tmmob
makina mühendisleri odası

OTOMOTİV KONGRE ve SERGİSİ



BİLDİRİ KİTABI

05 - 06 Aralık 2025
BAOB Yerleşkesi • Bursa

SUNUŞ

TMMOB Makina Mühendisleri Odası olarak, stratejik bir konumda bulunan otomotiv sektörünü, 1985 yılından bu yana düzenlediğimiz Otomotiv Sempozyumları ve Kongreleri aracılığıyla bilimsel, teknik ve sektörel açıdan kapsamlı bir biçimde ele almaktayız. Bu organizasyonlar, sektörün mevcut durumunun sistematik olarak değerlendirilmesi, politika ve stratejilerin tartışılması ile teknolojik gelişmelerin paylaşılması açısından ülkemizde alanının en köklü ve saygın platformlarından biri olma niteliğini taşımaktadır.

Otomotiv sektörü, Türkiye ekonomisinin lokomotif alanlarından biri olarak, geçmişten günümüze hem üretim kapasitesi hem de ihracat hacmi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Ülkemizde mühendislik bilgi birikiminin gelişmesine katkı sağlayan bu sektör, başlangıçta montaj ağırlıklı bir yapıya sahipken, zaman içerisinde ihracat odaklı üretim modeli ve küresel değer zincirine entegrasyon ile dönüşüm geçirmiştir. Gümrük Birliği ve uluslararası entegrasyon süreçleri, Türk otomotiv sanayisinin üretim ve kalite standartlarını yükseltmiş, aynı zamanda Ar-Ge ve mühendislik yetkinliklerinin önemini artırmıştır. Bu dönüşüm, sektörde nitelikli iş gücü ihtiyacını ve yenilikçi teknolojilere adaptasyon zorunluluğunu da beraberinde getirmiştir.

2025 yılı Kongremizin ana teması, **“Elektrikli Araçlar, Hidrojenli Araçlar, Hibrit Araçlar ve Otonom Sürüş Teknolojileri ile Şarj İstasyonları”** olarak belirlenmiştir. Kongre kapsamında, otomotiv sektöründe yaşanan teknolojik dönüşümün mühendislik, üretim, altyapı ve planlama boyutları çok yönlü olarak değerlendirilmiş; geleceğe dönük öngörüler ve çözüm önerileri sunulmuştur. Elektrikli ve otonom araç teknolojilerinin yanı sıra enerji altyapısı, şarj istasyonları ve hibrit çözümlerin sektöre entegrasyonu gibi konular, Kongre bildiri kitabının temelini oluşturmaktadır.

Bu kitap, Kongremizin Bilim Kurulu tarafından titizlikle değerlendirilmiş ve sunulması uygun bulunmuş bildirilerden oluşmakta olup, hem akademik birikime hem de sektörel uygulamalara katkı sağlamayı hedeflemektedir. Bildiriler, otomotiv sektörünün güncel durumunu ve geleceğe yönelik potansiyel yönelimlerini kapsamlı biçimde yansıtarak, araştırmacılara, mühendislere ve politika yapıcılara rehberlik edecek niteliktedir.

Otomotiv Kongremize bugüne kadar olduğu gibi bu yıl da değerli katkılarını sunan Düzenleme Kurulu, Yürütme Kurulu ve Bilim Kurulu üyeleri ile destek veren kurum ve kuruluşlara teşekkürlerimizi sunar; Kongrenin ülkemiz mühendisliğine ve otomotiv sektörünün gelişimine anlamlı katkılar sağlamasını dileriz.

KONGRE DÜZENLEME KURULU

Yunus YENER / TMMOB Makina Mühendisleri Oda Merkezi

Arife KURTOĞLU / TMMOB Makina Mühendisleri Oda Merkezi

Deniz Alp YILMAZ / TMMOB Makina Mühendisleri Oda Merkezi

Ümit Galip UNCU / TMMOB Makina Mühendisleri Adana Şube

Yılmaz YILDIRIM / TMMOB Makina Mühendisleri Ankara Şube

İbrahim ATMACA / TMMOB Makina Mühendisleri Antalya Şube

Ahmet İhsan TAŞKINSEL / TMMOB Makina Mühendisleri Bursa Şube

Cemre DOĞAN İLHAN / TMMOB Makina Mühendisleri Denizli Şube

Sevim KARASALİH / TMMOB Makina Mühendisleri Edirne Şube

Özgür ÜNSAL / TMMOB Makina Mühendisleri Eskişehir Şube

Serkan BOSTANCIKLIOĞLU / TMMOB Makina Mühendisleri Gaziantep Şube

Mehmet Gürcan ERDİNÇ / TMMOB Makina Mühendisleri İstanbul Şube

Okan YASAN / TMMOB Makina Mühendisleri İstanbul Şube

Sıdık AKMAN / TMMOB Makina Mühendisleri İzmir Şube

Süleyman VAROL / TMMOB Makina Mühendisleri Kayseri Şube

Furkan GÜNDOĞAN / TMMOB Makina Mühendisleri Kocaeli Şube

Dolunay SARI / TMMOB Makina Mühendisleri Konya Şube

Tahsin Güven MERZECİ / TMMOB Makina Mühendisleri Mersin Şube

Ali DİNLER / TMMOB Makina Mühendisleri Samsun Şube

Gamze KOFOĞLU / TMMOB Makina Mühendisleri Trabzon Şube

Erhan ÇAYIR / TMMOB Makina Mühendisleri Trabzon Şube

KONGRE YÜRÜTME KURULU

Ayer YARKINER / KTMMO

Ahmet İhsan TAŞKINSEL / TMMOB Makina Mühendisleri Odası Bursa Şube

Murat KORKUT / / TMMOB Makina Mühendisleri Odası Bursa Şube

Rengin EREN / BTSO

Berke ERCAN / TAYSAD

Sevgi ÖZÇELİK / TAYSAD

Tuna ARINCI / OİB

Prof. Dr. Ali Rıza YILDIZ / B.U.Ü. Makina Mühendisliği

Prof. Dr. Gökhan SEVİLGEN / B.U.Ü. Otomotiv Mühendisliği

Prof. Dr. Yusuf Ali KARA / B.T.Ü. Makina Mühendisliği

KONGRE SEKRETERİ

Erdem KIRAĞASI

TMMOB Makina Mühendisleri Odası Bursa Şubesi

KONGRE BİLİM KURULU

Prof. Dr. Ali KAHRAMAN / Necmettin Erbakan Üniversitesi

Prof. Dr. Ali Rıza YILDIZ / Bursa Uludağ Üniversitesi

Prof. Dr. Aziz Armağan ARICI / Kocaeli Üniversitesi

Doç. Dr. Billur Deniz KARAHAN / İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Erkan ERDİL / Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Gökhan SEVİLGEN / Bursa Uludağ Üniversitesi

Doç. Dr. Gamze GEDİZ İLİŞ / Gebze Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Hakan ERSOY / Akdeniz Üniversitesi

Prof. Dr. Hüsnü DAL / Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. İlker SUGÖZÜ / Mersin Üniversitesi

Doç. Dr. Dinçer AKAL / Trakya Üniversitesi

Prof. Dr. Mesut TEKKALMAZ / Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Murat TOPAÇ / Dokuz Eylül Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet Fatih KAYA / Erciyes Üniversitesi

Doç. Dr. Mert GÜLÜM / Karadeniz Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Orhan Behiç ALANKUŞ / Okan Üniversitesi

Prof. Dr. Özgül KELEŞ / İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Rezan DEMİR ÇAKAN / Gebze Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Semih BİLGEN / Okan Üniversitesi

Şinasi EKİNCİOĞLU / Ekin Sigorta Ekspertiz

Prof. Dr. Yusuf Ali KARA / Bursa Teknik Üniversitesi

1. GÜN

05 ARALIK 2025 CUMA

09:00 - 09:45 KAYIT

09:45 – 10:55 AÇILIŞ KONUŞMALARI

10:55 – 11:30 AVRUPA'NIN ELEKTRIKLI ARAÇLARA DÖNÜŞÜMDEKI KONUMU VE TÜRKIYE **Ümit BATMAZ**

11:45 – 12:45 I. OTURUM OTOMOTİV SEKTÖRÜ VE MOBİLİTENİN GELECEĞİ

13:45 – 14:30 II. OTURUM TMMOB MMO TEKNİK, GÜVENLİK, DENETİM ÇALIŞMA GRUBU SUNUMU

14:45 – 16:00 III. OTURUM TRAFİK GÜVENLİĞİ İÇİN ARAÇ MUAYENESİ / TEKNİK GÜVENLİK DENETİMİ UYGULAMALARI VE FİLO MÜHENDİSLİĞİ

IV. OTURUM Bildiri Sunumları

- Erdem SÖYLER - Elektrikli Araçlara Yönelik Satın Alma Tercihlerinin Belirlenmesi: Türkiye İçin Ampirik Bir Araştırma
- Melis KAVAKLI - Türkiye'de Teknoloji Algısı, Toplumsal Segmentler ve Elektrikli Araç Satın Alma Eğilimi
- Salih YILDIRIM - Yeni Teknolojilerin Toplumsal Kabulü: Elektrikli Araçlara Yönelik Davranışsal Niyetin Analizi
- Ecem ÖZKAN - Elektrikli Araç Kullanıcılarına İlişkin Algısal Dinamikler: Marmara Bölgesi Örneği
- **16:15 – 17:30 V. OTURUM** Bildiri Sunumları
- Gürcan ÖZDEMİR - Otomotiv Sektörü Türkiye Pazarı Bir Durum Analizi Örneği
- Cenk Erim TEZEL - Yan Sanayide Gizli Tehdit: Bursa Otomotiv Ekosisteminde Bilgi Güvenliği Yolculuğu
- Ahmet Hamdi BAŞARAN - WAC: Aşınma Ayarlı Debriyaj Baskısı
- Cenk Erim TEZEL - Model Tabanlı Sistem Mühendisliği Yaklaşımıyla Otomotiv Güvenlik Standartlarının Entegrasyonu

VI. OTURUM (Paralel Oturum)

- İsmail DURGUN - Otomotiv Ar-Ge Mühendisi Yetkinlik Gelişim Programı
- Ali Rıza YILDIZ - Otomotiv Güvenlik Sistemleri için Ökzetik Yapılı Enerji Emicilerin Prototip Performans Değerlendirmesi
- Sevda Bora ÇINAR - Otonom Araçların Hukuki ve Etik Sorumluluğu: Etik Çevre Tasarımı Olmadan Adil Sürüş Mümkün mü?
- Yasemin YILMAZOĞLU1, Prof. Dr. Ufuk SAKARYA2 - Otonom Sürüş Sistemleri İçin Bir Öneri: Trafik İşaretlerinin Otomatizasyonu

2 . GÜN

06 ARALIK 2025 CUMARTESİ

09:45 – 11:00

VII. OTURUM Bildiri Sunumları

- Barış ÇAVUNT - Alüminyum Alçak Basınçlı Dökümde Hızlı Prototipleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması
- Fahrettin AYDEMİR - Alsı7 Ve Alsı10 Alaşımlarında Yorulma Davranışının Deneysel Ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle İncelenmesi
- Ömercan YÜRÜMEZ - Hidrojen Rayında Bağlantı Braketi Optimizasyonu Çalışması
- 4. Eren BAHÇECİ - Hidrojen Enjektörü Distribütör Parçasında Basınç Kaybı Optimizasyonu Ve Üretim Proseslerinin Araştırılması

VIII. OTURUM (Paralel Oturum) Bildiri Sunumları

- Barış KÜSÜLÜ - Benzinli Enjektörlerde Basınç Yükleri ve Buna Bağlı Yorulma Ömür Hesaplamaları
- Hakan TÜRKMEN - Benzinli Enjektör Tüpünün Optimize Edilmiş Kompakt Tasarımı Projesi
- Mustafa Kerem ÖZDER - Yüksek Basınçlı Yakıt Rayında Vibrasyon Testi Sonucu Oluşan Kırık İçin Tasarım İyileştirme Aksiyonları
- İsmail DURGUN - Robot Kollu Eklemeli İmalat Yöntemi İle Büyük Ebatlı Parça Üretimi

11:15 – 12:30

IX. OTURUM (Paralel Oturum) Bildiri Sunumları

- Barış KÖMÜRCÜ - Elektrikli Araç Batarya Taşıyıcı Sistemlerinde Alüminyum Ekstrüzyon Teknolojisinin Tasarım, Üretim Ve Performans Açısından İncelenmesi
- Gizem ÇALIŞKAN - Elektrikli Bataryaların Üretim ve Kullanım Süreçlerinin Su ve Karbon Ayak İzi Açısından Değerlendirilmesi
- Sermin GÜNASLAN - ECE R100 V3'ün Çevresel Yansımaları Ve Türkiye'deki Uyum Durumu
- Celalettin YÜCE - Elektrikli Araçlar İçin Plastik Alt Koruyucu Kapak Tasarımı Ve Topoloji Optimizasyonu

X. OTURUM Bildiri Sunumları

- Arzu MİNARECİ - Benzinli Enjektör Sızdırmazlık Bölgesinde Meydana Gelen Parçalı Aşınmanın Sızdırmazlık İşlevini Bozması Üzerine Kök Neden Tespiti
- Aydan YALABAÇ - Benzinli Enjektörde Basınç Artışına Bağlı Kuvvet Değişimlerinin Statik Yakıt Debisi, Yakıt Tipi ve Sıcaklık Parametrelerine Göre İncelenmesi
- Mehmet Erman YILDIZ - PFAS Yasaklarının Benzinli Enjektör O-Ring Malzeme Seçimine Etkisi ve HNBR Alternatifinin Değerlendirilmesi
- Damla AKABALI - Krom Kaplı Parçaların Krom Tutunma Dayanımının Mekanik Test İle Değerlendirilmesi ve Tutunma Dayanımının İyileştirilmesi

13 : 30 – 14:30

XI. OTURUM ELEKTRİFİKASYON VE MÜHENDİSLİKTE DÖNÜŞÜM: YENİ NESİL YETKİNLİKLER

XII. OTURUM (Paralel Oturum) Bildiri Sunumları

- Rabia Şevval AKAN - Ağır Vasıta Araçlar İçin Pedal Tasarımı Ve Analizi
- Mert ILGIN - Macpherson Süspansiyon Sistemine Ait Salıncağın Termo-Mekanik Deformasyon Davranışının Sonlu Elemanlar Ve Deneysel İncelenmesi
- Osman Kaan AYDIN - Jant İşlemesinde Verimliliği Arttıran Yeni Nesil Bağlama Fikstürü
- Demeter Zeynep IRMAK - Çevresel Ve Kurumsal Sürdürülebilirlik Açısından Otomotiv Sektöründe Karşılaştırmalı Uygulamalar

14:45 - 15:00 KAPANIŞ KONUŞMASI

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ DR. ARİF AĞAOĞLU İLERİ TEKNOLOJİLER MERKEZ LABORATUVARI ELEKTRİKLİ TAŞITLAR İÇİN BATARYA TEKNOLOJİLERİ ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME PLATFORMU (BATEG) ZİYARETİ

BİLDİRİ DİZİNİ

1. Elektrikli Araçlara Yönelik Satın Alma Tercihlerinin Belirlenmesi: Türkiye İçin Ampirik Bir Araştırma
2. Türkiye'de Teknoloji Algısı, Toplumsal Segmentler ve Elektrikli Araç Satın Alma Eğilimi.
3. Yeni Teknolojilerin Toplumsal Kabulü: Elektrikli Araçlara Yönelik Davranışsal Niyetin Analizi
4. Elektrikli Araç Kullanıcılarına İlişkin Algısal Dinamikler: Marmara Bölgesi Örneği
5. Otomotiv Sektörü Türkiye Pazarı Bir Durum Analizi Örneği
6. Yan Sanayide Gizli Tehdit: Bursa Otomotiv Ekosisteminde Bilgi Güvenliği Yolculuğu.
7. WAC: Aşınma Ayarlı Debriyaj Baskısı
8. Model Tabanlı Sistem Mühendisliği Yaklaşımıyla Otomotiv Güvenlik Standartlarının Entegrasyonu
9. Otomotiv Güvenlik Sistemleri için Ökzetik Yapılı Enerji Emicilerin Prototip Performans Değerlendirmesi
10. Otomotiv Ar-Ge Mühendisi Yetkinlik Gelişim Programı
11. Otonom Araçların Hukuki ve Etik Sorumluluğu: Etik Çevre Tasarımı Olmadan Adil Sürüş Mümkün mü?
12. Otonom Sürüş Sistemleri İçin Bir Öneri: Trafik İşaretlerinin Otomatizasyonu
13. Alüminyum Alçak Basınçlı Dökümde Hızlı Prototipleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması
14. Alsı7 Ve Alsı10 Alaşımlarında Yorulma Davranışının Deneysel Ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle İncelenmesi
15. Hidrojen Rayında Bağlantı Braketi Optimizasyonu Çalışması
16. Hidrojen Enjektörü Distribütör Parçasında Basınç Kaybı Optimizasyonu Ve Üretim Proseslerinin Araştırılması
17. Benzinli Enjektörlerde Basınç Yükleri ve Buna Bağlı Yorulma Ömür Hesaplamaları
18. Benzinli Enjektör Tüpünün Optimize Edilmiş Kompakt Tasarımı Projesi
19. Yüksek Basınçlı Yakıt Rayında Vibrasyon Testi Sonucu Oluşan Kırık İçin Tasarım İyileştirme Aksiyonları
20. Robot Kollu Eklemeli İmalat Yöntemi İle Büyük Ebatlı Parça Üretimi
21. Elektrikli Araç Batarya Taşıyıcı Sistemlerinde Alüminyum Ekstrüzyon Teknolojisinin Tasarım, Üretim Ve Performans Açısından İncelenmesi.
22. Elektrikli Bataryaların Üretim ve Kullanım Süreçlerinin Su ve Karbon Ayak İzi Açısından Değerlendirilmesi
23. ECE R100 V3'ün Çevresel Yansımaları Ve Türkiye'deki Uyum Durumu..
24. Elektrikli Araçlar İçin Plastik Alt Koruyucu Kapak Tasarımı Ve Topoloji Optimizasyonu
25. Benzinli Enjektör Sızdırmazlık Bölgesinde Meydana Gelen Parçalı Aşınmanın Sızdırmazlık İşlevini Bozması Üzerine Kök Neden Tespiti
26. Benzinli Enjektörde Basınç Artışına Bağlı Kuvvet Değişimlerinin Statik Yakıt Debisi, Yakıt Tipi ve Sıcaklık Parametrelerine Göre İncelenmesi
27. PFAS Yasaklarının Benzinli Enjektör O-Ring Malzeme Seçimine Etkisi ve HNBR Alternatifinin Değerlendirilmesi
28. Krom Kaplı Parçaların Krom Tutunma Dayanımının Mekanik Test İle Değerlendirilmesi ve Tutunma Dayanımının İyileştirilmesi.
29. Ağır Vasıta Araçlar İçin Pedal Tasarımı Ve Analizi
30. Macpherson Süspansiyon Sistemine Ait Salıncağın Termo-Mekanik Deformasyon Davranışının Sonlu Elemanlar Ve Deneysel İncelenmesi
31. Jant İşlemesinde Verimliliği Arttıran Yeni Nesil Bağlama Fikstürü
32. Çevresel Ve Kurumsal Sürdürülebilirlik Açısından Otomotiv Sektöründe Karşılaştırmalı Uygulamalar

TMMOB Makina Mühendisleri Odası
Otomotiv Kongre ve Sergisi
05- 06 Aralık 2025

OTONOM ARAÇLARIN HUKUKİ VE ETİK SORUMLULUĞU: ETİK ÇEVRE TASARIMI OLMADAN ADİL SÜRÜŞ MÜMKÜN MÜ?

Sevda Bora Çınar[1]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Akdeniz Üniversitesi Hukuk Fakültesi, Ticaret Hukuku Anabilim Dalı, Antalya, TÜRKİYE
Tel: *** E-Posta: sevdabora@akdeniz.edu.tr /av.sevdabora@gmail.com

Özet-Otonom sürüş teknolojileri, ulaşım sistemlerinde güvenlik ve verimlilik açısından önemli bir dönüşüm vadetmektedir. Ancak bu teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte hukuk, etik ve mühendislik disiplinlerinin kesişiminde yeni tartışmalar gündeme gelmektedir. Özellikle tren problemi gibi "etik ikilem" senaryoları, karar süreçlerinde krize indirgenmiş dar bir bakış açısını yansıtmaktadır. Bu çalışmada, etik tartışmaların yalnızca yazılım algoritmalarına odaklanmasının yetersiz olduğu, etik açıdan tasarlanmamış çevresel koşulların da dikkate alınması gerektiği ileri sürülmektedir.

Yöntem olarak literatür taraması, normatif etik analizi ve düşünce deneyleri kullanılan bu çalışmada, araçların karar süreçlerinin yalnızca içsel kodlamalarla değil, aynı zamanda çevresel kısıtlarla da şekillendiği ortaya koyulmaktadır. Bu bağlamda sorumluluk, yazılımcı, üretici ve kamu otoriteleri arasında paylaştırılmalı; ayrıca mühendislik ile hukuk disiplinleri arasındaki iş birliği güçlendirilmelidir.

Sonuç olarak, otonom araçlara ilişkin düzenlemelerin yalnızca teknik yeterlilik ve kusur tespitine indirgenmemesi, sistem bütünlüğü içinde çevresel etik tasarımın da göz önünde bulundurulması gerektiği savunulmaktadır. Çalışma, etik davranışın yalnızca algoritmalara değil, araçların işlediği çevrenin hukuka ve etiğe uygun şekillendirilmesine bağlı olduğunu vurgulamakta ve disiplinler arası bir yaklaşımın zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Otonom araçlar, etik ikilem, hukuki sorumluluk, çevresel etik tasarım, metaetik.

1. GİRİŞ

Başta yapay zekâ olmak üzere bilişim alanındaki teknik ve bilimsel ilerlemeler hızla geleneksel alanları dijitalleştirme başlamakta, bu alanlara egemen olan insan iradesi ve otoritesi her geçen daha da sorgulanır hale gelmektedir [1]. Genel olarak, insan kontrolünün tamamen devre dışı kaldığı otonomluk aşaması, geniş anlamıyla kendi kendini üreten, sürdüren, programlayan teknolojiler anlamına gelmektedir [2]. İnsanların karar süreçlerindeki otoritesini, aklının mirasçısı olarak da kabul edilebilecek akıllı sistemlere terk etmesinin gerisinde pek çok sebep bulunmaktadır. Bu sebeplerden ilki, yapay zekâ teknolojilerinin alacağı karara insanların tam olarak güven duymasıdır. İkinci sebep ise alınması gereken kararların genellikle çok veri içermesi, inceleme ve değerlendirme uzun zaman alırken, kararların hızlı bir şekilde verilmesi gereğinden doğan baskıdır [1]. Bunun yanında dikkat gerektiren iş ve görevlerin yükünü insanların üzerinden alarak, hedeflenen alana yönelik dikkatin toplanmasını amaçlayan, özellikle pazarlama alanı bakımından ciddi yatırımlar yapan şirketler de bulunmaktadır. Öyle ki Google'ın otonom araç geliştirmekteki asıl hedefinin, kullanıcılarının yola bakmak yerine ekranlara bakmasını sağlamak ve böylelikle daha çok reklam izletmek olduğu dahi ileri sürülebilmiştir [3]. Esasında gerçekten de tüm sosyal medya uygulamaları yöneten teknoloji şirketleri aynı amaçları taşımakta ve kullanıcıların dikkatlerini çekmek için birbirleriyle rekabet etmektedir [4]. Bu rekabetin asıl sebebi ise kullanıcılarının davranışlarının sürekli gözlemlenmesiyle elde edilen büyük verileri analiz ederek müşterilerine bir olasılık yerine kesinlik satmayı hedefleyen reklam şirketlerinin pazarlama stratejileridir [1, 4]. Sonuç olarak, uygulamadaki trendler, reklamlar ya da pozitif deneyimler neticesinde insanların kontrolü akıllı sistemlere terk etmesinin gerisinde, bu sistemlerin daha verimli, hızlı, başarılı ve üstün olduğu yönündeki algıların pekiştirilmesi yatmaktadır [5].

Yapay zekâ teknolojisi birçok otonom aracın hayata geçirilmesini sağlamış, özellikle insan bedeninin elverişsiz olduğu ya da ciddi risklerle karşı karşıya kalabileceği yeraltı, deniz, uzay gibi alanlarda otonom sistemlerin kullanılması tercihten ziyade bir zorunluluk halini almıştır [6]. Benzer şekilde insanlar için ciddi tehlike barındırmamakla birlikte dikkat ve özen gerektiren, başka bir işle ilgilenmesini engelleyen, gündelik faaliyetlere

yönelik olan işlerde de otonom sistemler kullanılmaya başlanmıştır.

Otonom araç teknolojileri, ulaşım sistemlerinde köklü bir dönüşüm vadetmektedir. Nitekim sürücüsüz araçlar, özellikle hareket kabiliyeti kısıtlı insanların günlük yaşamlarını kolaylaştırmada oldukça etkili olabilecek ve bu kişilerin trafikte etkin olarak yer almalarını sağlayabilecek potansiyeller barındırmaktadır [7, 8]. Ayrıca bu teknolojiler genel olarak ele alındığında, trafik kazalarına ve trafik kazası kaynaklı ölüm ve sakatlanmalara karşı ciddi bir önleyici imkân olarak da değerlendirilmektedir [8, 9]. Ancak insan faktörünün karar alma süreçlerinden büyük ölçüde dışlanması, güvenlik ve verimlilik açısından ciddi avantajlar sunarken; bu gelişmeler, hukuk ve etik açısından yeni tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Bugüne kadar yapılan tartışmaların çoğu, aracın içsel yazılımına ve kriz anlarındaki kararlarına odaklanmıştır. Ancak bu dar bakış açısı, asıl sorunun çevresel ve sistemik boyutunu gölgede bırakmaktadır. Çalışmanın amacı, otonom araçların yalnızca teknik boyutunu değil, aynı zamanda çevre, hukuk ve etik bağlamında bütüncül bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktır. Nitekim sürücüsüz araç projesinde zor olan aracın otonom hareket ettirilmesinin sağlanması ya da iki yapay zekâ aracın birbirine zarar vermesinin önlenmesi değil, aracın kendi gibi olmayan çevreyi ve değişen koşulları algılaması ve hızla aksiyon almasının sağlanmasıdır [10].

2. OTONOM ARAÇLARIN ETİK İKİLEM SORUNSALININ TEMEL ÇERÇEVESİ

2.1. Etik İkilemler ve Tren Problemi

Karar vermedeki etik ikilemler, *tren problemi* ile özdeşleşmiştir. İlk olarak 1967 yılında Philippa Foot tarafından ileri sürülen ve sonrasında geliştirilen tren problemi, etik alanındaki düşünce deneylerinden biri olmakla birlikte, biçimi ve türü bakımından oldukça önem taşımaktadır. Nitekim süregelen felsefi tartışmalar yanında, güncel bir bilim dalı olan nöroetik açısından önemli bir deneydir. Tren probleminin ilk varyasyonuna göre, hızla giden bir tren kendi rotasında kalırsa 5 kişiyi kesinlikle ezecek, ancak makas değiştirilerek trenin rotası değiştirilirse, bu sefer diğer yoldaki bir kişiyi kesinlikle ezecektir. Bu durumda hareketsiz kalınıp beş kişinin ölümü mü izlenmeli, yoksa makas değiştirilerek, bir kişinin ölümüne sebep olunmakla birlikte diğer beş kişinin hayatı mı kurtarılmalıdır? Peki bu bir kişinin bilim insanı olması ya da beş kişinin cezaevi kaçağı olması durumunda karar nasıl verilmelidir? Bu şekilde tren problemindeki tüm parametrelerle oynanması mümkündür. İnsan açısından da tek ve kesin doğru kabul edilebilecek bir çözümü olmayan ahlaki etik problemler, otonom araçların yükselişiyle birlikte birer mühendislik problemi halini almıştır [11]. Nitekim sürücüsüz araçlarda tren probleminin her bir varyasyonunun somut olayda gerçekleşmesi mümkün olduğuna göre, makine etiğinin sürücüsüz araçların trafiğe çıkmasından çok daha önce oluşturulması ve her bir ikileme çözüm üretilmesi ya da ikilemde bırakmayacak ek sistem ve düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Ancak etik ikilem senaryoları, otonom araçların kriz anlarındaki davranışlarını sorgulamak için sıkça kullanılmakla birlikte, bu senaryolar, kararların yalnızca yazılıma bağlı olduğu varsayımıyla sınırlı kalmaktadır. Oysa gerçek dünyada kazaların çoğu, yalnızca sürücünün ya da somut olayda yazılımın yetersizliğinden değil, altyapı eksikliklerinden veya hukuki düzenlemelerin zayıflığından da kaynaklanabilmektedir.

2.2. Çevresel Faktörlerin İhmal Edilmesi

Varlığı zeki yapan bir bakıma çevresiyle etkileşime girebilmesi, çevresindeki varlıklardan öğrenebilmesi ve bu etkileşimi otonom olarak gerçekleştirebilmesidir [12, 13]. Trafik çok güçlü algılayıcıları ve sezgileri olan insanlar için bile oldukça karmaşık ve hızlı refleks gösterilmesi gereken tehlikelerle dolu sosyal bir alandır. Tüm trafik işaretleri, yayalar, hava durumu, zemin durumu, anlık gelişen ve ikilemde bırakan karar anları, makineler açısından insanlar için olduğundan çok daha zorlayıcıdır. Tüm bu zorlukların aşılması için öncelikle güçlü bir görsel tanıma yetkinliği ve ahlaki ikilemlere dair güçlü bir etik standardının belirlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple sürücüsüz araçları sosyal bir alan olan trafikte normalleştirmek için bilgisayarlı görü, görüntü ve ses tanıma, işleme ve tüm verileri sentezleyerek bir çıkarım elde edilmesini sağlayacak şekilde yapay zekânın pek çok alanının birleştirilerek sürecin mükemmelleştirilmesinin sağlanması şarttır.

Aslında Turing testlerinin, günümüzde kullanılan "görseller arasında istenileni bulma" şeklindeki standart sorularında, tam olarak bu sebeple taşıtlar, yaya geçitleri, trafik ışıkları ve bisikletler gibi trafiğe ilişkin görseller kullanılmaktadır. Diğer bir deyişle teknoloji kullanıcıları farkında bile olmadan trafiğin yeni katılımcısı olacak makinelerin görsel zekâsının veri tabanının oluşturulmasına katkı sunmaktadır. Teknolojik alt yapının sağlanmasıyla, trafik alanı sürücüsüz araçlara hazır olsa bile bu teknolojinin uygulamaya geçirilmesi için hükümetler, endüstri ve tüketicilerin iş birliği içinde olmaları ve bu uygulamanın hukuka olan olası etkileri üzerinde gerekli kararların alınmış olması gerekecektir. Bunun gerçekleşmesi varsayımında bu projenin, ulaşıma dair ezberleri kökten değiştirebilecek nitelikte güçlü bir proje olacağı

ortadadır. Öyle ki 2030 yılında sadece Amerika'da muhtemelen 20 milyona yakın otonom aracın trafikte olacağı tahmin edilmektedir [14].

Otonom bir aracı kullanmaya karar vermek, bu aracı işlevsel ve tercih edilebilir kılan devasa bir işletim ağına entegre olarak çalıştırılmasını sağlamayı da kabul etmek anlamına gelmektedir. Bu ağın hukuki, etik, ekonomik, felsefi, sosyal, kültürel, psikolojik, politik pek çok bileşeni de bulunmak zorundadır. Dolayısıyla otonom araçlara uyumlu ve uygun bir trafik ekosisteminin inşası şart olduğu gibi aynı zamanda kaçınılmazdır. Nitekim tren problemindeki temel problem, problemin ele alındığı çevre tasarımından kaynaklanmaktadır. Trenin kesinlikle çarpacağı bir varyasyonun temel bileşenleri, trenin çarpmasına imkân verecek bir çevre tasarımıyla çıplak raylar üzerinden hareket ettirilmesi, bu rayların inşasından başlanmak üzere çevre, hayvan, insan ve doğal ekosistemin göz ardı edilerek paydaşlara zarar verilmesi, sistem işletilirken de bu zararın sürdürülmesine razı olunması yatmaktadır. Elbette bunun temel nedeni, ulaşımın sağlanması, can ve mal güvenliğinin temini, tüm paydaşlar bakımından en önemli hukuki ve vicdani değer olan yaşama hakkının ticari ilkelerden biri olan daha ucuza mâl etme ve karı artırma öncülü karşısında ikinci plana itilmesidir. Bu stratejinin trafik kazaları, insan ve hayvan ölümleri, ulaşım ağları inşasındaki çevre katliamları ve ek olarak araçların karbon salınımı ve sistem sürdürülebilirliğinin fosil yakıtlara dayalı oluşunun verdiği zararlarla değerlendirildiğinde faydadan çok zarar getiren bir strateji olduğu ileri sürülebilmektedir [15].

Dolayısıyla tüm göz ardı edilen değerler yanında, şerit çizgilerinin belirsizliği, trafik ışıklarının yetersizliği ya da denetim eksikliği, insan sürücülerde olduğu gibi otonom araçların da "yanlış karar" vermesine yol açabilmektedir. Çevresel sorunların çözülmesi için de trafik yoğunluğunun denetlenmesi, otoyolda sürüş güvenliğinin artırılması, trafik ışıklarında bekleme sürelerinin trafik yoğunluğuna göre senkronize edilmesi gibi birçok alanda yapay zekâ teknolojileri etkili bir şekilde kullanılmaya başlanmaktadır. Ancak araçlardaki ilerleme düşünüldüğünde uzay çağında olunsa da bu araçların kullanmak zorunda bırakıldığı kara yolları Antik roma yolları seviyesinde kalmaktadır [16]. Bu noktada sorulması gereken temel soru şudur: Etik açıdan sorunlu ve yetersiz bir çevrede, herhangi bir yazılımın gerçekten etik davranması mümkün müdür?

Kanaatimizce otonom araçların etik ikilem problemlerini çözmeye odaklanmak yerine-ki bu mesele insan sürücüler bakımından da henüz çözülebilmiş değildir- araçları etik ikilem içine sokmayacak bir ulaşım ağı üzerinde düşünmek daha faydalı olacaktır. Nitekim sürücüsüz araç araştırmaları devam ederken bu araçların diğer varlıklarla etkileşime giremeyeceği ya da zarar veremeyeceği ve aynı şekilde zarar göremeyeceği, bu sistemlere özgülenmiş yollar yapılması daha basit ve etkili bir çözüm olarak görünmektedir. Gerçekten de klasik ulaşım ağının dijital versiyonunun inşası, geleneksel zararların tümünü bertaraf edebilecek potansiyeller taşımaktadır. Böyle bir ekosistemin inşasının başlangıçta oldukça yüksek bir maliyet taşıtacağı düşünülse de bu teknolojilerin yaygınlaşmasıyla birlikte sistemin işletim ve sürdürülebilirlik maliyetinin düşmeye, verimliliğinin ise artmaya meyilli olacağını öngörmek mümkündür [17, 18, 19]. Nitekim başlangıçta otonom araçlar için geliştirilen ancak sonrasında klasik araçlar için de kullanılması mümkün olan Boring şirketinin yüksek hızlı tüneller projesi kapsamında tünelin 1.6 km'lik kısmının 10 milyon dolara mal olduğu, tünelin geleneksel yöntemle inşa edilmiş olması halinde ise 1 milyar dolara mal olabileceği açıklanmıştır [20]. Ulaşım araçlarındaki hızlı gelişim düşünüldüğünde yola bağımlılığın da azaldığı hem kara hem hava hem de suda hareket edebilen her koşula uyum sağlayan araçların üretilmesi de imkân dahilindedir [16]. Bunun yanında, teknoloji geliştirildikçe, yalnızca ulaşım ağı bakımından değil bu ağ üzerindeki araçların da tasarıma dair karmaşıklığı hızla azaltılmakta, aynı işi yapabilen binlerce parça yerine tek bir bütün geliştirilmesi sağlanabilmekte ve benzer şekilde devasa bir sistem de eş güdümlü olarak tek bir parça gibi işletilebilmektedir [21]. Dolayısıyla iki insan sürücüye nazaran birbiriyle iletişim kurabilen ve tek bir ekosistem içinde yer alarak ortak hareket etmesi mümkün olan yapay zekâ otonom araçların birbirine çarpma ihtimali mevcut duruma nazaran çok daha düşük olacaktır [11]. Nesnelerin interneti ve yapay zekâ ile güçlendirilmiş otonom araçların, otonom bir ulaşım ağı içerisinde yer alarak, gelecekte insanların yaşam standardını ileri düzeylere taşıyabileceği ortadadır [22].

3. LİTERATÜRDEKİ TARTIŞMALARIN HUKUKİ, ETİK VE DİSİPLİNLERARASI BOYUTLARIYLA DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Hukukî Boyut

Otonom araçlarla ilgili en temel meselelerden biri sorumluluğun kimde olduğu sorusudur. Kazalarda kusurun yazılımcıya mı, üreticiye mi, yoksa kamu otoritelerine mi ait olduğu çoğu zaman belirsizdir. Mevcut hukuk düzeni, genellikle öngörülebilirlik ve kusur kavramları üzerine kuruludur; ancak yapay zekâ destekli araçlarda bu kavramların yeniden tanımlanması gerekmektedir. Ayrıca, yalnızca kaza sonrası kusur tespitine odaklanan mevcut paradigmalar, önleyici düzenlemeler açısından

yetersiz kalmaktadır. Hukukun rolü, yalnızca kaza sonrası telafi odaklı adalet dağıtımını değil, aynı zamanda riskleri azaltıcı önleyici düzenlemeleri de içermelidir.

Yapay zekâ teknolojilerinde hukuka uygun sistemlerin geliştirilmesinde en büyük sorumluluk bu alanda çalışan bilim insanlarına düşmektedir. Hukuk alanında da bilişim alanında çalışanların etik, hukuki ve mesleki yükümlülüklerini düzenleyerek belirsiz bir alan bırakmaması gerekmektedir. Hukukun geriden gelmesi uygulamadaki belirsizlikleri endişe kaynağı haline getirse de uluslararası alanda yapılan pek çok çalışma bulunmaktadır. Örneğin Avrupa Konseyi, birlik pazarına sunulacak bir yapay zekâ teknolojisi için öncelikle güvenilirlik testinden geçirilmesi, uygunluk denetiminden ve belirli gereksinimlerin sağlanmasından sonra kullanımına izin verilmesi gibi yasal düzenlemeler üzerinde çalışmaktadır [23].

Teknoloji kullanıcıları bakımından, uygulamadaki belirsizlikleri ve tereddütleri giderebilecek en önemli sistem özelliği, üst kontrolün kullanıcıya özgülendiğini garanti eden mekanizmalarla sistemin desteklenmesidir. Özellikle otonom bir sistem karşısında, insan üstünlüğünün yegâne göstergesi sistemi kapatma imkanını elde bulundurmaktır [8]. Dolayısıyla teknolojinin faydalarını artıracak sistemler kadar olası zararlarını önleyici, düzeltici ve koruyucu sistemlerin de tasarlanması, bilişim alanının sürdürülebilirliği ve güvenliği için şarttır.

Yapay zekâ sistemlerinin otonomlaşması, süreçteki insan kontrolünün azalarak geri plana itilmesi, ticari sır, patent koruması gibi gerekçelerle sistem kararlarının oluşturulma süreçlerinin takip edilemez ve incelenemez oluşu, bu tür sistemlerin kararlarının hatalı olup olmadığından, olası bir hata halinde kimlerin hangi sorumluluk bağlarıyla sorumlu tutulabileceğine kadar alışılmış sorumluluk hukukunun oldukça yabancı olduğu bulanık alanlar yaratmaktadır. Sorumluluk sisteminde zararın öngörülebilir olup olmadığı, meydana gelen zararda kusur olup olmadığı gibi pek çok alışılmış sorumluluk bağları, konu özellikle otonom yapay zekâ sistemleri olduğunda sorumluluğun kurulabilmesi için yetersiz kalmaktadır [7, 24]. Güncel koşullar altında yapay zekâ teknolojilerinin sigorta hukukuyla desteklenmesi en işlevsel çözümlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Özellikle otonom araçlar için geliştirilen "kara kutu sigortası (black box insurance)" gibi poliçe tasarımlarıyla hem daha en başından yapay zekâ sisteminin işleyiş sürecindeki dijital izlerin kayıt altına alınması sağlanmakta hem de teknik sürecin anlaşılmazlığı ve belirsizliğinin giderilmesi açısından kara kutunun teknik incelenmesi pek çok ihtilafı giderebilmektedir [25]. Bu noktada başlangıç olarak, otonom araçlara özgü yeni bir sigorta alanının inşa edilmesi ve motorlu taşıtların sigortalanmasında olduğu gibi asgari sorumluluğu güvence altına alan zorunlu poliçelerden, her türlü olasılığın değerlendirileceği kapsamlı ihtiyari poliçelere kadar benzer bir sigorta sistemi oluşturulması faydalı olacaktır [7, 26].

3.2. Etik Boyut

Bilişim etiği, teknolojik gelişmelerle birlikte gelişimini sürdürerek yalnızca bugünün değil geleceğin de önemli bir çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çerçevede tasarımcı etiği, yapay zekâ sistemlerinin üreticisi, tasarımcısı, yazılımcısı ve onun çalışmasında yol ve yöntemleri belirleyecek olan her yetkilinin makine etiğine ilişkin belli başlı yasaları makinelere kodlaması ya da öğretmesi yükümlülüğünü taşımaları anlamına gelmektedir. Otonom araçların önemli bir bileşeni olan yapay zekâ teknolojileri alanında ise bir yandan yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesi ve kullanımında etik ilkelerin belirlenmesi ve uygulanması hedeflenirken, diğer yandan bu sistemlerin etik hareket edebilmesi ve etik olanı uygulayabilmesi, yani makine etiği olarak adlandırılan bir alan da tartışmaya açılmıştır [27].

İnsanın yerini alabilecek ve kimi zaman insanı tamamen devreden çıkaracak sistemlerin, dönüştürdükleri meslek gruplarının etik ve insani yönlerini de karşılaması gerekip gerekmediği meselesi etiğin yeni bir boyutu olarak ortaya çıkmaktadır [28]. Dolayısıyla mühendislerin, sistemlerin yalnızca teknik olarak başarılı olmasını değil, aynı zamanda etik ve toplumsal etkilerini de dikkate alarak tasarlamaları sağlanmalıdır [29, 30]. Bu gereklilik, hukuki süreçlerin etik çerçevede ele alınmasının, yalnızca hukuka uygunlukla sınırlı kalmayıp aynı zamanda sürecin insani boyutlarını da kapsayacak şekilde değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir [30, 31]. Bir makinenin hangi koşullar altında nasıl davranması gerektiğine dair temel yasaları oluşturma çabası, esasında makinelere etik değerler kazandırma girişimidir. Nitekim Spinoza'nın da vurguladığı gibi insanlarla ortak özellik taşıyan sistemler insanlık için kötü olamaz, ancak insan doğasına aykırı olduğu ölçüde insanlık için kötü olacaktır [32]. Elbette ki insan doğasına uygun etik kuralların uygulanabilirliği, öncesinde programcıların bu kuralları uygulamayı istemesi, kuralların yapay zekâ sistem algoritmalarına işlenebilir olması ve yapay zekâ sistemin de özerk olarak bu sınırların dışına çıkmasının mümkün olamaması ön gereksinimlerinin karşılandığını kabul etmeyi gerektirmektedir [33].

Özellikle kritik alanlarda, hukuka uygunluk yanında yapay zekânın etik ilkelere de uygunluğunun

sağlanıp sağlanamayacağı ve bu ilkelerin teknolojik sistemlere aktarımının mümkün olup olmadığı önemli bir belirsizlik kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır [34]. Diğer yandan, alan gelişme aşamasındayken etik kuralları ve standartları belirlemek, kurallar koyarak daha en başından sınırları çizmek ve olası riskleri henüz gerçekleşmeden önüne geçmek kritik önemdedir [10]. Bu kuralların belirlenmesi de tek başına yeterli olmayacak, yerine getirilip getirilmediğinin de kontrol edilmesi, ancak gerekli uyum testleri başarıyla tamamlandıktan sonra bu otonom sistemlerin çevreyle etkileşimde bulunmasına izin verilmesi gerekecektir. Ancak bunun yanında matematiksel açıdan hesaplamanın kendi doğasından kaynaklı olarak tüm kurallara uyumlu şekilde mükemmel bir sınırlandırma ya da otokontrol algoritmasının geliştirilmesinin mümkün olmadığı da düşünülmektedir [33].

Bir an için makinelere etiği kodlamanın ve bu yönde hareket etmelerinin sağlanmasının matematiksel olarak mümkün olduğu düşünülürse, insanda yapılması gereken ancak yapılamayan tüm önleyici mekanizmaların makinelerde bir şekilde oluşturulması ve takip edilmesi hem daha kolay hem de daha akıllıca olandır. Neticede bir kez sistem ortaya çıkıp etkileşim gösterdikten sonra onu hukuk çemberi içinde tutmaya çalışmak, henüz çevreyle etkileşimde bulunmadığı ve yaratımı devam ettiği süreçte hukuka uygun ve çevreye uyumlu olarak yaratılmasını sağlamaya nazaran çok daha zor olacaktır. Zaten teknoloji üreticileri de bunun farkında olduklarından, çevrenin korunması konusundaki müşteri hassasiyetlerinin yükselmesi ve kalite konusunda rekabetin tırmanışa geçmesi sebebiyle, ürünün işe yaraması kadar güvenli kullanımı, kullanıcı ve çevre dostu olması, enerji tasarrufu sağlaması gibi etkenler üzerinde çalışılan kalite ve kontrol süreçleri de üretimin doğal bir parçası haline gelmiştir.

Her ne kadar özellikle otonom araçların yükselişiyle ahlaki etik problemi bir mühendislik problemi halini almış olsa da son karar mühendislere bırakılamayacak kadar karma bir yaklaşım gerektirmektedir [11]. Neticede etik konusunda karar verme yetkisinin üretici ya da tasarımcıya bırakılması, özellikle ticari kaygı taşıyan geliştirmelerde kullanıcının menfaatinin üstün tutulmasıyla sonuçlanacaktır. Dolayısıyla etik ilkelerin ortak bir iradeyle oluşturulması hem demokrasi ve insan hakları bağlamında doğru bir yöntem oluşturacak, hem sorumluluk düzenlemelerinin uygulanmasında, sorumluluk sırası ve yoğunluğunun tespitini kolaylaştıracak ve hem de kişiselleştirilebilir teknolojiler yaratılmasıyla alanın gelişimini hızlandıracaktır. Örneğin kişiselleştirilebilir ayarlarla kullanıcının sorumluluğu taşımasını sağlayacak ön kararlarının sisteme tanıtılmasının sağlanması [11] ya da bu nitelikli kararları sağlıklı alabilmesini temin edecek hukuki ve etik donanımı almasına yönelik eğitimden getirilmesinin gerekmesi [35] gibi pek çok yöntem geliştirilmesi mümkündür. Dolayısıyla, sorumluluğun sınırları; sistemin seçim yapmaya izin verip vermemesi, kullanıcı ayarlarının işlevsel olup olmaması ve mühendisler ile sağlayıcıların roboetik kurallara riayet edip etmemeleri gibi etkenlere göre şekillenmekte ya da zayıflamaktadır [36]. Tüm bu hususlar ileri düzey teknik bilgi gerektirdiğinden, asli sorumluluk sistem mühendisleri ile teknoloji şirketlerine yüklenmekte; bu paydaşlar, teknolojik sistemlerin işletildiği alanın risk ve maliyetlerini gözeterek en uygun dengeyi sağlayacak bir sistem mimarisi kurmakla yükümlü kabul edilmektedir [25].

Bunun yanı sıra, yeni teknolojilerin benimsenebilmesi için üreticilerin ürünlerine duydukları güveni kullanıcıya gösterebilmeleri zorunludur. Bu bağlamda, uygulamada üreticilerin belirli garantiler sunmaları gerekebileceği gibi, söz konusu teknolojileri kullanacak şirketlerin de yeterli hukuki koruma sağlanmadıkça böyle bir riski üstlenmeyecekleri dikkate alınmalıdır. Basiretli davranma yükümlülüğü altındaki karar vericilerin yönettiği bir piyasa, risklerle birlikte kendi koruma mekanizmalarını da geliştirmek zorunda kalacaktır [25]. Benzer biçimde, bu alanı düzenleyecek hukuki normların da alanın gelişimini sağlamakla birlikte menfaat sahiplerinin çıkarlarını da gözeterek hazırlanması zorunludur [8]. Aksi takdirde ne teknoloji geliştiricileri ne de bu sistemleri iş süreçlerine entegre etmeyi planlayanlar, teknoloji pazarının geliştirilmesi ve büyümesi konusunda yeterli isteği göstermeyecektir.

Etik açıdan bakıldığında, yazılım algoritmalarının ötesine geçen bir sorumluluk da söz konusudur. Araçların kararları, yalnızca içsel kodlamalara değil, onları kuşatan çevrenin etik tasarımına da bağlıdır. Şehir planlaması, altyapı güvenliği ve trafik mühendisliği eksiklikleri, çoğu krizin doğrudan kaynağıdır. Bu bağlamda, "ahlaki pusulanın" yalnızca algoritmalar üzerinden değil, sistemin bütün bileşenleri üzerinden çizilmesi gerekmektedir. Kriz anlarının önlenebilirliği, etik sorumluluğu çevresel tasarıma kaydırmaktadır.

Tüm belirsizliklere ve etiğin değişkenliğine rağmen yapay zekâ teknolojilerinin etiğe uygun kullanımını sağlamaya yönelik Avrupa Etik Uygunluk Sertifikası gibi uluslararası etik çerçevelerin kabulüne yönelik girişimler de bulunulmaktadır [8]. Özellikle *yüksek riskli sektörler ve kullanım alanları* için geliştirilen yapay zekâ teknolojilerine yönelik bir etik çerçevesi oluşturmayı hedefleyen

pek çok benzer sertifikasyon ve düzenleme yapılacağı düşünülmektedir.

3.3. Disiplinlerarası Boyut

Hukukî ve etik temellere dayanan kararlar yalnızca mevcut koşulların ürünü olarak ortaya çıkmamaktadır. Bu kararların gerisinde, geçmişten gelen eğitim, kültür, ahlak, etik değerler ve toplumsal ağların etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle, insanın karar verme yetisini dijital uygulamalara aktarması, tarihsel süreçte inşa edilmiş karar ağlarının yeniden kurgulanması anlamına gelmektedir. Kararların niteliğini belirleyen ise çok sayıda paradigma ve etkenin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş sofistike bir yaklaşımdır.

Bir ulaşım ağında doğru kararın ne olduğu ve bu kararın kimin verdiği meselesi sanıldığı kadar açık ve basit değildir. Otomobil üreticileri, sürücüler, trafik polisleri, hükümetler, mahkemeler ulaşım ekosisteminin karar verici paydaşları olarak değerlendirilse de yolun çökmesi, sel, deprem, kar gibi doğanın müdahaleleri halinde en mükemmel sistem dahi anında iflas edebilmektedir. Dolayısıyla insan egemen mevcut ulaşım ağında da insanın sanıldığı kadar kontrol sahibi olamadığı görülmektedir. Muhtemelen yapay zekâ teknolojileriyle donatılmış araçların tercihi neticesinde şekillenecek çok daha kaotik bir sistem üzerinde de insanın sanıldığı kadar hükmedici konumunda olamayacağı gerçeğiyle yüzleşmek gerekmektedir [2].

Otonom araçların başarısı, yalnızca mühendislerin teknik kabiliyetine değil, aynı zamanda hukukçularla ve ilgili kamu otoriteleriyle kuracakları iş birliğine de bağlıdır. Mühendisler, tasarım aşamasında etik ve hukuki sorumlulukları da göz önünde bulundurmalı; hukukçular ise teknik süreçleri anlayarak düzenlemeleri buna göre geliştirmelidir. Bu noktada eğitim kritik öneme sahiptir: mühendislik programlarına hukuk ve etik derslerinin eklenmesi, hukuk fakültelerinde ise bilişim hukuku başta olmak üzere hukuk ve teknoloji kesişimindeki alanlara yönelik ders müfredatının geliştirilmesi gerekmektedir.

5. SONUÇ

Otonom araçların gelişimi, yalnızca teknik bir yenilik değil, aynı zamanda hukuk, etik ve toplumsal düzen bakımından da köklü bir dönüşüm alanı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada ulaşılan temel sonuç, adil ve güvenli bir sürüşün yalnızca yazılımın karar mekanizmalarına bırakılmayacağı, bu sistemlerin içinde bulunduğu çevrenin de etik ve hukuki ilkeler ışığında tasarlanması gerektiğidir. Nitekim tren problemi gibi düşünce deneyleri kriz anlarını tartışmaya açsa da gerçek dünyada krizlerin büyük bir kısmı çevresel ve sistemsel eksikliklerden doğmakta, algoritmaların ötesinde bir sorun alanını görünür kılmaktadır. Bu nedenle sorumluluk, yazılımcılar, üreticiler ve kamu otoriteleri arasında paylaştırılmalı; hukuki düzenlemeler yalnızca kaza sonrası telafiye değil, aynı zamanda önleyici tedbirlerin hayata geçirilmesine de odaklanmalıdır.

Etik davranış yalnızca algoritmaların kodlarına değil, onları çevreleyen sistemin değerlerine de bağlıdır. Dolayısıyla, otonom araçların başarısı, mühendislik kabiliyetleri kadar hukukçularla, kamu otoriteleriyle ve toplumun diğer paydaşlarıyla kurulacak iş birliğine de dayanmaktadır. Bu bağlamda disiplinlerarası yaklaşım, teknik, hukuki ve etik standartların birlikte geliştirilmesi için zorunlu görülmektedir.

Sonuç olarak, otonom araç teknolojilerinin yalnızca hız, verimlilik ve ticari potansiyel açısından değil; toplumun güvenliği, adalet anlayışı ve etik değerleri bakımından da kapsamlı biçimde ele alınması gerektiği açıktır. Hukukî sorumluluk değerlendirmeleri yapılırken, sistem bütünlüğü içinde çevrenin etik tasarımının da dikkate alınması gerekmektedir. Bu bağlamda mühendis–hukukçu iş birliği, sürdürülebilir ve adil ulaşım sistemlerinin kurulmasının ön koşulu olarak değerlendirilmektedir.

6. REFERANSLAR

[1] S. Bora Çınar, “Şirketler Hukukunun Geleceği Üzerine Bir İnceleme: Şirket Yönetiminde Yapay Zekâ”, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2022, s. 31, 46, 73

[2] L.Winner, “Autonomous Technology”, The MIT Press, 1978, s. 173 ve s. 238.

[3] İ.H. Aydın, C. H. Değirmenci, “Yapay Zekâ” Girdap Kitap, 2018, s. 76.

[4] J. Orlowski-Yang, “The Social Dilemma”, 2020, https://www.imdb.com/title/tt11464826/, dk. 13.29 vd.

[5] A. Rao, “AI: Everywhere and Nowhere (Part 3)”, 8 June 2016, https://www.insurancethoughtleadership.com/ai-everywhere-and-nowhere-part-3/ , s. 1.

[6] S. Bora Çınar, Yapay Zekâ ve Hukuk, Seçkin Yayıncılık, 2025, s. 231.

[7] European Parliament, “Civil Law Rules on Robotics (European Parliament resolution of 16 February 2017 with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics (2015/2103(INL))”, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_EN.html, N. 29

[8] European Parliament, “A framework of ethical aspects of artificial intelligence, robotics and related Technologies (European Parliament

Resolution of 20 October 2020 on a framework of ethical aspects of artificial intelligence, robotics and related Technologies 2020/2012(INL))", https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0275_EN.pdf, N. 48-50.
[9] H. Lipson, M. Kurman, "Driverless: Intelligent Cars and the Road Ahead", MIT Press, 2016.
[10] J. Kaplan, "Artificial Intelligence", Oxford University Press, 2016, s. 41 ve 107.
[11] Y. N. Harari, "21. Yüzyıl İçin 21 Ders", Çev. Selin Siral, Kolektif Kitap, 2018, s. 37, 69 ve 71.
[12] B. Goertzel, C. Pennachin (eds), "Artificial General Intelligence", Springer, 2007, s. 8.
[13] P. W. Taylor, "Respect for Nature", Princeton University Press, 1989, s. 90.
[14] M. Aroyo, Eğlenceli Tarih Dersleri: Robotlar, 2020, https://www.imdb.com/title/tt11958648/ , dk. 17:21 vd.
[15] H. Ünder, "Çevre Felsefesi: Etik ve Metafizik Görüşler", Doruk Yayıncılık, Ankara, 1996, s. 108 vd.
[16] J.H. Holland, "Bizi Bekleyen Gelişmeler ve Bunları Tahmin Etme Yolu", Gelecek 50 Yıl: 21. Yüzyılın İlk Yarısında Hayat ve Bilim, John Brockman (ed.), Nurettin Elhüseyni (Çev.), NTC Yayınları, 2007, ss. 191-204.
[17] C. Babbage, "On the Economy of Machinery and Manufactures", Cambridge University Press, 2009, s. 280 vd.
[18] K. Marks, "Kapital: Ekonomi Politiğin Eleştirisi", çev. Alaattin Bilgi, C. I, 2. Baskı, Eriş Yayınları, 2012, s. 96.
[19] H. Moravec, "MIND Children: The Future of Robot and Human Intelligence", Harvard University Press, 1988, s. 23.
[20] BBC, "Elon Musk, yüksek hızlı araç tünelini tanıttı" 19 Aralık 2018, https://www.bbc.com/turkce/haberler-46623462
[21] A. Toffler, "Üçüncü Dalga", çev. Selim Yeniçeri, Koridor Yayıncılık, 2008, s. 236.
[22] E. Aydemir, "Weka ile Yapay Zekâ", Güncellenmiş 2. Baskı, Seçkin Yayıncılık. Ankara, 2019, s. 32.
[23] 2021/0106(COD) Artificial Intelligence Act (Awaiting committee decision), https://www.europarl.europa.eu/RegData/docs_autres_institutions/commission_europeenne/com/2021/0206/COM_COM(2021)0206_EN.pdf
[24] "White Paper on Artificial Intelligence - A European approach to excellence and trust, COM(2020)", 65 final, 2020, s. 13, https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf
[25] H. Eidenmüller, "The Rise of Robots and the Law of Humans", (Zeitschrift für Europäisches Privatrecht (ZEuP), C. 25, 2017, ss. 765-775) Oxford Legal Studies Research Paper No. 27/2017, s. 10.
[26] L. Solum, "Legal Personhood for Artificial Intelligence", North Carolina Law Review, C. 70, 1992, ss. 1231-1287.
[27] A. F. T. Winfield, K. Michael, J. Pitt, V. Evers, "Machine Ethics: The Design and Governance of Ethical AI and Autonomous Systems". Proceedings of the IEEE, 107(3), 2019, ss. 509-517.
[28] P. Boddington, "Towards a Code of Ethics for Artificial Intelligence", Springer, 2017.
[29] M. Flanagan, D. Howeand, H. Nissenbaum, "Embodying values in technology: Theory and practice". In M. J. van den Joven and J. Weckert (eds.), Information Technology and Moral Philosophy. Cambridge University Press. 2008, pp. 322--353.
[30] Z. Şen, "Mühendislikte Felsefe, Mantık ve Etik, Tübitak Popüler Bilim Yayınları, 2015, s. 200.
[31] M. Coeckelbergh, "AI Ethics", MIT Press. 2020.
[32] Spinoza, "Ethica", çev. Ç. Dürüşken, Alfa, 2019, s. 345.
[33] M. Alfonseca, M. Cebrian, A. F. Anta, L. Coviello, A. Abeliuk, I. Rahwan, "Superintelligence Cannot be Contained: Lessons from Computability Theory", Journal of Artificial Intelligence Research, C. 70, 2021, ss. 65-76.
[34] L. Floridi, J. Cowls, "A Unified Framework of Five Principles for AI in Society", Harvard Data Science Review, 1(1), 2019.
[35] A. Etzioni,O. Etzioni, "AI Assisted Ethics", Ethics and Information Technology, C. 18, S. 2, 2016, ss. 149-156.
[36] D. Solinger, P. Ehlert, L. Rothkrantz, "Creating a dogfight agent", Technical Report DKS05-01/ICE 10, 2004, http://www.kbs.twi.tudelft.nl/

Destekleyen Kurum ve Firmalar

OTOMOTİV KONGRE ve SERGİSİ

05 - 06 Aralık 2025
BAOB Yerleşkesi • Bursa