W., Pardos, Z., Chen, E., Wu, J. ve Li, X. (2023). A Bounded Ability Estimation for Computerized Adaptive Testing. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 36.



# BÖLÜM 2

SPSS İLE ADIM ADIM LOJİSTİK REGRESYON  
ANALİZİ UYGULAMA VE RAPORLAMA

*Kürşat ARSLAN*

## Giriş

Nicel çalışmalarda veriler iki şekilde raporlanabilir: tanımlayıcı istatistikler ve yorumlayıcı analizler. Tanımlayıcı istatistikler, çok sayıda veriyi birkaç temel ölçüt (örneğin, ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değerler) ile ifade etmek için kullanılır. Verilerin popülasyondan mı yoksa örneklemden mi elde edildiğine bağlı olarak bu ölçütlerin isimlendirilmesi değişir. Örneklemden elde edilen bu verilere "istatistikler", popülasyondan elde edilenlere ise "parametreler" denir (Fraenkel ve Wallen, 2006). Ancak tanımlayıcı istatistikler, verileri özetlemenin ötesine geçerek örnekleme dayalı çıkarımlar yapmak için yeterli değildir. Bu durumda, yorumlayıcı analizlerin kullanılması gerekir.

Fraenkel ve Wallen (2006), yorumlayıcı analizleri şu şekilde tanımlamıştır: “Çıkarımsal istatistikler, araştırmacıların bir örneklemden elde edilen bulgulara dayanarak bir popülasyon hakkında çıkarımlar yapmasına olanak tanıyan belirli prosedürlerdir” (s. 2020). Bu bağlamda, bu çalışmanın temel amacı, çıkarımlarda bulunmayı mümkün kılan analizlerden biri olan lojistik regresyon analizini detaylı bir şekilde açıklamaktır.

Lojistik regresyon analizi gerçekleştirmek için *stats.blue* (<https://stats.blue/>) ve *datatab.net* (<https://datatab.net/>) benzeri oldukça güçlü ve kullanımı kolay çevrimiçi araçlar yanında, belli eklentilerle Excel dahil çok fazla masaüstü program seçeneği mevcuttur. Bunlar arasında en çok kullanılan ve bilinenleri Python, R, SAS, MATALB, SPSS, AMOS ve son zamanlarda popüler olan Julia sayılabilir (Grasley, 2008). Diğer taraftan, akademik alanda en çok kullanılan nicel veri analiz programları, genel olarak SPSS ve SAS iken (Knezek ve Christensen, 2013) Türkiye özelinde SPSS olduğu belirtilmiştir (Karakaya Özyer, 2022). Hatta Türkiye’de doktora öğrencilerinin kullandığı nicel veri analiz programlarını inceleyen bir çalışma da SPSS’in kullanım oranının %99 civarında olduğu belirlenmiştir (Karakaya Özyer, 2022). Bu yüksek ve etkileyici oran dikkate alınarak bu çalışmada verilerin analizi için IBM SPSS paket programı seçilmiştir.

Regresyon analizi temelde iki şekilde yürütülür. Bunlardan birincisi, çoklu regresyon (multiple regression) analizidir. Bu analizde amaç, birden fazla yordayıcının bir ya da daha fazla bağımlı değişken üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Burada bağımlı değişken, sürekli bir değişkendir, yani ölçek tipi olarak eşit aralıklı ya da eşit oranlı veriler anlamına gelir. İkinci Regresyon analiz türü lojistik regresyon (logistic regression) analizidir. Bu analiz bu çalışmanın da odağını oluşturmaktadır. Lojistik regresyonda

bağımsız değişkenin etkilerinin araştırıldığı bağımlı değişken kategorik verilerden oluşur (Pallant, 2020). İki regresyon analizi arasında temel fark da budur. Buna göre, eğer “geçti/kaldı”, “başarılı/başarısız” veya “ilgili/ilgisiz” gibi kategorik verilerden oluşan analizlerde lojistik regresyon tercih edilebilir.

Lojistik regresyon ve Faktöriyel ANOVA genellikle araştırmacılar tarafından karmaşıklığı nedeniyle daha az tercih edilen analizler arasında yer alır. Hatta bazı kitaplar bu uygulamaları “heybetli” kitapların bir parçası olarak görürler (Greasley, 2007). Bunun temel nedeni bu analizlerin çok aşamalı, anlaşılması zor yapılarıdır. Ayrıca bunlar “ileri seviye istatistiksel uygulamalar” olarak nitelendirilir ve üniversite düzeyinde temel istatistik derslerinden ayrı olarak ele alınır. Ancak, bu çalışmada lojistik regresyon mümkün olduğunca sadeleştirilmiş bir örnekle anlatılacak, böylece analizin tüm süreçleri –ön hazırlık, analiz ve sonuçların yorumlanması– bir bütün olarak görülebilecektir. Öncelikle, basit tanımlarla başlamak yerinde olacaktır.

### **Lojistik regresyon nedir?**

Daha önce belirtildiği gibi, lojistik regresyon, çoklu regresyonun bir türüdür; ancak temel fark, çıktı değişkeninin (yordanan değişken/bağımlı değişken) kategorik olmasıdır. Yordayıcı değişkenler (bağımsız değişkenler) ise kategorik ya da sürekli olabilir. Lojistik regresyonun temel amacı, bireylerin hangi gruba ait olduğunu tahmin etmek, bir başka deyişle, bir regresyon denklemi oluşturarak sınıflandırma yapmaktır. En basit haliyle, bu analiz, bir bireyin belirli değişkenlere bağlı olarak iki kategoriden hangisine ait olacağını belirlemek için kullanılır. Çıktı değişkeni iki kategoriden veya daha fazla kategoriden oluşabilir. Ancak bu çalışmada yalnızca iki kategorili (ikilem/dichotomous/binary) lojistik regresyon ele alınacaktır.

Bu isim, lojistik regresyon, bağımlı değişkene uygulanan lojit dönüştürme (logit transformation) işleminden gelmektedir. Bu işlemle birlikte bağımlı değişkenin ölçüt türüne ve bağımlı değişkenin seçenek sayısına göre logistic regresyon üç farklı şekilde isimlendirilmektedir: İkili Lojistik Regresyon (Binary Logistic Regression), Çok Kategorili İsimsel Lojistik Regresyon (Multinomial Logistic Regression), ve Sıralı Lojistik Regresyon (Ordinal Logistic Regression). Bu üç analizi bir örnek üzerinden açıklama mümkündür. Buna göre, öğrencilerin *başarılı* veya *başarısız* olarak etiketlendiği bir bağımlı değişkende yani iki seçeneqli bir kategorik değişkende “İkili”, öğrencilerin *ilköğretim*, *ortaöğretim*, ya da *lise* olarak etiketlendiği üç seçeneqli nominal şekilde ölçeklenen bağımlı

değişkende “Çok Kategorili” ve son olarak öğrencilerin akademik performansının *düşük*, *orta* ve *yüksek* olarak etiketlendiği sıralı şekilde ölçeklenen bir bağımlı değişkende ise “Sıralı” lojistik regresyon kullanılır (Field, 2000).

Lojistik regresyon adı, bağımlı değişkene uygulanan lojit dönüşümü (logit transformation) işleminden gelmektedir. Bu dönüşüm, bağımlı değişkenin ölçüt türüne ve seçenek sayısına göre lojistik regresyonu üç farklı türe ayırır. İlk tür, ikili lojistik regresyon (binary logistic regression) olarak adlandırılır ve bağımlı değişkenin iki kategoriden oluştuğu durumlarda kullanılır; örneğin, öğrencilerin "başarılı" veya "başarısız" olarak sınıflandırıldığı analizler bu türe girer. İkinci tür ise çok kategorili isimsel lojistik regresyondur (multinomial logistic regression); bu analiz, bağımlı değişkenin üç veya daha fazla kategoriye sahip olduğu ve bu kategoriler arasında sıralama bulunmadığı durumlarda kullanılır. Örneğin, öğrencilerin "ilköğretim", "ortaöğretim" veya "lise" gibi kategorilerle sınıflandırılması buna örnek olarak verilebilir. Üçüncü tür ise sıralı lojistik regresyondur (ordinal logistic regression); bu analizde bağımlı değişken, sıralı kategorilerden oluşur. Örneğin, öğrencilerin akademik performansının "düşük", "orta" ve "yüksek" şeklinde sıralandığı bir bağımlı değişken söz konusu olabilir. Her bir tür, bağımlı değişkenin yapısına uygun şekilde uygulanır ve bu çalışmada odak noktası, iki kategorili lojistik regresyon olacaktır (Field, 2000).

### **Neden giderek popüler oluyor?**

Lojistik regresyon analizinin ilk kullanımı 1945 yılına dayanmasına karşın, yaygın kullanımının 1970'ler ve sonrasında başladığı kabul edilir (Cabrera, 1994). Başlangıçta daha çok sosyo-ekonomik konuların analiziyle kullanılmaya başlasa da, günümüzde farklı bilim dallarında sıklıkla tercih edilmektedir. Özellikle yaygın olduğu alanlar arasında tıp ve sağlık bilimleri (Harrell, 2015), sosyal bilimler (Menard, 2001), ekonomi (Greene, 2018) ve eğitim (Peng ve Diğerleri, 2002) sayılabilir. Lojistik regresyonu farklı bilim dallarında kullanılabilir ve bu denli popüler yapan birkaç faktörü aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

Kategorik sınıflandırmalarda çalışma (Hosmer, 2013): Lojistik regresyon, özellikle çıktı değişkeninin ikili olduğu durumlar için tasarlanmıştır. Bu da bağımlı değişkenin kategorik olduğu, sıralı ya da nominal olabilir, gerçek dünya problemleri için idealdir. Bunun yanında, lojistik regresyonda bağımsız değişkenlerin sürekli ya da kategorik olarak kullanılabilmesi bu başlık altında sayılabilecek bir diğer avantajıdır.



Örneğin, değişkenler yaş ya da gelir gibi sürekli ya da cinsiyet ve meslek gibi kategorik olabilir.

Kolay yorumlama (Menard, 2002): Lojistik regresyon, özellikle ikili sınıflandırma problemlerinde kolay yorumlanabilir bulgular sağlar. Bu yorumlanabilirlik sağlık hizmetleri, kamu politikaları ve eğitim gibi alanlarda büyük önem taşır; burada bağımlı (yordanan) ve bağımsız (yordayıcı) değişkenler arasındaki ilişkiyi anlamak tahminin kendisi kadar önemli olabilir. Bu yorumlama, lojistik regresyonun çıktılarında  $B$  ve  $Odds Ratio (Exp(B))$  gibi istatistiklerle kolayca yapılabilir.

Küçük örneklem gruplarında etkili olma (Peduzzi, 1996): Lojistik regresyon, bağımsız değişkenlerin sayısının aşırı olmaması koşuluyla, nispeten küçük veri kümelerinde bile etkili olabilmektedir (detaylar örneklem büyüklüğü bölümünde). Bu, onu veri toplamanın pahalı veya zor olabileceği klinik çalışmalar veya eğitimde saha araştırmaları gibi alanlarda kullanışlı kılar.

Normal dağılımı karşılamayan bağımsız değişkenlerle çalışma (Harrell, 2015): Lojistik regresyon, yordayıcıların normal dağılımı varsayımının karşılanması gerekli değildir (detaylar varsayımlar bölümünde), bu da doğrusal regresyon gibi diğer birçok istatistiksel modele göre büyük bir avantaj sağlar. Bu özellik, analizlerde sıklıkla karşılaşılan varsayımların sağlanamaması gibi olumsuzluklarla karşılaşmadan verilerin daha etkili bir şekilde ele alınmasını sağlar.

İstatistiksel ve makine öğrenimi yazılımlarında erişilebilirlik: Lojistik regresyon, girişte de bahsettiğim gibi R, Python (scikit-learn, statsmodels gibi kütüphaneler aracılığıyla), SPSS, Stata, AMOS ve SAS gibi neredeyse tüm istatistiksel ve makine öğrenimi yazılımlarında bulunmaktadır. Bu platformlardaki erişilebilirliği, onu araştırmacılar ve uygulayıcılar için başvurulacak bir yöntem haline getirmektedir.

### **Örneklem büyüklüğü nasıl olmalıdır?**

İstatistiksel analizlerin hemen hepsinde olduğu gibi, genel geçer bir asgari gözlem/denek sayısı belirlemek tam olarak doğru olmayabilir. Bilindiği üzere, gözlem sayısı arttıkça, analizin parametreleri veriler tarafından daha çok kısıtlanır ve böylece analizler daha güvenli hale gelir. Lojistik regresyon için de aynı durum geçerlidir. Diğer taraftan, alanyazında yürütülen bazı çalışmalarda bu test için öngörülen minimum örneklem sayısı araştırılmış ve 500 olarak belirlenmiştir (Bujang ve Diğ., 2018). Bu sayı, büyük popülasyonlarda parametreleri temsil eden istatistikleri türetmek ve analizin doğru ve sapmasız bir şekilde sonuçlarını ortaya

koymak için gerekli görülmüştür. Ancak bu sayı, yapılan çalışmanın alanı ve popülasyon büyüklüğüne göre değişebilir. Bunu akılda tutmak önemlidir. Bu bağlamda, bazı kaynaklarda örneklem sayısı, analize katılan her bir bağımsız değişken için +10 olarak belirlenmiştir (Peduzzi ve Diğ., 1996). Bazı araştırmacılar ise bağımlı değişkenin ikiden fazla kategoriye sahip olduğu durumlarda her bir bağımsız değişken için en az 20 kişilik bir gruptan veri alınması gerektiğini ifade etmişlerdir (Çokluk, 2010). Bir diğer kaynakta ise örneklem sayısı için  $n = 100 + 50i$  formülü belirlenmiş ve  $i$  değişkenine, analizdeki bağımsız örneklem sayısına, göre sayının belirlenebileceği ifade edilmiştir (Bujang ve Diğ., 2018).

### **Varsayımları nelerdir?**

Giriş bölümünde ifade edildiği şekilde, lojistik regresyon analizi, çıktı değişkeninin kategorik olması nedeniyle çoklu regresyon analizinden ayrılır. Çoklu regresyon analizinde bağımlı değişken sürekli iken, lojistik regresyonda bağımlı değişken kategoriktir. Bu temel ayrımın yanı sıra, lojistik regresyon, bağımsız değişkenler üzerinde yapılması gereken ön analizler bakımından da çoklu regresyondan farklılık gösterir. Tabachnick ve Fidell (2006), lojistik regresyon için bağımsız değişkenlerin dağılımı (örneğin, normal dağılım), doğrusallık ve varyans-kovaryans matrislerinin eşitliği gibi varsayımların karşılanmasının gerekli olmadığını belirtmiştir. Bu nedenle, lojistik regresyon, uygulanma ve yorumlama kolaylığı açısından diğer yöntemlere göre daha esnek kabul edilmektedir. Bununla birlikte, lojistik regresyonun uygulanabilmesi için bazı varsayımların sağlanması gereklidir. Bu varsayımlar arasında yeterli örneklem büyüklüğü, çoklu doğrusallık ve aykırı değerlerin kontrol edilmesi yer alır.

Örneklem büyüklüğü yordayıcı değişkenlerin sayısı ile doğrudan ilintili görülmüştür. Buna göre, minimum gözlem sayısının belirlenmesinde bağımsız değişken sayısı belirleyicidir ve eğer değişken sayısı fazla ve örneklem sayısı yetersiz ise analizde belli sorunlar ortaya çıkabilir. Lojistik regresyon kategorik bir çıktı değişkeni üzerinden işlem yaptığından yani bir evin içerisinde odalar benzeri bir yapı ile çalıştığından, eğer odalarda hiç kimse yoksa oldukça geniş istatistiksel kestirimler üretebilir ya da standart hatalar beklenenden çok yüksek olabilir. Bu tip bir durumda, diğer analizlerde yaptığımız gibi kategori sayısı teorik ya da mantıksal çerçevede azaltılabilir ya da belli kategoriler birleştirilebilir (Tabachnick ve Fidell, 1996). Hatta eğer analiz için çok önemli değilse, doğrudan değişkenden çıkarılması da önerilir.

Çoklu doğrusallık, tüm regresyon modellerinde olduğu gibi, lojistik regresyonda da kontrol edilmesi gereken önemli bir varsayımdır. Bu

bağlamda, yordayıcı (bağımsız) değişkenler arasındaki ilişkinin mutlaka incelenmesi gerekir, çünkü lojistik regresyon analizleri, değişkenler arasındaki yüksek ilişkiye karşı oldukça hassastır. Analizde, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenle güçlü bir ilişki göstermesi beklenirken, kendi aralarındaki ilişkinin düşük düzeyde olması istenir. Çoklu doğrusallığın varlığı durumunda, Tabachnick ve Fidell'e (1996) göre bir ya da birden fazla bağımsız değişkenin analizden çıkarılması önerilmektedir.

Aykırı değerler (uç değerler), teknik olarak bir varsayım olmasa da veri setinde var olduklarında belirlenmeleri büyük önem taşır. Aksi takdirde, analiz performansını ve yorumlarını anlamlı şekilde olumsuz etkileyebilirler. Bu değerlerin belirlenmesi için birden fazla yöntem kullanılabilir; bunlar arasında standardize edilmiş hatalar (standardized residuals), Cook's Distance, Leverage Statistics ve Hat Matrix yer alır. En yaygın kullanılan yöntem olan standardize edilmiş hatalar için bu değerlerin  $\pm 2$  arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Menard, 2002). Ancak bazı kaynaklar, bu sınırı  $\pm 3$  olarak da önermektedir (Mertler & Vannatta, 2005). Ek olarak, Cook's Distance değerine de bakılabilir. Genel kabul görmüş bir kural olarak, Cook's Distance'ın 1'in üzerinde olması, hem doğrusal hem de lojistik regresyonda analizi potansiyel olarak olumsuz etkileyebileceği anlamına gelir.

### Çalışan bir örnek

Yukarıda yer alan teorik bilgileri bir uygulama üzerinde göstermek, analizi SPSS üzerinde adım adım açıklamak ve bulgulara göre yorumlamak için şimdi bir örnek üzerinde ilerleyelim.

### Veri Seti

Örnek için ihtiyacımız olan veri seti Excel formatında indirmek için tıklayın (). Bu çalışmanın amacı sizin logistic regresyon analizini ihtiyacınıza göre yapmanız ve çıktıları yorumlamanız olduğundan, size önerim veri setini indirip eğer SPSS uygulamasına sahipseniz adım adım yaptıklarımı anlayarak benimle birlikte yapmanızdır.



Lütfen dikkat, bu örnek için oluşturulan veri seti, belirlenen değişkenlere ve alabilecekleri olası değerlere göre Excel'de Rastgelearada() fonksiyonu kullanılarak oluşturulmuştur.

### Örnek Durum

Bir araştırmacı, bireylerin sigara içme durumunu (sigara içiyor ya da içmiyor) etkileyen faktörleri analiz etmek istemektedir. Buna bağlı olarak,

verilerini online bir form aracılığıyla toplamış ve Excel programına uygun formatta kaydetmiştir. Araştırmada "Sigara Kullanımı" (0 = İçmiyor, 1 = İçiyor) bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Araştırmacıya göre, bağımsız değişkenler ise bireylerin "Yaş" (18-65 yaş arası), "Stres Seviyesi" (1 ile 10 arasında bir ölçek), "Fiziksel Aktivite Düzeyi" (Düşük, Orta, Yüksek) ve "Alkol Tüketimi" (haftalık içilen alkol miktarı) olarak seçilmiştir. Lojistik regresyon analizi ile bu değişkenlerin sigara içme davranışı üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve sigara içme olasılığını artıran veya azaltan faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Örneğin, stres seviyesi ya da fiziksel aktivite düzeyindeki bir birimlik bir artışın, bireylerin sigara içme olasılığı ne düzeyde artırmakta ya da azaltmaktadır.

### ***Değişkenler***

Aşağıda, lojistik regresyon analizine başlamadan önce analize giren değişkenlerin anlamı ve nasıl kodlandığı net bir şekilde açıklanmaktadır. Burada değişkenleri ve onların yapılarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Eğer SPSS’de değişken türleri hatalı girilirse analizi doğru şekilde yapmak mümkün olmayabilir. Analizde kullanılacak bağımlı ve bağımsız değişkenler aşağıdaki gibidir;

### ***Bağımlı Değişken (Çıktı)***

Bu analiz için tek bağımsız değişken kullanılmıştır: “Sigara Kullanımı”. Bireylerin sigara kullanıp kullanmadığını ifade eden iki kategorili bir değişkendir. 0 “Sigara içmiyor” ve 1 “Sigara içiyor” şeklinde kodlanmıştır.

### ***Bağımsız Değişkenler (Yordayıcılar)***

Örneğimizde 4 bağımsız değişken kullanılmıştır. Bunlar, “Yaş”, “Stres Seviyesi”, “Fiziksel Aktivite Düzeyi” ve “Alkol Tüketimi”dir. *Yaş*, bireylerin yaşı, sürekli bir değişken olarak ölçülmüştür. Yüksek değerler daha ileri yaşları ifade etmektedir. Örneğin, 18 (genç yetişkin), 65 (emeklilik yaşı). *Stres Seviyesi*, bireylerin kendilerinin belirttiği stres seviyesidir. 1 (düşük stres) ile 10 (yüksek stres) arasında bir ölçek kullanılmıştır. Yüksek değerler daha fazla stresi ifade etmektedir. *Fiziksel Aktivite Düzeyi*, bireylerin fiziksel aktivite düzeyi, kategorik bir değişken olarak ölçülmüştür. 0 “Düşük” fiziksel aktivite, 1 “Orta” fiziksel aktivite ve 2 “Yüksek” fiziksel aktivite olarak kodlanmıştır. Son olarak *Alkol Tüketimi*, bireylerin haftalık olarak tükettikleri alkol miktarını gösteren sürekli bir değişkendir. Yüksek değerler, daha fazla alkol tüketimini ifade eder (örneğin, 0 = hiç alkol tüketmiyor, 20 = haftada 20 içki).

### ***Araştırma Sorusu***

Bireylerin yaş, stres seviyesi, fiziksel aktivite düzeyi ve alkol tüketimi gibi faktörlerin sigara içme davranışını nasıl öngörmektedir?

### ***Verilerin Hazırlığı***

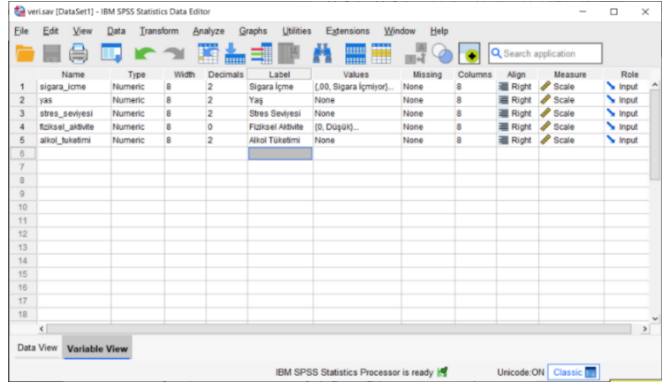
Lojistik regresyon sonuçlarını anlamlı bir şekilde yorumlayabilmek için, her bir değişkenin cevaplarının SPSS’de dikkatli bir şekilde kodlanması önemlidir. Veriler genel olarak Excel gibi programlarda toplanması, bunların uygun şekilde SPSS’e aktarılması ve yeniden kodlanması önemlidir. İki kategorili bağımlı değişken için yanıtlar 0 ve 1 olarak kodlanmalıdır (veya mevcut değerler IBM SPSS’teki Yeniden Kodlama prosedürü kullanılarak dönüştürülebilir). 0 değeri, ilgili özelliğin yokluğunu veya eksikliğini ifade eden cevaba atanmalıdır (Bu zorunlu değildir ancak yorumlama adına bu daha kolaydır). Benzer bir yaklaşım, kategorik bağımsız değişkenler için de kullanılabilir. Örneğin, kategorik bağımsız değişkenler için, *Evet* yanıtı 1, *Hayır* 0 olarak kodlanabilir.

Bu örnekte, "Sigara Kullanımı" bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. 0 değeri, "Sigara İçmiyor" cevabını, 1 değeri ise "Sigara İçiyor" cevabını kodlamak için kullanılmıştır. Bu kodlama yöntemi, analizde ilgili özelliğin (sigara kullanımı) varlığını doğru bir şekilde yakalamayı sağlar.

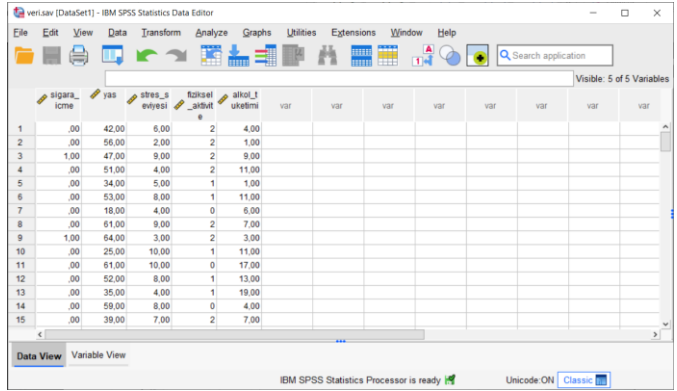
Bağımsız değişkenlerden "Fiziksel Aktivite Düzeyi" Yüksek, Orta ve Düşük şeklinde kodlanmış kategorik bir değişkendir. Düşük 0, Orta 1, Yüksek 2 olarak kodlanmıştır. "Stres Seviyesi", "alkol tüketimi" ve "yaş" gibi değişkenler bu analiz için sürekli olarak belirlenmiştir. Bu değerler hiçbir değişime uğramadan olduğu gibi sayısal olarak SPSS’e kaydedilir. Bunun sonucunda, Data ve Variable View kısmı aşağıdaki şekilde görülmelidir.

**FIGÜR.**

SPSS Variable  
View görünümü

**FIGÜR.**

SPSS Data View  
görünümü

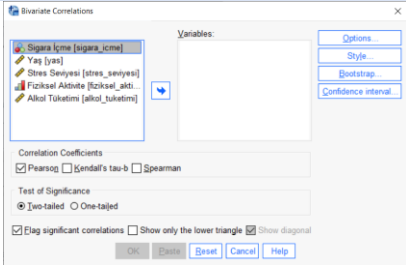
**Varsayımların Kontrolü****Örneklem Sayısı**

Daha önce ifade edildiği şekilde alanyazında örneklem sayısı için farklı klavuzlar belirlenmiştir. Bu çalışma için  $n = \text{bağımsız örneklem sayısı} * 20$  formülü seçilmiştir. 4 bağımsız değişkenimiz olduğundan en az 80 örneklem bizim için yeterlidir. 100 örneklemimiz olduğundan bu varsayım sağlanmıştır.

**Çoklu Doğrusallık**

Lojistik regresyonda çoklu doğrusallığı test etmek için birden fazla yöntem kullanılabilir. Bunlar, Tolerance, Variation Inflation Factor (VIF),

Condition Index ve son olarak Correlation yöntemidir. Bunların hepsi ayrı ayrı kullanılabilir ancak en kolay olanı tercih etmek gerekir. Bu bağlamda bu çalışma için *Bivariate* korelasyon analizi çoklu doğrusallığı test etmek için yeterlidir. İzlenmesi gereken adımlar aşağıdaki gibidir:

YOL	EKRAN	YAPILMASI GEREKENLER
Analyze → Correlate → Bivariate ...		Burada, <i>Variables</i> alanına bütün bağımsız değişkenler atılır. Yani yaş, stres seviyesi, alkol tüketimi ve fiziksel aktivite.  Ayrıca, <i>Correlation Coefficients</i> kısmında <i>Spearman</i> seçeneğini de işaretlemenizi öneririm. Böylece non-parametric testler için de bir korelasyon katsayısı üretilebilir.  Diğer hiçbir seçenekte değişiklik yapmadan <i>OK</i> butonuna tıklanır.

Bu işlem sonucunda aşağıdaki gibi bir SPSS çıktısı üretilecektir. Burada öncelikle *Pearson* korelasyon değerlerini okumanızda fayda vardır. Eğer bu verilerde bir sorun olursa *Spearman* verilerini kullanabilirsiniz çünkü lojistik regresyonda verilerin bağımlı değişken üzerinde normalliği aranmaz. Bu yüzden non-parametric korelasyon bulgularını da kullanabilirsiniz.

## SPSS OUTPUT

Varsayımların  
kontrolü için  
korelasyon sonucu

		Correlations				
		Yaş	Stres Seviyesi	Fiziksel Aktivite	Alkol Tüketimi	
Spearman's rho	Yaş	Correlation Coefficient	1,000	-,589**	-,104	,067
		Sig. (2-tailed)	.	<,001	,304	,508
		N	100	100	100	100
Stres Seviyesi		Correlation Coefficient	-,589**	1,000	,145	,053
		Sig. (2-tailed)	<,001	.	,149	,600
		N	100	100	100	100
Fiziksel Aktivite		Correlation Coefficient	-,104	,145	1,000	-,137
		Sig. (2-tailed)	,304	,149	.	,173
		N	100	100	100	100
Alkol Tüketimi		Correlation Coefficient	,067	,053	-,137	1,000
		Sig. (2-tailed)	,508	,600	,173	.
		N	100	100	100	100

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, Pearson ya da Spearman's rho korelasyon değeri ile birlikte yıldız (\*) sembolüyle gösterilen değişken gruplarıdır. Bu sembol, iki değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu gösterir. Örneğin, Yaş ve Stres Seviyesi değişkenleri arasında 0,01 düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ve bu ilişkinin gücü  $r = 0,589$  olarak ölçülmüştür. Lojistik regresyonda çoklu doğrusallık varsayımının ihlal edilmesi için  $r$  değerinin 0,7 veya üzeri olması gerekir. Yukarıdaki örnekte, hiçbir değişken arasında böyle bir ilişki değeri gözlenmediği için çoklu doğrusallık varsayımı ihlal edilmemiştir. Diğer bir deyişle, veri setimizde çoklu doğrusallıkla ilgili bir sorun bulunmamaktadır.

### Aykırı Değerler

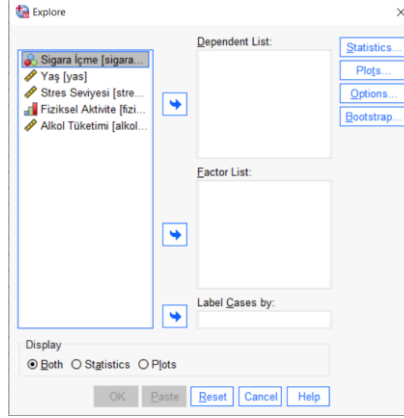
Lojistik regresyon için kontrol edilmesi gereken bir diğer varsayım, aykırı değerlerdir. Veri setinde istatistiksel olarak anlamlı aykırı değerlerin bulunmaması gerekmektedir. Aykırı değerleri test etmek için birden fazla yöntem mevcuttur. Bu yöntemler arasında Tukey's Hinges, Stem & Leaf, Boxplot ve Scattered Plots yer almaktadır. Çoklu doğrusallık varsayımında olduğu gibi, kendi analizimde en kolay yöntemi seçerek devam ediyorum. Bu süreçte izlenmesi gereken adımlar aşağıdaki gibidir.



## YOL

Analyze →  
Descriptiv  
e Statistics  
→  
Explore...

## EKİRAN

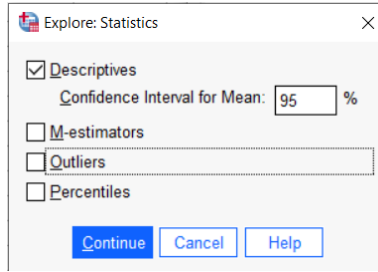
YAPILMASI  
GEREKENLER

Burada, *Dependent List* alanına sürekli değişkenler atılır. Yani yaş, stres seviyesi ve alkol tüketimi.

Ayrıca, *Faktor List* kısmına ikiden fazla kategorisi olan kategorik değişkenleri de atabilirsiniz. Burada Fiziksel Aktivite 3 kategorili olduğu için onu *Factor List* kısmına atıyoruz.

Bu kısımda ayrıca *Display* bölümünde *Plots* seçeneğini seçiyoruz.

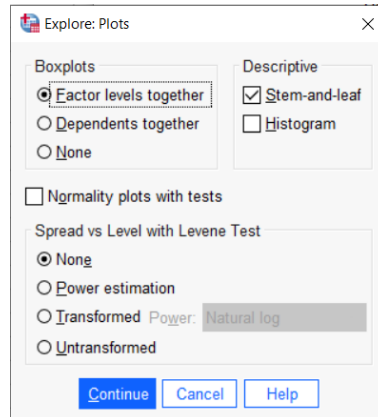
Daha sonra *Statistics* butonuna tıklıyoruz.



Burada *Descriptives* seçili olarak gelecektir. Bunun seçimini kaldırıp *Outliers* seçeneğini seçmemiz. Böylece yorumlamamız için *Box Plot* lar oluşacaktır.

Burada *Continue* diyip devam etmelisiniz.

Daha sonra ilk ekrana gelerek *Plots* butonuna tıklayın



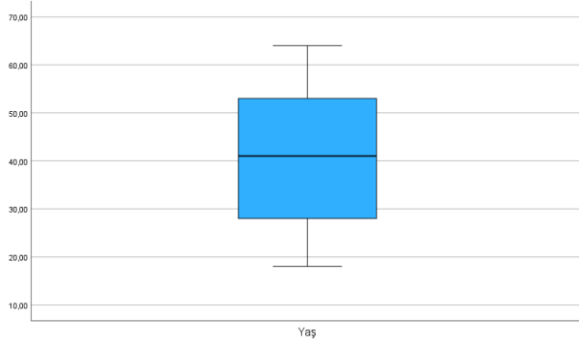
Burada *Stem-and-leaf* seçeneğini kaldırıp *Continue* butonuna tıklamanız yeterlidir.

Daha sonra başka hiçbir değişiklik yapmadan ilk ekrana gelerek *Tamam* butonuna tıklamanız yeterli olacaktır. Böylece ekran çıktılarını görebiliriz.

Bu işlem serisi sonrası aşağıdaki gibi bir çıktı elde etmeniz gerekir. Bu çıktı her bir değişken için ayrı ayrı üretilmektedir. Burada hepsini göstermem mümkün olmadığından sadece *Yaş* değişkeni üzerinden durumu anlatmaya çalışacağım.

## SPSS OUTPUT

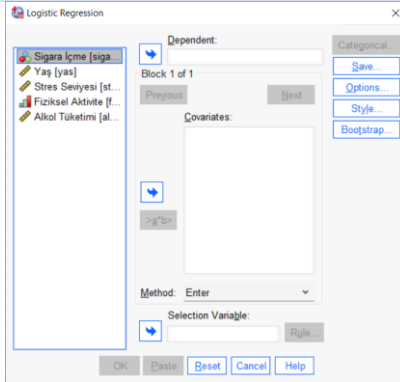
Varsayımların kontrolü için Box Plot grafikleri.



Yukarıdaki bulgu, *Yaş* değişkeni için hiçbir anlamlı aykırı değer belirlenmediğini göstermektedir. Eğer yukarıdaki mavi grafiğin alt veya üst sınırında herhangi bir değer yanında yıldız (\*) simgesi yer alsaydı, bu verilerin anlamlı aykırı değerler olduğu sonucuna varacaktık. Ancak bu durum ne *Yaş* değişkeni ne de diğer değişkenler için gözlenmediğinden, bu varsayımın ihlal edilmediği sonucuna varıyoruz.

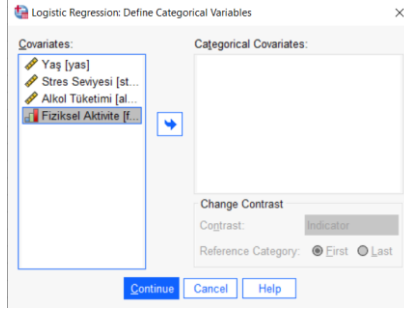
### *Analizin Yürütülmesi*

Analizi yürütmek için veri setinizin SPSS'de hazır ve uygun şekilde kodlandığını varsayarak, aşağıdaki adımları takip etmeniz yeterlidir. Bu analize başlamadan önce yine Eksik Veri analizini yapmanızı öneririm.

YOL	EKKRAN	YAPILMASI GEREKENLER
<p>Analyze → Regression → Logistic Regression ...</p>		<p>Ekranın üst tarafındaki menüyü kullanarak Önce <b>Analyze</b> (İstatistiksel Analiz) seçeneğine tıklayın, ardından <i>Regression</i> ve son olarak <i>Binary Logistic</i> (İkili Lojistik) seçeneğine tıklayın.</p> <p>Kategorik bağımlı değişkeninizi (e.g., Sigara Kullanımı, 0: İçmiyor, 1: İçiyor) seçin ve <i>Dependent</i> kutusuna taşıyın.</p> <p>Ardından, bağımsız değişkenlerinizi (Yaş, Stres Seviyesi, Fiziksel Aktivite Düzeyi, Alkol Tüketimi) seçin ve <i>Covariates</i> (Bağımsız Değişkenler) kutusuna taşıyın.</p> <p>Method seçeneğinden "Enter" yönteminin seçili olduğundan emin olun.</p> <p>Daha sonra <i>Categorical...</i> butonuna tıklayın.</p>

## YOL

## EKİRAN

YAPILMASI  
GEREKENLER

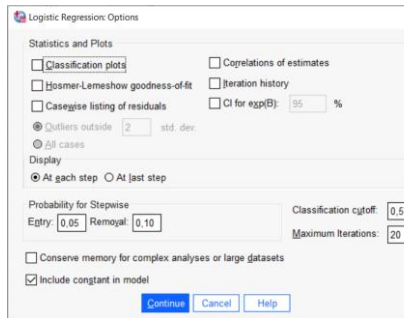
Eğer bağımsız değişkenlerinizden herhangi biri kategorik değilse bu bölümü atlayabilirsiniz.

Her bir kategorik değişkeni (örneğin, Fiziksel Aktivite Düzeyi) vurgulayın ve *Categorical Covariates* kutusuna taşıyın.

Kategorik değişkenlerinizi tek tek vurgulayarak *Change contrast* bölümündeki "First" seçeneğine tıklayın. Ardından *Change* düğmesine basın. Bu işlemden sonra, değişken adının yanında "(first)" ibaresi görünecektir. Bu, referans grup olarak listede ilk grubu belirleyecektir.

Bu adımı tamamladıktan sonra *Continue* butonuna tıklayın.

İlk ekrana geldikten sonra *Options* butonuna tıklayın.



Aşağıdaki seçenekleri işaretleyin:

Classification plots (Sınıflandırma Grafikleri)

Hosmer-Lemeshow goodness of fit (Hosmer-Lemeshow Uyum Testi)

Casewise listing of residuals (Artıkların Tekil Listelemesi)

CI for Exp(B) (Exp(B) için Güven Aralığı)

Diğer seçenekleri değiştirmeden *Continue* butonuna tıklayın.

YOL	EKKRAN	YAPILMASI GEREKENLER
		Son olarak ilk ekranda <i>OK</i> butonuna tıklayın ve Lojistik Regresyon çıktılarına ulaşın.

### ***Bulguların Yorumlanması***

Analiz bulgularında kontrol edilmesi gereken ilk şey, “**Vaka İşleme Özeti**” (Case Processing Summary) tablosunda verilen örneklem büyüklüğüne ilişkin ayrıntılardır. Beklenen vaka sayısına sahip olduğumuzdan emin olmamız gerekir. Kontrol edilmesi gereken bir diğer tablo, Bağımlı Değişkenin Kodlanması tablosudur. Bu tablo, lojistik regresyon analizini yorumlarken özellikle Odds değerleri açısından oldukça önemlidir. Gerçekleşen eylemin (bizim örneğimizde bu, “sigara içiyor”) 1 ile kodlandığından emin olmalıyız. Ancak kendi kodlamanız buna uymuyorsa (örneğin, değerleriniz 1 ve 2 ise), SPSS bu değerleri 0 ve 1 olarak yeniden kodlayacaktır. Sonuç olarak, sorunun varlığının 1, yokluğunun ise 0 ile temsil edildiği bu kodlama, çıktının yorumlanmasını daha kolay hale getirmektedir.

## SPSS OUTPUT

Vaka işleme Özeti  
ve Bağımlı  
değişkenin  
kodlanması

Unweighted Cases <sup>a</sup>		N	Percent
Selected Cases	Included in Analysis	100	100,0
	Missing Cases	0	,0
	Total	100	100,0
Unselected Cases		0	,0
Total		100	100,0

a. If weight is in effect, see classification table for the total number of cases.

### Dependent Variable Encoding

Original Value	Internal Value
Sigara İçmiyor	0
Sigara İçiyor	1

“**Kategorik Değişken Kodlamaları**” (Dependent Variable Encoding) başlıklı bir sonraki tabloda, bağımsız (yordayıcı) değişkenlerin kodlaması ve grup içerisindeki frekansları gösterilmektedir. Bu tabloda, “Frekans” başlıklı sütunda her bir kategorideki örneklem sayısını kontrol etmemiz gerekir. Çünkü çok küçük sayılara sahip gruplar, analizin sağlıklı bir şekilde yürütülmesini engelleyebilir. Daha önce ifade edildiği gibi, bu tür durumlarda grupların birleştirilmesi veya bazı durumlarda ilgili grubun tamamen kaldırılması gerekebilir.

## SPSS OUTPUT

Kategorik  
Değişken  
Kodlamaları

		Frequency	Parameter coding	
			(1)	(2)
Fiziksel Aktivite	Düşük	34	,000	,000
	Orta	38	1,000	,000
	Yüksek	28	,000	1,000

Sonraki tabloların bir kısmı Block 0 etiketi altında verilmiştir. Block 0, SPSS çıktılarında lojistik regresyon analizinin başlangıç aşamasını ifade eder ve modele herhangi bir bağımsız değişken eklenmeden önceki durumu gösterir. Bu, yalnızca sabit terim (constant) içeren bir başlangıç modelidir. Block 0, bağımsız değişkenler olmadan bağımlı değişkeni tahmin etmek için bir temel oluşturur. Buradaki diğer bulgular veya çıktılar

için çok fazla yorum yapmaya gerek olmadığından Block 1 başlıklı bir sonraki bölüme geçmemiz gerekir. İlk olarak aşağıdaki çıktıyla başlayalım.

## SPSS OUTPUT

Model uyum testleri:  
Model Katsayılarının  
Omnibus Testleri ve  
Hosmer ve Lemeshow  
testi

### Omnibus Tests of Model Coefficients

		Chi-square	df	Sig.
Step 1	Step	110,688	5	<,001
	Block	110,688	5	<,001
	Model	110,688	5	<,001

### Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	,245	8	1,000

Bu iki tablo, belirlediğimiz modele hiçbir yordayıcı değişken girmeden elde edilen **Block 0** modeline kıyasla, **Block 1**'in ne kadar iyi bir performans gösterdiğine ilişkin bulgular sunmaktadır. Bu testler, aynı zamanda "uyum iyiliği" testleri olarak da adlandırılır. Ancak, iki testin yorumlanması birbirinden tamamen farklıdır.

**Omnibus testleri** için, test sonucunun istatistiksel olarak anlamlı olması beklenir. Bunun için Sig. değerinin 0,05'ten küçük olması gerekir. Bu örnekte elde ettiğimiz değer 0,01'den küçüktür. Bu durum, modelin IBM SPSS tarafından oluşturulan Block 0 modeline göre oldukça iyi olduğunu ve daha iyi bir tahmin sunduğunu göstermektedir. Sonuçlarımızda raporlamamız gereken değerler ise ki-kare değeri, serbestlik derecesi ve anlamlılık düzeyidir.

**Hosmer ve Lemeshow testi** ise zayıf uyumu 0,05'ten küçük bir anlamlılık değeri ile gösterir. Bu nedenle, modelimizi desteklemek için 0,05'ten büyük bir değerin elde edilmesi gerekir. Örneğimizde, Hosmer-Lemeshow testi için ki-kare değeri 0,245 ve anlamlılık düzeyi 1,00 olarak bulunmuştur. Bu değer 0,05'ten büyüktür, dolayısıyla modelin desteklendiği ve istatistiksel olarak iyi bir uyum gösterdiği sonucuna varılabilir.

Çıktılarda elde edilen bir diğer önemli tablo "Model Özeti" (Model Summary) tablosudur. Bu tabloya ve yorumlara ilişkin detaylar aşağıdaki figür altında verilmiştir.

## SPSS OUTPUT

### Model Özeti

Model Summary			
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	27,300 <sup>a</sup>	,669	,894

a. Estimation terminated at iteration number 8 because parameter estimates changed by less than ,001.

Yukarıdaki çıktı, modelin kullanılabilirliği hakkında önemli bilgiler sunan bir diğer tablodur. Tabloda iki farklı sonuç yer almaktadır: **Cox & Snell R Kare** ve **Nagelkerke R Kare** değerleri. Bu değerler, model tarafından bağımlı değişkendeki varyasyon miktarını 0 ile 1 arasında bir değerle ifade eder. Buna göre, 1 değeri en yüksek açıklayıcılığı, 0 ise en düşük açıklayıcılığı gösterir.

Bu örnekte, Cox & Snell R Kare değeri 0,669, Nagelkerke R Kare değeri ise 0,894 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, bağımlı değişkendeki değişkenliğin %66,9 ila %89,4'ünün bu değişkenler kümesi tarafından açıklandığını göstermektedir.

Sonraki çıktı, “**Sınıflandırma Tablosu**”dur.

## SPSS OUTPUT

### Sınıflandırma Çıktısı

		Classification Table <sup>a</sup>		
		Predicted		Percentage Correct
Observed		Sigara içmiyor	Sigara içiyor	
Step 1	Sigara içme	44	2	95,7
	Sigara içmiyor	3	51	94,4
Overall Percentage				95,0

a. The cut value is ,500

Bu tablo, lojistik regresyonda elde edilen önemli bir diğer çıktıdır. Tablo, modelin her bir örnek ya da vaka için doğru kategoriye ne kadar iyi tahmin edebildiğini gösterir. Örneğimizde bu durum, “sigara içiyor” ve “sigara içmiyor” kategorileridir. Yordayıcı (bağımsız) değişkenler modele dahil edildiğinde, tahmin gücündeki iyileşme hem bağımlı değişkenin genelinde hem de her bir kategoride gözlemlenebilir.



Buna göre, model “sigara içmiyor” kategorisinde yalnızca 2 kişiyi yanlış tahmin ederek %95,7’lik bir başarı sağlamıştır. “Sigara içiyor” kategorisinde ise 3 kişiyi yanlış şekilde gruplandırmış ve %94,4’lük bir başarıyla bu kategoriye tahmin edebilmiştir. Genel olarak, model vakaların %95,0’ını doğru bir şekilde sınıflandırmıştır.

Bu tabloda gösterilen sonuçlar, tıp literatüründe sıklıkla rapor edilen duyarlılık (sensitivity) ve özgüllük (specificity) gibi ek istatistiklerin hesaplanması için de kullanılabilir. Ancak bu analiz, bu konunun kapsamı dışında olduğundan detaylara burada girilmeyecektir.

Analizde yorumlayacağımız bir diğer bulgu ise, “**Denklemdaki Değişkenler**” (The Variables in the Equation) tablosudur. Bu tabloya ilişkin bulgular aşağıda sunulmaktadır.

## SPSS OUTPUT

### Denklemdaki Değişkenler

		Variables in the Equation					95% C.I. for EXP(B)		
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	Lower	Upper
Step 1 <sup>a</sup>	Yaş	-,244	,072	11,420	1	<,001	,784	,681	,903
	Stres Seviyesi	1,455	,527	7,611	1	,006	4,284	1,524	12,043
	Fiziksel Aktivite			,063	2	,969			
	Fiziksel Aktivite(1)	-,246	1,269	,038	1	,846	,782	,065	9,394
	Fiziksel Aktivite(2)	,054	1,278	,002	1	,966	1,056	,086	12,918
	Alkol Tüketimi	,010	,091	,013	1	,909	1,010	,845	1,208
	Constant	3,398	3,451	,970	1	,325	29,914		

a. Variable(s) entered on step 1: Yaş, Stres Seviyesi, Fiziksel Aktivite, Alkol Tüketimi.

**Wald** testi olarak bilinen bu tablo, modele dahil edilen her bir bağımsız (yordayıcı) değişkenin modele katkısı veya önemini değerlendirmek için kullanılır. Tabloya göre, Wald sütununda her değişken için bir değer üretilmiştir. Bu değer, anlamlılık düzeyine (Sig.) bakılarak yorumlanır. Anlamlılık değeri 0,05’ten küçük olan değişkenler, modelin tahmin yeteneğine katkıda bulunan değişkenler olarak kabul edilir. Yukarıdaki verilere göre, Yaş ve Stres Seviyesi yordayıcıları, 0,05’ten küçük Sig. değerleriyle modelde belirleyici faktörlerdir. Başka bir deyişle, bir kişinin sigara içme durumunu belirleyen başlıca faktörler yaş ve stres seviyesidir. Diğer değişkenler ise modele anlamlı bir katkıda bulunmamıştır.

Tablonun ikinci sütununda yer alan **B** değerleri, bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki ilişkinin yönünü gösterir ve pozitif ya da negatif olabilir. Bağımlı değişkenin doğru kodlanması, bu sütunun yorumlanmasını kolaylaştırır. Örneğin, 0 “hayır” ya da özelliğin yokluğu,

1 ise “evet” ya da özelliğın varlığı şeklinde kodlanmışsa, negatif B değerleri, bağımsız değişken skorundaki bir artışın bağımlı değişkende 1 (örneğimizde, sigara içiyor) olasılığını azalttığını ifade eder. Pozitif B değerleri ise bağımlı değişkende 1 olasılığını artırır. Yukarıdaki verilere göre, Stres Seviyesi için B değeri (1,455) pozitif, Yaş için ise B değeri (-0,244) negatiftir. Bu durumda, stres seviyesi ne kadar artarsa, sigara içme olasılığı o kadar artar. Öte yandan, kişinin yaşı arttıkça, sigara içme olasılığı azalır.

Bir diğer önemli sütun ise **Exp(B)** sütunudur. Bu sütun, lojistik regresyon modelinin sonuçlarını bir bütün olarak yorumlamayı sağlar. Exp(B), bağımsız değişkendeki bir birimlik artışın, diğer tüm faktörler sabitken, bağımlı değişkenin belirli bir kategorisine girme olasılığını gösterir. Örneğın, bu modelde stres seviyesi yüksek olan bir kişinin “Evet, sigara içiyorum” deme olasılığı, stres seviyesi düşük birine kıyasla 4,28 kat daha büyüktür. Diğer taraftan, Yaş değişkeninin Exp(B) değeri 1’den küçüktür (0,784). Bu, yaş arttıkça sigara içme olasılığının azaldığını ifade eder. Başka bir deyişle, yaşta her bir birimlik artış, sigara içme olasılığını, diğer tüm değişkenler sabitken, 0,784 kat azaltmaktadır.

Çıktıdaki son tablo olan “**Vaka Listesi**” (**Casewise List**), modele uygun olmayan kişi ya da vakalar hakkında bilgi verir. Bu tabloda, ZResid değeri 2’nin üzerinde veya -2’nin altında olan vakalar gösterilir. ZResid değerleri 2,5’in üzerinde ya da -2,5’in altında olan vakalar dikkatlice incelenmelidir, çünkü bu değerler aykırı değer olarak kabul edilir. Örneğın, 24. kişi için model, %92,6 olasılıkla 1. grupta (sigara içiyor) olması gerektiğini belirtirken, bu kişi 0. grupta (sigara içmiyor) yer almıştır. Benzer şekilde, 33. vakada da modelle uyuşmayan bir durum gözlemlenmiştir. Bu vakalar, analiz sırasında göz ardı edilmemelidir.

## SPSS OUTPUT

### Vaka Listesi

Casewise List <sup>b</sup>							
Case	Selected Status <sup>a</sup>	Observed Sigara İçme	Predicted	Predicted Group	Temporary Variable		
					Resid	ZResid	SResid
24	S	0**	,926	1	-,926	-3,534	-2,383
33	S	1**	,072	0	,928	3,581	2,393

a. S = Selected, U = Unselected cases, and \*\* = Misclassified cases.

b. Cases with studentized residuals greater than 2,000 are listed.

Bu vakaların analizden çıkarılması veya bu vakalar üzerinde ileri düzey analizler yapılması önerilmektedir, özellikle söz konusu yüksek olasılık

değerleri varken. Ancak, örneklem büyüklüğü kritik bir seviyedeysen, verileri çıkarırken daha dikkatli olunması önemlidir.

### Sonuçların uygun formatta yazılması ve tablolaştırılması

Şu ana kadar elde ettiğimiz veriler ve yorumlar ışığında aşağıdaki gibi bir rapor hazırlayabiliriz.

İkili lojistik regresyon, yaş, stres seviyesi, fiziksel aktivite ve alkol tüketimi faktörlerinin, katılımcıların sigara içme durumları olasılığı üzerindeki etkisini değerlendirmek için gerçekleştirilmiştir. Analizden önce gerekli varsayımlar kontrol edilmiş ve hiçbir varsayım ihlal edilmemiştir. Tüm yordayıcı değişkenleri içeren model, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $\chi^2$  (5, N = 100) = 110,688,  $p < .001$ ). Buna göre, model sigara içen veya içmeyen katılımcılar arasında anlamlı şekilde ayırım yapabildiğini göstermiştir. Model bir bütün olarak uyku durumundaki varyansın %66,9'unu (Cox ve Snell R kare) ve %89,4'ünü (Nagelkerke R kare) açıklamış ve sınıflandırma çıktısına göre vakaların %95'ini doğru sınıflandırmıştır. Tablo 1'de gösterildiği gibi, bağımsız değişkenlerden yalnızca ikisi, yaş ve stres seviyesi, modele istatistiksel olarak anlamlı katkı sağlamıştır. Sigara içme durumunu ortaya koymanın en güçlü yordayıcısı, 4,28'lik bir olasılık oranıyla stres seviyesi olmuştur. Bu, stres seviyesi artan katılımcıların, modeldeki diğer tüm değişkenler kontrol edildiğinde, sigara içmeyenlere kıyasla sigara içme olasılığının dört kattan fazla olduğunu göstermiştir. Yaş değişkeninde ise aksi durum söz konusudur. Buna göre, bir kişinin yaşı arttıkça, sigara içme olasılığının azalacağı gözlenmiştir.

Tablo 1. Sigara içme olasılığı üzerine lojistik regresyon sonuçları

Değişken	B	Wald	p	OD	%95 CI
Yaş	-,24	11,420	<,00*	,78	,68-,90
Stres Seviyesi	1,45	7,611	<,00*	4,28	1,52-12,04
Fiziksel Aktivite		,063	,96		
Fiziksel Aktivite (1)	-,24	,038	,84	,78	,06-9,39
Fiziksel Aktivite (2)	,05	,002	,96	1,05	,08-12,91
Alkol Tüketimi	3,33	,917	,33	1,01	,84-1,20

OD, Odds Ration; \*0,01 düzeyinde anlamlı

## Kaynakça

- Bujang, M. A., Sa'at, N., Bakar, T. M. I. T. A., & Joo, L. C. (2018). Sample size guidelines for logistic regression from observational studies with large population: emphasis on the accuracy between statistics and parameters based on real life clinical data. *The Malaysian journal of medical sciences: MJMS*, 25(4), 122.
- Cabrera, A. F. (1994). Logistic regression analysis in higher education: An applied perspective. *Higher Education: Handbook of Theory and Research*, Vol. 10, 225-256.
- Çokluk, Ö. (2010). Lojistik regresyon analizi: Kavram ve uygulama. *Kuram ve uygulamada eğitim bilimleri*, 10(3), 1357-1407.
- Field, A. P. (2000). *Discovering statistics using SPSS for Windows: Advanced techniques for beginners*. Sage Publications, Inc..
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education* (6th ed.). Boston: McGraw-Hill.
- Greasley, P. (2007). *Quantitative data analysis using SPSS: An introduction for health and social sciences*. McGraw-Hill Education (UK).
- Harrell, F. E. (2015). *Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis*. Springer.
- Harrell, F. E. (2015). *Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis*. Springer
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied Logistic Regression*. Wiley.
- Karakaya Özyer, K. (2022). The trends and challenges for early carrier educational researchers in quantitative research in Turkey. *International Journal of Academic Research in Education*, 8(1), 16-33. DOI: 10.17985/ijare.913468
- Knezek, G. A., & Christensen, R. (2013). Tools for analyzing quantitative data. *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 203–220). Springer New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_17](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_17)

Menard, S. (2001). *Applied logistic regression analysis*. SAGE publications.

Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. Routledge.

Peduzzi, P., Concato, J., Kemper, E., Holford, T. R., & Feinstein, A. R. (1996). A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. *Journal of clinical epidemiology*, 49(12), 1373-1379.

Peng, C. J., Lee, K. L., & Ingersoll, G. M. (2002). An Introduction to Logistic Regression Analysis and Reporting. *Journal of Educational Research*, 96(1), 3-14.

Tabachnick, B. G., Fidell, L. S. (2007). *Using Multivariate Statistics (5th ed.)*. Pearson Education, Allyn ve Bacon, Inc.

