



sustainability

IMPACT
FACTOR
3.3

CITESCORE
6.8

Makale

Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik için Modal Tercihlerin Araştırılması: Portekiz'in Porto Metropolitan Alanından Analizler

Hudyeron Rocha, António Lobo, José Pedro Tavares ve Sara Ferreira

Özel Sayı

Kentsel Hareketlilik ve Aktif Ulaşım Geçiş

Düzenleyen

Dr. Ioanna Spyropoulou, Prof. Dr. Aoife Ahern ve Prof. Dr. Houshmand Masoumi



<https://doi.org/10.3390/su152014765>



Makale

Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik için Modal Tercihlerin Araştırılması: Portekiz'in Porto Metropolitan Alanından Analizler

Hudyeron Rocha ^{*}, António Lobo, José Pedro Tavares ve Sara Ferreira

CITTA-Centro de Investigação do Território, Transportes e Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias s/n, 4200-465 Porto, Portekiz; lobo@fe.up.pt (A.L.); ptavares@fe.up.pt (J.P.T.); sara@fe.up.pt (S.F.)

* Yazışmalar: hudyeron@gmail.com

Özet: Verimli ve sürdürülebilir kentsel hareketlilik günümüz kentleri için kritik öneme sahiptir ve metropol alanlardaki ulaşım sorunlarının ele alınmasında mod seçimlerini etkileyen faktörlerin anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma Portekiz'deki Porto Metropolitan Alanı'na (AMP) odaklanmakta ve bu faktörler hakkında bilgi edinmeyi amaçlamaktadır. 2017'de gerçekleştirilen son hareketlilik anketinden (IMob) elde edilen veriler kullanılarak, özel motorlu taşıtlar (PMV'ler), toplu taşıma (PT) ve aktif modlar (AM'ler) arasındaki bireysel mod seçimlerini analiz etmek için bir multinomial logit (MNL) modeli kullanılmıştır. Bulgular, demografik, sosyoekonomik ve seyahatle ilgili özelliklerin incelenen alandaki bireysel mod seçimlerini önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, olasılık senaryoları sürdürülebilir ulaşım seçeneklerinin teşvik edilmesinde finansal hususların, çevre bilincinin ve toplu taşıma araçlarına erişilebilirliğin önemini vurgulamaktadır. Bu görüşler, kentsel planlama ve ulaşım yönetiminde yer alan politika yapıcılar ve paydaşlar için önemli çıkarımlara sahiptir. Bu çalışma, bireylerin ulaşım tercihleri ve davranışları hakkında değerli bilgiler sunarak literatüre katkıda bulunmakta, altyapı iyileştirmeleri ve hedeflenen müdahaleler için kanıta dayalı karar vermeyi kolaylaştırmaktadır. Bu çalışma, sürdürülebilir ulaşım alternatiflerini teşvik ederek ve PMV'lere olan bağımlılığı azaltarak, AMP'nin yaşanabilirliğini ve sürdürülebilirliğini artırmayı ve uzun vadeli sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu hale getirmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: sürdürülebilir hareketlilik; modal tercihler; motorlu ulaşım; toplu taşıma; motorsuz ulaşım; Porto Metropolitan Alanı



Atıf: Rocha, H.; Lobo, A.; Tavares, J.P.; Ferreira, S. Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik için Modal Seçenekleri Keşfetmek: Porto'dan İçgörüler Portekiz'de Büyükşehir Bölgesi. *Sürdürülebilirlik* **2023**, *15*, 14765. <https://doi.org/10.3390/su152014765>

Akademik Editörler: Aoife Ahern, Houshmand Masoumi ve Ioanna Spyropoulou

Alındı: 8 Eylül 2023

Revize: 5 Ekim 2023

Kabul edildi: 9 Ekim 2023

Yayınlanma tarihi: 11 Ekim 2023



Telif hakkı: © 2023 yazarlar tarafından. Lisans sahibi MDPI, Basel, İsviçre. Bu makale Creative Commons Attribution (CC BY) lisansının hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makaledir (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Giriş

Verimli ve sürdürülebilir kentsel hareketlilik, çağdaş şehirlerde çok önemlidir ve bireylerin modal seçimlerini etkileyen faktörlerin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirir [1-3]. Birçok kentsel bölge gibi Portekiz'deki Porto Metropolitan Alanı (AMP) da trafik sıkışıklığı, hava kirliliği ve hareketsiz yaşam tarzının sağlık üzerindeki etkileri gibi ulaşım ile ilgili çok sayıda zorlukla karşı karşıyadır [4-6].

Portekiz'de yapılan en son hareketlilik araştırmasına göre [7], AMP şu anda artan trafik sıkışıklığı seviyeleriyle karşı karşıyadır. Rocha ve diğerlerinin vurguladığı gibi, özel motorlu taşıtların (PMV'ler) tüm bölgesel yolculukların yaklaşık %70'ini oluşturması dikkat çekicidir [8]. Bu tıkanıklık sadece zaman gecikmelerine yol açmakla kalmayıp aynı zamanda yakıt tüketiminin ve sera gazı emisyonlarının artmasına da katkıda bulunmaktadır [4,6,9,10].

COVID-19 salgını sırasında trafik ve yol kazalarında geçici bir azalma olmasına rağmen, AMP içinde dolaşımda olan araç sayısı sürekli bir artış eğilimi göstermiştir [11]. 2021 yılında, yollarda toplam 5,6 milyon PMV ile son on yılın kaydedilen en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu, bin kişi başına yaklaşık 541 PMV'ye karşılık gelmektedir ve hane başına düşen ortalama PMV sayısının bir (1,3)'ü aştığını göstermektedir [12,13].

Ulaşım ve sürdürülebilirlikle ilgili bu acil endişeleri ele almak için bireylerin mod seçimlerini yönlendiren faktörlerin araştırılması zorunludur [14,15].

Bireylerin neden toplu taşıma (PT) veya yürüme ve bisiklete binme gibi aktif modlar (AM) yerine PMV'leri tercih ettiklerini anlamak, sürdürülebilir ulaşım uygulamalarını teşvik eden etkili müdahaleler ve politikalar geliştirmek için gereklidir [6,16].

Bu içgörüler, kentsel planlama ve ulaşım yönetimiyle ilgilenen politika yapımcılar ve paydaşlar için önemli çıkarımlara sahiptir. Bir çalışmanın sonuçları, PT kullanımını artırmayı ve AM'leri teşvik etmeyi amaçlayan kanıta dayalı müdahalelerin ve stratejilerin geliştirilmesini rapor edebilir. Politika yapımcılar, ulaşım planlama girişimlerinin uzun vadeli sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumunu sağlamak için bölgede sürdürülebilir ulaşım uygulamalarını teşvik eden hedefli stratejiler ve müdahaleler geliştirerek AMP'de kaynak tahsisi ve politika formülasyonuna rehberlik etmek için bu bulgulardan yararlanabilir. PMV'lere olan bağımlılığı azaltarak ve sürdürülebilir ulaşım alternatiflerini teşvik ederek, AMP'nin genel yaşanabilirliği ve sürdürülebilirliği, bölgenin daha yeşil ve daha verimli bir ulaşım sistemi vizyonu doğrultusunda geliştirilebilir.

Bu çalışma, en son hareketlilik anketi veri setinin (IMob) analizi yoluyla, bireylerin AMP içindeki günlük modal seçimlerinin altında yatan faktörlerin araştırılmasını başlatmaktadır. Araştırmamız özellikle farklı demografik, sosyoekonomik ve seyahatle ilgili özelliklerin bölge sakinlerinin PMV, AM ve PT tercihleri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

Bu amaca ulaşmak için, seçim süreçlerinin ayrıntı doğasını ele almadaki yeterliliği ile tanınan ve seyahat modal seçim analizinde birden fazla alternatifin dikkate alınmasına olanak tanıyan iyi bilinen bir istatistiksel teknik olan multinomial logit (MNL) modelini kullandık [17-19]. Ayrıca, bu değişkenlerin nasıl yakınsadığını anlayarak ve olasılık senaryolarını dahil ederek, bu çalışma bölgedeki sürdürülebilir ulaşım politikalarının geliştirilmesine yönelik içgörüler sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu araştırmanın sonuçları, bireylerin ulaşım tercihleri ve davranışlarına ilişkin değerli içgörüler sunarak modal seçimine ilişkin akademik literatüre önemli katkılar sağlamaktadır. Olasılık senaryolarının dahil edilmesi, bölgeye özgü hareketlilik modellerine yeni bakış açıları getirerek hem konuyu hem de kullanılan metodolojiyi zenginleştirmektedir.

Bu makalenin bölümleri sekiz kısım halinde yapılandırılmıştır. Bölüm 2'de, önceki araştırmaların yöntemlerini ve sınırlamalarını ele alarak modal seçimler üzerine mevcut literatürün bir incelemesini sunuyoruz. Ayrıca, çalışmamızın bu yöntemlerle ilgili doldurmayı amaçladığı araştırma boşluklarını vurguluyoruz. Bölüm 3, değerli bağlam ve arka plan bilgileri sunarak çalışma alanına genel bir bakış sağlamaktadır. Bölüm 4 ayrıntılı bir veri tanımı sunmakta ve analizde kullanılan değişkenleri açıklamaktadır. Bölüm 5, çalışmada kullanılan model formülasyonunu ve metodolojiyi tanıtmakta ve analiz için benimsenen analitik yaklaşımı ana hatlarıyla açıklamaktadır. Bölüm 6, istatistiksel modelin uygulanmasından elde edilen sonuçları sunmakta, sürdürülebilir hareketlilik seçeneklerini tercih eden bireyler için oluşturulan senaryolarla ilişkili olasılıkları sağlamakta ve farklı sonuçların olasılığını araştırmaktadır. Bölüm 7, AMP'de modal seçimlerini etkileyen çeşitli faktörleri açıklayarak Bölüm 6'da sunulan bulguları tartışmaktadır. Son olarak, Bölüm 8'de araştırma bulgularından elde edilen sonuçlara yer verilmekte ve geleceğe yönelik öneriler sunulmaktadır.

Araştırma yönleri, daha fazla keşif ve inceleme için potansiyel yollar sunar.

2. Literatür Taraması

Önceki çalışmalar, seyahat süresi, maliyet, uygunluk, erişilebilirlik ve sosyo-demografik özellikler de dahil olmak üzere bireylerin modal seçimlerini etkileyen çok yönlü faktörlerin incelenmesinin önemini kapsamlı bir şekilde vurgulamıştır [20-24]. Özellikle Redman ve diğerleri, Anderson, Tyrinopoulos ve diğerleri ve Morton ve diğerleri [25-28], YHT kullanıcılarının, kullanımlarını teşvik etmek için güvenilirlik, ücret uygunluğu, kişisel güvenlik ve şehrin farklı bölgelerindeki istasyonlara veya duraklara erişim kolaylığı gibi çeşitli faktörleri göz önünde bulundurdıklarını vurgulamıştır. Ayrıca, Saelens ve diğerleri ile Humpel ve diğerleri [29,30] özel bisiklet yolları ve yaya geçitleri gibi altyapıların mevcudiyeti ve kalitesinin bireylerin AM'ye ilişkin modal seçimlerini önemli ölçüde etkilediğini bulmuştur. Bu bulgular ayrıca şu hususlara duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır

Sürdürülebilir ulaşım uygulamalarını teşvik ederken iyi tasarlanmış ve erişilebilir altyapının geliştirilmesini dikkate almak ve önceliklendirmek [25-30].

Rasca & Saeed, López & Wong ve Saelens ve diğerleri [23,31,32] de farklı ulaşım modlarına yönelik tutumlar, sosyal normlar ve kültürel uygulamalar gibi psikolojik ve sosyal faktörler arasındaki karmaşık etkileşimi ortaya çıkarmış ve bu faktörlerin bir ulaşım modu seçme konusunda bireylerin tercihlerini ve davranışlarını önemli ölçüde etkilediğini belirtmiştir.

Bu doğrultuda, Maldonado-Hinarejos ve diğerleri, de Oña & de Oña ve Guerra ve diğerleri [33-35] tarafından yürütülen çalışmalar, sürdürülebilir ulaşım seçeneklerine doğru modal kaymaları kolaylaştırmak için bir araç olarak YT'nin kalitesini ve erişilebilirliğini artırmanın önemini vurgulamıştır. Bu tür iyileştirmeler, bireylerin seyahat ihtiyaçları için PMV'ler yerine PT'yi tercih etme olasılığını önemli ölçüde artırabilir. Ayrıca Idris ve diğerleri ile Chandra & Chalumuri [36,37], bireysel tercih ve ihtiyaçlara uygun entegre ve çok modlu ulaşım seçeneklerinin önemini altını çizmektedir. Bu yaklaşım sadece ulaşımın rahatlığını ve erişilebilirliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda sürdürülebilir hareketlilik uygulamalarının teşvik edilmesinde de önemli bir rol oynar.

Önceki araştırmalarda, modal seçimler hakkında değerli bilgiler elde etmek için saha anketleri, görüşmeler ve seyahat veri analizi gibi geleneksel yöntemler yaygın olarak kullanılmıştır [38]. Bu çalışmalar genellikle ikili logit (BL) modeli [39], MNL modeli, iç içe logit (NL) modeli [40] ve karma multinomial logit modeli [18] gibi geleneksel dört aşamalı modellere dayanmaktadır. Ancak, Minal & Sekhar'ın [41] da belirttiği gibi, genellikle ilgisiz alternatiflerin (örneğin, MNL) bağımsızlığını varsaydıklarından, bu geleneksel modellerin sınırlamalarına dikkat etmek önemlidir, bu da doğal insan davranışını her zaman doğru bir şekilde yansıtmayabilir. Ayrıca, bu modeller modal seçimleri etkileyen çeşitli faktörler arasındaki karmaşık etkileşimleri yakalamakta zorlanabilir. Bu modeller her bir birey için seçilen modun kesin tahminlerini sağlayamasa da, her bir seçimle ilişkili olasılıklar hakkında içgörü sunabilir [42,43].

MNL sınırlamalarının üstesinden gelmek için bu çalışma çok yönlü bir yaklaşım benimsemektedir. İlk olarak, modal seçimleri etkileyen faktörlerin olasılığını araştırmak için daha kapsayıcı bir metodolojik stratejiye duyulan ihtiyaç da dahil olmak üzere bu araştırma boşluklarını ele almayı amaçlamaktadır. Bu, IMob anketinden elde edilen kapsamlı verilerin uygulanmasını ve bu faktörlerin daha incelikli bir şekilde araştırılmasını kolaylaştırmak için MNL modelinin kullanılmasını içermektedir. Ayrıca, geleneksel modellerin doğasında var olan kısıtlamaların farkında olan bu çalışma, temel bir araç olarak olasılıksal senaryoların entegrasyonunu sunmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle modal seçimler bağlamında ve daha spesifik olarak sürdürülebilir hareketliliğin ilerletilmesinde karar verme süreçlerinin ayrılmaz bir parçası olan belirsizliklerin ele alınmasının kritik önemi ile motive edilmiştir.

Bu metodoloji, bu senaryoların sürdürülebilir hareketliliği nasıl etkileyeceğini değerlendirmek için her biri atanmış bir olasılığa sahip farklı senaryoları dikkate almayı gerektirir [15,44,45]. Karar vericiler, bu olasılıkları uzun vadeli planlamaya entegre ederek farklı senaryoların etkilerini, risklerini ve fırsatlarını değerlendirebilirler. Bu yaklaşım, araştırmacıların ve politika yapıcıların belirli özelliklere dayalı olarak altyapı iyileştirmeleri, kaynak tahsisi ve hizmet kalitesinin artırılmasına ilişkin kanıta dayalı kararlar almasını sağlar. Amaç, daha fazla bireyin toplu taşıma, yürüme ve bisiklete binme gibi sürdürülebilir ulaşım seçeneklerini benimsemesini sağlamaktır [45-49].

3. Çalışılan Alan

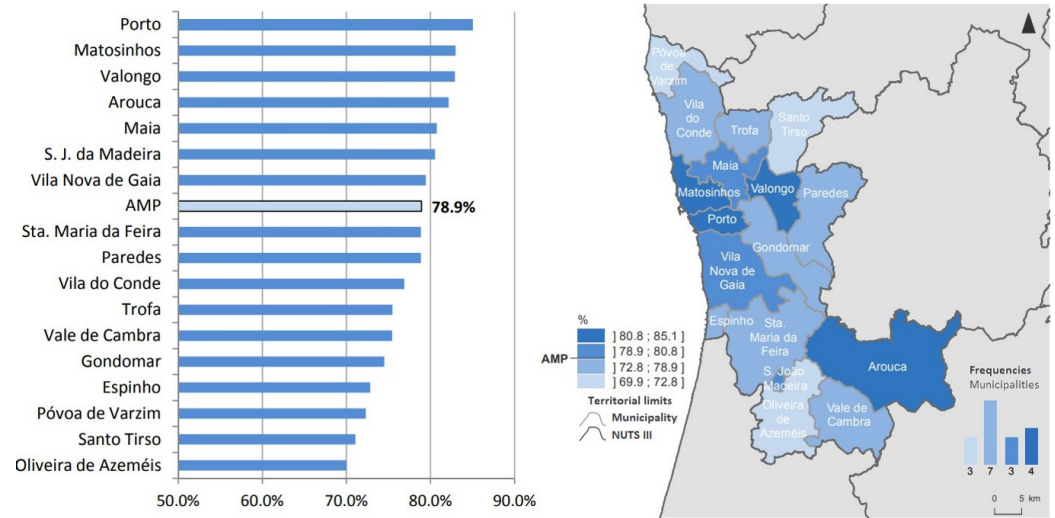
2017 yılında Portekiz İstatistikleri (INE), Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (Eurostat) ile işbirliği içinde Por- tekiz'deki seyahat kalıplarını incelemek üzere IMob anketini gerçekleştirmiştir. Bu anket, yaşları 6 ila 84 arasında değişen Portekiz sakinleri arasındaki hareketlilik kalıplarını ve modal tercihleri araştırmak için değerli bir veri seti sağlamıştır. Hanehalkı özellikleri, seyahat amaçları, ulaşım modları ve seyahat mesafeleri de dahil olmak üzere çeşitli değişkenler hakkında veri toplamıştır. Bu veri seti, AMP'deki kentsel hareketliliğin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamış ve sakinlerinin çeşitli seyahat davranışları hakkında değerli bilgiler sunmuştur.

Bağlamı sağlamak için, AMP Portekiz'in nüfus ve kentsel peyzaj geçmişinde önemli bir yere sahiptir. Kuzey Portekiz'de yer almakta, 17 belediye kapsamakta ve yaklaşık 2041 km²'lik bir alana yayılmaktadır². Yaklaşık 1,7 milyon sakini ile AMP, Portekiz'in toplam nüfusunun önemli bir bölümünü temsil etmekte ve ülke nüfusunun yaklaşık %17'sini oluşturmaktadır [50].

Bununla birlikte, AMP trafik sıkışıklığı, hava kalitesi endişeleri ve tüm bölgesel yolculukların yaklaşık %70'ini oluşturan PMV'lere bağımlılık gibi önemli kentsel planlama zorluklarıyla karşı karşıyadır [16]. Bu zorlukların çevresel etkileri, AMP'nin küresel kentsel kalkınma ve sürdürülebilirlik çabaları için daha geniş etkileri olan zorlayıcı bir vaka çalışması olarak öneminin altını çizmektedir. Bu zorluklardan hareketle, AMP'deki kentsel hareketlilik uygulamalarını geliştirme girişimleri, erişilebilirlik zorluklarının ele alınması, kirletici emisyonların etkin bir şekilde yönetilmesi ve arazi kullanımının ulaşım planlamasıyla bütünleştirilmesi gibi temel hususları kapsamaktadır. Bu tür önlemler, hızla büyüyen metropol alanlarındaki hareketlilik zorluklarının üstesinden gelmek için gereklidir [1,3,9,16].

AMP'nin Portekiz içindeki yoğun nüfusu ve geniş coğrafi erişimi göz önüne alındığında, ulaşım davranışları ve tercihlerinin incelenmesi ülke için temel önem taşımaktadır. Bu araştırma, Portekiz'deki birçok bireyi derinden etkileyebilecek sürdürülebilir ulaşım girişimlerinin geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, elde edilen bilgiler AMP'de ve benzer hareketlilik sorunlarıyla karşı karşıya olan diğer şehirlerde daha verimli ve sürdürülebilir kentsel hareketlilik uygulamalarının teşvik edilmesinde etkili olabilir.

INE tarafından yayınlanan IMob raporuna göre [7], AMP'deki günlük yolculuk sayısı 3,4 milyonu aşmakta ve Şekil 1'de gösterildiği gibi hareketli nüfusun önemli bir bölümünü, tam olarak %78,9'unu oluşturmaktadır. Bu istatistik, bölgedeki yüksek hareketlilik ve ulaşım faaliyeti seviyesinin altını çizmekte ve AMP sakinlerinin ihtiyaçlarını karşılayacak etkili ulaşım politikaları ve müdahaleleri geliştirme ihtiyacını vurgulamaktadır.



Şekil 1. AMP belediyelerindeki hareketli nüfus.

4. Veri Toplama

2017 IMob anketinden elde edilen veriler, 18.169 geçerli hane halkı yanıtından oluşan önemli bir örneklem büyüklüğünü içermektedir. Bu veri setinde katılımcılar AMP bölgesinde toplam 80.314 seyahat bildirmiştir. Anketin örneklem büyüklüğü, INE tarafından belirlenen toplam günlük yolculukların yaklaşık %2,5'ini temsil etmektedir [7]. Bu örneklem büyüklüğü, AMP içindeki ulaşım davranışları hakkında analizler yapmak ve anlamlı sonuçlar çıkarmak için önemli kabul edilmektedir [51].

IMob anketi, AMP'deki seyahat davranışıyla ilgili kapsamlı bir dizi veri toplamıştır. Hanehalkı ve bireysel özellik verileri, seyahat davranışını etkileyen sosyo-demografik faktörlerin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır [52,53]. Yolculuk amaçları hakkındaki bilgiler, çeşitli ulaşım modları için kalıpların ve tercihlerin belirlenmesini sağlar.

İster iş, ister eğlence veya okulla ilgili olsun, bireylerin seyahatlerinin ardındaki motivasyonları keşfederek, her bir özel seyahat amacı için en uygun ulaşım modları hakkında bilgi edinebiliriz [54]. Kaydedilen ulaşım modları aynı zamanda bireylerin PMV, PT veya AM seçeneklerini kapsayan özel ulaşım tercihleri hakkında da değerli bilgiler vermektedir. Seyahat edilen mesafeler ve kişisel tercihler, tutumlar, eğitim, meslek ve kişi başına düşen gelire ilişkin veriler, sosyo-demografik ve yolculuk değişkenlerinin mod seçimini nasıl etkilediğine dair kapsamlı bir anlayış sağlayarak sürdürülebilir ulaşım seçeneklerine ilişkin genel algılarına dair bütüncül bir bakış açısı sunar [55-57].

Modelin sağlamlığını ve geçerliliğini sağlamak için toplanan verilerin bir ön incelemesi yapılmıştır. Öncelikli amaç, modele dahil edilecek en uygun değişkenleri belirlemektir. Değişkenlerin uygunluğunu değerlendirmek için araştırma sorusuyla ilgileri, modal seçimler üzerindeki potansiyel etkileri ve ilgili verilerin mevcudiyeti ve kalitesi dahil olmak üzere çeşitli kriterler kullanılmıştır. Değişkenleri bu kriterlere göre dikkatlice değerlendirerek, AMP'deki modal seçimlerin belirleyicilerini etkili bir şekilde yakalayabilecek en anlamlı faktörleri seçtik.

Değişken seçim sürecinde veri gizliliğini sağlamak ve Avrupa'daki Genel Veri Koruma Yönetmeliklerine uymak için önlemler alınmıştır. Katılımcıların veri gizliliğini tehlikeye atabilecek değişkenler analizden çıkarılmıştır. AMP kapsamında, bireylerin günlük modal seçimleri üzerinde ilgisiz veya ihmal edilebilir bir etkiye sahip olduğu düşünülen değişkenler sistematik olarak elenmiştir. Veri setinde %1'den daha az bir temsile sahip olan değişkenler önemsiz olarak değerlendirilmiş ve çıkarılmıştır. Bu karar, analiz üzerinde daha önemli bir etkisi olan değişkenlere öncelik vermek ve sınırlı temsile sahip değişkenlerin dahil edilmesinden kaynaklanan potansiyel önyargıları önlemek için alınmıştır.

Toplanan verilerin analizi sırasında, raporlanan seyahat süresi değişkeninde bazı tutarsızlıklar tespit edilmiştir. Sammer ve diğerleri [58] tarafından vurgulandığı üzere, hanehalkı seyahat anketlerinin genellikle seyahat davranışının eksik raporlanması nedeniyle sistematik hatalardan muzdarip olduğunu kabul etmek önemlidir. Bu eksik raporlama, hafıza sınırlamaları, anket katılımcısının önyargısı veya belirli seyahat türlerinin atlanması gibi çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilir [59]. Sonuç olarak, bulguların bütünlüğünü sağlamak için seyahat süresi değişkeninin analizden çıkarılması uygun görülmüştür. Bunun yerine, veri kümesi içinde güvenilir ve tutarlı kalan yolculuk mesafesi değişkenine odaklanılmıştır. Golob [60] tarafından yürütülen araştırma gibi önceki çalışmalar, ulaşım modlarının kolaylık ve verimlilik algısıyla doğrudan ilişkili olması nedeniyle mesafenin mod seçimlerini etkilemedeki önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, mesafe verilerinin kullanılabilirliği ve güvenilirliği Rietveld ve diğerleri [61] tarafından seyahat süresi verilerine göre bir avantaj olarak belirtilmiştir.

Mod seçimlerini önemli ölçüde etkileyen değişkenlerin seçimi bu çalışmanın kritik bir yönüydü. Ortuzar & Willumsen'in [62] tavsiyelerine uygun olarak, değişkenler arasındaki korelasyonları belirlemek ve her bir değişken içindeki farklı kategorilerin açıklayıcı gücünü değerlendirmek için seçilen her bir değişkenin kapsamlı bir incelemesi yapılmıştır. Optimum değişken veya sınıf sayısını belirlemek için kesin bir yöntem bulunmamakla birlikte, bu analiz ilişkilerin anlaşılması ve modelin doğruluğunun sağlanması için gereklidi [62].

Veri temizleme süreci tamamlandıktan sonra, bu çalışmada analiz edilmek üzere 75.680 yolculuktan oluşan bir veri seti seçilmiş ve modele dahil edilmek üzere toplam 13 ilgili değişken seçilmiştir. Bu değişkenler, AMP'de modal seçimleri etkileyen önemli faktörleri doğru bir şekilde yakalamak ve karar verme sürecinin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunmak için seçilmiştir. Tablo 1, seçilen değişkenler ve bunlara karşılık gelen kategorilere genel bir bakış sunmaktadır.

Tablo 1. Değişkenlerin istatistiksel açıklaması. Değişkenlerin istatistiksel açıklaması.

Sürekli Değişken	Ortalama	Std. Sapma	N	Marjinal Yüzde
Mesafe	8.998083	14.884751		
Bireysel kategorik değişkenler				
Yaş	<25		14,955	19.80%
	≥65		12,307	16.30%
	25-44		21,267	28.10%
	45-64		27,151	35.90%
Cinsiyet	Kadın		38,143	50.40%
	Erkek		37,537	49.60%
Fiziksel varlığın sınırlama	Cevap vermemeyi tercih ediyorum		2402	3.20%
	Evet		2295	3.00%
	Hayır		70,983	93.80%
Eğitim seviyesi	Yüksek öğrenim (Lisans, Yüksek Lisans, Doktora, yüksek profesyonel teknik kurs)		23,976	31.70%
	Yok veya birinci veya ikinci veya üçüncü yılı tamamlamış		2457	3.20%
	Cevap vermemeyi tercih ediyorum		2551	3.40%
	Ortaöğretim (12 yıllık tam eğitim) veya lise sonrası (yüksek teknolojik uzmanlık kursu olmayan)		15,165	20.00%
	Temel Eğitim (birinci aşama, ikinci aşama veya üçüncü aşama tamamlanmış)		31,531	41.70%
Meslek	Cevap vermemeyi tercih ediyorum		7181	9.50%
	Öğrenci, emekli (çoğunlukla ev işleriyle uğraşıyor; kalıcı olarak devre dışı)		22,175	29.30%
	İşsiz		4942	6.50%
	Çalışan		41,382	54.70%
(Aylık) (gelir)	2000 Euro'nun üzerinde		4391	5.80%
	1500 EUR'dan 2000 EUR'nun altına kadar		9828	13.00%
	1000 EUR'dan 1500 EUR'nun altına kadar		2831	3.70%
	651 EUR'dan 1000 EUR'nun altına kadar		16,779	22.20%
	Cevap vermemeyi tercih ediyorum		3725	4.90%
Aylık toplu taşıma bileti	650 Euro'ya kadar		38,126	50.40%
	Hayır		63,901	84.40%
Kendi aracımız	Evet		11,779	15.60%
	Hayır		7952	10.50%
Evet			67,728	89.50%
Yolculuk kategorik değişkenleri				
Taşıma modu	(Aktif) (modlar)		15,476	20.40
	(Yürüme ve bisiklete binme)			
	Toplu taşıma		8507	11.30%
	(Otobüs, şehir içi raylı sistem, normal trenler ve metro)			
(Yolculuk) (icin) neden	Motorlu özel araç		51,697	68.30%
	(Araba ve motosiklet)			
	İşe git.		13,763	18.20%
	Okula veya okul etkinliklerine gitmek		10,940	14.50%
	Boş zaman etkinlikleri		6169	8.20%
İş Günü	Diğer faaliyetler		1835	2.40%
	Kişisel meselelerle ilgilenmek		9542	12.60%
	Eve dönüş		33,431	44.20%
Sürüş frekansı	Hayır		20,012	26.40%
	Evet		55,668	73.60%
Sürüş frekansı	Sürmüyor		22,419	29.60%
	Düzensiz sürüşler		4811	6.40%
	Sık sürüşler		48,450	64.00%

N= gözlem sayısı.

Tablo 1'de sunulan değişkenlerin istatistiksel açıklaması, PMV'lerin AMP'deki baskınlığına dair daha fazla kanıt sunmaktadır. Veriler, PMV'lerin örneklemdeki toplam yolculukların %68,3'ünü oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgu, hafta boyunca yapılan tüm yolculukların %67,6'sını oluşturan özel araçların AMP'deki baskın trans-port modu olduğunu gösteren IMob anketinden [7] elde edilen sonuçlarla da tutarlıdır. Ayrıca veriler, yolculukların %20,4'ü için AM'nin tercih edildiğini, toplu taşımanın ise %11,3'ünü oluşturduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, bölgede motorlu ulaşım seçeneklerine önemli ölçüde bağımlı olduğunu göstermekte ve sürdürülebilir alternatiflerin teşvik edilmesi ve PMV'lere olan bağımlılığın azaltılması için hedefe yönelik stratejilere duyulan acil ihtiyacın altını çizmektedir.

5. Model Formülasyonu ve Metodoloji

Zhang ve diğerleri [63] tarafından vurgulandığı üzere, ulaşım modu seçimi, bireyin seyahat davranışlarından ve çevresindeki ortamdan etkilenen karmaşık bir karar verme sürecidir. Yolcular, seyahatlerini planlarken ve programlarken zamanlama ve güzergah gibi çeşitli faktörleri göz önünde bulundurarak kişisel tercihlerini, görüşlerini ve temel ihtiyaçlarını dahil ederler [64,65]. Bu hususlar seyahat planlarını şekillendirmekte, etkili ulaşım planları ve hedefe yönelik politika müdahaleleri geliştirmek için bu faktörleri anlamının önemini altını çizmektedir [6,16,64].

Ortuzar & Willumsen [62], modal seçimler bağlamında, matematiksel modellerin karar verme sürecini anlama ve simüle etmede nasıl önemli bir rol oynadığını açıklamaktadır. Bu modeller arasında, ulaşım araştırmalarında yaygın olarak kabul gören multinomial logit modeli, modal seçimi etkileyen çeşitli faktörler arasındaki karmaşık etkileşimleri yakalamaktadır [16,18,41,64].

MNL modelini seçmemizin nedeni sosyo-demografik değişkenler, yolculuk özellikleri ve bireysel tercihler arasındaki karşılıklı ilişkileri incelemek için sağlam bir çerçeve oluşturma niyetidir [18,41]. MNL modeli, çalışmamızın farklı ulaşım seçeneklerini analiz etmeye odaklandığı göz önüne alındığında, çoklu seçenekleri ele alma kabiliyeti nedeniyle özel araştırma bağlamımızda avantajlar sunmaktadır. Ayrıca, MNL modelinin köklü yapısı, modal seçimi etkileyen kritik faktörlerin belirlenmesini ve politika değişikliklerinin veya ulaşım altyapısındaki değişikliklerin potansiyel etkilerini değerlendirmek için farklı durumlarda gelecekteki seyahat davranışının tahmin edilmesini kolaylaştırmaktadır [18,41].

Bu çalışmada, seçilen değişkenlere ve katsayılarına dayalı olarak bireysel modal seçim olasılıklarını tahmin etmek için Denklem (1) kullanılarak MNL modeli uygulanmıştır [62].

$$\ln L = \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J y_{nj} \ln \frac{\exp \beta_{(j)} X_{(n)}}{\sum_{j=1}^J \exp \beta_{(j)} X_{(n)}} \quad (1)$$

Burada y_{nj} , n bireyinin j^{inci} alternatifi seçip seçmediğini gösteren kukla değişkenlerdir, yani j kategorisi n vatandaşı tarafından seçilirse $y_{nj}=1$ ve aksi takdirde $y_{nj}=0$ olur. β_j tahmin edilecek parametreler ve X_n kategorik bağımsız değişkenlerdir.

Bu çalışmadaki bağımlı değişken ulaşım modu seçimini temsil etmekte olup üç farklı gruba ayrılmıştır: özel motorlu ulaşım (otomobiller ve motosikletler), aktif modlar (bisiklet ve yürüyüş) ve toplu taşıma (otobüsler, metrolar, şehir içi raylı sistemler ve düzenli trenler). Bu kategoriler, mod seçimi sürecini anlamak için çok önemlidir.

Modele dahil edilen bağımsız değişkenler, Tablo 1'de sunulduğu üzere, AMP'de mod seçimini önemli ölçüde etkileyebilecek çeşitli faktörleri kapsayacak şekilde özenle seçilmiştir. Model, günlük seyahatlerini etkileyebilecek bireysel özellikleri ve tercihleri hesaba katmak için bu değişkenlerle yürütülmüştür.

Tablo 2, modelin performansını değerlendirmek için kullanılan olabilirlik oranı testleri hakkında bilgi vermektedir. Bu hesaplamalar, MNL modelinin anlamlılığını değerlendirmek için istatistiksel analiz araçları sağlayan IBM SPSS Statistics 27 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Olabilirlik oranı testleri.

Etki	Model Uyum Kriterleri	Olabilirlik Oran Testleri		
	-2 Azaltılmış Log Olasılığı Model	(Ki) (Kara)	df	Sig.
<i>Durdurma</i>	74,300.210	0.000	0	
<i>Mesafe (Km)</i>	93,284.949	18,984.738	2	0.000
<i>Yer Değiştirme Nedeni</i>	75,110.488	810.278	10	0.000
<i>İş Günü</i>	75,226.688	926.478	2	0.000
<i>Seks</i>	74,348.338	48.127	2	0.000
<i>Yaş</i>	74,461.144	160.933	6	0.000
<i>Okullaşma düzeyi</i>	74,391.918	91.708	8	0.000
<i>İstihdama yönelik koşul</i>	74,766.360	466.149	6	0.000
<i>Fiziksel sınırlamanın varlığı</i>	74,369.314	69.104	4	0.000
<i>Sürüş frekansı</i>	76,689.041	2388.831	4	0.000
<i>Nakliye bileti</i>	84,647.342	10,347.131	2	0.000
<i>Kişi başına düşen gelir</i>	74,347.349	47.139	10	0.000
<i>Kendi aracınız</i>	76,309.907	2009.696	2	0.000

Bu tablo, model özellikleri için olabilirlik oranı testi sonuçlarını göstermektedir. Bu istatistiksel yöntem, belirli bir değişkenin dahil edilmesinin modelin uyumunu önemli ölçüde artırıp artırmadığını belirlemek için tam bir modelin (tüm öngörücü değişkenlerle) uyumunu azaltılmış bir modelle (belirli öngörücü değişkenlerin çıkarılmasıyla) karşılaştırır. Ki-kare istatistiği, tam ve indirgenmiş modeller arasındaki farkı ölçer; daha yüksek bir değer, yordayıcı değişken eklendiğinde daha önemli bir iyileşme olduğunu gösterir.

Seçilen bir alfa seviyesinin (tipik olarak 0,05) altındaki anlamlılık değerleri (Sig.), öngörücü değişkenin modelin gelişimini önemli ölçüde etkilediğini gösterir. Daha küçük p-değerleri, öngörücü değişkenin model üzerindeki daha güçlü etkisini yansıtır.

Ayrıca, model seçim kriterleri için en yüksek sözde R-kare değerini dikkate alabiliriz, bu da verilere üstün bir model uyumunu gösterebilir. Bu durumda, 0,607 değerine sahip Nagelkerke sözde-R-kare, sağlanan ölçütler arasında en iyi uyumu gösterir [16].

6. Sonuçlar

Bu bölümde, modelimizdeki her bir değişkenin istatistiksel önemine ışık tutarak analizimizin sonuçlarını sunuyoruz. Bu bilgi, çalışma alanındaki gezginler arasında mod seçimini etkileyen faktörlerin anlaşılması için çok önemlidir. Analizimizde, 0.05 (%95) anlamlılık eşiği ile modeldeki tüm değişkenlerin anlamlılık sergilediği görülmektedir.

Bu bulguları, değişkenleri kapsamlı bir şekilde inceleyen üç ayrı tabloda ayrı analizler kullanarak daha da derinleştiriyoruz.

6.1. PMV ve AM için İstatistiksel Analiz

Tablo 3'te, AM'ler ve PMV'ler arasındaki karşılaştırma için MNL modelinin sonuçlarını sunuyoruz. Tabloda bağımsız değişkenler, katsayıları (β), üstel değerleri ($\text{Exp}(\beta)$), standart hatalar ve anlamlılık düzeyleri (*p-değerleri*) yer almaktadır.

Tablo 3. AM için MNL modelinin sonuçları.

Taşıma Modu ^a	Bağımsız Değişkenler	β	Exp(β)	Std. Hata	Sig. p-Değeri
	<i>Durdurma</i>	0.566		0.055	0.000
	Bireysel değişkenler				
	(Cinsiyet= Kadın)	-0.171	0.961	0.025	0.000
	(Cinsiyet= Erkek)	0 ^b			
	[Yaş= <25]	-0.513	1.079	0.051	0.000
	[Age =≥ 65]	-0.065	1.141	0.043	0.135
	[Yaş= 25-44]	-0.235	0.896	0.033	0.000
	[Yaş= 45-64]	0 ^b			
	(Fiziksel sınırlamanın varlığı= Cevap vermeyi tercih etmiyorum)	-0.606	0.698	0.143	0.000
	(Fiziksel sınırlamanın varlığı= Evet)	-0.470	0.782	0.066	0.000
	(Fiziksel sınırlamanın varlığı= Hayır)	0 ^b		-	-
	(Eğitim düzeyi= Yükseköğretim (Lisans, Yüksek Lisans, Doktora, daha yüksek profesyonel teknik kurs))	0.260	1.126	0.036	0.000
	(Eğitim düzeyi= Yok veya birinci veya ikinci veya üçüncü sınıfı tamamladı)	-0.211	1.169	0.063	0.001
	(Eğitim düzeyi= Cevap vermeyi tercih ediyor)	0.229	1.788	0.138	0.098
	(Eğitim düzeyi= Ortaöğretim (12 yıllık tam eğitim) veya lise sonrası (yüksek teknolojik uzmanlık kursu olmayan))	0.128	1.154	0.036	0.000
	(Eğitim düzeyi= Temel eğitim (birinci aşama, ikinci aşama veya üçüncü aşama) döngü tamamlandı))	0 ^b			
	(Meslek= Cevap vermeyi tercih ediyor)	-0.298	0.702	0.067	0.000
	(Meslek= Öğrenci, emekli, çoğunlukla ev işleriyle uğraşıyor)	0.508	1.351	0.042	0.000
	(Meslek= İşsiz)	0.595	1.677	0.048	0.000
	(Meslek= Çalışan)	0 ^b			
Aktif mod	[Gelir= 2000 Avronun Üzerinde]	0.021	0.833	0.056	0.704
	[Gelir= 1500 Avro'dan 2000 Avro'nun altına kadar]	-0.175	0.747	0.067	0.009
	[Gelir= 1000 Avro'dan 1500 Avro'nun altına kadar]	-0.050	0.930	0.040	0.204
	[Gelir= 650 Avro'dan 1000 Avro'nun altına kadar]	-0.077	0.827	0.031	0.012
	(Gelir= Cevap vermeyi tercih etmiyorum)	0.057	1.114	0.055	0.297
	[Gelir= 650 EUR'ya kadar]	0 ^b			
	(Aylık toplu taşıma bileti/Pass= Hayır)	-0.489	0.038	0.038	0.000
	(Aylık kamu ulaşım bileti= Evet)	0 ^b			
	(Kendi Aracınız= Hayır)	1.586	5.790	0.044	0.000
	(OwnVehicle= Evet)	0 ^b			
	Yolculuk değişkenleri				
	Mesafe (Km)	-0.534	1.007	0.006	0.000
	(Reasonfortrip= İşe git)	-0.047	1.433	0.038	0.220
	(Reasonfortrip= Okula veya okul etkinliklerine gitmek)	-0.667	0.834	0.039	0.000
	(Reasonfortrip= Boş zaman etkinlikleri)	0.441	0.541	0.039	0.000
	(Reasonfortrip= Diğer faaliyetler)	0.356	1.291	0.078	0.000
	(Reasonfortrip= Kişisel meselelerle ilgilenmek)	-0.169	0.780	0.037	0.000
	(Reasonfortrip= Eve dönüş)	0 ^b		-	-
	(Workday= Hayır)	-0.124	0.289	0.028	0.000
	(Workday= Evet)	0 ^b		-	-
	(DrivingFrequency= Sürüş yapmıyor)	1.345	3.310	0.038	0.000
	(DrivingFrequency= Düzensiz olarak sürer)	1.555	4.217	0.048	0.000
	(DrivingFrequency= Sıklıkla Sürer)	0 ^b			

^a. Bağımlı değişkenin referans kategorisi özel motorlu taşıt kullanımıdır; ^b. Referans kategorisi.

Mesafe, PMV'nin AM'ye göre tercihinde %42'lik bir artışla ilişkilidir. Kadınlar erkeklere kıyasla PYV'leri AM'lere göre daha fazla tercih etme eğilimindedir. 45-64 yaş grubu, AM uçları için en yüksek tercihe sahiptir. AM tercihi okul gezileri için en düşük ve boş zaman etkinlikleri için en yüksektir. İş dışı günlerde, AM kullanımında bir azalma ve PMV kullanımında %16,3'lük bir artış görülmektedir. Yüksek eğitilmiş kişiler ÖTA yolculukları yerine AM yolculukları tercih etme eğilimindedir. Çalışmayanların motorlu taşımacılık yerine AM'yi tercih etme olasılığı daha yüksektir. Kişi başına düşen gelirin yüksek olması daha fazla ÖTA kullanma eğilimi ile ilişkilidir. Aylık toplu taşıma biletine sahip olmamak, ÖTA yolculuklarının daha fazla tercih edilmesiyle ilişkilidir. Kendi PMV'si olmayan kişiler AM'leri daha sık kullanmaktadır. Araç kullanmayanlar veya düzensiz araç kullananlar da yolculukları için ÖTA'ları tercih etmektedir.

6.2. PT'ye karşı PMV'ler için İstatistiksel Analiz

Benzer şekilde, Tablo 4 PT ve PMV'lerin karşılaştırılması için MNL modelinin sonuçlarını sunmaktadır.

Tablo 4. PT için MNL modelinin sonuçları.

Taşıma Modu ^a	Bağımsız Değişkenler	β	Exp(β)	Std. Hata	Sig. p-Değeri
Toplu taşıma	Durdurma	-0.380		0.058	0.000
	Bireysel değişkenler				
	(Cinsiyet= Kadın) (Cinsiyet = Erkek)	-0.040 0 ^b	0.961	0.032	0.223
	[Yaş= <25]	0.076	1.079	0.061	0.212
	[Age = ≥ 65]	0.132	1.141	0.065	0.041
	[Yaş= 25-44]	-0.110	0.896	0.044	0.013
	[Yaş= 45-64]	0 ^b			
	(Fiziksel sınırlamanın varlığı= Cevap vermeyi tercih etmiyorum)	-0.360	0.698	0.178	0.043
	(Fiziksel sınırlamanın varlığı= Evet)	-0.246	0.782	0.089	0.006
	(Fiziksel sınırlamanın varlığı= Hayır)	0 ^b			
	(Eğitim düzeyi= Yükseköğretim (Lisans, Yüksek Lisans, Doktora, yüksek mesleki teknik kurs))	0.119	1.126	0.048	0.014
	(Eğitim düzeyi= Yok veya birinci veya ikinci veya üçüncü yılı tamamlamış)	0.156	1.169	0.085	0.066
	(Eğitim düzeyi= Cevap vermeyi tercih ediyor)	0.581	1.788	0.172	0.001
	(Eğitim düzeyi= Ortaöğretim (12. yılını tamamlamış okullaşma) veya lise sonrası (yüksek teknolojik uzmanlık kursu olmayan))	0.143	1.154	0.045	0.001
	(Eğitim düzeyi= Temel eğitim (birinci aşama, ikinci aşama veya üçüncü aşama tamamlandı))	0 ^b			
	(Meslek= Cevap vermeyi tercih ediyor)	-0.354	0.702	0.086	0.000
	(Meslek= Öğrenci, emekli, ağırlıklı olarak ev işleriyle meşgul ev işleri, kalıcı engelli veya diğer hareketsizlik durumu)	0.301	1.351	0.058	0.000
	(Meslek= İşsiz)	0.517	1.677	0.069	0.000
	(Meslek= Çalışan)	0 ^b			
	[Gelir= 2000 Avronun Üzerinde]	-0.183	0.833	0.080	0.023
	[Gelir= 1500 Avro'dan 2000 Avro'nun altına kadar]	-0.292	0.747	0.100	0.004
	[Gelir= 1000 Avro'dan 1500 Avro'nun altına kadar]	-0.072	0.930	0.053	0.171
	[Gelir= 650 Avro'dan 1000 Avro'nun altına kadar]	-0.190	0.827	0.041	0.000
	(Gelir= Cevap vermeyi tercih etmiyorum)	0.108	1.114	0.072	0.131
	[Gelir= 650 EUR'ya kadar]	0 ^b			
	(Aylık toplu taşıma bileti/Pass= Hayır)	-3.258	0.038	0.035	0.000
	(Aylık kamu ulaşım bileti= Evet)	0 ^b			
	(Kendi Aracınız= Hayır)	1.756	5.790	0.049	0.000
	(OwnVehicle= Evet)	0 ^b			
	Yolculuk değişkenleri				
	Mesafe (Km)	0.007	1.007	0.001	0.000
	(Reasonfortrip= İşe git)	0.360	1.433	0.045	0.000
	(Reasonfortrip= Okula veya okul etkinliklerine gitmek)	-0.182	0.834	0.047	0.000
	(Reasonfortrip= Boş zaman etkinlikleri)	-0.614	0.541	0.077	0.000
	(Reasonfortrip= Diğer faaliyetler)	0.256	1.291	0.099	0.010
	(Reasonfortrip= Kişisel meselelerle ilgilenmek)	-0.248	0.780	0.053	0.000
	(Reasonfortrip= Eve dönüş)	0 ^b			
	(Workday= Hayır)	-1.241	0.289	0.044	0.000
	(Workday= Evet)	0 ^b			
	(DrivingFrequency= Sürüş yapmıyor)	1.197	3.310	0.047	0.000
	(DrivingFrequency= Düzensiz olarak sürer)	1.439	4.217	0.057	0.000
	(DrivingFrequency= Sıklıkla Sürer)	0 ^b			

^a. Bağımlı değişkenin referans kategorisi özel motorlu taşıt kullanımıdır; ^b. Referans kategorisi.

Sonuçlar, 25-44 yaş arasındaki bireylerin PYV yolculuklarını tercih ettiğini, 65 yaş üstü bireylerin ise PT kullanma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Çalışılmayan günlerde, PT kullanımı %71,1 oranında azalmaktadır. YHT tercihi işe gitmek için daha yüksek ve boş zaman aktiviteleri için daha düşüktür. Emekliler ve ev hizmetlerinde çalışanlar çalışanlara göre daha fazla YHT'yi tercih etme eğilimindedir; ayrıca işsizler de YHT ile seyahat etmektedir. Daha yüksek gelirli bireyler ÖTA kullanmayı tercih etmektedir ve aylık toplu taşıma biletine sahip olmak bu modu kullanma olasılığını artırmaktadır. PYV'nin olmaması, günlük yolculuklarda PT kullanma olasılığını artırmaktadır. Araç kullanmayanlar ve ara sıra araç kullananlar PT'yi tercih etmektedir ve son olarak, hareket kabiliyeti kısıtlı kişiler PYV ile seyahat etmeyi sevmektedir.

6.3. PT ve AM için Olasılık Senaryoları

Verileri analiz etmek için MNL modeli kullanılmış ve her bir bağımsız değişken için tahmini katsayılar elde edilmiştir. Bu katsayılar, bağımsız değişkenlerin belirli bir ulaşım modunu seçme olasılığı üzerindeki etkisini ölçmektedir. Bu katsayıların üstelleştirilmesiyle, farklı ulaşım modlarını seçmenin göreceli olasılığı hakkında fikir veren odds oranları elde edilmiştir. Log olasılıklardan olasılıklara yapılan bu dönüşüm, her bir senaryo için belirli bir ulaşım modunun seçilme olasılığının tahmin edilmesini sağlar.

Sürekli mesafe değişkenini kategorize etmek için bu çalışmada senaryolar için 2 km, 5 km ve 10 km gibi belirli değerler uygulanmıştır. Bu yaklaşım, yolculukları bu mesafe eşiklerine dayalı olarak farklı türlere ayırmayı ve sınıflandırmayı amaçlamıştır. Mesafesi 2 km'nin altında olan yolculuklara 2 değeri atanırken, 2 km ile 5 km arasındaki orta mesafeli yolculuklara 5 değeri atanmıştır. Beş km'yi aşan daha uzun mesafeler için ise 10 değeri atanmıştır.

Bu kategorizasyon yöntemi, yolculuk uzunlukları arasında net bir ayırım yapılmasını sağlamakta ve mesafe ile mod seçimi arasındaki ilişkinin daha kapsamlı bir şekilde analiz edilmesini kolaylaştırmaktadır [66,67]. Bu mesafeler dikkate alındığında, bu çalışma, kentsel çevrede daha kısa yolculuklar için yürüme ve bisiklete binme gibi aktif hareketlilik seçeneklerine öncelik vermeyi amaçlayan 15 dakikalık şehir konseptinin ilkeleriyle uyumludur [68-71]. Bu yaklaşım, aktif ulaşımın sağlığı geliştirme, trafik sıkışıklığını azaltma ve şehirlerin yaşanabilirliğini artırma konusundaki potansiyel faydalarını kabul etmektedir [4-6].

AMP'de PMV'ler yerine sürdürülebilir ulaşım modlarını tercih etme olasılığı en yüksek olan birey ve yolculuk modellerini belirlemek için farklı senaryolar oluşturulmuştur. Bu senaryolar Tablo 5'te ayrıntılı olarak özetlenmiştir.

MNL modeli sonuçlarını her bir özel senaryoya uygulayarak, bireysel ve yolculuk özelliklerine dayalı olarak PMV'ler yerine sürdürülebilir ulaşım modlarının tercih edilme olasılığını karşılaştırabiliriz. Bununla birlikte, MNL modelinin uygulanabilirliğini etkileyebilecek bazı sınırlamaları ve varsayımları olduğunu kabul etmek önemlidir.

MNL modeli gözlemlerin bağımsızlığını ve bağımsız değişkenler arasında anlamlı çoklu doğrusal bağlantı olmadığını varsayar [41,72,73]. Ayrıca bağımsız değişkenler ile ulaşım modlarını seçme olasılıkları arasındaki ilişkilerin doğrusal olduğunu varsayar [41-43,73]. Başka bir deyişle, MNL modeli, her bir bağımsız değişkendeki değişikliklerin seçim olasılıkları üzerindeki etkisinin, bu değişkenler için olası değerlerin tüm spektrumu boyunca sabit olduğunu varsayar. Bu basitleştirici varsayım, belirli sosyo-demografik faktörler, yolculuk özellikleri ve modal seçimler arasındaki daha karmaşık, doğrusal olmayan ilişkileri doğru bir şekilde yakalayamayabilir ve modelin gerçek dünyadaki karar verme süreçlerini temsil etme yeteneğini potansiyel olarak sınırlayabilir.

Ayrıca, çalışmamız, potansiyel yanıt yanlılıklarına eğilimli olabilecek kendi kendine bildirilen anket verilerine dayanmaktadır. Bununla birlikte, veri seçimi bölümünde ana hatlarıyla belirtildiği üzere değişkenleri titizlikle seçerek bu tür kısıtlamaları azaltmaya çalıştık. Yine de, bu çalışmada MNL'nin uygulanması, modal seçim kalıplarını ve bunların AMP'deki kentsel planlama ve hareketlilik stratejileri üzerindeki etkilerini anlamak için sağlam bir çerçeve sunmaktadır.

Tablo 5. Farklı senaryolarda Farklı senaryolarda ulaşım modu kullanım olasılığı.

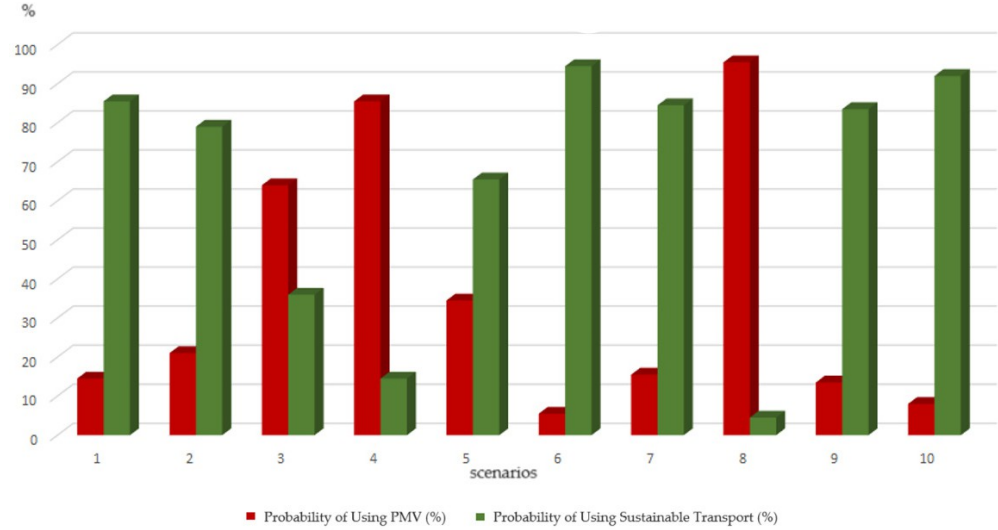
	Olasılık Senaryoları n	Olasılık Kullanmanı PT (%)	Kullanma Olasılığı AM (%)	Kullanma Olasılığı PMV (%)
1	İlk senaryoda, bir kadın fiziksel kısıtlamaları olmaksızın bir iş gününde seyahat etmektedir. Aylık toplu taşıma bileti ve bir aracı var; ara sıra araba kullanıyor. Onunla ilgili olarak Seyahatinin amacı işe gitmektir. Ayrıca, kişi başına düşen gelir Avro'nun üzerindedir. Eğitimini tamamlamıştır, yüksek öğrenim derecesine sahiptir ve şu anda çalışmaktadır. Bu Ayda 2000. Yaş aralığı 25 ile 44 arasındadır ve seyahat mesafesi 2 km'den azdır.	50	35.5	14.5
2	İkinci senaryoda, çalışmadığı bir günde seyahat etmesi gereken fiziksel kısıtlılığı olan bir kadın var. Kadının aylık toplu taşıma bileti yok, kendi arabası da yok. Emekli olmuş. Seyahatın kişisel meselelerden kaynaklanmaktadır ve kişi başına düşen geliri araç kullanmıyor. Eğitim açısından, temel eğitimi tamamlamış ve Ayda 650. Yaş aralığı 65 yaş ve üzeridir ve bu seyahatte kat edilen mesafe 5 km'den fazladır.	77	2	21
3	Üçüncü senaryoda, fiziksel kısıtlamaları olmayan bir adam çalışmadığı bir günde seyahat etmektedir. Aylık toplu taşıma kartı yoktur ancak bir aracı vardır ve sık sık araba kullanmaktadır. Seyahatinin amacı boş zaman aktiviteleridir ve kişi başına düşen gelir Tam orta eğitim seviyesine sahip ve mesleği çalışıyor. Bu 1000 ila 1500 Avro arasındadır. Bu kişinin yaş aralığı 45 ile 64 arasındadır ve yolculukta kat edilen mesafe 2 km'den azdır.	0.5	35.5	64
4	Dördüncü senaryoda, fiziksel kısıtlamaları olmayan bir adam bir iş gününde seyahat etmektedir. Aylık toplu taşıma kartı yoktur ancak bir aracı vardır ve ara sıra araç kullanmaktadır. Eğitim düzeyi temel eğitimidir ve şu anda işsizdir. Bunun nedeni yolculuk kişisel meselelerdir. Kişi başına düşen geliri 650 Avro'ya kadar çıkmaktadır ve yaş aralığı 25 ile 44 arasındadır. Seyahatte kat edilen mesafe 5 km'den fazladır.	12	2.5	85.5
5	Beşinci senaryoda, fiziksel kısıtlamaları olmayan bir kadın iş gününde seyahat etmektedir. Seyahatini okula gidiyor veya okul faaliyetlerine katılıyor ve onunla ilgili bilgiler Aylık toplu taşıma bileti ya da özel aracı yok ama ara sıra araba kullanıyor. Onun Eğitim düzeyi ortaokuldur ve mesleği öğrenci olarak sınıflandırılmıştır. Sebebi Kişi başına düşen gelir belirtilmemiştir. Yaş aralığı 25'in altındadır ve bu yolculuk için mesafe 2 km ile 5 km arasındadır.	34.5	31	34.5
6	Altıncı senaryoda, fiziksel kısıtlamaları olan bir kadın bir iş gününde seyahat etmektedir. Aylık toplu taşıma bileti yoktur, araç sahibi değildir ve bu nedenle Sürücü. Eğitim düzeyi sıfırdır ve mesleği emekli olarak sınıflandırılmıştır. Sebebi Seyahatinin nedeni kişisel meselelerdir. Kişi başına düşen geliri 650 Avro'ya kadar çıkmaktadır ve yaş aralığı 45 ile 64 arasındadır. Bu seyahatte kat edilen mesafe 5 km'den fazladır.	94	0.5	5.5
7	Yedinci senaryoda, bir iş gününde fiziksel kısıtlamaları olmayan bir adamımız var. Aylık toplu taşıma bileti var, bir aracı var ve ara sıra araba kullanıyor. Kendisinin bir yükseköğrenimini tamamlamıştır ve şu anda çalışmaktadır. Seyahatinin nedeni Bu adamın yaş aralığı 25 ile 44 arasındadır ve bu yolculukta kat edilen mesafe 2 km'den azdır.	48.5	36	15.5
8	Sekizinci senaryoda, iş gününde fiziksel kısıtlamaları olmayan bir kadın var. Aylık toplu taşıma kartı yok ancak bir aracı var ve araç kullanıyor Sıklıkla. Eğitim seviyesi temel düzeydedir ve şu anda işsizdir. Sebebi seyahati eve dönmek içindir. Kişi başına düşen geliri 650 ila 1000 Avro, yaş aralığı ise 45 ile 64'tür. Bu yolculukta kat edilen mesafe 5 km'den fazladır.	3.5	1	95.5
9	Dokuzuncu senaryoda, fiziksel kısıtlamaları olmayan bir adam bir iş gününde seyahat etmektedir. Aylık toplu taşıma kartı var ancak bir aracı yok ve sık sık araba kullanıyor. O yüksek öğrenim derecesine sahiptir ve çalışmaktadır. Yolculuğunun nedeni, şu şehre gidip gelmek. çalışmaktadır; kişi başına geliri aylık 1500 ila 2000 Avro arasındadır. Bu kişinin yaş aralığı 45 ile 64 arasındadır ve bu yolculukta kat ettiği mesafe 5 km'den fazladır.	83	0.5	13.5
10	Onuncu senaryoda, çalışmadığı bir günde fiziksel kısıtlamaları olmayan bir adamımız var. Aylık toplu taşıma bileti yok ancak bir aracı yok; yine de Ara sıra araba kullanıyor. Orta öğrenimini tamamlamış ve mesleği belirtilmemiştir ve yaş aralığı 25'in altındadır. Bu seyahatte kat edilen mesafe 2 km ile 5 km arasındadır.	51	41	8

6.4. Sürdürülebilir Hareketlilik Seçenekleri için Senaryoların Keşfedilmesi

Seçilen senaryolar, yani 1, 2, 5, 6, 7, 9 ve 10, özellikle PT ve AM'ler lehine olmak üzere mod seçimlerini etkileyen faktörler hakkında fikir vermektedir. Bu senaryolar

bireylerin sürdürülebilir ulaşım seçeneklerini seçme olasılığının daha yüksek olduğunu gösteren özelliklerine göre seçilmiştir; bu da yolculuklarında AMs ve PT kullanma yüzdelerinin toplamıdır.

Şekil 2, bu senaryolar genelinde PMV'lere karşı sürdürülebilir ulaşım araçlarını kullanma olasılığını göstermektedir. Bu senaryoların analizi, bireyleri günlük işe gidiş gelişlerinde ve boş zaman aktivitelerinde sürdürülebilir ulaşım modlarını seçmeye motive eden temel faktörleri keşfetmemizi sağlamaktadır.



Şekil 2. Sürdürülebilir Ulaşım Sürdürülebilir ulaşımın benimsenme olasılıkları.

Senaryo 1, 25 ila 44 yaşları arasında, yüksek öğrenimini tamamlamış ve kişi başına düşen geliri aylık 2000 Euro'yu aşan bir kadını tasvir etmektedir. Yüksek gelir ve yüksek eğitim kombinasyonu, karbon emisyonlarını azaltmaya ve trafik sıkışıklığını hafifletmeye yönelik bilinçli bir kararla ilişkilendirilebilecek sürdürülebilir ulaşım alternatifleri konusunda daha fazla farkındalık ve anlayışa işaret etmektedir [16,23,52]. Ayrıca, düzenli olarak kullanılsa bile bir PMV'ye sahip olmanın yedek bir seçenek olarak hizmet ettiğini ve ara sıra seyahat ihtiyaçları için esneklik sunduğunu kabul etmek önemlidir. Bu senaryo, özel araçlara erişimi olan bireyler arasında yaklaşık %85 olasılıkla sürdürülebilir işe gidip gelme seçeneklerine öncelik vermeye yönelik kasıtlı bir tercihi vurgulamaktadır.

Senaryo 2'de, fiziksel kısıtlılığı olan ve iş dışı bir günde seyahat etmesi gereken bir kadın bulunmaktadır. Kişisel araç sahibi olmaması, yaklaşık %80 olasılıkla toplu taşımaya veya alternatif modlara bağımlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, emeklilik durumu ve düşük gelir seviyesi, PMV'leri kullanmayı caydıran mali kısıtlamalar getirebilir. Aylık toplu taşıma biletinin olmaması da düzenli toplu taşıma hizmetlerine erişiminin sınırlı olduğunu göstermektedir ki bu da istese bile sürdürülebilir ulaşım modlarını seçmesini engelleyebilir.

Senaryo 5'te, fiziksel olarak kısıtlı olmayan genç bir kadın günlük işe gidip gelmektedir. Kendisi öğrencidir ve aylık toplu taşıma kartı ya da kişisel aracı bulunmamaktadır. Bu faktörler, öğrenci olan kadının sabit bir günlük yolculuk rutini olmayabileceğini ve sınırlı ulaşım seçeneklerine sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, ara sıra PMV kullanması, özel araç kullanmanın esnekliğini yalnızca diğer alternatiflere güvenmek yerine tercih ettiği bazı durumlar olabileceğini göstermektedir. Özellikle, bu senaryoda kadın zamanın %30'una kadar herhangi bir ulaşım modunu seçebilmektedir. Bu ek bilgi, kadının çeşitli ulaşım modlarını keşfetme ve kolaylık, verimlilik ve sürdürülebilirliğe dayalı bilinçli kararlar alma özgürlüğünü vurgulamaktadır [15].

Ortaöğretim düzeyindeki eğitimi ve öğrenci mesleği göz önünde bulundurulduğunda, mevcut koşullarının, özel bir araca sahip olmak ve bakımını yapmaktan daha düşük bir maliyetle sürdürülebilir ulaşım modlarına erişmesine olanak sağladığı düşünülebilir [15]. Yolculuk için yaptığı seyahat göz önüne alındığında

eğitim amaçları 2 ila 5 km arasındadır, muhtemelen sürdürülebilir ulaşım seçeneklerini kullanarak trafikte gezinmeyi daha kolay bulmaktadır [15,16].

Senaryo 6'da, aylık toplu taşıma bileti olmaması ve bir PMV'ye sahip olmaması nedeniyle ulaşım seçenekleri açısından sınırlamalarla karşılaşan bir kadın gözlemliyoruz. Bu durum, kadının başkaları tarafından taşınmak veya alternatif ulaşım hizmetleri gibi diğer ulaşım biçimlerine bel bağladığını göstermektedir; bir PMV'nin olmaması, yaklaşık %90'lık bir olasılıkla, sürdürülebilir ulaşım seçeneklerine yönelmesini motive eden önemli bir faktör olabilir. Ayrıca, emekli olması ve örgün eğitimden yoksun olması, sınırlı mali kaynaklara katkıda bulunarak özel ulaşım erişim kabiliyetini etkileyebilir. Fiziksel kısıtlamalarını ve seyahat etmesi gereken 5 km'yi aşan mesafeyi göz önünde bulundurmamak önemlidir. Bu durum, rahat ve verimli bir şekilde işe gidip gelmesinde zorluklara yol açabilir. Yaşadığı bölgede fiziksel kısıtlamaları olan bireyler için PT veya destek hizmetlerinin mevcudiyetine ve erişilebilirliğine bağlı olarak, uygun ulaşım çözümleri bulmakta ek zorluklarla karşılaşabilir.

Bu senaryodaki bireylerin karşılaştığı belirli zorlukları ve sınırlamaları anlamak, ulaşım ihtiyaçlarının karmaşıklığı hakkında değerli bilgiler sağlar. Bu durum, hassas nüfuslar için ulaşım eşitliğini ve erişilebilirliğini iyileştirmeye yönelik politikalar ve müdahaleler geliştirirken mali kısıtlamalar, fiziksel sınırlamalar ve ulaşım seçeneklerinin mevcudiyeti gibi faktörlerin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır [8,24,25,74]. Bu, toplu taşımanın erişilebilirliğini iyileştirmeyi, fiziksel kısıtlamaları olan bireyler için destek hizmetlerini geliştirmeyi ve herkes için eşit ve verimli hareketlilik seçenekleri sağlamak için yenilikçi ulaşım çözümlerini araştırmayı içerebilir [3,10,14,16,27,32].

Senaryo 7'ye geçecek olursak, aylık bir toplu taşıma biletine ve bir PMV'ye sahip olmak, bu senaryodaki bireyin birden fazla ulaşım seçeneğine sahip olduğunu göstermektedir. Ara sıra araba kullansa da, aylık toplu taşıma biletine sahip olmak, PMV'lerden daha sürdürülebilir bir seyahat şekli olarak kabul edilen PT'yi kullanma taahhüdünü temsil etmektedir. Bu seçim, karbon emisyonlarının ve yol tıkanıklığının azaltılmasına katkıda bulunma isteğini göstermektedir. Buna ek olarak, bireyin yüksek eğitim seviyesi sürdürülebilir ulaşım olan eğilimini etkileyebilir; bu da otomobil kullanımının çevreye olan etkisinin farkında olduğunu ve alternatif ulaşım türlerini keşfetme arzusunu gösterir. Araştırmalar, yüksek eğitim seviyesine sahip bireylerin sürdürülebilir ulaşımın çevresel faydalarını daha iyi anlama eğiliminde olduklarını ve sürdürülebilir hareketlilik uygulamalarını benimseme olasılıklarının daha yüksek olduğunu göstermiştir [16,23,52].

Bu senaryo, ulaşım modu seçimlerinde mali hususlar ile çevre bilinci arasındaki etkileşimi vurgulamaktadır. Farklı sosyoekonomik geçmişlerden gelen bireylere sürdürülebilir ulaşım alternatiflerini teşvik etmenin öneminin altını çizmektedir. Politika yapıcılar, erişilebilir ve uygun fiyatlı YT seçenekleri sunarak, bireylerin daha büyük bir bölümünü sürdürülebilir işe gidip gelmeye öncelik vermeye teşvik etme potansiyeline sahiptir. Bu modu seçme olasılığının yaklaşık %80 olduğu tahmin edildiğinde, bu yaklaşım potansiyel olarak olumlu çevresel ve toplumsal sonuçlara yol açabilir [24,26,29,52,53].

Senaryo 9'da, bir erkek aylık toplu taşıma biletine sahip olmasına rağmen seyahatleri için sıklıkla araç kullanmaktadır ve bu durum belirli iş gereklilikleriyle ilişkilendirilebilir. Bu durumda, bireyin modal seçimi iki ana faktörden etkilenmektedir: finansal değerlendirmeler ve çevre bilinci. Orta düzey gelir, PMV sahipliğini ve ilgili masrafları karşılayabilecek mali kapasiteye işaret ederken, bireyin yüksek eğitim düzeyi sürdürülebilir ulaşımın faydalarının anlaşılmasını teşvik etmiş olabilir ve bu da bu modu seçme olasılığının yaklaşık %80 olmasıyla sonuçlanır [16,23,52,75].

Senaryo 10'da, bireyin ulaşım tercihleri bir PMV sahibi olmamasından ve aylık toplu taşıma biletine sahip olmasından etkilenmektedir. İlginç bir şekilde, seyahatin boş zaman aktiviteleri için olmasına ve mesafenin 5 km'den az olmasına rağmen, birey öncelikle PT'ye güvenmektedir. Bu durum, bu senaryoda sürdürülebilir ulaşım modlarının benimsenmesinin, yaklaşık %90 oranında, seyahat edilen mesafe veya seyahatin amacından ziyade ağırlıklı olarak bir PMV sahibi olmama kısıtlamasından etkilenebileceğini göstermektedir.

Bu senaryo, araç sahipliği, PT'ye erişim, yolculuk amacı ve kişisel tercihleri içeren ulaşım modu seçimlerinin karmaşık yapısını vurgulamaktadır. Sürdürülebilir ulaşım seçeneklerinin teşvik edilmesine yönelik etkili stratejiler formüle etmek için bireylerin koşullarını ve motivasyonlarını kapsamlı bir şekilde anlamanın önemini vurgulamaktadır [1,5,16,25,57,69]. Belirli senaryoları, özellikle de senaryo 3, 4 ve 8'i incelemekten kaçındığımızı belirtmek gerekir. Bu karar, bu senaryoların ulaşım için PMV'leri kullanmaya yönelik benzer bir eğilim sergilediği gözlemine atfedilebilir. Bu senaryoları analiz etmeme tercihimiz, daha fazla bilgi sunan senaryolara öncelik vermemizden kaynaklanmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım tercihleriyle ilişkili dinamiklerin belirgin bir örneği.

7. Tartışma

Bu bölümde, uygulanan modellerden elde edilen sonuçlar incelenmektedir. MNL modelinin analizi, Tablo 4'te sunulan senaryolardan elde edilen olasılıklarla birlikte, bireylerin ÖTA ve sürdürülebilir ulaşım modları arasındaki seçimlerini etkileyen çeşitli faktörler hakkında değerli bilgiler sağlamıştır. Her bir senaryo için tahmin edilen olasılıklar, bireylerin özelliklerine ve gözlemlenen ilişkilere dayalı olarak belirli ulaşım modlarını seçme olasılığını vurgulamaktadır. Bu analiz sayesinde, bireylerin AMP'deki günlük işe gidip gelme tercihlerini ve kararlarını şekillendiren belirleyiciler hakkında daha derin bir anlayış kazandık.

MNL modelinden elde edilen sonuçlar, ulaşım modu tercihlerinde önemli rol oynayan faktörlerin karmaşık bir korelasyonunu ortaya koymuştur. Temel belirleyiciler arasında yaş, cinsiyet, meslek ve eğitim düzeyi gibi farklı ulaşım seçeneklerine yönelik farklı tercihlerle ilişkili olduğu tespit edilen bireysel özellikler yer almaktadır. Ayrıca, finansal kısıtlamalar, aylık toplu taşıma biletine sahip olma ve araç sahipliği ile ilgili faktörlerin de seyahat davranışını şekillendirmede etkili olduğu kanıtlanmıştır.

Bulgularımız, AMP'de sürdürülebilir ulaşım seçeneklerinin, özellikle de AM'lerin ve PT'nin teşvik edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Toplu taşıma biletlerine erişimi olan veya kişisel aracı olmayan bireyler, YT kullanma veya yürüyerek ve bisikletle aktif yolculuklara katılma konusunda daha yüksek bir eğilim göstermektedir. Bu durum, toplu taşıma hizmetlerine erişimin iyileştirilmesinin ve AM'ler için altyapının teşvik edilmesinin önemini vurgulamaktadır, çünkü bu faktörler mod seçimlerini sürdürülebilir seçenekler lehine güçlü bir şekilde etkilemektedir [6,10,20,25,27].

Ayrıca, bu çalışma trans-port tercihlerini şekillendirmede yolculuk amaçlarının önemini vurgulamıştır. Sonuçlar, muhtemelen rahatlıkları ve konforları nedeniyle ÖTA tercihinin seyahat mesafesi uzadıkça arttığını göstermiştir [22,55]. Ayrıca, kadınlar ÖTA'ları AM'lere göre daha sık tercih etme eğilimindedir. AM'ler boş zaman aktiviteleri için tercih edilirken, PMV'ler okul veya işe gidip gelmek için daha yaygındır.

Daha yüksek eğitim seviyesine sahip bireyler, sürdürülebilir ulaşımın faydaları hakkında eğitimin önemini vurgulayarak AM'leri tercih etmiştir [16,23,52]. Ayrıca, kişi başına düşen gelirin daha yüksek olması, muhtemelen daha yüksek mali kaynaklar nedeniyle ÖTA'lara daha fazla eğilim gösterilmesi ile ilişkilendirilmiştir [2,3]. PMV'si olmayanlar veya seyrek araç kullananlar da AM'leri tercih etmiştir.

PMV ve PT kullanımı karşılaştırıldığında, 25-44 yaş arası bireyler PMV'leri tercih ederken, 65 yaş üstü bireyler toplu taşıma araçlarını kullanma eğilimindedir. Aylık toplu taşıma biletine sahip olmak YT'yi tercih etme olasılığını artırmış ve aylık toplu taşıma biletine sahip olmak YT'yi tercih etme olasılığını artırmada önemli bir faktör olmuştur. Ayrıca, PT kullanımının iş dışı günlerde önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir, bu da boş zaman veya kişisel aktiviteler için PMV'lerin tercih edildiğini göstermektedir.

Analiz ayrıca özel araç sahipliğinin, bireylerin PMV'ler ve sürdürülebilir ulaşım modları arasındaki tercihlerine ilişkin kararları üzerindeki önemli etkisini vurgulamıştır. Bu durum, bireyleri arabalarına daha az güvenmeye ve AMP içerisinde seyahat etmek için daha çevre dostu araçları benimsemeye teşvik eden etkili politikalara duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Bulgularımız sürdürülebilir ulaştırma seçeneklerinin desteklenmesinin önemini vurgularken, bu stratejilerin uygulanmasıyla ilgili zorlukları da kabul etmek çok önemlidir. Örneğin, mali kısıtlamalar sürdürülebilir ulaşım stratejilerinin geliştirilmesinde önemli bir engel teşkil edebilir.

ve kapsamlı PT altyapısı ve AM seçeneklerinin sürdürülmesi. Bu tür girişimler için kaynak ayrılması önemli mali yatırımlar gerektirebilir ve bütçe kısıtlamaları veya kentsel gelişimdeki rakip öncelikler nedeniyle potansiyel olarak dirençle karşılaşabilir [48,76].

Bir başka engel de birçok metropolde kökleşmiş olan otomobil merkezli kültürden kaynaklanmaktadır [77]. Ayrıca, Rocha ve diğerlerinin [8] örneklediği gibi, modal seçimleri etkileyen psikolojik ve sosyal faktörlerin anlaşılması zorunludur. AMP'de yürütülen bu çalışma, hane halkının sürdürülebilir ulaşım modları yerine PMV yolculuklarını tercih etme tercihlerine ışık tutmuştur. Bu tercihler genellikle yolculuk hızı, konfor ve varış noktalarına ulaşırken YT seçeneklerinin sınırlı olduğu algısına bağlanmaktadır. Buna karşılık, PT'yi tercih edenler sıklıkla ÖTA sahibi olmama nedenlerinden ve yolculuk maliyetleriyle ilgili endişelerinden bahsetmektedir. Sonuç olarak, bireyleri PYV'lerden sürdürülebilir ulaşım modlarına geçmeye teşvik etmek, PYV'lerle ilişkilendirilen köklü rahatlık ve konfor nedeniyle dirençle karşılaşabilir.

Ayrıca, hareket kabiliyeti kısıtlı bireylerin endişelerinin giderilmesi kritik önem taşımaktadır. Tüm toplum üyeleri için sürdürülebilir ulaşım seçeneklerine eşit erişimin sağlanması esastır. Bu, mevcut altyapı ve hizmetlerin engelli bireyleri barındıracak şekilde önemli ölçüde değiştirilmesini içerebilir [24,74].

Bu kültürel dirençlerin üstesinden gelebilmek için altyapı değişiklikleri ve farkındalık kampanyaları ile etkili bir iletişim kurularak halkın algı ve davranışlarının değiştirilmesi ve böylece yolcuların sürdürülebilir ulaşım modlarına çekilmesi gerekmektedir [78].

8. Sonuçlar ve Geleceğe Yönelik Öneriler

Sonuç olarak, bu çalışmanın sonuçları, AMP'deki şehir planlamacıları ve politika yapıcılar için sürdürülebilir ulaşımın teşvik edilmesi ve daha yeşil, daha sağlıklı ve sosyal olarak bağlantılı kentsel ortamlar yaratılması konusunda değerli bilgiler sağlamaktadır. Bulgular, PMV'lere olan bağımlılığı azaltmak ve PT ve AM'lerin benimsenmesini teşvik etmek için etkili stratejiler geliştirirken bireysel özellikleri, sosyoekonomik bağlamı, erişilebilirliği ve kişisel tercihleri göz önünde bulundurmanın önemini vurgulamaktadır.

AMP'de sürdürülebilir hareketliliği teşvik etmek için bu çalışmadan çeşitli öneriler ortaya çıkmaktadır. İlk olarak, YT'deki iyileştirmelere öncelik verilmesi çok önemlidir. Bunun için erişilebilirliğin artırılması, güvenilirliğin desteklenmesi ve uygun fiyatın sağlanmasına yönelik önemli yatırımlar yapılması gerekmektedir [8,10,14,28]. Bu da stratejik olarak YHT ağının genişletilmesi ve etkin intermodal bağlantıların teşvik edilmesiyle sağlanabilir. AMP'deki bu tür iyileştirmelerin önemi bölgesel sınırları aşabilir ve böylece aynı sorunları yaşayan diğer metropol alanlarındaki şehir planlamacıları için bir model olarak hizmet veren daha sürdürülebilir ve verimli kentsel ulaşım sistemlerini mümkün kılabilir.

İkinci olarak, AM altyapısının geliştirilmesi ve genişletilmesi AMP'nin sınırlarının çok ötesine ulaşan faydalar sağlayabilir. Yaya ve bisiklet yollarından oluşan güvenli ve birbirine bağlı ağların oluşturulması, kentsel hareketliliği geliştirme potansiyeline sahiptir [15,30,47,49]. Bisiklet paylaşım programlarının uygulanmasını teşvik ederek ve trafik sakinleştirme önlemlerini artırarak, dünya çapındaki şehirler daha sağlıklı, daha sürdürülebilir kentsel ortamlar yaratmak için bu bulgulardan ilham alabilir [45]. Bu girişimler trafik sıkışıklığını ve kirliliği azaltırken fiziksel aktiviteyi ve toplum katılımını teşvik ederek şehirleri daha yaşanabilir ve dirençli hale getirebilir [30,32,46]. Politika müdahaleleri ulaşım davranışının şekillendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Trafik sıkışıklığı fiyatlandırması, park yönetimi stratejileri ve sürdürülebilir ulaşım modları için teşvikler gibi önlemler, bireyleri PMV'ler yerine daha sürdürülebilir seçenekleri tercih etmeye teşvik edebilir [1,14,16,25,27]. Ayrıca, eğitim ve farkındalık kampanyaları sürdürülebilir ulaşımın faydaları hakkında farkındalığı artırabilir ve sürdürülebilir işe gidip gelme uygulamalarını teşvik etmek için toplulukları, okulları ve işyerlerini sürece dahil edebilir [5,6].

Ayrıca, AMP içindeki ulaşım modellerinin ve tercihlerinin izlenmesi de dahil olmak üzere, sürdürülebilir kentsel gelişim için veri toplamanın ve kanıta dayalı karar vermenin süregelen önemini vurguluyoruz [7]. Modal seçim verilerinin düzenli olarak güncellenmesi, politika yapıcıların ve şehir planlamacılarının stratejilerini mevcut sürdürülebilirliği ele alacak şekilde uyarlamalarını sağlar

zorlukların tam olarak anlaşılmasını sağlar. Bu da ulaştırma politikalarının gelişen hedeflerle uyumlu kalmasını sağlayarak nihayetinde daha sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunur.

Uygulanan politikaların ve müdahalelerin düzenli olarak değerlendirilmesi, sürekli kanıta dayalı karar verme için değerli bilgiler sağlar. Politika yapımcılar, şehir planlamacıları ve ulaştırma kurumlarının, sürdürülebilir ulaşım modlarını teşvik etmek ve özel araçlara olan bağımlılığı azaltmak için önlemler formüle ederken ve uygularken bu çalışmanın sonuçlarını göz önünde bulundurmaları teşvik edilmektedir.

AMP bu tavsiyeleri uygulayarak daha yeşil bir kentsel çevre yaratabilir, motorlu taşıtlara bağımlılığı azaltabilir ve toplumların yaşam kalitesini artırabilir. Bu, bölgenin kendine has özelliklerini ve ihtiyaçlarını göz önünde bulundururken sürdürülebilir ulaşımın karmaşıklığını ele alan kapsamlı ve çok yönlü bir yaklaşım gerektirir.

Bununla birlikte, bu çalışmanın sınırlamalarını kabul etmek önemlidir. Sonuçlar, mevcut veriler ve sınırlı sayıda değişken kullanılarak yapılan spesifik bir analize dayanmaktadır. Gelecekteki çalışmalar, mod seçimini kapsamlı bir şekilde anlamak için ilgili ilave değişkenleri araştırmalı ve farklı coğrafi ve kültürel bağlamları dikkate almalıdır. Şehir planlama, psikoloji ve ekonomi uzmanlarını içeren çok disiplinli yaklaşımların benimsenmesi, daha etkili ve sürdürülebilir ulaşım politikalarının oluşturulmasına katkıda bulunabilir.

Genel olarak bu çalışma, sürdürülebilir ulaşım konusundaki bilgi birikimine katkıda bulunmakta ve AMP'deki şehir planlamacıları ve politika yapımcılar için pratik öneriler sunmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım seçeneklerine öncelik vererek ve etkili stratejiler uygulayarak bölge, hem çevreye hem de bölge sakinlerine fayda sağlayacak daha sürdürülebilir bir gelecek için çalışabilir. Politika yapımcılar ve şehir planlamacıları, işbirliği ve veri toplama ve bilinçli analize olan kararlı bağlılıkları sayesinde AMP ve diğer kentsel alanlarda hareketliliğin geleceğini şekillendirebilir, daha erişilebilir, verimli ve sürdürülebilir şehirler yaratabilir, sakinlerinin yaşamlarını zenginleştirebilir ve çevreye fayda sağlayabilir.

Yazar Katkıları: Yazarlar bu makaleye katkılarını şu şekilde teyit etmektedir: çalışma konsepti ve tasarımı: H.R. ve S.F.; veri toplama: J.P.T., A.L. ve S.F.; sonuçların analizi ve yorumlanması: S.F., A.L. ve H.R.; taslak makale hazırlama: H.R. ve S.F. Tüm yazarlar makalenin yayınlanan versiyonunu okumuş ve kabul etmiştir.

Finansman: Bu çalışma, Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu (ERDF) aracılığıyla PORTEKİZ 2020 Ortaklık Anlaşması kapsamında Norte Portekiz Bölgesel Operasyonel Programı (NORTE 2020) tarafından desteklenen NORTE-01-0145- FEDER000073 referanslı DynamiCITY: Krizler ve Aksaklıklarla Başa Çıkmak için Akıllı Şehirlerin Dinamik Adaptasyonunun Teşvik Edilmesi projesinin bir sonucudur.

Kurumsal İnceleme Kurulu Beyanı: Geçerli değil.

Bilgilendirilmiş Onam Beyanı: Geçerli değil.

Veri Kullanılabilirlik Beyanı: Çalışma katılımcıları, verilerinin kamuya açık olarak paylaşılması için yazılı izin vermediğinden, bu araştırmanın hassas doğası nedeniyle destekleyici verilere ulaşılamamaktadır.

Teşekkür: Bu çalışmada kullanılan verileri bize sağlayan Portekiz İstatistik Kurumu'na (INE) teşekkür ederiz. Her durumda, gösterdikleri bağlılık, Porto Metropoliten Alanı'ndaki (AMP) hareketlilik hizmetlerini tüm insanlar için iyileştirmeye yönelik gerçek bir arzuyu yansıtmaktadır.

Çıkar Çatışmaları: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Referanslar

1. Hickman, R.; Hall, P.; Banister, D. Sürdürülebilir hareketlilik için daha fazla planlama. *J. Transp. Geogr.* **2013**, *33*, 210-219. [CrossRef]
2. Tyrinopoulos, Y.; Antoniou, C. Kentsel hareketlilikte mod seçimini etkileyen faktörler. *Eur. Transp. Res. Rev.* **2013**, *5*, 27-39. [CrossRef]
3. Le, J.; Teng, J. Kentsel-Banliyö Seyahatinde Seyahat Modu Seçimine Etki Eden Faktörleri Anlamak: Şanghay'da Bir Vaka Çalışması. *Urban Rail Transit* **2023**, *9*, 127-146. [CrossRef]
4. Boogaard, H.; Patton, A.P.; Atkinson, R.W.; Brook, J.R.; Chang, H.H.; Crouse, D.L.; Fussell, J.C.; Hoek, G.; Hoffmann, B.; Kappeler, R.; ve ark. Trafikle ilişkili hava kirliliğine uzun süreli maruz kalma ve seçilmiş sağlık sonuçları: Sistematik bir inceleme ve meta-analiz. *Environ. Int.* **2022**, *164*, 107262. [CrossRef]

5. Foltýnová, H.B.; Vejchodská, E.; Rybová, K.; Křivá, V. Sürdürülebilir kentsel hareketlilik: Tek tanım, farklı paydaşların görüşleri. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2020**, *87*, 102465. [CrossRef]
6. Jordová, R.; Bruš, R.; Foltýnová, H. Yerel Yönetimde Yeni Bir Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planlama Paradigmasının Yükselişi: SUMP Fark Yaratıyor mu? *Sürdürülebilirlik* **2021**, *13*, 5950. [CrossRef]
7. INE-Instituto Nacional de Estatística. *Mobilidade e Funcionalidade do Território nas Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa: 2017*; INE: Lisboa, Portekiz, 2018; ISBN 978-989-25-0478-0. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.ine.pt/xurl/pub/349495406> (erişim tarihi: 10 Mayıs 2023).
8. Rocha, H.; Filgueiras, M.; Tavares, J.P.; Ferreira, S. Büyük Bir Metropolde Toplu Taşıma Kullanımı ve Algılanan Hizmet Kalitesi Area: Porto Örneği. *Sürdürülebilirlik* **2023**, *15*, 6287. [CrossRef]
9. Massar, M.; Reza, I.; Rahman, S.M.; Abdullah, S.M.H.; Jamal, A.; Al-Ismael, F.S. Otonom Araçların Sera Gazı Emisyonları Üzerindeki Etkileri-Pozitif mi Negatif mi? *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 5567. [CrossRef]
10. Nieuwenhuijsen, M.J.; Khreis, H. Arabasız şehirler: Sağlıklı kentsel yaşama giden yol. *Environ. Int.* **2016**, *94*, 251-262. [CrossRef]
11. ANSR-Ulusal Karayolu Güvenliği Otoritesi. İstatistikler ve Kaza Raporları Sayfası. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <http://www.ansr.pt/Estatisticas/RelatoriosDeSinistralidade/Pages/default.aspx> (11 Mayıs 2023 tarihinde erişilmiştir).
12. IMT-Ulaşım ve Hareketlilik Enstitüsü. Sektör Raporları Sayfası. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/IMTT/relatoriosSectoriais/Paginas/RelatoriosSetoriais.aspx> (11 Mayıs 2023 tarihinde erişilmiştir).
13. INE-Instituto Nacional de Estatística (Ulusal İstatistik Enstitüsü). *Estatísticas dos Transportes e Comunicações: 2021*; INE: Lisboa, Portekiz, 2022; ISBN 978-989-25-0616-6. ISSN 0377-2292. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.ine.pt/xurl/pub/16909661> (12 Mayıs 2023 tarihinde erişilmiştir).
14. Youssef, Z.; Alshuwaikhat, H.; Reza, I. Riyad, Suudi Arabistan'da Belirtilen Tercihe Göre Daha Sürdürülebilir Bir Ulaşım Yönelik Modal Değişimin Modellenmesi. *Sürdürülebilirlik* **2021**, *13*, 337. [CrossRef]
15. Schubert, T.F.; Henning, E.; Lopes, S.B. Taşıma Modu Değiştirme Olasılığının Analizi: Joinville Öğrencileri için Bir Vaka Çalışması. *Sürdürülebilirlik* **2020**, *12*, 5232. [CrossRef]
16. Rocha, H.; Lobo, A.; Tavares, J.P.; Ferreira, S. Motorlu ve Motorsuz Ulaşım Modları Arasındaki Tercihi Ne Yönlendiriyor? Porto Büyükşehir Bölgesi Örneği. *Akıllı Ulaşım için Akıllı Enerji* içinde. *CSUM 2022. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure*; Nathanail, E.G., Gavanas, N., Adamos, G., Eds; Springer: Cham, İsviçre, 2023; s. 882-901. [CrossRef]
17. McFadden, D. Niteliksel seçim davranışının koşullu logit analizi. *Frontiers in Econometrics* içinde; Zarembka, P., Ed.; Academic Press: New York, NY, ABD, 1973; s. 105-142.
18. McFadden, D.; Train, K.E. Kesikli Tepkiler için Karma MNL Modelleri. *J. Appl. Econom.* **2000**, *15*, 447-470. [CrossRef]
19. Zhao, X.; Yan, X.; Yu, A.; Van Hentenryck, P. Seyahat modu seçiminin tahmini ve davranışsal analizi: Makine öğrenme ve logit modellerinin karşılaştırılması. *Seyahat Davranışları. Soc.* **2020**, *20*, 22-35. [CrossRef]
20. Mwale, M.; Luke, R.; Pisa, N. Gelişmekte olan şehirlerde seyahat davranışını etkileyen faktörler: Metodolojik bir inceleme. *Transp. Res. Interdiscip. Perspect.* **2022**, *16*, 100683. [CrossRef]
21. Goulias, K.G.; Davis, A.W.; McBride, E.C. Bölüm 1-Giriş ve seyahat davranışının genomu. *Mapping the Travel Behavior Genome* içinde; Elsevier: Amsterdam, Hollanda, 2020; s. 1-14. ISBN 9780128173404. [CrossRef]
22. Malichová, E.; Cornet, Y.; Hudák, M. Avrupa'da uzun mesafeli seyahatlerde gezginlerin seyahat süresi kullanımı ve algısı. *Seyahat Davranışları. Soc.* **2022**, *27*, 95-106. [CrossRef]
23. Rasca, S.; Saeed, N. Küçük şehir ve kasaba ağlarında yaşayan yolcular tarafından toplu taşıma kullanımını etkileyen faktörlerin araştırılması. *Seyahat Davranışları. Soc.* **2022**, *28*, 249-263. [CrossRef]
24. Rachele, J.N.; Kavanagh, A.M.; Badland, H.; Giles-Corti, B.; Washington, S.; Turrell, G. Bireysel sosyoekonomik konum, mahalle dezavantajı ve ulaşım modu arasındaki ilişkiler: HABITAT çok düzeyli çalışmasından elde edilen temel sonuçlar. *J. Epidemiol. Toplum Sağlığı* **2015**, *69*, 1217-1223. [CrossRef]
25. Redman, L.; Friman, M.; Gärling, T.; Hartig, T. Toplu taşımanın otomobil kullanıcılarını çeken kalite özellikleri: Bir araştırma incelemesi. *Transp. Politika* **2013**, *25*, 119-127. [CrossRef]
26. Anderson, M.K. Danimarka Seyahat Anketi verilerinde Özel ve Toplu Taşımada Yolculukların ve Yolcuların Özellikleri. *Dan. J. Transp. Res. Dan. Tidsskr. Transp.* **2010**, *16*, 1-16. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://orbit.dtu.dk/en/publications/eff6183c-b09d-4eb1-9a2f-cf6da6393599> (13 Haziran 2023 tarihinde erişilmiştir).
27. Tyrinopoulos, Y.; Antoniou, C. Toplu Taşıma Kullanıcı Memnuniyeti: Değişkenlik ve Politika Çıkarımları. *Transp. Politika* **2008**, *15*, 260-272. [CrossRef]
28. Morton, C.; Caulfield, B.; Anable, J. Toplu taşımada hizmet kalitesine ilişkin müşteri algıları: İskoçya'daki otobüs taşımacılığı için kanıtlar. *Vaka Çalışması. Transp. Politika* **2016**, *4*, 199-207. [CrossRef]
29. Saelens, B.E.; Sallis, J.F.; Black, J.B.; Chen, D. Fiziksel Aktivitede Mahalle Temelli Farklılıklar: Bir Çevre Ölçeği Değerlendirmesi. *Am. J. Public Health* **2003**, *93*, 1552-1558. [CrossRef]
30. Humpel, N.; Owen, N.; Iverson, D.; Leslie, E.; Bauman, A. Algılanan çevre nitelikleri, yerleşim yeri ve belirli amaçlar için yürüme. *Am. J. Prev. Med.* **2004**, *26*, 119-125. [CrossRef]
31. López, M.C.R.; Wong, Y.D. Hareketlilik kararlarının süreci ve belirleyicileri-Bütünsel ve dinamik bir seyahat davranışı çerçevesi. *Seyahat Davranışları. Soc.* **2019**, *17*, 120-129. [CrossRef]

32. Saelens, B.E.; Sallis, J.F.; Frank, L.D. Yürüme ve bisiklete binmenin çevresel bağıntıları: Ulaşım, kentsel tasarım ve planlama literatüründen bulgular. *Ann. Behav. Med.* **2003**, *25*, 80-91. [CrossRef]
33. Maldonado-Hinarejos, R.; Sivakumar, A.; Polak, J.W. Bisiklete binme talebinin öngörülmesinde bireysel tutum ve algıların rolünün araştırılması: Hibrit bir seçim modelleme yaklaşımı. *Ulaşım* **2014**, *41*, 1287-1304. [CrossRef]
34. De Oña, J.; de Oña, R. Müşteri Memnuniyeti Anketlerine Dayalı Toplu Taşımada Hizmet Kalitesi: Metodolojik Yaklaşımlar Üzerine Bir İnceleme ve Değerlendirme. *Transp. Sci.* **2014**, *49*, 605-622. [CrossRef]
35. Guerra, E.; Caudillo, C.; Monkkonen, P.; Montejano, J. Latin Amerika'da kentsel form, transit arzı ve seyahat davranışı: Meksika'nın en büyük 100 kentsel alanından kanıtlar. *Transp. Politika* **2018**, *69*, 98-105. [CrossRef]
36. Idris, A.O.; Habib, K.M.N.; Shalaby, A. Transit yolcu sayısı tahmininde mod kaydırma modellerinin performansları üzerine bir araştırma. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* **2015**, *78*, 551-565. [CrossRef]
37. Chandra, M.; Chalumuri, R.S. Taşımacıların mod seçimindeki hassasiyeti: Yeni Delhi üzerine ampirik bir çalışma. *J. Transp. Geogr.* **2016**, *57*, 207-217. [CrossRef]
38. Haghani, M.; Bliemer, M.C.J. Ulaştırma literatürünün yapısı ve zamansal gelişimi. Dijital Kütüphaneler: Fizik ve Toplum. *arXiv* **2021**, arXiv:2107.12639. [CrossRef]
39. Weng, J.; Tu, Q.; Yuan, R.; Lin, P.; Chen, Z.T. Pekin'de Toplu Taşıma Yolcuları için Mod Seçimi Davranışlarının Modellenmesi. *J. Kentsel Plan. Dev.* **2018**, *144*, 05018013. [CrossRef]
40. Lu, X.S.; Liu, T.L.; Huang, H.J. Yolculuk zinciri maliyetleri ile iç içe geçmiş logit modeline dayalı fiyatlandırma ve mod seçimi. *Transp. Politika* **2015**, *44*, 76-88. [CrossRef]
41. Minal, C.; Sekhar, C.R. Mod seçimi analizi: Veriler, modeller ve gelecek. *Int. J. Traffic Transp. Eng.* **2014**, *4*, 269-285. [CrossRef]
42. Salas, P.; Fuente, R.D.L.; Astroza, S.; Carrasco, J.A. Yanıt heterojenliğinin varlığında seyahat modu seçimi için makine öğrenimi sınıflandırıcılarının ve ayrık seçim modellerinin sistematik karşılaştırmalı değerlendirmesi. *Uzman Sist. Uygulama* **2022**, *193*, 116253. [CrossRef]
43. Zhang, H.; Zhang, L.; Liu, Y.; Zhang, L. Seyahat Modu Seçimi Davranışını Anlamak: Etkileyen Faktörlerin Analizi ve Tahmini Makine Öğrenimi Yöntemi ile. *Sürdürülebilirlik* **2023**, *15*, 11414. [CrossRef]
44. Ferreira, S.; Amorim, M.; Lobo, A.; Kern, M.; Fanderl, N.; Couto, A. COVID-19 pandemisinin seyri boyunca Alman yolcular arasında seyahat modu tercihleri. *Transp. Politika* **2022**, *126*, 55-64. [CrossRef]
45. Li, W.; Kamargianni, M. Hava kirliliğinin yoğun olduğu şehirlerde bisiklet paylaşımını teşvik etmek için politika yapıcılara sayısallaştırılmış kanıt sağlamak: Taiyuan-Çin için bir mod seçim modeli ve politika simülasyonu. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* **2018**, *111*, 277-291. [CrossRef]
46. Kamargianni, M. Farklı şehir türlerinde sürdürülebilir hareketliliği teşvik etmek için gelecek neslin bisiklet kullanımının araştırılması. *Res. Transp. Econ.* **2015**, *53*, 45-55. [CrossRef]
47. Akar, G.; Clifton, K. Bireysel Algıların ve Bisiklet Altyapısının Bisiklete Binme Kararı Üzerindeki Etkisi. *Transp. Res. Rec.* **2009**, *2140*, 165-172. [CrossRef]
48. Kong, J.; Zhang, C.; Simonovic, S.P. Birbirine Bağlı Altyapı Sistemlerinin Dayanıklılığını Artırmak için İki Aşamalı Bir Restorasyon Kaynak Tahsis Modeli. *Sürdürülebilirlik* **2019**, *11*, 5143. [CrossRef]
49. Sun, J.; Balakrishnan, S.; Zhang, Z. Birbirine bağlı altyapı ağlarının afet öncesi dayanıklılık yönetimi için bir kaynak tahsis çerçevesi. *Built Environ. Proj. Varlık Yönetimi.* **2021**, *11*, 284-303. [CrossRef]
50. INE. Yerleşik Nüfusun Yıllık Tahminleri; MA-DGT, Portekiz Resmi İdari Haritası. 2016. Çevrimiçi olarak mevcuttur: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_cont_inst&INST=395986936 (29 Mayıs 2023 tarihinde erişilmiştir).
51. Wellek, S.; Lackner, K.; Jennen-Steinmetz, C.; Reinhard, I.; Hoffmann, I.; Blettner, M. Referans sınırlarının belirlenmesi: Örneklem büyüklüğü hesaplaması için istatistiksel kavramlar ve araçlar. *Clin. Chem. Lab. Med.* **2014**, *52*, 1685-1694. [CrossRef]
52. Amirmazmiazfar, E.; Diana, M. Farklı araç paylaşım işletim planlarına yönelik talebi etkileyen sosyo-demografik özelliklerin incelenmesi. *Transp. Res. Interdiscip. Perspect.* **2022**, *14*, 100616. [CrossRef]
53. Prieto, M.; Baltas, G.; Stan, V. Kentsel alanlarda araç paylaşımının benimsenme niyeti: Temel sosyo-demografik faktörler nelerdir? *Transp. Res. Part A Policy Pract.* **2017**, *101*, 218-227. [CrossRef]
54. Alexander, L.; Jiang, S.; Murga, M.; González, M.C. Mobil telefon verilerinden çıkarılan günün amacı ve saatine göre menşe-hedef yolculukları. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* **2015**, *58*, 240-250. [CrossRef]
55. He, M.; Li, J.; Shi, Z.; Liu, Y.; Shuai, C.; Liu, J. Seyahat Mesafesinin Farklı Gruplar Arasında Seyahat Modu Seçimi Üzerindeki Doğrusal Olmayan ve Eşik Etkilerinin Araştırılması: Guiyang, Çin Üzerine Ampirik Bir Çalışma. *Int. J. Environ. Res. Halk Sağlığı* **2022**, *19*, 16045. [CrossRef] [PubMed]
56. De Vos, J.; Mokhtarian, P.L.; Schwanen, T.; Van Acker, V.; Witlox, F. Seyahat modu seçimi ve seyahat memnuniyeti: Karar faydası ile deneyimlenen fayda arasındaki boşluğu kapatmak. *Ulaşım* **2016**, *43*, 771-796. [CrossRef]
57. Mouratidis, K.; De Vos, J.; Yiannakou, A.; Politis, I. Sürdürülebilir ulaşım modları, seyahat memnuniyeti ve duygular: arabaya bağımlı kompakt şehirlerden kanıtlar. *Seyahat Davranışları. Soc.* **2023**, *33*, 100613. [CrossRef]
58. Sammer, G.; Gruber, C.; Roeschel, G.; Tomschy, R.; Herry, M. Seyahat günlüğü anketleri yapılırken seyahat davranışının sistematik olarak eksik raporlanması ikilemi - sorunu çözmek için bir meta-analiz ve metodolojik hususlar. *Transp. Res. Procedia* **2018**, *32*, 649-658. [CrossRef]
59. Richardson, A.J. Mail-Back Seyahat Anketlerinde Cevapsızlığın Davranışsal Mekanizmaları. *Transp. Res. Rec.* **2003**, *1855*, 191-199. [CrossRef]

60. Golob, F.T. Seyahat Davranışı Araştırmaları için Yapısal Eşitlik Modellemesi. *Transp. Res. Part B Methodol.* **2003**, *37*, 1-25. [\[CrossRef\]](#)
61. Rietveld, P.; Zwart, B.; van Wee, B.; van den Hoorn, T. Yolcuların seyahat süresi ve seyahat mesafesi arasındaki ilişki üzerine. *Ann. Reg. Sci.* **1997**, *33*, 269-287. [\[CrossRef\]](#)
62. Ortúzar, J.D.; Willumsen, L.G. *Modelling Transport*, 4. baskı; John Wiley and Sons Ltd: Chichester, Birleşik Krallık, 2011. [\[CrossRef\]](#)
63. Zhang, J.; Timmermans, H.; Borgers, A.; Wang, D. Göreceli fayda ve göreceli ilgi kavramlarını kullanarak yolcu seçim davranışını modelleme. *Transp. Res. Part B Methodol.* **2004**, *38*, 215-234. [\[CrossRef\]](#)
64. Madhuwanthi, R.A.M.; Marasinghe, A.; Rajapakse, R.P.C.J.; Dharmawansa, A.D.; Nomura, S. Ulaşım Modu Seçiminde Seyahat Davranışını Etkileyen Faktörler. *Int. J. Affect. Eng.* **2016**, *15*, 63-72. [\[CrossRef\]](#)
65. Gutiérrez, A.; Miravet, D.; Saladié, Ö.; Anton Clavé, S. Çevresel Bir Hızlı Tren İstasyonundan Varış Noktalarına Transfer Yapan Turistlerin Ulaşım Modu Tercihi: Costa Daurada'dan Ampirik Kanıtlar. *Sürdürülebilirlik* **2019**, *11*, 3200. [\[CrossRef\]](#)
66. Cervero, R.; Sarmiento, O.L.; Jacoby, E.; Gomez, L.F.; Neiman, A. Yapılı Çevrelerin Yürüme ve Bisiklete Binme Üzerindeki Etkileri: Bogotá'dan Dersler. *Int. J. Sustain. Transp.* **2009**, *3*, 203-226. [\[CrossRef\]](#)
67. Heinen, E.; Maat, K.; van Wee, B. Bisikletle işe gidip gelmenin özelliklerine yönelik tutumların çeşitli mesafelerde bisikletle işe gidip gelme tercihi üzerindeki rolü. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2011**, *16*, 102-109. [\[CrossRef\]](#)
68. Abdelfattah, L.; Deponte, D.; Fossa, G. 15 dakikalık şehir: Kentsel esneklikleri ortaya çıkarmak için modeli yorumlamak. *Transp. Res. Procedia* **2022**, *60*, 330-337. [\[CrossRef\]](#)
69. Pozoukidou, G.; Angelidou, M. 15 Dakikalık Şehirde Kentsel Planlama: 2030'a Kadar Sürdürülebilir ve Akıllı Şehir Gelişmeleri Kapsamında Yeniden Değerlendirildi. *Akıllı Şehirler* **2022**, *5*, 1356-1375. [\[CrossRef\]](#)
70. Moreno, C.; Allam, Z.; Chabaud, D.; Gall, C.; Pratlong, F. "15 Dakikalık Şehir" ile tanışın: Sürdürülebilirlik, Dayanıklılık ve Yer Pandemi Sonrası Geleceğin Şehirlerinde Kimlik. *Akıllı Şehirler* **2021**, *4*, 93-111. [\[CrossRef\]](#)
71. Manifesty, O.D.; Park, J.P. Singapur'un 2040 Kara Ulaşımı Ana Planında 15 Dakikalık Şehir Konseptine İlişkin Bir Vaka Çalışması: 20 Dakikalık Kasabalar ve 45 Dakikalık Şehir. *Int. J. Sürdürülebilirlik. Transp. Technol.* **2022**, *5*, 1-11. [\[CrossRef\]](#)
72. Train, K. Logit. *Simülasyonlu Kesikli Seçim Yöntemleri* içinde; Cambridge University Press: New York, NY, ABD, 2009; s. 34-75. [\[CrossRef\]](#)
73. Loh, V.H.Y.; Rachele, J.N.; Brown, W.J.; Washington, S.; Turrell, G. Mahalle dezavantajı, bireysel düzeyde sosyoekonomik konum ve fiziksel işlev: Kesitsel çok düzeyli bir analiz. *Prev. Med.* **2016**, *89*, 112-120. [\[CrossRef\]](#)
74. Li, S.; Zhao, P. Pekin'de metro istasyonlarının yakınındaki mahallelerde araç sahipliği ve araç kullanımının araştırılması: Mahallenin inşa edilmiş ortamı önemli mi? *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2017**, *56*, 1-17. [\[CrossRef\]](#)
75. Bhat, C.R.; Guo, J. Mekânsal Olarak İlişkili Karma Logit Modeli: Formülasyon ve Konut Seçimi Modellemesine Uygulama. *Transp. Res. B* **2004**, *38*, 147-168. [\[CrossRef\]](#)
76. Litman, T. Toplu Taşıma Yerel Finansman Seçeneklerinin Değerlendirilmesi. *J. Public Transp.* **2014**, *17*, 43-74. [\[CrossRef\]](#)
77. Pritchard, J. MaaS bizi araba merkezli bir yörüngeden çıkaracak: Sürdürülebilir olmayan araç bağımlılığı bağlamında sürdürülebilir Hizmet Olarak Mobilite için ilkeler- able car dependency. *Vaka Çalışması. Transp. Politika* **2022**, *10*, 1483-1493. [\[CrossRef\]](#)
78. İşoraite, M.; Jaraşu, niene, A.; Samaşonok, K. Kentsel Ulaşım Sisteminde Sürdürülebilir Hareketliliğin ve Çok Modluluğun Teşvik Edilmesinde Reklamların Etkisinin Değerlendirilmesi. *Future Transp.* **2023**, *3*, 210-235. [\[CrossRef\]](#)

Sorumluluk Reddi/Yayıncının Notu: Tüm yayınlarda yer alan ifadeler, görüşler ve veriler yalnızca yazar(lar)a ve katkıda bulunan(lar)a aittir, MDPI ve/veya editör(ler)e ait değildir. MDPI ve/veya editör(ler), içerikte atıfta bulunulan herhangi bir fikir, yöntem, talimat veya üründen kaynaklanan insanlara veya mallara gelebilecek herhangi bir zarar için sorumluluk kabul etmez.