

**AKILLI ULAŖIM SİSTEMLERİ**  
DEĞERLENDİRME ENDEKSİ GELİŖTİRME  
AR-GE PROJESİ  
**SONUÇ RAPORU**



**BILTİR**  
ODTÜ-BILTİR MERKEZİ  
METU-BILTİR CENTER



**OKAN TEKNO**  
ARGE A.Ŗ.



**AUSTURKIYE**  
**ITSTURKEY**

[WWW.AUSTURKIYE.ORG.TR](http://WWW.AUSTURKIYE.ORG.TR)

[f](#) [@](#) [t](#) /AUSDERTR



**Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)**  
**Değerlendirme Endeksi Geliştirme**  
**AR-GE Projesi**  
**Sonuç Raporu**



**biltir**  
ODTÜ-BILTİR MERKEZİ  
METU-BILTİR CENTER



OKAN TEKNO  
ARGE A.Ş.






**Mart 2018**



Bu Proje Raporu, **Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği (AUSDER)**<sup>1</sup> ile **OTEST A.Ş.** arasında imzalanan ve 11 Eylül 2017 - 9 Mart 2018 tarihleri arasında gerçekleştirilen projede yapılan çalışmaları ve elde edilen sonuçları içermektedir.

Proje çalışmalarının gerçekleştirilmesi için ODTÜ Teknokent'te yer alan OTEST A.Ş., 4691 Sayılı yasa kapsamında **ODTÜ - BİLTİR Merkezi Akıllı Ulaşım Sistemleri Birimi** üyelerinden oluşan bir proje grubu ile Teknopark İstanbul'da yer alan **OKAN TEKNO ARGE A.Ş.**'den Ar-Ge hizmeti olarak İstanbul Okan Üniversitesi öğretim elemanlarının oluşturduğu bir proje grubunu bir araya getirmiştir.

Proje ekibinde alan isimler, unvanları ve kurumları aşağıdaki gibidir.

<b>OTEST Proje Ekibi</b>	
<b>ODTÜ-BİLTİR Araştırma Merkezi Akıllı Ulaşım Sistemleri Birimi Proje Çalışma Grubu</b>	
	Doç. Dr. Hediye TÜYDEŞ YAMAN Arş. Gör. Pınar KARATAŞ SEVİNEN Arş. Gör. Beyhan İPEKYÜZ
<b>Okan TEKNO ARGE (İstanbul Okan Üniversitesi) Proje Çalışma Grubu</b>	
 	Prof. Dr. Güngör EVREN Dr. Öğr. Gör. Selim DÜNDAR Arş. Gör. Egecan Emre HÜNER

**Not:** AUS konusunda strateji ve yem planlamasından sorumlu Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı ismi, 2019 yılı itibariyle “**Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı**” olarak anılmaya başlanmıştır; bu raporda mevcut yeni isimle kullanılmıştır.

<sup>1</sup> Projenin tamamlanmasını takip eden aylar içerisinde Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği (AUSDER) ismi **Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği (AUS Türkiye)** olarak değişmiş ve raporda mevcut yeni haliyle kullanılmıştır.



## Yönetici Özeti

Günümüz toplumunun ekonomik ve sosyal hayat tarzı, ulaşımda hareketliliği önemli ölçüde artırmaktadır. Özellikle karayolu ağırlıklı gelişen ulaştırma sistemlerinde artan hareketliliğin kaçınılmaz sonucu olarak, trafik sıkışıklığı, kazalar ve çevre kirliliği gibi birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, olumsuz etkileri azaltacak ve gelişmeye destek verecek “sürdürülebilir ulaşım” artık bütün toplumların ortak hedefidir. Bunun gerçekleşebilmesi için yolcu taşımacılığında motorsuz ulaşım türlerinin (yaya ve bisiklet) yaygınlaşmasına ek olarak toplu taşımanın tercih edilebilirliğinin artırılması, yük taşımacılığında karbon salımı ve enerji kullanımı düşük ulaşım türlerinin ve türler arası aktarmaların etkin bir biçimde sağlanabilmesi gerekmektedir. Bu hedefin, ulaştırma sistemlerinin ölçek ve karmaşıklığı dikkate alındığında, teknoloji destekli ciddi bir planlama ve yönetim yapısı olmadan sağlanabilmesi güçtür. Çözüm olarak; 30 yılı aşkın bir süreden beri giderek yaygınlaşan şekilde, bilgi ve iletişim teknolojileri başta olmak üzere farklı alanlardaki gelişimlerden ulaştırma alanında yararlanılması, başka bir deyişle etkin ve verimli Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) geliştirilmesi yoluna gidilmiştir.

*Artan hareketlilik, bilgi ve iletişim teknolojileri başta olmak üzere farklı alanlardaki gelişmelerin ulaşım sistemlerine uygulanmasını gerekli kılmıştır*

Dünyada ilk olarak sinyalizasyon sistemleri uygulamaları ile hayatımıza giren AUS, zaman içerisinde farklı alanlara yayılarak bir çok uygulama ile gelişimine devam etmiştir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Federal Karayolu İdaresi (*Federal Highway Administration - FHWA*) tarafından belirlenen AUS sınıflandırmasında halen 16 ana başlık altında yer alan birçok uygulama alanı bulunmaktadır. Hatta gelişen teknolojiler ışığında akıllı araçlar (*intelligent vehicles*), otopark yönetimi (*parking management*), alternatif yakıt (*alternative fuel*), özel grupların erişebilirliği (*accessible transportation*) vb. konular AUS sınıflandırmasında kendi başlarına yeni alanlar olarak ele alınmaya başlanmıştır. Ayrıca son yıllarda Avrupa Birliği (AB) bölgesinde AUS alanında gerek

altyapı ve gerekse mevzuat olarak birlik sağlanabilmesi için AUS başarıml ölçütlerinin derlendiği raporlar hazırlanmıştır. ABD kaynaklı AUS değerlendirmeleri hem AUS yapılanması (*ITS deployment*) hem de AUS etkilerine (*ITS outcomes / benefits*) odaklanırken, AB kaynaklı değerlendirme çerçeveleri daha çok AUS etkisi - ki daha çok sürdürülebilir kalkınma esaslı etkiler - üzerine odaklanmaktadır.

Türkiye'de AUS tecrübesi ilk olarak 1960'larda sınırlı sayıda uygulamalar ile başlamış ancak çok daha sonra hız kazanmıştır. Özellikle 2000'li yılların başında bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ve internet erişimin artması ile yeni AUS uygulamaları yaygınlaşmıştır.

Bugün hızlı kentleşme ve araç sahipliğindeki artış ile de doğru orantılı olarak büyüyen ulaşım sorunları sebebiyle kentlerimizde AUS uygulamalarına gereksinim giderek artmaktadır. Bu gereksinime sistematik ve etkin çözümler üretebilmek için, 2014 yılında Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB) tarafından **Ulusal AUS Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016) (UAB-2014)** hazırlanmıştır. Bahsi geçen Strateji Belgesi ile AUS için bir yol haritasının oluşturulması ve yapılacak AUS uygulamaları için bir standart yaklaşım geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma ile birlikte bir taraftan da ülke genelinde AUS uygulamalarına destek olmak üzere **Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği (AUS Türkiye)** kurulmuş ve dernek AUS alanında öncelikli konuları gündemine almaya başlamıştır.

AUS Türkiye tarafından ele alınan konulardan biri AUS alanında hızlı, köklü ve etkin bir gelişimin sağlanabilmesi için bugüne kadar yapılmış olan ve gelecekte yapılması planan AUS yatırım ve uygulamalarının ve bu sayede yaratılacak etkinin bilimsel ve ölçüme dayalı bir şekilde değerlendirilmesi olmuştur. Ancak, yirmi yıldan daha fazla süredir farklı değerlendirmelerin yapıldığı dünya literatüründe bile henüz kabul görmüş ve bölgesel farklılıkların da değerlendirme sürecine dahil edilebileceği bir yöntem bulunmamaktadır. Bu sebeple, AUS Türkiye öncülüğünde Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ)

*AUS Türkiye-ODTÜ-OKAN  
AUS Değerlendirme  
Endeksi (AUS-DEİ)  
Geliştirme Ar-Ge Projesi  
(2017)*

BİLTİR Araştırma Merkezi ve İstanbul Okan Üniversitesi desteğiyle "AUS Değerlendirme Endeksi Geliştirme Ar-Ge Projesi" başlatılmıştır. Bu çalışmanın temel hedefi hem



uluslararası literatür ışığında AUS uygulama ve tecrübelerinin toplumda görüldüğü, bir arada değerlendirilebildiği kapsamlı bir yöntem ortaya konması, hem de Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelere öncü olabilecek bir endeks yapısının geliştirilmesidir. Bu Ar-Ge projesi kapsamında, Bölüm 2'de AUS uygulamalarının hem ABD hem de AB bölgesindeki gelişimini ve değerlendirilmesine ışık tutan:

- I. ABD Ulaştırma Bakanlığı (United States Department of Transportation - U.S. DOT) AUS Ortak Birimi (ITS Joint Program Office) ve FHWA tarafından düzenli olarak hazırlanan ve yayımlanan "AUS: Faydalar, Maliyet ve Çıkarılan Dersler (*Intelligent Transportation Systems: Benefits, Costs and Lessons Learned*)" başta olmak üzere toplam 22 rapor
- II. AB için hazırlanan
  - a. 7. Çerçeve Programı kapsamında yürütülen "*Coordination of Network Descriptors for Urban Intelligent Transport Systems (CONDUITS)*" projesi değerlendirme raporu
  - b. Directive 2010/40/EU kapsamında, AECOM tarafından Avrupa Komisyonu için hazırlanan "*Key Performance Indicators for Intelligent Transport Systems*" raporları

ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu raporlardan elde edilen bilgiler ışığında Bölüm 3'te

- a. AUS Yapılanması
- b. AUS Faydaları
- c. AUS Başarım Ölçütleri

konusunda elde edilen bilgiler ve gelişim ayrıntılı olarak sunulmuştur. Literatür çalışması sonucunda, hedeflenen "AUS Değerlendirme Endeksi" yöntemi için genel çerçeve Bölüm 4'te önerilmiştir. Bu çerçevede, hem AUS'un sürdürülebilir ulaştırma alanındaki çok farklı etkilerini (ulaşım, güvenlik, ekonomi, çevre, vb.) kapsaması hem de Türkiye gibi yeni geliştiği bir ülkede yapılanma sürecini de değerlendirmeye olanak sağlaması amaçlanan, AUS Değerlendirme Endeksi içinde yer alacak

- a. AUS Yapılanması
- b. AUS Etkisi

şeklinde iki temel boyutun olması öngörülmüştür. Ayrıca, bu iki boyut altında yer alması önerilen değerlendirme ana başlıkları ve alt başlıkları da tanımlanmıştır. Önerilen endeks

yapısının uygunluğu ve belirlenen başlıklarının birbirine göre öneminin (bunun sonucu olarak da ağırlıklarının) Analitik Hiyerarşi Süreci (*Analytical Hierachy Process – AHP*) yöntemi ile belirlenebilmesi için proje kapsamında “**AUS Boyut Değerlendirme Anketi**” geliştirilmiştir. Anketin, AUS Türkiye'nin belirlediği 103 paydaş kurum/kuruluş (kamu kurumu, belediyeler ve sektör temsilcisi) kapsamında uygulanması planlanmış, gerek UAB tarafından gönderilen destek yazısı ve gerekse Proje Ekibi tarafından yapılan görüşmeler sonrasında 38 tanesinden randevu alınabilmiştir. Ankara'da ODTÜ BİLTİR Merkezi ekibi ve AUS Türkiye çalışanları ile İstanbul'da Okan Üniversitesi ekibi tarafından alınan randevulu görüşmelerin yanı sıra, farklı etkinliklerde (kongre, çalıştay vs) de gerçekleştirilen yüz yüze anket uygulamaları ile toplam 82 katılımcıya erişilmiştir.

*AUS Boyut Değerlendirme Anketi  
(Farklı alanlardan 115 paydaş)*

Akademisyenlere e-posta ile dağıtılan anketler, daha sonra telefon görüşmeleri ile takip edilmiş, çoğunluğu sektör, akademik grup ve kamu kurumları olmak üzere toplamda 115 paydaşa ulaşılmıştır. Proje başlangıcında paydaş olarak tanımlanan “kullanıcı” grubu gerekli AUS bilgisine sahip olmadığından AHP tabanlı anket sorularını yanıtlamada sıkıntı yaşamış, dolayısıyla görüşleri bu anket çalışmasına dahil edilmemiştir.

AUS Boyut Değerlendirme Anketi sonucunda;

- İki boyutlu (AUS Yapılanması ve AUS Etkisi) değerlendirme yöntemi ankete katılanlar tarafından anlamlı bulunmuş,
- Bu boyutlar altında önerilen ana ve alt başlıklar büyük oranda tutarlı ve ilgili görülmüş

ve AHP analizleri sonrasında Şekil YÖ.1'de gösterilen ağırlıklı değerlendirme endeks yapısı geliştirilmiştir. Katılımcıların ortak değerlendirmesi sonucu AUS Yapılanması (%55) ve AUS Etkisi (%45) yaklaşık aynı seviyede önemsenirken, AUS Yapılanması boyutunda;

*AUS Yapılanması % 55  
AUS Etkisi % 45*

- i. AUS Hizmet / Uygulamaları (%16) ve Veri, Bilgi ve İletişim (%16) başlıkları çok önemli bulunmuş,
- ii. Araç-Altyapı Teknolojileri (%13) ve Yönetimsel Kapasite (%10) alanlarının da ciddi oranda önemli bulunduğu ortaya çıkmıştır.

AUS Etkisi boyutunda ise;

- i. Bütün paydaşlar tarafından en önemli alt başlık Trafik Güvenliği Etkisi (%15) olarak belirlendikten sonra
- ii. Ulaştırma Etkileri (%7) ve diğer sürdürülebilir kalkınma etkileri olan Sosyal Kazanımlar (%5,5), Çevresel Etkiler (%7) ve Ekonomik Etkiler (%6,5) yaklaşık eşit önemde görülmüştür.
- iii. AUS literatüründe bile hala sadece “Çıkarılan Dersler” başlığı altında dile getirilen ve bu projede ilk kez yeni bir değerlendirme başlığı olarak önerilen Yönetimsel Yeterlik (%4) de AUS konusunda gerekli görülen bir alan olarak ortaya çıkmıştır.

**Not:** Bu değerlendirme endeksi kapsamında sunulan önem (ve dolayısıyla ağırlık) katsayıları, bu anket verileri kapsamında geçerlidir ve Türkiye’den katılımcıların güncel AUS bakış açılarını yansıtmaktadır. Anket sayılarının artırılması, ileriki yıllarda tekrar yapılması ya da anketin farklı coğrafyalarda uygulanması durumunda elde edilecek sayılar ile farklılık gösterebilir. Bu, geliştirilen endeks yöntemi ve yapısının esnekliğini ve gerektiğinde yerel değerlere göre uyarlanabilirliğini göstermektedir. Sunulan oranlar karar vericiler için sadece tavsiye niteliğinde algılanmalı ve ülke genelinde geliştirilen diğer politikalar (kalkınma planları, AUS Strateji ve Eylem Planları, vb.) doğrultusunda güncellenebileceği unutulmamalıdır.

AUS Yapılanması (%55)		AUS Etkisi (%45)	
Hizmet/Uygulamalar (%16)	Yönetimsel Kapasite (%10)	Ulaştırma Etkileri (%7)	Sosyal Kazanımlar (%5,5)
			Trafik Güvenliği Etkisi (%15)
Veri, Bilgi ve İletişim (%16)	Araç-Altyapı Teknolojileri (%13)	Yönetimsel Yeterlik (%4)	Çevresel Etkiler (%7)
			Ekonomik Etkiler (%6,5)

**Şekil YÖ.1** Geliştirilen Akıllı Ulaşım Değerlendirme Endeksi İçin Hesaplanan Genel Katsayılar

Anket çalışması sonrasında elde edilen bazı diğer bulgular da şöyle sıralanabilir:

- AUS paydaş grupları arasında seçilen katılımcıların AHP analizlerine verdikleri yanıtlar incelendiğinde; bir çoğunun farklı AUS başlıklarını tutarlı bir şekilde önem sırasına koyabildiği, ancak bir kısmının ciddi tutarsızlıklar gösterebildiği; hatta

katılımcıların bazılarının “AUS Yapılanması” ana başlıklarını tutarlı bir şekilde sıralayabilirken “AUS Etkisi” ana başlıklarını (ya da tam tersine) aynı başarıyla önem sırasına koyamadıkları görülmüştür. Bu da mevcut AUS paydaşlarının AUS boyut ve ana başlıklarının hepsine hakim olmadıklarını, daha çok uzmanlık alanları paralelinde bilgi sahibi olduklarını düşündürmektedir.

- AUS literatüründe yaygın olarak kullanılan “Çalışma Alanı Yönetimi (*Workzone Management*)” ve “Yol-Hava Durumu Yönetimi (*Road Weather Management*)” ile giderek artan şekilde incelenen “Varlık Yönetimi (*Assset Management*)” ve “Alternatif Yakıt (*Alternative Fuel*)” kavramlarının AUS değerlendirme çerçevesi ile ilişkilendirilmesinde kuvvetli bir ortak görüş bulunmamaktadır. Bunun en önemli nedenlerinden birinin bu kavramların Türkçe kaynaklarda ve mevzuatta yer almaması olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple AUS terimlerinin Türkçeleştirilmesi ve yaygınlaştırılması konusunda çaba sarf edilmesi, herkes için farklı AUS uygulama ve kavramlarını özetleyen bir “AUS Tanımlar Sözlüğü” önerilmektedir.

AUS Değerlendirme Endeksinin geliştirilebilmesi için, bir sonraki aşamada;

- i. Literatür çalışmasında derlenen başarımların ölçütlerinin, belirlenen AUS boyutları ile ilişkisini tanımlayan,
- ii. Türkiye kapsamında belirlenecek öncelikli alanlar ve toplanabilecek veriler ışığında hesaplanabilecek ölçütleri içeren,
- iii. Verimli ve etkin AUS gelişim sürecini tanımlayan

bir “AUS Gelişim Değerlendirme Modeli” geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu model, süreklilik sağlanması ve belli bir kalite tanımının yapılması zorunlu olan sektörlerin (yazılım sektörü gibi) değerlendirilmesi için kullanılan “Yetkinlik ve Olgunluk Modeli (*Capability Maturity Model-CMM*)” yaklaşımı ile geliştirilmelidir. Fakat CMM kapsamında tanımlanması gereken süreç ve seviyeler AUS sektörünün ana paydaşlarının (Belediyeler, karayolu idareleri ve bunlara hizmet/ürün sağlayan sektör) desteği olmadan geliştirilemeyeceğinden ikinci aşamada geliştirilecek teorik değerlendirme modelleri AUS paydaşlarından gelecek geri bildirimler ile desteklenmelidir.

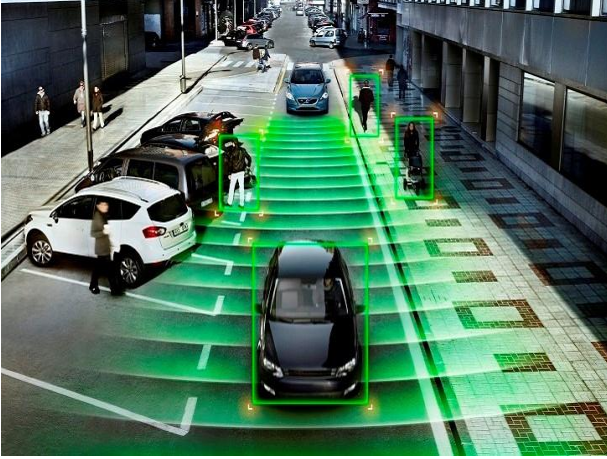
## İÇİNDEKİLER

1. Giriş .....	13
1.1 Gerekçe ve Amaç.....	13
1.2 Proje Kapsamı.....	15
1.3 Beklenen Çıktılar .....	16
2. Dünyada Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) Gelişimi ve Değerlendirmesi .....	18
2.1 ABD’de AUS Bakışı.....	18
2.2 AB’de AUS Bakışı .....	28
2.2.1 CONDUITS Raporu (Kaparias vd., 2011) .....	30
2.2.2 AECOM 2015 Raporu (Payne, 2015).....	31
3. AUS Değerlendirme Başarım Ölçütleri .....	32
3.1 AUS Sınıflandırması .....	32
3.2 AUS Faydaları .....	34
3.3 AUS Ölçütleri.....	41
4. Akıllı Ulaşım Değerlendirme Endeksi Yönteminin Geliştirilmesi .....	48
4.1 Çok Boyutlu Değerlendirme Yaklaşımı .....	49
4.3 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP).....	50
4.4 Bütünleşik Yetkinlik-Olgunluk Modeli (CMM).....	52
4.5 Türkiye için AUS Değerlendirme Endeks Yapısı .....	55
5. AUS Boyut Değerlendirme Anketi ve Sonuçları .....	58
5.1 Anket Kapsamı .....	58
5.2 Anket Uygulaması .....	59
5.3 Değerlendirme Endeks Yapısı.....	61
5.4 AHP Değerlendirme Sonuçları .....	64
5.5 Öncelikli AUS Alanları .....	67
6. Sonuçlar ve Öneriler .....	70
6.1 Sonuç ve Bulgular .....	70
6.2 Önerilen AUS Gelişim Değerlendirme Modeli .....	71
Kaynaklar.....	77



## 1. Giriş

Günümüz toplumunun dinamik hayat tarzı, hareketliliği önemli ölçüde artırmaktadır. Bu duruma bağlı olarak trafik sıkışıklığından kazalara ve çevre kirlenmesine değin birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Öte yandan her alanda olduğu gibi, ulaştırma alanında da sürdürülebilirliğin sağlanması istenmektedir. Bunun gerçekleşebilmesi için yolcu taşımacılığında motorsuz ulaşım türlerinin (yaya ve bisiklet) yaygınlaşmasına ek olarak toplu taşımanın tercih edilebilirliğinin artırılması, yük taşımacılığında karbon salımı ve enerji kullanımı düşük ulaşım türlerinin tercih edilmesi ve türler arası aktarmaların etkin bir biçimde sağlanabilmesi gerekmektedir. Bunun da, -ulaşım sistemlerinin ölçek büyüklüğü ve karmaşıklığı dikkate alındığında- teknoloji destekli ciddi bir planlama ve yönetim yapısı



olmadan sağlanabilmesi güçtür. Çözüm olarak; 30 yılı aşkın bir süreden beri giderek yaygınlaşan şekilde, bilgi ve iletişim teknolojileri başta olmak üzere farklı alanlardaki gelişimlerden ulaştırma alanında yararlanılması, başka bir deyişle etkin ve verimli Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) geliştirilmesi yoluna gidilmektedir (Fonseca, 2011).

### 1.1 Gereke ve Amaç

AUS alanındaki çabaların başarıyla sonuçlanabilmesi doğru bir karar verme sürecinin izlenmesine bağlıdır. Bu bağlamda, başarı ölçümü yöntemini kullanarak; çevresel, ekonomik ve sosyal koşulların yönlendireceği bir yaklaşım önem taşımaktadır. Nitekim başarı ölçümü karar vericilere, önerilen ulaştırma plan ve projelerinin etkilerini hızla gözlemlemek ve/veya ulaştırma sistemi başarımında eğilimleri izlemek olanağını vermektedir. Bugün kentlerde ortak ulaştırma sorunları ve benzer kentsel trafik yönetimi çözümleri kullanılmaktadır. Bu çözümlerde akıllı ulaştırma sistemlerinin belirleyici rolü vardır. Eğer geniş kabul gören başarı (performans) ölçümleri ve genel uygulanabilir nitelikteki yöntemler (değişik ülkelerde ve alanlarda uygulanabilir yöntemler) olmasa, bir

kent için özel uygulamaların (politikalar ve teknolojiler) nesnel (objektif) olarak değerlendirilmesi ve diğer kentlerin uygulamalarından çıkarılan derslerin kullanılması çok güç olurdu (Kaparias vd., 2011).

Ulaştırma alanında kararlarının alınmasında daha bütüncül yaklaşım gerekmektedir. Araştırmacılar, yapılanlarla doğal çevre arasındaki karmaşık ilişkileri açıklamaya çalışmışlardır. Aynı zamanda ileri bilgisayar olanaklarıyla bu ilişkileri daha kolay sayısallaştırmış ve görselleştirmişlerdir (EPA, 2011). Ulaştırma

**Karar  
alımlarında  
bütüncül bir  
yaklaşım**

kararlarının doğruluğu ve olumlu sonuçların alınarak etkin ve verimli sürdürülebilir ulaştırma sistemlerinin geliştirilmesi için başarımlar ölçümü zorunlu hale gelmiştir. Öte yandan, giderek ağırlaşan karmaşık ulaştırma sorunlarının çözümü için bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağladığı olanaklardan yararlanılması akılcı yaklaşımların sonucu olmuştur. İletişim, bilgi ve konum belirleme teknolojilerinin ulaştırma mühendisliği konularına destek için kullanılmasına olanak veren uygulamalar olarak tanımlanabilecek AUS (Akıllı Ulaşım Sistemleri), hiç kuşkusuz, ulaştırma sorunlarının çözümünde bir atılım anlamını taşımaktadır. 30 yılı aşkın bir süreden beri Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Avrupa Birliği (AB) bölgesi ve Uzak Doğu ülkeleri başta olmak üzere gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülkede belli ölçülerde farklılaşan önemli AUS uygulamaları geliştirilmiştir ve yeni teknoloji ile sistemler ışığında geliştirilmeye devam edilmektedir.

AUS uygulamaları her zaman beklenen sürdürülebilirlik hedeflerine göre planlanmamış, bazen ülkelerin ulaştırma sistemlerinin özelliklerine ve dönemlere göre değişiklik gösterebilen fayda alanlarına bağlı olarak farklılaşan uygulamalar ortaya çıkmıştır. Zaman içinde elde edilen başarımlar, dersler ve maliyet-etkinlik analizleri belli dönemlerde raporlandırılarak AUS tecrübesi genel olarak değerlendirilmiştir. Ancak bunların tüm

**AUS'un gelişimi ve  
değerlendirilmesi  
süregiden bir iştir.**

coğrafi bölgelerde, ülkelerde, farklı ulaştırma koşullarında kullanılabilecek nitelikte genel geçerliliği bulunmamaktadır. AUS'un gelişimi ve bunun değerlendirilmesi süregiden bir iş olarak görülmektedir (Proper ve Cheslow, 1997). Bu konuda

ABD Federal Karayolu İdaresi (*Federal Highway Administration- FHWA*) tarafından 1996 yılından beri 20'den fazla rapor hazırlanmıştır. FHWA tarafından yayınlanan "AUS: Faydaları, Maliyetleri ve Çıkarılan Dersler Raporu"nda (Bunch vd., 2011) 2009-2011 yıllarında arasında mevcut bilgi birikiminin teknoloji alanları olarak incelendiğinde;



- a. Akıllı Araçlar alanında % 42
- b. Yük Taşımacılığı alanında % 23
- c. Yönetim ve İşletme alanında % 29
- d. Toplu Taşıma alanında % 37
- e. Karayolu alanında % 21 olduğu görülmüştür.

AB bölgesinde yapılan önemli çalışmalardan birisi 7. Çerçeve Programı kapsamında yürütülen “*Coordination of Network Descriptors for Urban Intelligent Transport Systems (CONDUITS)*” projesi değerlendirme raporu (Kaparias vd., 2011), bir diğeri ise AB AUS Yasal Çerçevesi Uygulaması Direktifi kapsamında (Directive 2010/40/EU) AECOM tarafından Avrupa Komisyonu için hazırlanan “*Key Performance Indicators for Intelligent Transport Systems*” raporudur (Payne, 2015).

Ülkemizde de 2000’li yılların başından bu yana AUS geliştirilmesine ilişkin çok sayıda amaç, hedef ve eylem değişik kamu otoriteleri tarafından hazırlanan belgelerde yer bulmuştur. Bu durum AUS konusunun ulaştırma sektöründe önemli bir rolü olduğunun tüm paydaşlar tarafından kabul edildiğinin de göstergesidir (UDHB, 2014). Günümüzde AUS olanaklarını başarımlı ölçümüne dayalı değerlendirmelerle planlayarak en iyi şekilde kullanma bilinci doğrultusundaki çabalar yoğunlukla sürdürülmektedir. Özellikle karayolu ulaşımının gösterdiği artış eğilimi, seyahat etme eğilimlerinin ve araç sahipliğinin artışı gibi küresel nitelik taşıyan eğilimler ile daha çevreci, hızlı, güvenli ve etkin bir karayolu ulaşım politikasının küresel düzeyde benimsenmesi, yurtdışı tecrübesinde olduğu gibi ülkemizde de AUS gelişiminin planlı ve sistemli bir yapıya kavuşturulmasını zorunlu kılmaktadır (UDHB, 2014).

**Daha çevreci, daha hızlı,  
daha güvenli ve etkin bir  
ulaşım politikası**

## 1.2 Proje Kapsamı

AUS gelişiminin ve başarımlının artırılabilmesi amacıyla Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği (AUS Türkiye) tarafından Türkiye’deki farklı sosyal ve demografik özelliklere sahip farklı coğrafi bölgelerdeki AUS uygulamaları gelişiminin değerlendirmesini yapmaya olanak sağlayacak bir endeks geliştirilmesi amaçlanmıştır; bu kapsamda Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) BİLTİR Araştırma Merkezi ve İstanbul Okan Üniversitesi tarafından yapılan ön değerlendirme sonucunda AUS alanında uluslararası kabul görmüş ve bilimsel geçerliliği olan bir endeksleme yöntemi bulunmadığı anlaşılmıştır. Bu ihtiyaca cevap vermek üzere, ilk aşama olarak AUS Türkiye ile bir Ar-Ge şirketi olan OTEST arasında

**“Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) Değerlendirme Endeksi Geliştirme AR-GE Projesi”** anlaşması imzalanmıştır.

Proje ekibi tarafından yürütülen proje kapsamında ABD ve AB bölgesi için hazırlanan AUS değerlendirme raporları derlenmiş ve detaylı olarak incelenerek;

1. AUS uygulamaları sektörünün yapısı ve sınıflandırılması hakkında bilgi toplanmış,
2. AUS değerlendirmelerinde kullanılan yöntem, anahtar başarımlar göstergeleri ve ölçütleri belirlenmiş,
3. Türkiye’deki AUS gelişimini değerlendirmek ve izlemek üzere gerekli boyutlar (AUS Yapılanması ve AUS Etkisi) ve bunların altında yer alması gereken ana başlıklar belirlenmiş (göreceli önem ve önceliklerinin belirlenebilmesi için “AUS Boyut Değerlendirme Anketi” hazırlanmıştır),
4. Projenin bir sonraki aşamasında ele alınması planlanan, AUS uygulama ve süreçlerinin beklenen AUS çıktıları ile ilişkilendirilmesi için gerekli “AUS Gelişim Değerlendirme Modeli” konusunda bir öneri geliştirilmiştir.

### **1.3 Beklenen Çıktılar**

Proje kapsamında öncelikli olarak,

1. AUS gibi geniş kapsamlı ve farklı boyutları olan bir alanın sürekli ve sistematik olarak değerlendirilmesini sağlayacak (ve gerektiğinde güncellenebilecek) esnek ve kapsayıcı bir çerçeve oluşturulmaya çalışılmıştır.
2. Belirlenen ana boyut ve alt başlıkların değerlendirilmesi için geliştirilen anket, AUS Türkiye tarafından belirlenen katılımcılara uygulandıktan sonra elde edilen verilerin Analitik Hiyerarşi Süreci (*Analytical Hierachy Process – AHP*) kullanılması suretiyle, bu başlıkların önem yüzdelerinin AUS paydaş görüşleri doğrultusunda belirlenmesi hedeflenmiştir.
3. Anket sonuçları ile başta sürdürülebilir ulaştırma olmak üzere tanımlanmış amaç ve faydaların ve gerekli AUS uygulamalarının ülkemiz için önceliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Çıktıların bunları oluşturan süreçlerle bütünlük içinde değerlendirilmesi, çalışmanın özgün niteliği olarak yeni bir yaklaşımın başlangıcını oluşturmaktadır.

Projenin devamı niteliğinde olan “AUS Gelişim Modeli” geliştirilmesi ile kullanılabilir hale gelecek olan AUS Değerlendirme Endeksi

- Ulaştırmada AUS uygulamalarına ilişkin karar ve eylem seçeneklerinin değerlendirilerek uygun plan ve projelerin geliştirilmesine,
- Ulaştırma sisteminin gelişiminde AUS etkisinin izlenmesine,
- Farklı lke, bölge ve kentlerdeki AUS uygulamalarının karşılaştırılmasına,
- Projenin uygulanmasında gerekli olan verilerin toplanmasına ve geliştirilmesine yönelik hazırlık çalışmalarının yapılması için “AUS Başarım Göstergeleri”nin belirlenmesine olanak sağlayabilir.

## 2. Dünyada Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) Gelişimi ve Değerlendirmesi

Birçok ulaşım kuruluşu, başarımlarında sürdürülebilirlik kavramlarına atıfta bulunmakla birlikte, ilk değerlendirmelerin sürdürülebilirlik ölçütleri açısından sonuca yansıyan katkıları sınırlı kalmıştır. Bu kuruluşlar, ancak zamanla ulaşım sistemlerinin doğal kaynakları korumak, toplum sağlığını iyileştirmek, ekonomiyi canlandırmak ve engellilerin hareketliliğini sağlamak konularında elverişliliklerini ölçmeye başlamışlardır. Bu bağlamda çevresel, ekonomik ve sosyal çıktıların ölçülmesi olumlu sonuçlar vermiştir.

**Sürdürülebilir Ulaşım Başarımlarının Raporlanması** Birçok kuruluş, sürdürülebilir ulaşım başarımlarının raporlanmasının önemli sonuçlarını görmüşlerdir. Bu durum, paydaşların başarımlarını hemen görebilmeleri dolayısıyla ölçümlerin düzenli raporlanmasını beklemeleri ve ölçümlerle kamu kuruluşları kararları arasındaki ilişkileri daha açık olarak anlamaları sonucunu doğurmuştur. Böylece, politika ve yatırım kararları arasındaki etkileşim ve sürdürülebilirlik amaçlarına erişmek için bölge ya da devletler nezdinde en iyi fırsatlar hakkında ulaşım kuruluşu ve paydaşlar arasında daha anlamlı ve yararlı görüşmelerin yapılabileceği bir ortam oluşmaktadır.

Hareketlilik ve güvenlik hedeflerine erişilmesine ek olarak; çevresel, ekonomik ve sosyal amaçlara yönelik işletme sistemlerini planlamak, yapımını gerçekleştirmek ve işletmek üzere gerekenlerin yapılması için paydaşlar tarafından birçok ulaşım kuruluşuna çağrıda bulunulmuştur..

### 2.1 ABD’de AUS Bakışı

ABD’de bu sürecin en önemli aşamalarından birisi “1991 Türler Arası Kara Ulaşımı Verimliliği Yasası (*Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991- ISTEA*)”nın yürürlüğe girmesidir. Bu yasa ile ulusal düzeyde AUS ile ilgili Ar-Ge faaliyetlerinin yürütülmesi, bu sistemlerin denenmesi ve yaygınlaştırılması amaçlanmıştır. AUS projelerine ilk etapta ayrılan bütçe 660 milyon ABD Dolar olmakla

**1992-1997  
arasında AUS’a  
ayrılan para 1.2  
milyar USD**

birlikte, 1992-1997 yılları arasında aktarılan toplam kaynak da 1,2 milyar ABD Doları olarak gerçekleşmiştir. Aynı süreçte, 1991 yılında AUS Amerika (*ITS America*) teşkilatı oluşturulmuş, özel sektör şirketleri, kamu kurumları, akademik kurumlar ve araştırma merkezleri bu teşkilatın üyesi olmuşlardır (Tufan, 2004).

Bu dönemde, 1994'te kurulan ABD Ulaştırma Bakanlığı AUS Ortak Program Birimi (*US DOT ITS Joint Program Office-JPO*) özellikle AUS etkileri ve ulusal ulaşım sistemleri projeleri üzerine aktif bir şekilde bilgi toplayarak AUS temellerini atmıştır (Proper ve Cheslow, 1997; Proper, 1999). Aktif veri ve bilginin toplanması çalışmalarının sonucunda bu alandaki deneyimler ve etkiler gözlemlenerek gerek AUS yapısı için gerekse ulusal ulaşım ihtiyaçları için daha sağlıklı AUS gelişiminin önü açılmıştır. İlk zamanlar bilgi ve veri eksikliği çok fazla olduğundan bazı ölçülemeyen durumlar için anlatıma dayalı ya da tahmini yaklaşımlara başvurulmuştur (Proper ve Cheslow, 1997). AUS gelişiminin takip edilmesi, elde edilen veri, bilgi ve AUS etki ve faydalarının paylaşılması amacıyla 1995 yılından itibaren "AUS Faydaları (*ITS Benefits*)" adıyla 2 yılda bir düzenli olarak yayımlanması planlanan değerlendirme raporu sıklığı, 2005 raporu sonrasında 3 yılda bir olmak üzere değiştirilmiştir. AUS konusunda düzenli raporlama 2003, 2005, 2008, 2011,

**AUS Faydaları  
raporları: 2003,  
2005, 2008, 2011,  
2014, 2017**

2014, 2017 yıllarında da devam etmiştir. Proje raporunun bir sonraki kısmında düzenli olarak yayınlanan FHWA AUS değerlendirme raporlarının kapsam ve ana başlıkları hakkında özet bilgi verilecektir.

AUS değerlendirmelerinde, 1993 yılında yürürlüğe giren "1993 Hükümet Başarım ve Sonuçları Kanunu (*Government Performance and Results Act of 1993*)" kapsamında yer alan kriter ve değerlendirme esaslarına uygun ölçütler (zaman, kazalar, ölümler, verimlilik, maliyet ve kullanıcı memnuniyeti) kullanılmıştır (Milterek Systems, 1996). Bu konu daha ayrıntılı bir şekilde 3.2 AUS Faydaları altbaşlığında incelenmiştir.

1996 yılında ABD Ulaştırma Bakanlığı tarafından ulaşım alt yapısını iyileştirme amacıyla iki önemli girişim olan "Zaman Kazandırma Harekatı (*Operation Timesaver*)" ve AUS Model Yapılanması (*ITS Model Deployment*) yürürlüğe konmuştur. Bu girişimlerden Zaman Kazandırma Harekatı ile en büyük 75 şehirde on yıl içinde Akıllı Ulaştırma Altyapısı (*Intelligent Transportation Infrastructure*) kurularak yolculuk sürelerinde %15'lik kısaltmalar (zaman kazanımı) hedeflenmiştir (Baldwin, 1996). Verilerin göreceli olarak daha çok olması, veri topamanın kırsala göre daha kolay olması ve bu sayede etkilerinin

daha kolay ve hassas şekilde gözlenebilmesi AUS uygulamalarının öncelikli olarak büyükşehirlerde başlamasının ana sebeplerindendir (Proper ve Cheslow, 1997). Kırsal bölgelerde verilerin toplanmaya başlamasıyla 1997 yılından sonra bu bölgelerde de AUS etkileri gözlemlenebilmiştir (Proper, 1999).

ABD’de 1998 yılında, “21. Yüzyılda Ulaşım Eşitliği Kanunu (*The Transportation Equity Act for the 21<sup>st</sup> Century-TEA21*)” yürürlüğe girmiştir. Bu yasal düzenleme genel olarak devlet nezdinde ulaşım politikası alanındaki yeni bir yaklaşımdan ve AUS harcamaları arasındaki dinamiklerden söz etmektedir. Bu yasa ile Karayolu Güven Fonu (The Highway Trust Fund) ve Federal Devlet Bütçe Süreci (The Federal Budget Process) arasındaki ilişki değişmiştir. Böylece, karayolu programlarındaki harcamalarda; doğrudan yıllık gelir ile bağlantılı karayolu ve toplu taşıma programları olarak iki yeni bütçe sınıfı oluşturulmuştur. Devletin isteğe bağlı bütçe kısmında bu iki kategoriye (karayolu ve toplu taşıma) özel konum verilmiştir. TEA21 yasası tarafından başlatılan bütçe sistemi, federal bütçe lemede bir deneyim olarak nitelendirilebilir. Bu deneyim federal devletin ulaştırma programlarının, gelecekte nasıl yürütüleceğinin belirlenmesinde önemli rol oynamıştır (FHWA, 1998).

1998 yılında hazırlanan AUS raporunda da AUS faydaları sırasıyla,

- a. Toplum güvenliğinin artırılması,
- b. Sıkışıklığın azaltılması,
- c. Yolculuk ve toplu taşıma bilgisine erişimin artırılması,
- d. Motorlu taşıt sahipleri, toplu taşıma işletmecileri, ücret toplama kurumları ve kamu kurumlarına maliyet tasarrufu ve
- e. Çevresel etkilerin azaltılması olarak belirlenmiştir (Apogee/Hagler Bailly, 1998).

Aynı yıl içinde birçok ortak konuyu ve saha çalışma testlerini değerlendirmek üzere seçilen 7 ana başlık;

1. İleri Yolcu Bilgilendirme Sistemi (*Advance Traveler Information Systems –ATIS*)
2. AUS Teknolojisi Kullanılarak Gaz Salımı (Emisyon) Yönetimi (*Emissions Management Using ITS Technology*)
3. Tehlikeli Madde Olay Müdahale (*Hazardous Material Incident Response*)
4. Vaka Yönetimi: Algılama, Doğrulama ve Trafik Yönetimi (*Incident Management: Detection, Verification and Traffic Management*)

5. Ticari Araç İşletimi - Yol Kenarı (*Commercial Vehicle Operations (CVOs) Roadside*)
6. Acil Durum Bildirimi ve Müdahale (*Emergency Notification and Response*)
7. Ticari Araç Yönetmelik Süreci (*Commercial Vehicle Administrative Process*)

olarak belirlenmiş ve bu alanlarda raporlar hazırlanmıştır.

AUS konusundaki bulgular ise,

- AUS etkisi,
- Kullanıcı tepkisi,
- Teknik konularda çıkarılan dersler,
- Kurumsal zorluklar ve
- Alınan kararlar

başlıkları altında incelenmiştir.

**Not:** AUS gelişimini takip etmek için yayınlanan raporlar 2003 yılına kadar özellikle AUS faydaları konusuna değinirken, 2005 yılı sonrasında bu sistemlerin faydalarının yanı sıra AUS yapılanması için maliyetlere (*ITS Costs*) vurgu yapılmaya başlanmıştır. 2008 yılı ve sonrasındaki yıllarda ise yayınlanan bir dizi raporda AUS faydaları ve AUS yapılanma maliyetlerine ek olarak AUS deneyiminden çıkarılan dersler "*ITS Lessons Learned*" eklenmiştir. Tüm bu yayınlanan raporların yanı sıra AUS yapılanmasının gelişimini takip etmek ve eksiklikleri belirlemek amacıyla ABD Ulaştırma Bakanlığı AUS Ortak Program Birimi tarafından "AUS Yapılanma Takip Projesi" kapsamında 1997 yılından itibaren çeşitli paydaş gruplarına (uzmanlar ve AUS yapılanma yetkilileri) düzenli olarak "Ulusal AUS Yapılanması İzleme Anketleri" uygulanmıştır.

1999 yılında hazırlanan raporda, değerlendirme aşamasında "etkinlik ölçüsü" alanında "*A Few Good Measures*" adı altında belirlenen ölçütler arasında

- trafik güvenliği iyileştirmeleri (kazalar ve ölümler),
- gecikme azaltımı,
- maliyet tasarrufu,
- kullanıcı memnuniyeti, kavramlarına ek olarak
- etkin kapasite iyileştirmeleri ,
- enerji ve diğer çevresel etkenler

başlıkları eklenmiştir. Referans veriler, bireysel AUS program alanlarını yansıtan bir yapıya ayrılmıştır. Bu program alanları arasında Büyükşehir ve Kırsal Altyapı (*Metropolitan and Rural Infrastructure*), AUS/Ticari Araç Uygulamaları (*ITS/CVO*) ve Akıllı Araç kullanıcı hizmetleri yer almıştır. Bununla AUS programında daha fazla incelemenin gerekli olduğu yerlerde araştırma gruplarına bilgi sağlamak amaçlanmıştır. 1999 yılına kadar, AUS/Ticari Araç Uygulamaları için toplanan verilerin çoğunun maliyet, seyahat süresi ve işletmeciler için gecikmelerin azalması olduğu vurgulanmıştır.

2001 yılında Proper vd. tarafından hazırlanan raporda, AUS kullanıcı hizmetlerinin değerlendirme sonuçlarını ve bu hizmetlerin kara ulaştırma sistemine sağladığı faydaları belgeleyen bir dizi rapordaki önemli bulgular özetlenmiştir. Büyükşehir alanlarındaki veri yoğunlukları, yol ağı yönetim sistemleri, otoyol yönetimi, vaka yönetimi, toplu taşıma yönetimi ve bölgesel çok türlü kullanıcı bilgisi (*arterial management systems, freeway management, incident management, transit management, and regional multimodal traveler information*) sistemlerinde görülmüştür.

Birçok devlet, tesis ve donanımına AUS'un, özellikle hava durumu bilgisini eklenmesinin faydaları incelenmiştir. Kırsal AUS için rapor edilen verilerin çoğu çarpışma önleme ve trafik güvenliği alanlarında yoğunlaşmıştır. Ayrıca, kış hava koşullarıyla ilgili bakım, yol kaplaması durumu izleme ve yol hava durumu bilgisini yayma gibi yol hava durumu yönetimi faaliyetleri için önemli miktarda bilgi mevcuttur. AUS/Ticari Araç İşletiminin hem taşıyıcılara hem de devlet kurumlarına fayda sağlamaya devam ettiği vurgulanmıştır. Buradaki AUS sınıflandırmasının, AUS'un tüm yönlerini temsil edemediği anlaşılmaktadır. Rota yönlendirmesi gibi araç içi sistemler, araç sistemlerine yönlendirme ve/veya seyahat süresi bilgisi sağlayabilen bir işbirliği altyapısı gerektirmektedir. Verilerin coğrafik bölgeye göre (yani büyükşehir, kırsal alana göre) sınıflandırılması için kullanılan AUS sınıflandırmasının, bazı veriler için uygun olmayabileceği de bilinmektedir. Örneğin, turist bilgileri genelde kırsal AUS altyapısında sınıflandırılmaktadır. Bununla birlikte, büyükşehir alanlarının çoğunda da turizm endişeleri vardır. Dolayısıyla, bu verilerin sınıflandırılması, sistemlerin diğer coğrafi ortamlara da uygulanmadığı ya da etkilemediği anlamına gelmemektedir.

Karayolu ve toplu taşımayla artan seyahat talebinin, ulaşım sisteminin mevcut kapasite sınırlarına ulaşmasına neden olduğu görülmüştür. AUS, modern bilgi teknolojisi ve iletişim uygulamalarını kullanarak bu baskıyı azaltmaya yardımcı olabildiği vurgulanmıştır



(Maccubin vd., 2003). Temsili AUS yapılanması için maliyet bilgileri ilk olarak 2003 raporunda yer almıştır; sonrasında bu bilgiler AUS Faydaları ve Birim Maliyetleri Veritabanı'nda saklanmakta olup düzenli olarak güncellenmektedir.

2005 yılı AUS değerlendirmesinde, AUS altyapı unsurlarının yerleşmesine yönelik ilerleme kaydedildiğini göstermektedir. Ancak, hala ihtiyaç duyulan yatırımlarda bir yetersizlik olduğu tespit edilmiştir (Maccubin vd., 2005). Ulusal düzeyde gerekli yatırım tahminlerini yapmak, "olması gereken" durum ve yıl bazlı AUS yapılanma düzeyleri için tahmin edilen değerlere fazlasıyla bağlıdır. Bu değerlerin yalnızca maliyet unsuruna bağlı olmadığı, her büyükşehir bölgesiyle ilişkili belirli ulaşım ihtiyaçları ve ağ özelliklerine göre değiştiği belirtilmiştir. İlk kez bu rapora AUS planlamasından, kurulumundan, işlemlerinden ve değerlendirme deneyiminden çıkarılan derslerin özetleri eklenmiştir. Genel olarak, AUS hizmetleri olumlu fayda sağlamış, ancak bazı fayda alanlarında karma sonuçlar da elde edilmiştir. Gelecekteki AUS yapılanmasında iyileştirme için sistem etkileri, maliyetler ve/veya çıkarılan dersler çevrimiçi veritabanları aracılığıyla paylaşılmıştır.

2008 yılı değerlendirmesi, ulaştırma altyapısı ve araç teknolojileri olmak üzere iki bölümde 17 farklı AUS alanı olarak tartışılmıştır (Maccubin vd., 2008). Değerlendirmeler;

- a. Karayolları
- b. Toplu Taşıma,
- c. Yönetim ve İşletme
- d. Yük Taşımacılığı başlıkları altında gruplanarak sunulmuştur.

2010 yılında AUS'un gelişimini takip etmek için ABD Ulaştırma Bakanlığı ve üye kuruluşları tarafından "AUS Yapılanması İzleme Projesi (*ITS Deployment Tracking Project*)" kapsamında Araştırma ve Yenilikçi Teknoloji Birimi'nin (*Research and Innovative Technology Administration*) de dahil olduğu ulusal düzeyde "AUS Yapılanması İzleme Anketi (*ITS Deployment Tracking Survey*)" anketleri yapılmıştır (Gordon and Trombly, 2011). Bu anketlerin yapılmasındaki amaç; karayolu ulaşım türlerinin güvenilirliğini, trafik güvenliğini ve hareketliliği artırmak amacıyla en güncel bilişim teknolojilerini bütünleştirmek için tasarlanan AUS Programını araştırmak ve geliştirmesini takip etmek olarak tanımlanmaktadır.

**ABD, AUS  
Yapılanması İzleme  
Anketi, 2011.**

Eyalet ve yerel ulaştırma kuruluşlarına yaklaşık 1600 anket dağıtılmış ve bu anketler;

1. Otoyol Yönetimi,
2. Yol Ağı Yönetimi,
3. Toplu Taşıma Yönetimi,
4. Trafik Kontrol Merkezi,
5. Elektronik Otoyol Geçiş Ücreti Toplama,
6. Kamu Güvenliği – Yasal Yaptırım,
7. Kamu Güvenliği – Yangın/Kurtarma

olmak üzere toplam yedi (7) farklı türde hazırlanmıştır. Katılımcılara gelecekteki AUS yapılanma planları sorulduğunda, temsilcilerin büyük bir kısmı AUS yapılanmasını genişleteceklerini belirtirken, yaklaşık yarısı da üç yıl içinde yeni teknolojilere yatırım yapmayı planladıklarını ifade etmişlerdir. Veri toplama çalışmaları AUS'un artık deneysel gelişiminden öte sürekli yatırımlar şeklinde yapılması gerektiğini ortaya koymuştur.

Anketlerde katılımcılara AUS teknolojisini satın almak için karar vermede belirleyici dokuz ölçüt olarak;

1. Fonlama/hibe kullanılabilirliği,
2. Uygulamadaki mevcut teknolojilerle bütünleşme,
3. Diğer kurumlarla bütünleşme,
4. Hareketlilik faydaları,
5. Donanım fiyatı,
6. Kamu/kullanıcı katılımı,
7. Trafik güvenliği faydaları,
8. Başka bir kuruluş tarafından halihazırda kullanılmakta olan teknoloji ve
9. Çevresel faydalar

sunulmuş ve önem derecesine göre sıralamaları istenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre;

- Önem derecesi sıralamasında “trafik güvenliği” tüm katılımcılar tarafından birinci veya ikinci sırada değerlendirilmiştir.
- Otoyol ve ücretli yol işletmecileri mevcut teknolojilerle bütünleşmeyi ve hareket kabiliyetini, yol ağı ve ulaşım temsilcilerinden biraz daha yüksek önemde değerlendirilmişlerdir.

- Yol ağı ve ulaşım temsilcileri, donanım fiyatını ve fon veya hibelerin bulunabilirliğini, otoyol ve ücretli yol işletmecilerinin temsilcilerinden daha yüksek önem derecesinde değerlendirmiştir.
- Çevresel faydalar ve diğer kurumlarla bütünleşme genel olarak tüm kurum ve temsilciler tarafından önemi daha düşük ölçütler olarak değerlendirilmiştir.

2011 yılı raporunda Bunch vd., çarpışma önleme, sürücü destek sistemleri ve yol hava durumu yönetim sistemleri değerlendirmelerinin bu sistemlerin artmaya devam etmesi gereken çok sayıda güvenlik etkisini yakaladığını belirtmektedir. Hareketlilik etkileri

**Ticari Araç Uygulamaları,  
Yol-Hava Durumu Yönetim  
Sistemleri  
Otoyol Yönetimi  
Trafik Vaka Yönetimi  
Ulaştırma Yönetimi**

genellikle yol ağı yönetimi, elektronik ödeme ve ücretlendirme sistemleri, otoyol yönetimi, trafik olay yönetimi, toplu taşıma yönetimi ve seyahat bilgi sistemleri ile elde edilirken, en yüksek verimlilik etkileri (maliyet tasarrufu, fayda maliyet oranı veya maliyet etkinlik önlemleri gibi), ticari araç

uygulamaları, yol hava durumu yönetim sistemleri, otoyol yönetimi, trafik vaka yönetimi, ulaştırma yönetimi ve yolcu bilgileri değerlendirmelerinde bulunmuştur. Yolculuk bilgileri, elektronik ödeme, ücretlendirme ve ulaştırma yönetim sistemleri genellikle bu AUS uygulamalarının başarısını artıran yüksek kullanıcı memnuniyeti faydalarıyla ilişkilendirilmiştir. Son eğilimler, yolculuk bilgi sistemleri, yol ağı yönetimi, sürücü destek ve otoyol yönetimi uygulamalarının bu önlemler için daha fazla değerlendirileceğini göstermiştir. Verimlilik ve verimlilik hedef alanları, Bilgi Kaynağı (*Knowledge Resource - KR*) veri tabanlarında verimlilik ve verimlilik hedef alanları önceki yıllara göre toplam faydalar, maliyetler ve çıkarılan derslerin daha yüksek bir yüzdesini oluşturmuştur. Sınırlı bütçeler ışığında, bu fayda alanlarına daha fazla öncelik verilmiştir. Ulaştırma karar vericilerinin, AUS yatırımlarını seçme ve uygulamalarını iyileştirme konusunda değerlendirme rehberliği için *KR*'a bakmaları beklenmiştir. AUS uygulamalarının, yolcu ve yük taşımacılığı hareketindeki büyümeyi karşılarken, trafik güvenliğini sağlamak ve sıklığı azaltmak konusunda uygulamadaki zorluklarına yönelik kanıtlanmış bir dizi strateji sağlanmıştır. Son birkaç yılda hızlı bir şekilde uygulanmakta olan AUS uygulamalarının gelecekte ulaştırma sistemleri içerisinde daha fazla yer alma olasılığının da arttığı *KR* çalışmalarında ortaya çıkmıştır.

2010 yılından sonraki değerlendirmelerde, gelecekteki AUS teknolojilerinin ön planda olduğu görülmektedir. Kablosuz cihazlar arasında bağlantılı bir ortam sunulması, sürücülerin olası tehlikeler ve yol koşulları hakkında gerçek zamanlı bilgi gönderip almaları konularına değinilmiştir (Hatcher vd., 2014). “Bağlantılı Araç (*Connected Vehicle*)” uygulaması ve “gelişen otomasyonun gerçekleştirilmesi” olmak üzere iki temel stratejik öncelik tanımlanmıştır. Bu önceliklerin, trafik güvenliği ve hareketliliğini artırmayı, çevresel etkileri sınırlamayı ve yenilikçiliği, bilgi paylaşımını teşvik etmeyi hedefleyen toplam ABD Ulaştırma Bakanlığı stratejik öncelikleri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir (Auer vd., 2016). “Sürücüsüz araç gelişimi” öncelikle olası güvenlik faydalarına odaklanmaktayken, “Haberleşen Araçlar” yol kenarı cihazları ve filo seviyesi bilgileri ile ilgili ek işlevler sunmaktadır. Haberleşen Araçların yalnızca otomasyon yoluyla elde edilemeyen ilave hareket yeteneğinin yanı sıra çevresel faydalar getirdiği de vurgulanmıştır.

Son olarak, 2010-2014 planının gelişimine dayanarak, 2015-2019 yılları arasındaki AUS Stratejik Planı kapsamında bir dizi teknik, politik, kurumsal ve örgütsel kavram sunulmuştur. Bu yeni plan “Toplumun Hareket / Ulaşım Şeklinin Dönüşümü (*Transform the Way Society Moves*)” vizyonunu ve AUS Ortak Program Birimi’nin altı kategoride tanımladığı; tüm kara ulaşım türlerini, teknoloji yaşam döngüsü aşamalarını, stratejik amaçlarını ve başarımlarını içeren araştırma geliştirme misyonunu açıklamıştır. Aynı zamanda birçok sektörde mevcut ve gelecekteki AUS çalışmalarının öncü teknoloji ölçütleri olarak “Haberleşen Araç Uygulamasını Gerçekleştirmeyi (*Realizing Connected Vehicle Implementation*)” ve “Gelişen Otomasyonu” (*Advancing Automation*)” öngörmüştür. Kurumsal veri biriktirme ve birlikte çalışabilirlik ise AUS yapılanma desteği ve programının vizyonuna ulaşmadaki kritik tamamlayıcılar olarak değerlendirilmiştir. Yeni plan, birbirine bağlı etkinlikler olan ek program sınıfları şeklinde ortaya çıkan AUS faydalarını da sunmuştur (Barbaresso, 2014). Bu raporda sunulan stratejiler, trafik güvenliği ve hareketliliğini artırmayı, çevresel etkileri sınırlamayı, yenilikçiliği ve bilgi paylaşımını desteklemeyi hedefleyen ABD Ulaştırma Bakanlığı stratejik öncelikleri ile uyumludur (Auer vd., 2016).

2016 Ulusal AUS Anketi kapsamında çeşitli mesleki altyapıya sahip uzmanlar ile röportajlar gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında 19’u kamuda görevli, 6’sı özel sektör temsilcisi, 6’sı Sivil Toplum Kuruluşu uzmanı (STK) ve 2’si akademisyen olmak üzere toplam 33 uzman ile görüşülmüştür. Anket sonucunda,

- AUS'un faydalarının yolcular ve ticari kamyon sürücüleri, yayalar, bisiklet sürücüleri ve toplu taşıma sistemi kullanıcıları gibi geniş bir kitleye hitap etmekte olduğu, ayrıca bu sistemlerin kentsel ve kırsal bölgelere uygulanabilirliği olduğu vurgulanmıştır.
- AUS teknolojisinin şimdiden ulaştırma ortamı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, teknolojiye bağlı olarak daha fazla fayda ve etki görüleceği vurgulanmıştır.
- İletişim, elektronik ve bilgisayar alanındaki sürekli ve hızlı gelişme, karayolu ulaştırma sisteminin yönetiminde ve işletilmesinde devrim yapma fırsatı sunmuştur. Büyükşehir bölgelerinde, bu teknolojilerin uygulanması çeşitli eyalet ve yerel ulaşım yönetim kurumları tarafından gerçekleştirilmiştir.
- AUS teknolojisinin ulusal çapta kullanımını ölçmek için AUS Yapılanma Takip Projesi (2010 yılında yapılan) tekrar düzenli olarak gerçekleştirilmiştir. Bu anketler büyükşehir ulaştırma altyapısı içindeki ana kuruluşları hedef alan toplam üç araştırma için yapılmıştır:
  1. Yol Ağı Yönetimi AUS Yapılanma Anketi
  2. Otoyol Yönetimi AUS Yapılanma Anketi
  3. Toplu Taşıma Yönetimi AUS Yapılanma Anketi.

2017 yılı raporunda mevcut gelişmiş teknolojilerden yararlanarak haberleşen araçlar ve otomasyon sistemleri uygulamalarının hareketlilik, trafik güvenliği ve çevresel etkilerine geniş yer verilmiştir (Hatcher vd., 2017). Yollar ve araçlar arasındaki iletişimin geliştirilmesi, tartışılan birçok uygulamanın kapasitesini artırması beklenmektedir. Örneğin, yaklaşan araçların uyarıları veya durdurulan trafik, uygun konumda dinamik mesaj işaretlerinin varlığına güvenmeden sürücülere daha kolay iletilebilir (Bunch vd., 2011). Bu teknolojilerle gelişen AUS yapılanma seviyesinin bir sonucu olarak akıllı şehirlere de değinilmiştir. Ayrıca erişilebilir ulaşım ile özel durumdaki kullanıcıların da ihtiyaçlarına yönelik güvenli kavşak geçişleri, navigasyon sistemi, yolculuk öncesi bilgilendirme gibi AUS uygulamaları ve sağladığı faydalar vurgulanmıştır. Otomasyon (*Automation*) sistemleri ve düzeyleri ile (*No Automation-Level 0-, Function-specific Automation -Level 1-, Combined Function Automation -Level 2-, Limited Self-Driving Automation -Level 3- and Full Self-Driving Automation -Level 4-*), sürücüsüz araçlar

(*autonomous vehicles*)’dan (rota planlayan, hız ayarlayabilen, şerit değiştirebilen, parketmeye yardımcı olan, vb.) bahsedilmiştir.

Talep Edilen Hareketlilik (*Mobility on Demand - MoD*) kavramına değinilmiş ve araç paylaşımı (*car sharing*), bisiklet kiralama, yolculuk etme, mikro nakliye, ulaşım hizmetleri, toplu taşıma araçları ve diğer gelişmekte olan ulaşım çözümlerine vurgu yapılmıştır.

## 2.2 AB’de AUS Bakışı

AB ülkelerinde değişik alanlarda farklı gerekçeler ve itici güçlerin etkisiyle çok sayıda AUS uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ancak ülkenin ulaştırma sistemine en büyük faydayı sağlama amacı doğrultusunda özel araştırmalara, etütlere ve planlara dayalı AUS uygulamalarından söz etmek olanaksızdır. Bazı ülkelerde korumasız kullanıcılar, alkollü araç kullanımı ve hız sınırlamalarına uymayan sürüş konularına öncelik verildiği görülürken, bazı ülkelerde lojistik, çok türle taşımacılık organizasyonu ve genellikle kentsel ulaştırma bağlamında ki güvenlik, çevre, etkin kapasite kullanımı ve otomatik ödeme konularının öne çıktığı uygulamaların gerçekleştiği görülmektedir (UDHB, 2014).

Her şeye karşın, AB’nin, ulaştırmanın ağırlaşan sorunlarının çözümü için AUS’un önemli katkılarını kabul eden ve bu bilincinin öncelikle oluştuğu bir coğrafya olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Bu nedenledir ki, 1990 sonrasında faydayı en yüksek dereceye çıkarabilecek şekilde sistematik bir yaklaşımla hareket edilmiş ve AUS’un hızlı gelişimi için planlama gereksinimi duyulmuştur. Bu kapsamda “Ulaştırma Beyaz Kitapları (Transportation White Papers)” ile konu üzerinde yoğunlaşmıştır.

AB Komisyonu’nca yayınlanan 2010/40/EU Direktifi ile AUS politikasına 2010 yılında açıklık kazandırılmıştır. Bu direktifin temel amacı, etkin eşgüdüm ve işbirliği içinde daha güvenli, emniyetli, çevre dostu ve verimli karayolu yük ve yolcu taşımacılığının gerçekleştirilmesi için AUS uygulamalarının yaygınlaştırılmasıdır.

**2010/40/EU: Etkin eşgüdüm ve işbirliği içerisinde daha güvenli, emniyetli, çevre dostu ve verimli ulaşım için AUS uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.**

2010/40/EU Direktifi doğrultusunda dört öncelikli alan öngörülmüştür:

1. Karayolu için yola, trafiğe ve yolculuklara ilişkin verilerin en uygun kullanımı,
2. Trafik ve yük yönetiminde AUS hizmetlerinin sürekliliği,

3. AUS'un karayolu güvenliği ve emniyetine yönelik uygulamaları,
4. Taşıt ile ulaştırma altyapıları arasındaki bağlantı.

Bu alanlar doğrultusunda aşağıda yer alan hususlar, şartname ve standartların geliştirilebilmesi için öncelikli konular olarak belirlenmiştir.

1. AB kapsamında çok türle yolculuk bilgi hizmetlerinin sağlanması,
2. AB kapsamında gerçek zamanlı trafik bilgi hizmetlerinin sağlanması,
3. Mümkün olduğu kadar karayolu güvenliğine ilişkin minimum evrensel trafik bilgilerine, mümkün olduğu kadar, tüm kullanıcılarının ödemesiz olarak erişmesi,
4. AB kapsamında birlikte çalışan uyumlu bir *e-Call* (acil durum) uygulamasının sağlanması,
5. Kamyon ve ticari işlemler için güvenli park yerleri konusunda bilgi sisteminin sağlanması,
6. Kamyon ve ticari işlemler için güvenli park yerleri konusunda rezervasyon hizmetlerinin sağlanması.

Aynı direktifin EK II kısmında sıralanan 5., 6., ve 8. maddelerine göre AUS'un geliştirilmesinde uyulması gereken ilkeler verilmiştir. Bu 12 ilke arasında, etkinlik, maliyet-etkinlik ölçütüne uygunluk, olgunlaşmaya katkı gibi bazıları başarımlar değerlendirilmesine ışık tutan ilkeler niteliğindedir.

## **CONDUIITS Projesi**

AB için AUS başarımlar değerlendirilmesi konusunda en önemli çalışmalardan biri CONDUITS'dir (Kaparias vd., 2011). Bu çalışmanın amacı, kentsel trafik yönetimi ve ana başarımlar göstergeleri kümesi formunda AUS başarımlar için ortak bir değerlendirme çerçevesini tanımlamak ve uygulanması için bir kılavuz sunmak olarak belirtilmiştir. Başarımlar ölçümlerinin geliştirilmesi için çizilen çerçeve; amaç ve hedeflerin belirlenmesi, başarımlar ölçümleri boyutlarının tanımı, başarımlar ölçümleri için ölçütlerin seçimi ve gerekli verilerle sistem başarımlarının izlenmesi ile ilgili düzenlemelerin açıklanması olarak özetlenebilir. Bu çerçevede kentsel trafik yönetimi ve AUS için 2001 ve 2011 beyaz kitapları doğrultusunda (trafik verimliliği, trafik güvenliği, sosyal bütünleşme ve arazi kullanımı ile çevre kirliliğinin azaltılması) boyutlar ile bunların altındaki göstergeler açıklanmıştır. Bu göstergeler için endeksler formüle edilmiştir. Bu çalışmada sunulan, Avrupa kentleri temsilcilerinin görüşlerinden esinlenen, üç üniversitenin katkısı ile gerçekleştirilen bu yöntemin

geçerliliğinin ve uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi için Paris, Roma ve Barselona kentlerinde denenmesi ile sonuçlanması öngörülmüştür.

AUS'un anahtar başarımlar göstergeleri için daha güncel bir çalışma ise 2015 yılında gerçekleştirilmiştir (Payne, 2015). Bu çalışma kapsamında öncelikle daha önce yapılan çalışmalarla AB içinde açıklanmış ve uygulanmış göstergeler toplanmış, ardından yeni bir araştırma ile AB ülkelerinde uygulanmakta olan ek göstergeler elde edilerek 228 gösterge belirlenmiştir. Bu göstergelerin tartışılması süreci sonucunda 8'i AUS'un uygulamaları, 7'si etkileri ile ilgili olmak üzere 15 gösterge tanımlanmıştır. Çalışma önerilen göstergelerle sonuçlanmıştır.

### **15 Anahtar Başarım**

### **Göstergesi (KPI)**

**AUS Uygulamaları**

**8 KPI**

**AUS Etkileri**

**7 KPI**

Ayrıntıları aşağıda sunulmakta olan çalışmalar AB'de AUS başarımlar değerlendirme çalışmalarının önemsendiğini ve sürdürülmekte olduğunu göstermektedir.

#### **2.2.1 CONDUITS Raporu (Kaparias vd., 2011)**

- Bu raporun temel amacı, kentsel trafik yönetimi ve AUS başarımlarının değerlendirilmesi için bir çerçeve oluşturarak, Anahtar Başarım Göstergelerini (*Key Performance Indicators–KPI*) belirlemek ve uygulaması için bir kılavuz sunmaktır.
- Her bir şehir, trafik yönetimi politikaları ve AUS uygulamalarının etkinliğini ve başarımlarını ölçmek için çoğunlukla kendi başarımlar ölçütlerini geliştirmektedir. Bu da farklı şehir ya da bölgelerin etkinliklerinin birbirleriyle karşılaştırılmasını güçleştirmektedir.
- Ortak bir değerlendirme çerçevesi oluşturmak ve KPI belirlemek için 16 Avrupa Şehri'nden uzmanlar 2010 Yılı'nın Mayıs Ayı'nda Roma'da bir çalıştay düzenlemiştir.
- Ayrıca *Imperial College* Londra, Technicon – İsrail Teknoloji Enstitüsü ve Münih Teknik Üniversitesi'nden araştırmacıların oluşturduğu üç ekip de kentiçi trafik yönetimi ve AUS konusunda değerlendirme çerçevesi oluşturmak amacıyla çalışmalar yürütmüştür.
- Geliştirilen değerlendirme çerçevesi temel olarak
  - a. trafik verimliliği
  - b. trafik güvenliği



- c. sosyal bütünleşme ve arazi kullanımı
  - d. çevre kirliliğinin azaltılması
- olmak üzere dört stratejik boyuttan oluşmaktadır.

Bu rapor kapsamında derlenen ölçütler Bölüm 3.3'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

### **2.2.2 AECOM 2015 Raporu (Payne, 2015)**

- Bu çalışma, AUS için bir dizi KPI oluşturmak ve bunların uygulanması, sunumu ve raporlanması konusunda rehberlik etmek için hazırlanmıştır.
- Çalışma, AB içinde mevcut KPI uygulamalarının incelemesinin yanı sıra, kamuya açık veri setlerinin gözden geçirilmesi yoluyla iyi uygulama örneklerinin belirlenmesiyle başlamaktadır.
- Bu kapsamda ilk etapta AUS'a ilişkin AB'da kullanılmakta olan 228 KPI belirlenmiştir, ancak bunların büyük çoğunluğu gerçek bir KPI yapısı taşımaktan uzaktır.
- Belirlenen KPI'lar yapılanma (yani AUS uygulamaları) ile ilgili ya da fayda (yani AUS etkileri) ile ilgili olmak üzere 2 sınıfa ayrılmıştır.
- Bu süreçte elde edilen bulgular, AB içinde kullanılmakta olan diğer KPI'ları belirleyen bir paydaş anketi aracılığıyla artırılmıştır. Ayrıca bulgular kullanılan veri kaynaklarına, terminolojilere ve AB içinde AUS kıyaslanmasını sınırlayan önemli engellere ilişkin bilgiler eklemektedir.
- İncelemeler sonunda 38'e düşürülen KPI sayısı, AECOM uzmanlarının eşliğinde toplanan bir çalışmada paydaşlara sunulmuş ve değerlendirme süresinin sonunda 8'i AUS yapılanması, 7'si de AUS etkisi ile ilgili 15 KPI belirlenmiştir.

Bu rapor kapsamında derlenen ölçütler Bölüm 3.3'de detaylı olarak verilmiştir.

### 3. AUS Değerlendirme Başarım Ölçütleri

ABD’de AUS yapılanması için 1996 yılından itibaren ulusal AUS yapısı kavramından bahsedilmeye başlanmış ve AUS uygulamaları, AUS faydaları ve birbirleriyle etkileşimlerinden bir bütün içerisinde ele alınmıştır. Değerlendirmeler farklı eyalet ve şehirlerden gelen deneysel tecrübelerden derlenmiştir, ancak bunun yanı sıra ulusal analiz ve anket çalışmalarına da dayanmaktadır. Halen AUS için herhangi bir sayısal gelişim değerlendirme modeli ya da endeksi geliştirilmeyen ABD’de değerlendirme raporları temel olarak;

- a. AUS Yapılanması için sınıflandırmadaki değişim,
- b. AUS fayda alanlarında elde edilen deneyim,
- c. AUS Maliyetleri,

başlıkları altında toplanırken, bir de her zaman genel değerlendirmelerin yer aldığı

- d. “Çıkarılan Dersler”

bölümünü içermektedir. Türkiye’de beklenen benzer gelişimin değerlendirmesine destek olmak üzere bu başlıklar altında raporlanan gelişim aşağıda kısaca özetlenmiştir. Maddi konuların genellenebilirliği zor olduğu ve endeks gelişimi açısından bu aşamada çok da önemli olmadığından “AUS Maliyetleri” kısmı değerlendirmeye dahil edilmemiştir.

#### 3.1 AUS Sınıflandırması

1990’lı yıllarda ABD’de AUS yapılanması temelde Akıllı Altyapı ve Akıllı Araçlar olmak üzere iki boyutta ele alınmıştır. “Akıllı Altyapı” boyutu sadece üç ana başlık olarak;

1. Büyükşehir AUS uygulamaları,
2. Kırsal AUS uygulamaları,
3. Ticari Araçlar için AUS uygulamaları olarak incelenirken,

“Akıllı Araçlar” boyutu ise;

1. Genel uygulamalar (Çarpışma Önleme ve Uyarı ile Sürücü Destek),

**Yeni AUS Alanları:**  
**Akıllı Altyapı**  
**Akıllı Araçlar**

2. Ortama özel (Kişisel araçlar, Ticari Araçlar, Toplu Taşıma Araçları, Acil Durum ve Özel Araçlar)

alanlarını içermekteydi (Proper, 1999).

Daha sonraki zaman diliminde bu sınıflandırma artan veri ve deneyimlerle beraber günün şartlarına uygun uygulamaların da eklenmesiyle farklı alt başlıklara bölünmüştür. 2000’li yıllara doğru gelindikçe teknolojinin araçlarda da yarattığı değişim ve olanakların ışığında AUS uygulamaları artmış fakat “AUS Yapılanması Sınıflandırması” temelde değişmemiştir (Proper vd., 2001). Bu sınıflamalarda, “Büyükşehir AUS Uygulamaları” başlığı altında;

- a. Yol Ağı Yönetimi
- b. Otoyol Yönetimi
- c. Vaka Yönetimi
- d. Otomatik Ücret Ödeme
- e. Otomatik Ücret Toplama
- f. Toplu Taşıma Yönetimi
- g. Karayolu-Demiryolu Hemzemin Geçitleri
- h. Acil Durum Yönetimi
- i. Bölgesel Çok Modlu Yolcu Bilgilendirme

alt başlıklarına yer verilmiştir.

FHWA 2003 raporundan itibaren “Büyükşehir” ve “Kırsal” ayrımı bırakılarak değerlendirilen alt başlıklar sadece “Akıllı Altyapı” boyutunda sınıflandırılmıştır; ilk kez “Türler Arası Yük Taşımacılığı (*Intermodal Freight*)” sınıflandırılması da bu raporda ele alınmıştır (Maccubin vd., 2003).

2008 yılına gelindiğinde “Akıllı Altyapı” kendi içinde

1. Karayolu (*Roadways*)
2. Toplu Taşıma (*Transit*)
3. Yönetim ve İşletme (*Management and Operations*)
4. Yük Taşımacılığı (*Freight*)

olarak ele alınırken (Maccubin vd., 2008), ilk olarak Ulaşım Yönetim Merkezleri (*Transportation Management Center*) başlığına yer verildiği görülmektedir.

En son 2012 yılında hazırlanan AUS Yapılanması hiçbir üst boyut ayırt etmeksizin

1. Yol Ağı Yönetimi (*Arterial Management*)
2. Otoyol Yönetimi (*Freeway Management*)
3. Karayolu İşletme ve Bakım (*Roadway Operations and Management*)
4. Toplu Taşıma Yönetimi (*Transit Management*)
5. Kaza Önleme ve Trafik Güvenliği (*Crash Prevention and Safety*)
6. Sürücü Destek Sistemleri (*Driver Assistance*)
7. Yol-Hava Durumu Yönetimi (*Road Weather Management*)
8. Ulaşım Yönetim Merkezleri (*Transportation Management Centers*)
9. Vaka Yönetimi (*Traffic Incident Management*)
10. Acil Durum Yönetimi (*Emergency Management*)
11. Bilgi Yönetimi (*Information Management*)
12. Ticari Araçlar İşletimi (*Commercial Vehicle Operations*)
13. Türler Arası Yük Taşımacılığı (*Intermodal Freight*)
14. Alternatif Yakıt (*Alternative Fuel*)
15. Otomatik Ödeme ve Ücretlendirme (*Electronic Payment and Pricing*)
16. Yolcu Bilgilendirme (*Traveler Information*)

başlıkları altında sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmanın detayları incelendiğinde;

- Çok kapsamlı ve uygulama odaklı bir yapının göze çarptığı,
- Daha önce ayrı boyutlar olarak çalışılan “akıllı araç” ve “akıllı altyapı” kavramlarının ortak çatıda incelendiği durumların görüldüğü (*Vehicle to vehicle - V2V, Vehicle to Infrastructure - V2I*, vb. AUS uygulamaları gibi).
- Her sınıflandırmanın alt kategorilerinin daha detaylı tanımlamalar içerdiği,
- Araç odaklı hizmetlerin daha çok trafik güvenliği, sürücü destek ve alternatif yakıt gibi konularda yoğunlaştığı göze çarpmaktadır.

### **3.2 AUS Faydaları**

FHWA tarafından yayınlanan AUS raporlarında, Tablo 3.1’de görüleceği üzere zaman için isimlendirmede küçük değişiklikler olmakla birlikte, temel olarak 6 AUS fayda alanı üzerinden değerlendirme yapılmıştır:

1. Trafik Güvenliği (*Safety*)
2. Yolculuk Süresi Kısaltma (*Travel Time Reduction*)
3. Üretim/Kapasite (*Throughput/Capacity*)
4. İşletme Maliyetleri ve Verimlilik (*Operating Costs and Productivity*)

5. Kullanıcı Memnuniyeti (*Customer Satisfaction*)
6. Enerji ve Çevre (*Energy and Environment*)

**Tablo 3.1** FHWA Raporlarındaki Yıllara Göre Değişen AUS Fayda Alanları

FHWA 1996 Raporu	FHWA 1997 Raporu	FHWA 1999 Raporu	FHWA 2001 Raporu	FHWA 2003 Raporu	FHWA 2005 Raporu	FHWA 2008 Raporu	FHWA 2011 Raporu
Yolculuk Süresi Kısaltma	Yolculuk Süresi Kısaltma	Zaman	Hareketlilik	Zaman ve Gecikme	Hareketlilik	Hareketlilik	Hareketlilik
Kazaları azaltma	Trafik Güvenliği	Trafik Güvenliği	Trafik Güvenliği	Trafik Güvenliği	Trafik Güvenliği	Trafik Güvenliği	Trafik Güvenliği
Ölümleri Azaltma							
Üretim Artırma	Üretim Artırma	Üretim	Kapasite/Üretim	Kapasite/Üretim	Kapasite/Üretim	Üretim	Üretim
İşletme Maliyetleri ve Verimlilik	İşletme Maliyetleri ve Verimlilik	Maliyet	Verimlilik	Maliyet	Verimlilik	Verimlilik	Verimlilik
Kullanıcı Memnuniyeti	Kullanıcı Memnuniyeti	Kullanıcı Memnuniyeti	Kullanıcı Memnuniyeti	Kullanıcı Memnuniyeti	Kullanıcı Memnuniyeti	Kullanıcı Memnuniyeti	Kullanıcı Memnuniyeti
Enerji ve Çevre	Emisyonlar ve Yakıt Tüketimi	Emisyonlar/ Yakıt Tasarrufu	Enerji ve Çevre	Enerji ve Çevre	Enerji ve Çevre	Enerji ve Çevre	Enerji ve Çevre
	Diğer	Diğer		Diğer			

Bu alanlardaki faydaların ölçülebilmesi için tanımlanan, incelenen ve kullanılan çeşitli ölçütlerden de bahsedilmektedir. Bu ölçütlerin hesaplanmasında farklı çalışmalarda farklı veri setleri ya da bilgi kaynakları kullanıldığından, her zaman karşılaştırmalı sonuçlar elde edilememiştir. Veriler; mülakatlar, telefon görüşmeleri, çeşitli uygulamalar, istatistikî veriler, mevcut bilgiler ve ölçülen veriler, benzetim analizleri, raporlar, belgeler ve nicel sonuçlardan elde edilmektedir. FHWA 1996 ve 1999 raporlarındaki AUS faydaları ve ölçütleri konusunda yapılan yorumlar Tablo 3.2a -3.2d'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu tablolardan da görüleceği üzere,

- her fayda alanı için aynı sayıda ölçüt bulunmayabilir.
- ilerleyen zaman içinde elde edilen veriler ışığında farklı ölçütler de geliştirilebilmiştir.

Fakat, seçilen ölçütler konusunda her zaman yeterli veri ya da çalışma yapılamadığından, AUS faydalarının her alan ve alt başlıkta etkisi tam olarak ölçülemediği görülmüştür. Bunun yanı sıra yapılan çalışmalar ve değerlendirmelerde bazen AUS için önemli olumlu etkiler (*significant positive effects*) gözlemlenirken, bazılarında karışık etkiler (*mixed effects*) görülmüştür. Bu konuda FHWA 2008 ve 2011 raporlarında yer verilen "AUS Fayda Özetleri" Tablo 3.3a, 3.3b ve 3.3c kapsamında karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Arada geçen süre içinde artan veri ve analizler sonucunda;

- 2008 yılında olumlu etki görülen bir çok fayda alanında 2011 yılına gelindiğinde “ciddi olumlu etki” seviyelerine ulaşıldığı,
- 2008 yılında yeterli veri olmadığından yorum yapılamayan birçok alanda, olumlu etkilerin gözlemlenebildiği

belirlenmiş, hala birçok alt başlık için yeterli veri/çalışma olmadığından boş bırakılmıştır.

**Tablo 3.2a FHWA AUS Fayda Alanları ve Ölçütleri (Trafik Güvenliği)**

FHWA 1996 Raporu	FHWA 1999 Raporu
<b>Trafik Güvenliği</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ölümlerin Azaltılması,</li> <li>•Acil servis sağlayıcıların, bir hizmet talebi ile hizmetin istenilen yere gelişi arasındaki süreyi azaltma,</li> <li>•Kırsal karayolları üzerindeki olay bildirim süreleri,</li> <li>•Kaza istatistikleri,</li> <li>•Verim iyileştirme faydalarını hem tanımlamak hem de ölçmek,</li> <li>•Hizmet seviyesini korurken ya da iyileştirirken kişi sayısı, araç sayısı ya da birim zaman başına taşınan yük miktarını iyileştirmek,</li> <li>•Hem olay hem de olağandışı koşullardaki trafik akışının iyileştirilmesi,</li> <li>•Sabit veya artan hareket hızı.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Kazaların azaltılması</li> <li>•Araç kazası, mal kayıpları, pazar verimliliği kayıpları ve tıbbi maliyetin azaltılması</li> <li>•Kaza azaltma istatistikleri,</li> <li>•Toplam kazalar,</li> <li>•Kaza oranı,</li> <li>•Kaza sıklığı,</li> <li>•Aynı otobanda yıllık kaza deneyimi,</li> <li>•İkincil çarpışmalarda azalma,</li> <li>•Yinelenmeyen sıkışıklık sırasında kaza sayısındaki azalma,</li> <li>•Önemli bir kavşakta ihlali azaltma,</li> <li>•Hayvan kazalarının azaltılması,</li> <li>•Ölümcül kazalar da dahil olmak üzere kazaların yıllık olarak azaltılması,</li> <li>•Ulusal olarak tahmini bir maliyet tasarrufunun hesaplanması,</li> <li>•Hava durumuna bağlı kazaların azaltılması,</li> <li>•Araç kilometre bazında kaza oranının düşürülmesi,</li> <li>•Ölümlerin azaltılması,</li> <li>•Kazanın şiddetini azaltmak,</li> <li>•Kaza sonucunu veya kaza mağdurlarına acil tıbbi servis müdahale sürelerini azaltmak ve böylece ölüm sayısını ve yaralanmaların boyutunu da düşürmek,</li> <li>•Olaya müdahale süresinin kısılması,</li> <li>•Azalan kaza oranları,</li> <li>•Maliyet tasarrufları/yıl (TL),</li> <li>•Gecikme tasarrufları (saat/yıl)</li> </ul>

**Tablo 3.2b FHWA AUS Fayda Alanları ve Ölçütleri (Zaman ve Verimlilik)**

<b>FHWA 1996 Raporu</b>	<b>FHWA 1999 Raporu</b>
<b>Zaman</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Yolculuk süresinde azalma, ortalama hızda artış ve gecikmede azalma,</li><li>• Olaya müdahale süresinde azalma,</li><li>• Arttırılmış hızlarla ve arttırılmış güvenlik düzeyleriyle verim artışı sağlayarak seyahat süresini kısaltma,</li><li>• Sıkışıklığa bağlı gecikme.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Yinelemeyen veya beklenmedik gecikmelerde azalma,</li><li>•Seyahat sürelerinde azalma yüzdeleri,</li><li>•Toplam ağ gecikmesini azaltırken seyahat süresini azaltma,</li><li>•Trafik sıkışıklığı ile ilişkili gecikmeyi azaltma,</li><li>•Ortalama hız artışı ile gecikmeyi azaltma,</li><li>•Teslimatların tam zamanında varış güvenilirliğini arttırmak.</li></ul>
<b>Verimlilik</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• İşletme masraflarını azaltma,</li><li>• Otoyollara verilen hasarı azaltmak.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•İyi navigasyonla seyahat mesafesini azaltmak,</li><li>•Sıkışıklık veya olağandışı durumlarda mevcut kapasitenin kullanımını iyileştirmek ve tam kapasiteyi geri yüklemek için olaylara daha çabuk müdahale edebilmek.</li></ul>

**Tablo 3.2c FHWA AUS Fayda Alanları ve Ölçütleri (Ekonomik, Faydalar )**

<b>FHWA 1996 Raporu</b>	<b>FHWA 1999 Raporu</b>
<b>Ekonomik Faydalar</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gişelerden alınan istatistikler,</li><li>• Donanım gereksiniminde azalma,</li><li>• Yüklenen kilometreyi artırma ve kamyon kilometresine göre işletme masraflarını azaltma,</li><li>• Güvenliği arttırmanın yanı sıra otoyollara verilen hasarı azaltmak,</li><li>• Altyapı maliyetini azaltmak.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Personel verimliliğini arttırmak ve tesis ve donanım kullanımını sağlamak,</li><li>• İşletme giderlerini düşürme,</li><li>• Veri toplama maliyetleri aralığındaki azalmalar,</li><li>• Toplu taşıma araçları ile kırsal alanlarda randıman arttırarak maliyet verimliliği sağlamak,</li><li>• Toplam maliyette azalma,</li><li>• Altyapı bakım ve değiştirme maliyetlerini azaltmak,</li><li>• Verimlilik kazançları, kamyon başına günlük teslimat ve teslimat sayısındaki artış,</li><li>• Fayda/maliyet oranı,</li><li>• Altyapı maliyetini azaltmak.</li></ul>

**Tablo 3.2d FHWA AUS Fayda Alanları ve Ölçütleri (Kullanıcı Memnuniyeti ve Çevresel)**

FHWA 1996 Raporu	FHWA 1999 Raporu
<b>Kullanıcı Memnuniyeti</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kullanıcının güvenliğini arttırmak,</li> <li>• Yolculuk hakkında bilgi sağlamak,</li> <li>• Bilet satın alma kolaylığını arttırmak ve kalkış saatlerindeki değişimi azaltmak,</li> <li>• Kartların sistem genelinde kullanılması,</li> <li>• Teknolojinin güvenilirliğini ve kolaylıklarını sağlamak,</li> <li>• Ticari araç işletmecileri için yolculuk süresinin kısaltılması, yolculuk süresinin değişkenliği ve hizmet planlamasında artan esneklik,</li> <li>• Daha az kilometre ve daha az iptaller.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yolculuk süresi tahminiyle ilgili stresin azaltılması,</li> <li>• Yolculuk zamanlarındaki belirsizliği, otobüs tarifelerini ve bağlılık durumunu azaltmak,</li> <li>• Yolculuk seçeneklerini artırmak ve ulaştırma ağı koşullarını iyileştirmek,</li> <li>• Araç duruşlarındaki azalma,</li> <li>• Vakalara müdahale süresinde azalma.</li> </ul>
<b>Çevresel Faydalar</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Özellikle engebeli bir kavşak veya başka bir alanı çevreleyen hava kalitesi,</li> <li>• Sinyal sistemi iyileştirilerek emisyonların azaltılması,</li> <li>• Gişe istatistikleri,</li> <li>• Yakıt tüketiminde azalma,</li> <li>• Gecikme ve yolculuk süresinde azalma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yerel hava kalitesi,</li> <li>• Sinyal sistemi iyileştirilerek emisyon azaltılması,</li> <li>• Olay/acil durum saptama ve müdahale süresini azaltmak,</li> <li>• Ortalama emisyon azaltılması: hidrokarbon salımları, azot oksitleri,</li> <li>• Ticari araçlarda yakıt tasarrufu,</li> <li>• Yakıt tüketiminde düşüş, emisyonlarda azalma,</li> <li>• Acil durumlarda müdahale gecikmelerinde azalma,</li> <li>• Kuyrukların azaltılması nedeniyle yakıt tasarrufu.</li> </ul>



**Tablo 3.3a** 2008 ve 2011 Yıllarına ait FHWA Raporlarındaki AUS Faydaları Özet Tablosu (Kısım -I)

AUS Uygulamaları	Trafik		Hareketlilik		Verimlilik		Üretkenlik/		Çevresel		Kullanıcı	
	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>+++ Önemli olumlu etkiler</span> <span>++ Olumlu Etkiler</span> <span>+ İhmal edilebilir etkiler</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>+/- Karma Etkiler</span> <span>- Olumsuz etkiler</span> <span>(boşluk) Yeterli veri yok</span> </div>												
<b>Yol Ağı Yönetimi (Arterial Management)</b>												
İzleme (Trafik İzleme, Altyapı İzleme)												+++
Trafik Kontrolü	++	+++	+++	+++	+++	+++		+++	+++	+++		+++
Şerit Yönetimi										+++		
Park Alanı Yönetimi			+++	+++	++	+++					+++	+++
Bilgi Yayma				+++				+++				
Yaptırım	+++	+++									+++	+++
<b>Otoyol Yönetimi (Freeway Management)</b>												
İzleme (Trafik İzleme, Altyapı İzleme)		(*)		(*)		(*)		(*)		(*)		(*)
Bağlantı Yol Kontrolü	++	+++	+++	+++	+++	+++					+++	+++
Şerit Yönetimi	++	+++										
Özel Durum Ulaştırma Yönetimi												
Bilgi Yayma	++	+++	++	+++							++	+++
Yaptırım	+++	+++									+++	+++
(*) Teknoloji etkinleştirilmesi												
<b>Kaza Önleme ve Trafik Güvenliği (Crash Prevention and Safety)</b>												
Yol Geometrisi Uyarısı	+++	+++									+++	+++
Karayolu - Demiryolu Geçidi Uyarısı	+++	+++	++	+++					++	+++	+++	+++
Kavşak Çarpışma Uyarısı	++	+++										
Yaya Güvenliği	+++	+++										
Bisiklet Uyarısı												
Hayvan Uyarısı	+++	+++										
<b>Toplu Taşıma Yönetimi (Transit Management)</b>												
İşletme ve Filo Yönetimi			+++	+++	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++
Bilgi Yayma												+++
Ulaşım Talep Yönetimi							+++	+++			++	+++
Trafik Güvenliği	++	+++						+++			++	+++
<b>Yol-Hava Durumu Yönetimi (Road Weather Management)</b>												
Bilgi Yayma, Gözleme ve Tahmin Etme	+++	+++					+++	+++			++	+++
Bilgi Yayma (Danışmanlık Stratejileri)	+++	+++									++	+++
Trafik Kontrolü (Kontrol Stratejileri)	++	+++										
Müdahele ve İyileştirme (İyileştirme Stratejileri)	+++	+++					++	+++	++	+++		
<b>Karayolu İşletme ve Bakım (Roadway Operations and Maintenance)</b>												
Bilgi Yayma			++	+++								
Varlık Yönetimi	+++											
İşletme ve Filo Yönetimi	++											
Çalışma Alanı Yönetimi	+++	+++	+++	+++	++	+++	++	+++			++	+++

**Tablo 3.3b** 2008 ve 2011 Yıllarına ait FHWA Raporlarındaki AUS Faydaları Özet Tablosu (Kısım -II)

+++ Önemli olumlu etkiler		++ Olumlu Etkiler		+ İhmal edilebilir etkiler									
+/- Karma Etkiler		- Olumsuz etkiler		(boşluk)		Yeterli veri yok							
AUS Uygulamaları	Trafik		Hareketlilik		Verimlilik		Üretkenlik/		Çevresel		Kullanıcı		
	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	
<b>Trafik Vaka Yönetimi (Traffic Incident Management)</b>													
Trafik Vaka Yönetimi	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
<b>Acil Durum Yönetimi (Emergency Management)</b>													
Tehlikeli Madde Yönetimi	+++	+++					+++	+++					
Acil Sağlık Hizmetleri												+/-	+/-
Müdahale ve Kurtarma					+++	+++							+++
<b>Elektronik Ödeme ve Ücretlendirme (Electronic Payment and Pricing)</b>													
Ücret Toplama	+/-	+/-	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++			
Ulaşım Ücreti Ödeme			+++	+++	+++	+++					+++	+++	
Park Ücreti Ödeme							++	+++			+++	+++	
Çok Amaçlı Ödeme											+++	+++	
Ücretlendirme			+++	+++			+++	+++	+++	+++	++	+++	
<b>Yolcu Bilgilendirme (Traveler Information)</b>													
Yolculuk Öncesi Bilgilendirme			++	+++	++	+++			++	+++	+++	+++	
Yolculuk Sırasında Bilgilendirme			++	+++				+++		+++	+++	+++	
Turizm ve Etkinlikler											+++	+++	
<b>Bilgi Yönetimi (Information Management)</b>													
Veri Arşivleme	+++					+++	+++	+++				++	+++
<b>Ticari Araç İşletimi (Commercial Vehicle Operations)</b>													
Kimlik/Sicil Bilgileri Yönetimi							+++	+++			+++	+++	
Trafik Güvenliği Sigortası	+++	+++											+/-
Elektronik Görüntüleme/Tarama			+++	+++		+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	
Taşımacılık İşletimi ve Filo Yönetimi			+++	+++			+++	+++			+++	+++	
Güvenlik Faaliyetleri													
<b>Modlararası Yük Taşımacılığı (Intermodal Freight)</b>													
Yük Takibi								+++					+++
Varlık Takibi							++	+++					
Yük Terminal Süreçleri			+++				+++	+++	++				
Nakliyat İşletimi				+++				+++		+++			
Yük Otoyol Bağlantı Sistemi													
Modlararası Sınır Geçiş İşlemleri			+++	+++			+++	+++					

**Tablo 3.3c** 2008 ve 2011 Yıllarına ait FHWA Raporlarındaki AUS Faydaları Özet Tablosu (Kısım -III)

+++ Önemli olumlu etkiler		++ Olumlu Etkiler		+ İhmal edilebilir etkiler									
+/- KarmaEtkiler		- Olumsuz etkiler		(boşluk) Yeterli veri yok									
AUS Uygulamaları	Trafik		Hareketlilik		Verimlilik		Üretkenlik/		Çevresel		Kullanıcı		
	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	2008	2011	
<b>Çarpışma Önleme (Collision Avoidance)</b>													
Kavşak Çarpışma Uyarısı	+++												
Engel Algılama	+++	+++						+/-					
Şerit Değişirme Yardımı/Desteği	+++	+++											
Şeritten Ayrılma Uyarısı	+++	+++						+/-	+++			+++	
Devrilme Uyarısı	+++	+++						+++					
Yoldan Ayrılma Uyarısı	+++	+++										+++	
Olası Çarpışma Uyarısı	+++	+++											
Arka Darbe Uyarısı													
<b>Sürücü Destek Sistemleri (Driver Assistance)</b>													
Navigasyon / Güzergah Rehberliği	++	+++	+++	+++	+++	+++						+++	+++
Sürücü Haberleşme							+++	+++					
Görüş İyileştirme			+++										+++
Engel Algılama			+++										+++
Uyarlanabilir Seyir Kontrolü	+++	+++			++	+++			++	+++	+++	+++	
Akıllı Hız Kontrolü													
Şerit Koruma Yardımı													
Yuvarlanma Denge Kontrolü	+++	+++											
Uykulu Sürücü İkaz Sistemleri													
Araç Yanaştırma Hassasiyeti													
Eşleşme/Eşleşme Kesme													
Araç-içi Gözlem													
<b>Çarpışma Bildirimi (Collision Notification)</b>													
Acil Durum Uyarısı/Otomatik Çarpışma Bildirimi	+++	+++										+++	+++
Gelişmiş Otomatik Çarpışma Bildirimi	+++	+++											

### 3.3 AUS Ölçütleri

FHWA tarafından yayınlanan AUS raporlarında kullanılan ölçütler açık olarak listelenmemekle birlikte "AUS Faydaları" kısımlarının incelenmesi ile elde edilen AUS Ölçütleri Tablo 3.4'de verilmiştir. Buradan görüleceği üzere bazı ölçütler birden fazla fayda alanında yer alabilmektedir (örn, ortalama hız, seyahat süresi azaltımı, vb.).

Diğer taraftan amaç olarak AUS değerlendirme ölçütlerinin çıkartılmasını hedefleyen CONDUIT ve AECOM raporlarında çok daha detaylı anahtar başarımlar göstergeleri (Key Performance Indicators- KPIs) ve ölçütleri Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da verilmiştir.

**Tablo 3.4 FHWA AUS Fayda Ölçütleri Özet Tablosu (1996 ve 1999 Raporları)**

<b>Zaman (ve Gecikme)</b>	<b>Trafik Güvenliği</b>	<b>Kapasite/Üretim</b>
Seyahat süresi	Kaza sayısının azaltılması	Seyahat mesafesini azaltma (kötü yönlendirmeden kaynaklanan)
Ortalama hız	Ölümlü kazaların azaltılması	Sıkışıklık ve acil durumlarda mevcut kapasite kullanımını artırma
Gecikme	Toplam kaza oranları	Seyahat hızı artımı
Olay yerine müdahale süresi	Kaza sıklığı	Ortalama seyahat süresinde azalma
Sıkışıklık	Aynı yol üzerindeki yıllık kaza oranı	Trafik akımında artış
Toplam ağ gecikmesi	Hava durumundan kaynaklanan kaza sayısı	
Serbest akış seyahat süresi	İkincil çarpışma oranı	
Sürücü tecrübesi	Hayvanlara çarpma	
Mevcut kapasite kullanımı	Kavşaklardaki kaza sayısı	
Seyahat süresine güven	Kazalara müdahale süresi	
<b>Maliyet</b>	<b>Kullanıcı Memnuniyeti</b>	<b>Enerji Ve Çevre</b>
Personel üretkenliği	Seyahat süresi belirsizliğinin azaltılması	Yakıt kullanımının azaltılması
Veri toplama maliyeti	Olay ve kazalara müdahale süresinin kısaltılması	Kuyruklardan oluşan yakıt kaybında azaltma
İşletme giderlerinin azalması	Araç duruş sayısının azaltılması	Seyahat süresindeki belirsizlik
Toplu taşıma yolcu sayısı	Trafik güvenliği uygulamalarının artırılması	Araç duruş sayısında azaltma
Kamyon başına günlük taşıma ve teslimat sayısı	Kullanıcı odaklı hizmet yapılması	Ticari araçlar için zaman ve maliyet tasarrufu
Toplam altyapı maliyetinde azaltma		Emisyonlarda azaltma
Fayda/maliyet oranı		Gecikme ve seyahat süresini kısaltma
Ekipman gereksinimini azaltma		Hava kalitesi artırılması
Yol bakım maliyeti		

### **CONDUITS Raporu- AUS Ölçütleri**

Geliştirilen değerlendirme çerçevesi temel olarak;

- trafik verimliliği,
- trafik güvenliği,
- sosyal bütünleşme ve arazi kullanımı ve
- çevre kirliliğinin azaltılması

olmak üzere dört stratejik boyuttan oluşmaktadır (Bkz Tablo 3.5a-d). Bu alanların alt başlıkları da mümkün mertebe belirlendikten sonra yapılan literatür taraması sonrasında hem “Önerilen Ölçütler” listesi hem de sıklıkla kullanılanların verildiği “Kullanılan Ölçütler” alt listesi oluşturulmuştur.

**Tablo 3.5 CONDUITS Raporu - Kullanılan AUS Ölçütleri Özet Tablosu**

<b>Trafik Verimliliği (Hareketlilik)</b>	<b>Trafik Verimliliği (Sistem Durumu ve Başarım)</b>
Yol ağı üzerindeki belirli bir güzergahtaki ortalama yolculuk süresi	İyi durumdaki karayolu ağı yüzdesi
Toplu taşıma ağı üzerindeki belirli bir güzergahtaki ortalama yolculuk süresi	İyi durumdaki bisiklet yolu altyapısı oranı
Güzergah uzunluğu	Belirli bir yaşın altındaki toplu taşıma araçlarının yüzdesi
Yol ağı üzerindeki yolculuk süresi	Kaplama yenilemesi sözleşmesi yapılan karayolu kilometresi yüzdesi
Toplu taşıma ağı üzerindeki yolculuk süresi	Yeni projeler için fonlanmış karayolu kilometresi yüzdesi
<b>Trafik Verimliliği (Güvenilirlik)</b>	<b>Trafik Güvenliği (Taşıt-altyapı iletişimi)</b>
Toplam tıkanıklık süresi	Ortalama bir günde belirli bir yol kesiminde kritik durumlar için gönderilen sürücü uyarısı sayısı
Tıkanıklık gözlemlenen gözlem süresinin toplam uzunluğu	Ortalama bir günde belirli bir kavşakta kritik durumlar için gönderilen sürücü uyarısı sayısı
<b>Trafik Güvenliği (Trafik Kazaları)</b>	<b>Trafik Güvenliği (Kentiçi Otoyol Dolaylı Etkiler)</b>
Belirli bir karayolu kesiminde gerçekleşen kazalarda belirli bir şiddet düzeyine maruz kazazede sayısı	Ortalama bir günde belirli bir karayolu kesiminde tanımlanan kritik hizmet düzeyleri
Belirli bir kavşakta gerçekleşen kazalarda belirli bir şiddet düzeyine maruz kazazede sayısı	
	<b>Trafik Güvenliği (Kentiçi Dolaylı Etkiler)</b>
Belirli bir karayolu kesimindeki günlük trafik hacmi	Ortalama bir günde belirli bir karayolu kesiminde tanımlanan kritik durumlar
Belirli bir kavşaktaki günlük trafik hacmi	
<b>Trafik Güvenliği (Doğrudan Etkiler)</b>	<b>Çevre Kirliliğinin Azaltılması</b>
Ortalama bir günde belirli bir karayolu kesiminde sistem müdahaleleri	Dolaylı enerji talebi
	Belirli bir yılda belirli bir yakıt tipini kullanan taşıt sayısı
<b>Sosyal Bütünleşme</b>	Belirli bir yılda belirli bir yakıt tipini kullanan taşıt filosunun ortalama yıllık taşıt kilometresi
<b>(Erişebilirlik)</b>	Belirli bir yılda belirli bir yakıt tipini kullanan taşıt filosunun ortalama yakıt sarfiyatı
Belirli bir bölgedeki etkinlik olanakları	Belirli bir bölgede elektrik üretiminden kaynaklanan gaz salımları
<b>Özel Grupların toplu taşıma kullanımı</b>	Belirli bir bölgede elektrik enerjisi talebi
Toplu taşıma kullanan özel gruba dahil kişi sayısı	Elektrikli taşıtların yolcu-kilometre başına gaz salımları
Toplu taşıma erişimi olan özel gruba dahil kişi sayısı	
<b>Özel grupların sosyal hareketliliği</b>	<b>Arazi Kullanımı</b>
Belirli bir etkinlik türü için belirli bir nüfus kesimi tarafından gerçekleştirilen ortalama günlük yolculuk sayısı	Mevcut yılda toplam taşıt kilometre sayısı
Belirli bir etkinlik türü için toplam nüfus tarafından gerçekleştirilen ortalama günlük yolculuk sayısı	5 yıl önceki toplam taşıt kilometre sayısı
	Mevcut yılda ulaştırma altyapısı tarafından kapsanan alan
	5 yıl önce ulaştırma altyapısı tarafından kapsanan alan

- *Trafik verimliliği*; Hareketlilik, İşletme Verimliliği, Sistem Durumu ve Başarım ile Güvenilirlik olmak üzere dört *KPI* ile belirlenmektedir.
- *Hareketlilik*; ulaştırma sisteminin iş, rekreasyon, alışveriş, türler arası aktarma noktaları ve diğer arazi kullanım türlerine erişim sağlama yeteneği olarak tanımlanmıştır.
- *İşletme verimliliği*; kabul edilebilir bir ulaştırma çıktısı düzeyi üretmek amacıyla kaynakların iyi örgütlenmesini tanımlamaktadır.
- *Sistem durumu ve başarım*; çoğu uygulamacı tarafından hayati bir yol gösterici olarak görülen ulaştırma altyapısı ve donanımlarının fiziki durumunu tanımlamaktadır.
- *Güvenilirlik* ise hareketlilik kolaylığı olarak tanımlanmıştır.

- *Bir ulaştırma tesisinin güvenlik düzeyi hem kaza sayısı hem de kazaların etki düzeyleri ile belirlenmektedir. Kaza sayıları doğrudan elde edilip değerlendirilebilirken, kazaların etki düzeyleri daha karmaşıktır ve genellikle yaralanan ya da ölen kişi sayısı ile tanımlanır (Elvik, vd., 2009).*
- *Trafik kazalarında yaralanmaları ve ölümleri azaltmanın dört yolu bulunmaktadır:*
  - Yolculuk miktarını azaltarak, kazaya maruz kalma riskini azaltmak,
  - Yolculukları daha düşük risk düzeyine sahip ulaştırma türlerine kaydırmak,
  - Belirli bir yolculuk miktarı için kaza oranını azaltmak,
  - Yol kullanıcılarının güvenliğini arttırarak kazaların ciddiyetini azaltmak.
- *Trafik yönetimi ya da AUS sistemlerinin trafik güvenliğine etkilerinin değerlendirilmesi için dört gruptan oluşan bir sınıflandırma önerilmektedir:*
  - Güvenliği doğrudan etkileyen altyapı bazlı uygulamalar (r. Yüksek hız geri bildirim levhaları, tren kontrol sistemi, demiryoluna giren yaya uyarı sistemi)
  - Kentiinde güvenliği dolaylı olarak etkileyen uygulamalar (r. uyarlamalı (adaptive) sinyal kontrolü, dinamik yol ve park yeri kılavuzu)
  - Kentiçi otoyollarda güvenliği dolaylı olarak etkileyen uygulamalar (r. otoyol kesimi kontrolü)
  - Taşıt ve altyapı ile ilgili uygulamalar (r. araç-altyapı iletişimi)
- *Başarım ltlerinin seçiminden önce, şu engeller göz önüne alınmalıdır:*
  - Trafik yönetimi ve AUS uygulamaları genellikle daha büyük sinerji oluşturan paketler halinde uygulanmaktadır.
  - Etkili ltler kısa süre sonra bile gelişebilir ve bu nedenle değerlendirmenin sonuçlarını etkileyebilir.
  - Tek bir uygulamanın bile ulaştırma sisteminin güvenlikle ilgili çeşitli yönleri üzerinde etkisi vardır ve bu etki bazen çelişkilidir.
  - Uygulamanın etki mekanizması çok dolaylıdır, uygulama ile güvenlik etkisi arasındaki bağlantı ölçülebilir değildir.
- *Sosyal bütünleşme, bireylerin eylem yarıçapını genişletmek ve daha sonra hayati faaliyetlerde bulunmasına yardımcı olmak için destekleyici bir araç olarak ulaştırmanın önemli rol oynadığı bir alan olarak tanımlanmaktadır.*
- *Arazi kullanımı terimi ise, belirli bir alandaki farklı işlevlerin veya insan faaliyetlerinin doğasını, yoğunluğunu ve mekansal dağılımını tanımlar.*

Bir trafik yönetim politikasının ya da AUS uygulamasının çevresel etkileri farklı bileşenlerden (ör. gürültü, görüntü kirliliği, flora va faunaya etki gibi) oluşmasına karşın, kentiçi şehir yaşamında en büyük etkiye sahip olan trafik kaynaklı kirleticiler üzerinde durulmaktadır. Çoğu büyük şehir, hava kalitesi takibi yapmasına karşın, çevreyi kirleten tüm salımlar trafikten kaynaklanmamaktadır. Bu nedenle trafik kaynaklı hava kirliliğinin belirlenmesi güçtür.

- *Çevre kirliliğinin azaltılması için kullanılacak ölçütler:*
  - Filo verisi (taşıt sınıfına göre filo bileşimi ve her bir taşıt sınıfının yaş dağılımları kullanarak emisyon elde edilebilir),
  - Trafik koşulları (günün çeşitli saatlerindeki taşıt sınıflarına göre trafik hacimleri, her bir taşıt sınıfı için durma sayısı ve ortalama hız verisi kullanarak emisyonlardaki azalma ölçülebilir),
  - Güzergah verisi (ortalama eğim, ışıklı kavşak sayısı taşıt salımlarında önemli etkiye sahiptir)
- *Çalışmada ayrıca hareketlilik, güvenilirlik, işletme verimliliği, trafik kazaları, güvenliğe doğrudan etki eden uygulamalar, kentiçi çevrelerde güvenliğe dolaylı yönden etki eden uygulamalar, kentiçi otoyollarda güvenliğe dolaylı yönden etki eden uygulamalar, taşıt-altyapı etkileşimi ile ilgili uygulamalar, toplam trafik güvenliği, motorlu taşıtlardan kaynaklanan salımlar, elektrikli taşıtlardan kaynaklanan salımlar, toplam çevre kirliliği azaltılması, erişebilirlik, özel grupların sosyal hareketliliği, özel grupların toplu taşıma kullanımı, arazi kullanımı için endeksler önerilmiştir.*

### **AECOM Raporu - AUS Ölçütleri:**

Bu kapsamda ilk etapta AUS'a ilişkin AB'de kullanılmakta olan 228 *KPI* belirlenmiştir, ancak bunların büyük çoğunluğu gerçek bir *KPI* yapısı taşımaktan uzaktır. Belirlenen *KPI*lar AUS Uygulamaları ya da AUS Etkileri ile ilgili olmak üzere 2 sınıfa ayrılmıştır. Bu süreçten elde edilen bulgular, AB içinde kullanılmakta olan diğer *KPI*ları belirleyen bir paydaş anketi aracılığıyla artırılmıştır. Ayrıca bulgular, kullanılan veri kaynaklarına, terminolojilere ve AB içinde AUS kıyaslanmasını sınırlayan önemli engellere ilişkin bilgiler eklemektedir. İncelemeler sonunda 38'e düşürülen *KPI* sayısı, AECOM uzmanlarının eşliğinde toplanan bir çalıştayda paydaşlara sunulmuş ve değerlendirme süresinin sonunda 8'i AUS yapılanması, 7'si de AUS etkisi ile ilgili 15 *KPI* belirlenmiştir (bkz. Tablo 3.6)

**Tablo 3.6** AECOM Raporu - AUS Ölçütleri Özet Tablosu

<b>AUS Yapılanması</b>	
<b>KPI</b>	<b>Ölçüt</b>
Vaka algılama ve vaka yönetimi	AUS uygulanmış belirli bir yol ağı tipindeki yol uzunluğu Belirli bir yol ağı tipinin toplam uzunluğu
Otomatik hız denetimi	AUS uygulanmış belirli bir yol ağı tipindeki yol uzunluğu Belirli bir yol ağı tipinin toplam uzunluğu
Trafik ve yolcu bilgisi	Trafik ve yolcu bilgisi bulunan belirli bir yol ağı tipi uzunluğu Belirli bir yol ağı tipinin toplam uzunluğu
Dinamik toplu taşıma yolcu bilgisi	Dinamik yolcu bilgisinin bulunduğu belirli bir tipteki toplu taşıma durağı sayısı Toplam toplu taşıma durağı sayısı
Trafik bilgisi, yönetimi ve eşgüdümlü AUS kapsamı	Belirli bir AUS tipi bulunan yol ağı uzunluğu Toplam yol ağı uzunluğu
Uyarlanabilir trafik kontrolü ya da önceliklendirme	Belirli bir ağ tipindeki uyarlanabilir trafik kontrolü ya da önceliklendirme bulunan kavşak sayısı Belirli bir ağ tipindeki toplam kavşak sayısı
Akıllı taşıtlar	Belirli bir akıllı taşıt özelliğine sahip yeni taşıt sayısı Toplam yeni taşıt sayısı
AUS direktifinin yönetmelikleri ile uyumlu akıllı hizmetleri	AUS direktifinin yönetmeliklerine uyumlu belirli bir tipteki akıllı hizmet sayısı Belirli bir tipteki toplam akıllı hizmet sayısı
<b>AUS Faydası</b>	
<b>KPI</b>	<b>Ölçüt</b>
Yolculuk süresindeki değişim	AUS uygulanması öncesi yolculuk süresi AUS uygulanması sonrası yolculuk süresi
Akımdaki değişim	AUS uygulanması öncesi akım AUS uygulanması sonrası akım
Yol trafiğindeki yolculuk süresindeki değişkenliğin	AUS uygulanması öncesi değişkenlik katsayısı AUS uygulanması sonrası değişkenlik katsayısı
Türel dağılımdaki değişim	AUS uygulanması öncesinde belirli bir tür için türel dağılım AUS uygulanması sonrasında belirli bir tür için türel dağılım
Kaza sayısı ve ciddiyetindeki	AUS uygulanması öncesindeki kaza sayısı AUS uygulanması sonrasındaki kaza sayısı
CO2 salımları	AUS uygulanması öncesinde yıllık CO2 salımı AUS uygulanması sonrasında yıllık CO2 salımı
Kamu elektronik çağrılarının dakikliği	Kamu hizmetlerindeki (112) elektronik çağrının başlangıcıyla Kamu Güvenliği Yanıtlama Noktası'ndaki operatöre yönlendirme için gerekli en az bilginin verilebilmesi arasında geçen süre



### **AUS Yapılanması için belirlenen *KPI* başlıkları:**

- Vaka algılama ve vaka yönetimi tarafından kapsanan yol ağının uzunluğu ve yüzdesi
- Otomatik hız denetimi tarafından kapsanan yol ağının uzunluğu ve yüzdesi
- Trafik ve yolculuk bilgileri sunan *web* siteleri/iletişim servisleri tarafından kapsanan ulaştırma/yol ağı uzunluğu ve yüzdesi
- Dinamik yolcu bilgisinin kamuya açık olduğu toplu taşıma durağı sayısı ve yüzdesi
- Uyarlanabilir trafik kontrolü ya da önceliklendirme kullanan ışıklı kavşak sayısı ve yüzdesi
- TEN-T Koridorlarında ya da AUS direktifinin yönetmelikleri ile uyumlu ağlarda akıllı hizmetlerin sağlanma koşulları

### **AUS Faydaları için tanımlanana *KPI* başlıkları:**

- AUS uygulanan rotalar boyunca zirve saatlerde yolculuk süresinde yüzdesel değişim
- AUS uygulanan rotalar boyunca zirve saatlerde trafik akımındaki yüzdesel değişim
- AUS uygulanan rotalarda yolculuk süresi değişkenliğinde yüzdesel değişim (değişkenlik –varyasyon- katsayısı ile ölçülür)
- AUS uygulanan koridorlarda türel dağılımdaki yüzdesel değişim
- AUS uygulanan rotalarda bildirilen kaza sayısındaki yüzdesel değişim
- AUS uygulanan rotalarda yıllık CO2 salımında (ton bazında) yüzdesel değişim
- Kamu hizmetlerindeki (112) elektronik çağrının başlangıcıyla Kamu Güvenliği Yanıtlama Noktası'ndaki operatöre yönlendirme için gerekli en az bilginin verilebilmesi arasında geçen süre

Her bir *KPI* ölçümü için ölçütler içeren ayrı formüller önerilmektedir.

## 4. Akıllı Ulaşım Değerlendirme Endeksi Yönteminin Geliştirilmesi

Akıllı Ulaşım Sistemleri, yapısı gereği çok ölçütlü ve süreç ile doğrudan ilişkili bir değerlendirme gerektirdiği için, geliştirilecek endeks kapsamında literatürde yer alan değerlendirme yöntemlerinin detaylı olarak incelenmesi ve modele uyarlanması gerekmektedir.

İlke olarak Türkiye gibi AUS alanında gelişmekte olan bir ülkede değerlendirme yapılırken AUS için girdi ve çıktı olarak nitelendirilebilecek **AUS Yapılanması** ve **AUS Etkisi** ana boyutlarının, farklı süreç ve kavramları bir arada değerlendirmeye olanak sağlayacak bir yaklaşımla ele alınması

**Girdi:**

AUS Yapılanması

**Çıktı:**

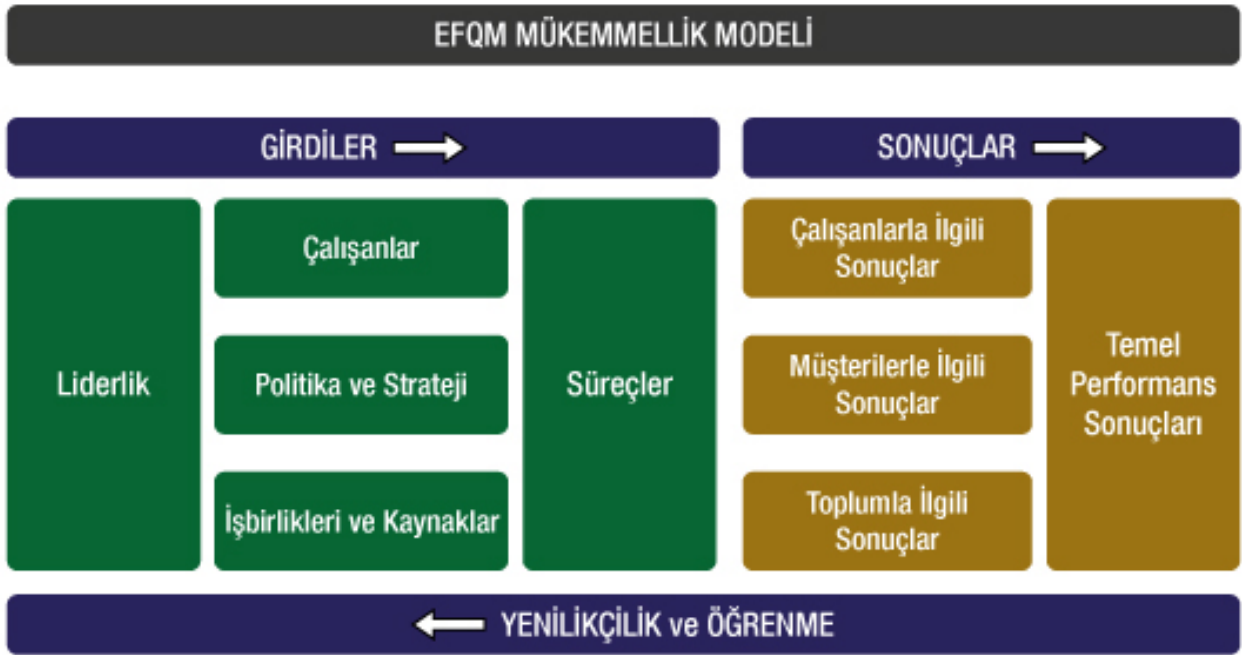
AUS Etkileri

önemlidir. Ancak AUS için belirlenecek ana başlıklar ve yapı bu modele tamamen uyarlanamayacağı ve belirlenecek alt başlıklar için yüzdesel dağılımlar bölgeden bölgeye ve hatta kişisel bakış açılarına göre önemli değişiklikler gösterebileceği için doğrudan endeks yapısında kullanılması doğru olmayacaktır.

Bunun yanında, bu modelin yapısından yola çıkılarak oluşturulacak bir çerçeve için katsayıların belirlenmesinde ana başlıkların birbirlerine göre önemlerinin de belirlenebilmesi için literatürde kabul görmüş ve yaygın olarak kullanılan *AHP* kullanılması uygun olacaktır. Bu yöntem, kapsamlı bir anket uygulaması ile farklı paydaşların bakış açılarını bu değerlendirmeye katabildiğinden önerilen endeks için uygun yöntem olarak belirlenmiştir. Son olarak, bu ana başlıkların değerlendirileceği alt başlıklar ve seviyelendirme için literatürde yer alan süreç değerlendirme ve olgunluk modellerinin incelenmesi ile birçok alanda uygulaması bulunan Yetkinlik Olgunluk Modeli (*Capability Maturity Model - CMM*) yaklaşımının geliştirilecek endeks yapısına ışık tutabileceği belirlenerek daha detaylı incelenecektir. Bu bölümde adı geçen yöntemlerin kapsamı ve değerlendirme yöntemleri detaylı olarak incelenecek ve olası katkıları hakkında bir değerlendirme yapılacaktır.

## 4.1 Çok Boyutlu Değerlendirme Yaklaşımı

Hem girdilerin hem de çıktılarının değerlendirilmesi daha çok kurumsal değerlendirme alanında ihtiyaç duyulan bir yaklaşımdır. Bu konuda en bilinen örneklerin başında *European Foundation for Quality Management* (EFQM) Vakfı tarafından geliştirilen EFQM Mükemmellik Modeli gelmektedir. Daha çok “toplam kalite” yönetimi felsefesi doğrultusunda müşteri tatmini ve imaj konularında başarının uygun bir liderlik anlayışı ile sağlanabileceği içinde olan bu değerlendirme yöntemi “kurumların gelişme yolunda ilerleyip ilerlemediklerini ölçerek yönetim sistemlerini geliştirmeleri konusunda onlara yardımcı olan pratik bir araç niteliği taşıyan, işletmelere mükemmelliğe giden yolun neresinde olduklarını gösteren, darboğazları saptamalarını sağlayan ve uygun çözümleri teşvik eden pratik bir araç” olarak tanımlanmaktadır (Selvi, 2013).



Şekil 4.1 EFQM Mükemmellik Modeli Yapısı

EFQM Mükemmellik Modeli 4'ü girdi, 4'ü sonuçla ilgili ve 1'i de girdi ile sonuç arasındaki süreçle ilgili olmak üzere 9 ölçütten oluşmaktadır. Her ölçütün içerdiği değişik sayıda alt ölçüt bulunmaktadır. EFQM Modeli üzerinden değerlendirme özel bir ölçüm sistemi ile gerçekleştirilmektedir (Selvi, 2013), (Arıman, 2006). Bu sisteme dayanarak yapılan değerlendirme, Sonuçlar (*Resultants*), Yaklaşım (*Approach*), Yayılım (*Deployment*), Değerlendirme (*Assessment*) ve Gözden Geçirme (*Review*) boyutları üzerinden gerçekleştirilmekte ve boyutların İngilizce karşılıklarının baş harflerinin oluşturduğu

RADAR adı ile tanımlanmaktadır. Değerlendirme ölçeği (%0, %25, %50, %75, %100) düzeylerinden oluşmaktadır. Bu model değerlendirmesi sonucunda;

- öncelikle kuruluşun kuvvetli yönleri ile iyileşmeye açık alanlarının olabildiğince açıklıkla belirlenmesi,
- iyileştirme ekipleri kurulması,
- iyileştirme planları yapılması,
- uygulamaların izlenmesi ve raporlanması gerekmektedir.

Bu eylemlerin ardından varılan sonuçların değerlendirilmesi önemli bir aşamadır. Buna göre strateji ve planları gözden geçirilebilir ve gerekli görüldüğünde bazı değerlendirmelerin yeniden yapılması söz konusu olabilir.

Her ne kadar iki ana boyut doğrultusunda seçilen alt başlıklar üzerinden bir değerlendirme imkanı sunsa da EFQM modeli AUS Değerlendirme Endeksi için doğrudan uygulanabilecek bir model değildir, çünkü:

- a. AUS boyutları tam olarak girdiler-çıktılar ve bunların arasındaki süreçler olarak net şekilde tanımlanamamaktadır.
- b. AUS Değerlendirme endeksinin amacı bir kalite değerlendirmesi yapmak değildir,
- c. EQFM modeli kapsamında kesin olarak tanımlanmış ana başlıklar (Liderlik, Çalışanlar vb) AUS boyutunda geçerli olmayıp bunlar için tanımlanan etki yüzdeleri de hiçbir anlam ifade etmemektedir.

Bu sebeple EFQM modelininin tamamen uygulanmasının yerine AUS dinamikleri doğrultusunda çok boyutlu ve çok ölçütlü bir karar verme modeli geliştirilmesi kararlaştırılmıştır. Bu model kapsamında kabul edilecek ağırlıkların ise *AHP* ile belirlenmesi öngörülmüştür. AUS alt başlıkların ve süreçlerinin belirlenmesi için gerekli süreç ve olgunluk değerlendirmeleri için ise CMM incelenecektir.

## **4.2 Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)**

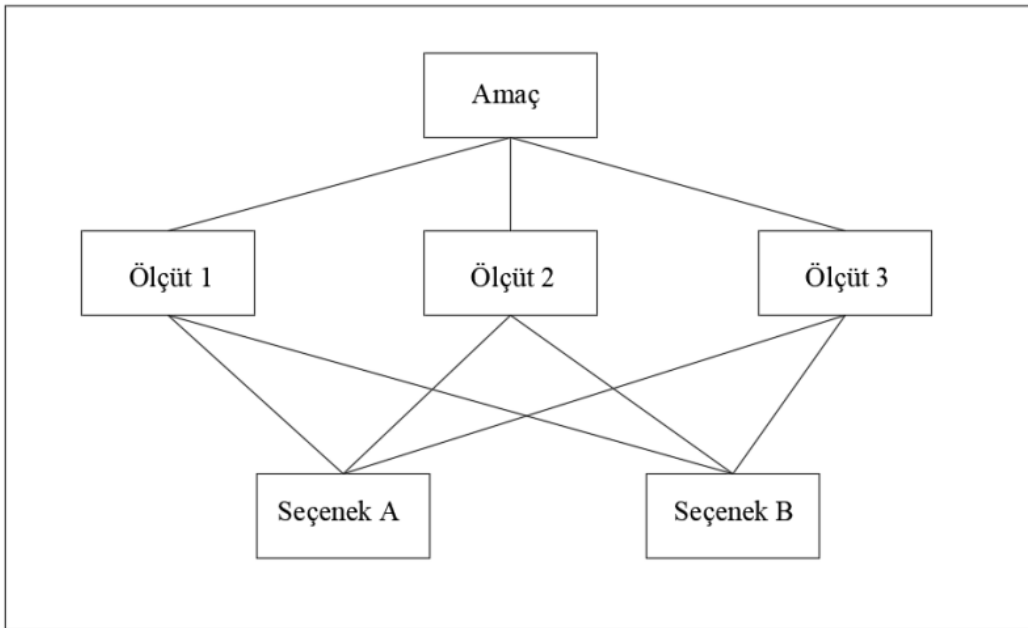
AHP, 1970'lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş ve sonrasında oldukça tutulmuş çok ölçütlü bir karar verme sürecinin adıdır. AHP, belirsizlik altındaki çok ölçütlü karar verme problemlerinde, tüm paydaş gruplarının deneyimlerini, bilgilerini ve sezgilerini karar verme sürecine katmakta ve verilen karara etkisi bulunmasını sağlamaktadır (Saaty,

1970). Bu özelliği sayesinde, problem için en uygun kabul edilebilecek olan kararın alınmasını hedeflemektedir.

AHP, kararı etkileyen ölçütleri yüzdesel olarak tanımlamakta ve karara etkilerini de belirleyebilmektedir. Böylelikle, ölçütlerin önem derecelerine göre sıralamaları da yapılabilmektedir. Bir değerlendiriciye, birden çok alternatif ve bu alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan birden çok ölçüt sunulduğunda, en uygun alternatifin tanımlanması kolay olmamaktadır. Buna karşın, aynı değerlendirici, 2 ayrı alternatiften hangisini tercih ettiği ya da 2 ayrı ölçütten hangisinin daha önemli olduğu sorusuna kolaylıkla yanıt verebilmektedir. AHP yönteminde çok alternatifin ve çok ölçütün bulunduğu karmaşık bir karar verme problemi, ikili karşılaştırmalara indirgenip, basitleştirilmekte ve bu sayede çözüme ulaşılmaya çalışılmaktadır.

AHP yönteminde sırasıyla şu işlemler yapılmaktadır:

- Öncelikle hiyerarşi modeli oluşturulur. Hiyerarşi modelinin tepesinde ana hedef, en alt seviyesinde ise karar alternatifleri bulunmaktadır. Örnek bir hiyerarşi yapısı Şekil 4.2'de görülmektedir.
- Daha sonra ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Matrislerde, her bir ölçütün diğer bir ölçüte göre önem dereceleri belirlenir. Önem dereceleri Tablo 4.1'de görülen ölçek kullanılarak tanımlanır.



**Şekil 4.2** Hiyerarşi Yapısı Örneği

**Tablo 4.1** Önem Dereceleri Ölçeği

Önem	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	Birinci ölçüt ikincisiyle aynı derecede önem taşımaktadır.
3	Biraz daha önemli	Birinci ölçüt ikincisine göre biraz daha fazla önem taşımaktadır.
5	Oldukça önemli	Birinci ölçüt ikincisine göre oldukça fazla önem taşımaktadır.
7	Çok daha önemli	Birinci ölçüt ikincisine göre çok daha fazla önem taşımaktadır.
9	Kesinlikle daha önemli	Birinci ölçüt ikincisine göre kesinlikle daha fazla önem taşımaktadır.
1/3, 1/5, 1/7, 1/9	Ters önem dereceleri	İkinci ölçütler birincisine göre daha önem taşıdığına kullanılmaktadır.
2, 4, 6, 8	Ara değerler	Uzlaşma değerleri olarak da adlandırılır, iki değer arasında kararsızlık durumunda kullanılırlar.

- İkili karşılaştırmalar matrisi kullanılarak, her bir ölçütün göreceli önem değerleri belirlenir.
- Göreceli önem değerlerinin belirlenmesinde, öncelikle matrisin her bir sütununun toplamı hesaplanır.
- Daha sonra, her bir matris elemanı, bu sütun toplamına bölünür. Her sütun için bu işlem gerçekleştirildiğinde, normalize edilmiş bir matris elde edilmiş olur.
- Normalize edilmiş matrisin her bir satırında bulunan değerlerin ortalamaları alınarak, her bir ölçütün önem derecesi yüzdesel olarak belirlenir. Bu aynı zamanda satır ağırlığı matrisi (W) olarak adlandırılır.
- Elde edilen yüzdesel dağılımların tutarlılıkları belirlenir.

### **4.3 Bütünleşik Yetkinlik - Olgunluk Modeli (CMM)**

Yetkinlik Olgunluk Modeli felsefesi içinde çok kullanılan Bütünleşik Yetkinlik – Olgunluk Modeli (Capability Maturity Model Integration - CMMI) 1980'lerde Amerika Savunma

Bakanlığı talebi ile Carnegie Mellon Üniversitesi yazılım mühendisliği tarafından geliştirilmeye başlanan bir süreç modeli olup; amacı etkin bir sistemin, yazılımın ya da kuruluşun anahtar elemanlarını tanımlayarak oluşturulacak bir çerçeve ile olgunluk seviyesinin belirlenmesini sağlamaktır (Peker, 2008; Arifoğlu ve Gür, 2005 ). Seviyenin belirlenmesinin yanı sıra, sistemdeki eksik noktaların tespiti ve sürekli iyileştirme olanağı ile süreçlerin etkin şekilde yönetilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yöntemde bir bütünün (yazılım, kurum, hizmet, vb.) işleyişindeki başarının o bütünün her bir parçasının (sürecinin) başarısına bağlı olduğu bakış açısı yatmaktadır ve belli ilgi alanlarına göre özel yordamlar ile bu yordamlar için düzenlemeler gerektirmektedir. Bu amaçla, ilgi alanlarına özel üç ana kılavuz belge geliştirilmiştir;

- CMMI-DEV (SEI, 2010a) : Ürün ya da hizmet oluşturmak (*Development*),
- CMMI-SVC (SEI, 2009) : Hizmet vermek (*Services*),
- CMMI-ACQ (SEI, 2010b) : Satın alma (*Acquisition*).

CMMI; ticari ve devlet kuruluşları, sistem mühendisliği, yazılım mühendisliği, inşaat mühendisliği, bütünleşik ürün ve süreç geliştirme ve bunun gibi birçok alanda değerlendirmeler için kullanılmakta ve süreç iyileştirmelerinin tanımlanmasına yardımcı olmaktadır (Balci, 2017; Yılmaz, 2017).

Özellikle bir sistemi oluşturan parçaların birbirleriyle etkileşime girdiği AUS gibi yapılarda, bu etkileşimin detaylı bir model kurulmadan değerlendirilmesi ve iyileştirilmesi oldukça zordur. CMMI uygulamalarında oluşturulacak bir çerçeve kapsamında sistemi oluşturulan bütün süreçler ve her bir süreç için kapsam, değerlendirme amacı/ hedefi, değerlendirme alanları/ölçütleri gibi ölçütler tanımlanmalıdır. Bunun yanında ortak bir seviyelendirme sistematigi oluşturulmalıdır. CMMI seviyeleri süreç alanlarının yapısına göre “Olgunluk Seviyesi” ve “Yetkinlik Seviyesi” ile aşamalı olarak (staged) ya da sürekli olarak (continuous) değerlendirilebilmektedir. Bunlardan ilkinde seviyelendirme 1’den başlayarak 5 e (S1 → S5) kadar “beş” kademede, ikincisinde 0’dan başlayarak 3’e (S0 → S3) kadar “4” kademede yapılabilmektedir (bkz. Tablo 4.4).

Yetkinlik seviyeleri için tanımlama 4 seviyeden oluşmaktadır. İlkinde (S0-Tamamlanmamış) gerçekleştirilemeyen ya da kısmen gerçekleştirilen süreçler yer alırken, ikinci seviyede (S1-Gerçekleştirilen) belirli hedeflere ulaşılmış, ancak kurumsallığın olmadığı sürdürülemeyen süreçler yer almaktadır. Üçüncü aşamada (S2-Yönetilen)

sistem izlenir, kontrol edilir ve gözden geçirilir bir sürece ulaşmaktayken son aşamada (S3-Tanımlanmış) süreç standartlaşmış uyarlama kurallarına göre uyarlanan bir seviyeye ulaşmaktadır.

Olgunluk Seviyeleri için tanımlanan 5 seviyenin ilkinde (S1-Başlangıç) süreçler henüz tanımlanmamış ve anlık çözümleri ile yönetilebilecek durumdadır. 2. (S2-Tekrarlanabilir) ve 3. (S3-Tanımlanmış) seviyeler, yetkinlik seviyeleri ile paralel şekilde, süreçlerin proje esaslarına göre tanımlanmasını ve tüm projelere uyumlandırılabilir standartlaştırmalara sahip olduğu seviyeleri ifade etmektedir. 4. seviyeye ulaşıldığında süreçler ölçülebilir ve kontrol edilebilir durumdadır, ancak sürekli iyileştirmeler yapabildiğinde 5. seviyeye ulaşabilmektedir.

**Tablo 4.4** Bütünleşik Yetkinlik Olgunluk Modeli (CMMI) Olgunluk ve Yetkinlik Seviyeleri (SEI, 2010a)

Seviye	Sürekli Gösterim Olgunluk Seviyeleri	Aşamalı Gösterim Yetkinlik Seviyeleri
<b>S0</b>		Tamamlanmamış Seviye ( <i>Incomplete</i> )
<b>S1</b>	Başlangıç ( <i>Initial</i> )	Gerçekleştirilen Seviye ( <i>Performed</i> )
<b>S2</b>	Tekrarlanabilir ( <i>Repeatable</i> )	Yönetilen Seviye ( <i>Managed</i> )
<b>S3</b>	Tanımlanmış ( <i>Defined</i> )	Tanımlanmış Seviye ( <i>Defined</i> )
<b>S4</b>	Yönetilen ( <i>Managed</i> )	
<b>S5</b>	Optimize Edilen ( <i>Optimized</i> )	

Bütünleşik Yetkinlik Olgunluk Modeli, literatürde yer alan diğer modellerin aksine süreçlerin nasıl iyileştirilip yaygınlaştırılacağına belirlenmesine olanak sağladığı için ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, özellikle çok ölçütlü ve birçok noktada kesişmelere sahip AUS gibi alanlarda, süreçlerin ve bu süreçlerin birbiriyle ilişkisinin detaylı olarak tanımlanarak değerlendirme yapılması sistem içerisinde tutarlılık ve güven sağlamaktadır. Süreçler içerisinde oluşabilecek hataların erken ve etkili tespiti ile standartlaşmış yaklaşımlar ve sektördeki gelişmeler hızlanmakta ve maliyetlerde düşüşler görülmektedir. Bu standart



değerlendirmelerin alanında uzman ve eğitimli kişiler tarafından yapılması CMMI modeli için bir gereklilik ve sonuçlara güveni temin etmektedir.

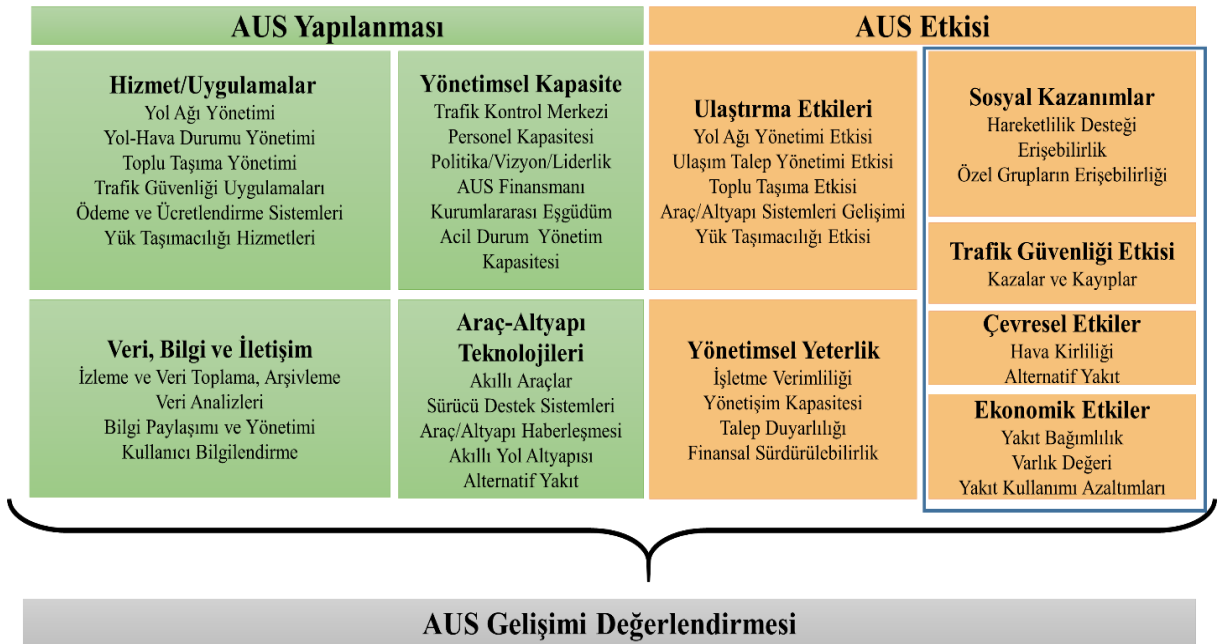
#### 4.5 Türkiye için AUS Değerlendirme Endeks Yapısı

Proje kapsamında yapılan literatür araştırmaları sonucunda hazırlanan çerçevenin ve önerilen endeks yapısının AUS alanında yetkin uygulayıcılar ve uzmanlar tarafından değerlendirilmesi önemlidir. Uygulayıcıların ve uzmanların görüşlerinin alınması uluslararası anlamda kabul görebilecek bir endeks yapısının oluşturulması açısından önem taşımaktadır. Böylelikle hazırlanacak endeks öncelikle Türkiye'deki farklı coğrafi ve sosyo-demografik bölgelerdeki AUS gelişimini değerlendirmeye olanak sağlayacaktır.

Geliştirilecek Akıllı Ulaşım Sistemleri Değerlendirme Endeksinin, hem sürdürülebilir ulaştırma alanındaki çok farklı boyutları (ulaşım, güvenlik, ekonomik, çevre, vb.) kapsamı hem de sadece AUS etkisini değil, yeni geliştiği bir bölgede yapılanma sürecini de değerlendirmeye olanak sağlaması gerektiğinden, Şekil 4.3'de gösterildiği gibi

- AUS Yapılanması ve
- AUS Etkisi

olarak iki temel boyutta değerlendirme yapılması öngörülmüştür. Her iki boyutun tanım ve kapsamı aşağıdaki gibidir:



Şekil 4.3 Geliştirilen Akıllı Ulaşım Değerlendirme Endeksi Yapısı

1. **AUS Yapılanması:** Bir kurum/kuruluş tarafından, AUS destekli ulaşım ve trafik yönetimi için geliştirilen yönetsel kapasite, sunulan hizmet ve uygulamalar, sağlanan araç ve altyapı teknolojileri, kurulan veri toplama ve analiz altyapısı ile bilgi paylaşım sistemlerini içine alan yapıdır. Bu kapsamda incelenecek ana başlıklar şunlardır:
  - 1.1. **Hizmet ve Uygulamalar:** Yol ve trafik ağı yönetimi amaçlı geliştirilen bütün AUS destekli hizmet ve uygulamalar (Örnek: Yol Ağı Yönetimi, Yol Hava Durumu Yönetimi, Toplu Taşıma Yönetimi, Trafik Güvenliği Hizmetleri, Ödeme ve Ücretlendirme Sistemleri, Yük Taşımacılığı Hizmetleri, vb.).
  - 1.2. **Veri, Bilgi ve İletişim Sistemleri:** Trafik ve ulaşım sistemleri hakkında gerekli verilerin toplanması ve arşivlenmesi, veri analizleri ile gerekli bilginin üretilmesi, bu bilgilerin gerek kullanıcılara iletilmesi ve gerekse karar destek sistemlerinde girdi olarak kullanılmasının sağlanması (Örnek: Kullanıcı Bilgilendirme Sistemleri; Geri Bildirim Hizmetleri, Trafik ve Yol Durumu Bilgi Paylaşımı, vb.).
  - 1.3. **Yönetsel Kapasite:** AUS alanında yapılacak uygulama, hizmet ve analizlerin etkin ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilmesi, karar verme süreçlerine AUS desteğinin etkin bir şekilde katılabilmesi için gerekli fiziksel olanakların oluşturulması, insan ve finansman kaynaklarının sağlanması (Örnek: AUS vizyon ve misyonlarının belirlenmesi, trafik kontrol merkezlerinin kurulması, donanımlı ve yeterli personel yetiştirilmesi, acil durum müdahale kapasitesinin varlığı, kurumlararası eşgüdüm/işbirliği).
  - 1.4. **Araç-Altyapı Teknolojileri:** Araç ve altyapı seviyesinde AUS uygulamaları için gerekli her tür iletişim, bilişim ve yönetim teknolojilerinin sağlanması (Örnek: Akıllı Araç Teknolojileri, Sürücü Destek Sistemleri, Araç-Altyapı ve Araç-Araç Haberleşme Sistemleri, Akıllı Yol Altyapıları, Alternatif Yakıt Teknolojileri, vb.).
2. **AUS Etkisi:** Sağlanan AUS yapılanması ile gerek ulaştırma sistemlerinde yaratılan doğrudan etki ve yönetsel yeterlik gerekse sürdürülebilir gelişim kapsamında (Sosyal, Ekonomik, Çevresel ve Trafik Güvenliği alanlarında) yaratılan çıktılar. Bu boyutta değerlendirilecek ana başlıklar şunlardır:

- 2.1. Ulaşım Etkisi:** AUS uygulamalarının yol ağı ve talep üzerindeki hissedilen doğrudan etkiler, (Örnek: yolculuk sürelerinde ya da gecikmelerde kısalma, sıkışıklık azalması, trafik akışlarının artması, vb.).
- 2.2. Yönetimsel Yeterlik Etkisi:** AUS desteği ile ulaştırma sistemlerinin yönetiminde işletme verimliliği ve talep doğrultusunda, hizmet sunum (talep karşılanabilirliği) yeteneğini ve kullanıcıdan gelen geri bildirimler doğrultusunda sağlanan yönetim kapasitesi sağlanması.
- 2.3. Sosyal Kazanımlar:** AUS uygulamaları sonucu erişebilirlik (özel grupların erişebilirliği), hareketlilik desteği yanısıra arazi kullanımı gibi sosyal hayatta yaratılan etkiler.
- 2.4. Trafik Güvenliği Etkisi:** Trafik güvenliği alanında görülen etkiler (kazalarda ve kazalar sonucunda yaşanan kayıplarda azalma).
- 2.5. Çevresel Etki:** Ulaşım kaynaklı çevresel sorunlarda (iklim değişikliği, hava ve gürültü kirliliği, vb) görülen etkiler.
- 2.6. Ekonomik Etki:** AUS uygulamaları ile elde edilen ekonomik kazanımlar (Örnek: yakıt tüketimi ve bağımlılığında azalma, ulaştırma sistemlerinde elde edilen varlık değeri kazanımı, vb.).

Endeks geliştirme projesinin ikinci aşaması olarak planlanan CMM yaklaşımını "AUS Gelişim Değerlendirme Modeli" yapısı Bölüm 6.2'de sunulan Öneriler kısmında ele alınmıştır.

## 5. AUS Boyut Değerlendirme Anketi ve Sonuçları

### 5.1 Anket Kapsamı

Yukarda tanımlanan değerlendirme endeksi yapısı içerisinde boyutların (ve ana başlıklarının) kapsam ve önemi anketin ilk kısmında değerlendirildikten sonra, seçilen boyutlar ve ana başlıklar arasındaki ağırlıklı oranlar “ok lütlü karar verme” yöntemi olan AHP ile irdelenmiştir (bkz. Tablo 5.1). AHP ile ağırlıkları belirlenecek boyutların (ve ana başlıkların) her birinin diğerlerine göre öneminin belirlenmesi;

- AUS Yapılanması ve AUS etkisinin değerlendirilmesi için 1 adet,
- AUS Yapılanması kapsamında tanımlı 4 ana başlığın değerlendirilmesi için 6 adet,
- AUS Etkisi kapsamında tanımlı 6 ana başlığın değerlendirmesi için 15 adet

karşılaştırma sorusu sorulmasını gerektirmektedir. Ayrıca AHP özelinde her katılımcı gruba farklı bir ağırlık tanımlama imkanı olduğundan, her AUS Paydaş Grup görüşünün diğerlerine oranla ne kadar önemli olduğunun değerlendirilmesi aynı yöntemle Soru 4’te sorulmuştur (AHP soru yapısına aşinalık sağlamak amacıyla bu soru ilk AHP sorusu olarak yer almıştır).

Soru sayısının ve anket süresinin uzaması tehlikesine karşı alt başlıkların değerlendirilmesi AHP ile yapılamayacağından, bazı alt başlıkların kendi aralarındaki önem sıralamaları farklı soru türü ile sorulmaya çalışılmıştır.

- Hizmet/Uygulama ana başlığı (1.1) altındaki alt başlıkların nemi Soru 1’de
- Diğer ana başlıklar altında tanımlanan altbaşlıkların ilgisi Soru 2-3’te
- Literatürde yer alan bir çok AUS hizmet/uygulamasının Türkiye için nceliği Soru 8’de değerlendirilmiştir.

**Tablo 5.1 AUS Boyut Değerlendirme Anket Yapısı**

<b>Katılımcı Bilgileri</b>		Eğitim durumu, çalıştığı kurum/ birim ve süresi, AUS alanındaki deneyimi, bulunduğu paydaş grubu, AUS alanında yapılması gerektiğini düşündüğü öncelikli hizmet/proje/yatırım bilgisi)
<b>Endeks yapısına dair sorular</b>	<b>Soru 1</b>	Hizmet ve Uygulamalar altında tanımlanan altboyutların önem derecesinin belirlenmesi
	<b>Soru 2</b>	Veri, Bilgi ve İletişim Sistemleri, Yönetimsel Kapasite ve Araç-Altyapı Teknolojileri için tanımlanan alt başlıkların yer aldıkları ana başlıklarla ilgisinin değerlendirilmesi
	<b>Soru 3</b>	Ulaştırma Etkisi, Yönetimsel Yeterlik Etkisi ve Sosyal Kazanımlar için tanımlanan alt başlıkların yer aldıkları ana başlıklarla ilgisinin değerlendirilmesi
<b>AHP değerlendirme soruları</b>	<b>Soru 4</b>	Paydaş grupları için görüş önem değerlendirilmesi
	<b>Soru 5</b>	AUS Yapılanmasının AUS Etkisine göre önemi
	<b>Soru 6</b>	AUS Yapılanması ana başlıklarının birbirlerine göre öneminin belirlenmesi
	<b>Soru 7</b>	AUS Etkisi ana başlıklarının birbirlerine göre öneminin belirlenmesi
<b>Öncelikli AUS alanları</b>	<b>Soru 8</b>	Literatürde yer alan AUS hizmetlerinin, Türkiye'deki mevcut olma durumu ve öncelik seviyesinin belirlenmesi

## 5.2 Anket Uygulaması

Anket uygulamasının AUS Türkiye'nin belirlediği 103 paydaş kurum/kuruluş (kamu kurumu, belediyeler ve sektör) ile yapılması planlanmıştır. Yapılan ankette özellikle AHP ile hazırlanan sorulara verilen cevapların doğruluğunu ve etkinliğini sağlayabilmek için tüm anketlerin yüz yüze yapılması kararlaştırılmıştır. Ankete katılımı artırmak amacıyla Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı tarafından gönderilen yazı ile tüm paydaşların desteği hedeflenmiştir. Anket, Ankara'da ODTÜ ekibi ve AUS Türkiye çalışanları, İstanbul'da Okan Üniversitesi ekibi tarafından yapılmıştır. Belirlenen 103 paydaştan 38 tanesinden randevu alınarak 69 uzmana ulaşılmıştır. Ayrıca farklı etkinliklerde (kongre, çalıştay vs) toplam 82 anket uygulanmıştır. Akademisyenlere elektronik posta ile dağıtılan anketler, daha sonra telefon görüşmesi ile takip edilmiş ve toplamda 115 anket gerçekleştirilmiştir.

**115 Uzman  
Katılımcı**

Proje başlangıcında paydaş olarak tanımlanan “kullanıcı” grubu anket soruları konusunda yeterince derin bilgiye sahip olmadığından anketi tamamlamada sorunlar yaşamıştır. Bu nedenle kullanıcı grubunun görüşü bu anket çalışmasına dahil edilmemiştir. Anket katılımcı bilgileri Tablo 5.2’de verilmiştir.

**Tablo 5.2** Anket Uygulanan Paydaş Grubu Profili

Paydaş Grubu	Sayı	Kurum/Kuruluş
Kamu teknik görüşü	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı</li> <li>• Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı- UAB (HGM, KDGM)</li> <li>• Boğaziçi Üniversitesi (Akıllı Sist. Lab.)</li> <li>• Karayolları Genel Müdürlüğü</li> </ul>
Kamu idari görüşü	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ankara Büyükşehir Belediyesi</li> <li>• Malatya Büyükşehir Belediyesi</li> <li>• UAB</li> <li>• Eskişehir Büyükşehir Belediyesi</li> <li>• Sakarya Büyükşehir Belediyesi</li> </ul>
Sektör görüşü	67	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accenture End. Yaz. Çöz. Ltd. Şti.</li> <li>• ARGEDOR Bilisim Tek.</li> <li>• Arvento R&amp;D Teknik</li> <li>• BASAR SOFT</li> <li>• Bor Yazılım</li> <li>• Ford Otosan</li> <li>• EMAY Müh. Müş. A.Ş.</li> <li>• Havelsan</li> <li>• ISSD</li> <li>• İspark A.Ş.</li> <li>• Kayseri Ulaşım A.Ş.</li> <li>• Mobiliz Bilgi İletişim Tek.</li> <li>• ORTANA</li> <li>• Parabol Yazılım</li> <li>• Rayennur Akıllı Ulaşım Sistemleri</li> <li>• TEKNOTEL</li> <li>• Verisun Teknoloji A.S.</li> <li>• Alpera Savunma Sistemleri</li> <li>• ARTRON A.S.</li> <li>• ASYA Trafik</li> <li>• BMC Power</li> <li>• BYS Grup Analitik</li> <li>• Ekin Tek.</li> <li>• FEV Türkiye</li> <li>• Hexagon Studio</li> <li>• Intetra Elektronik A.Ş.</li> <li>• KAREL</li> <li>• MC Sistem</li> <li>• ON Elk. Ltd. Şti.</li> <li>• Palye A.Ş.</li> <li>• Proline</li> <li>• TANDEM Trafik Sist. Ltd. Sti.</li> <li>• Valen Bilişim Medya Tek.</li> <li>• WRI (World Resources Institute)</li> </ul>
Akademisyen görüşü	32	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adana Bilim Teknoloji Üniversitesi</li> <li>• Afyon Kocatepe Üniversitesi</li> <li>• Atatürk Üniversitesi</li> <li>• Dokuz Eylül Üniversitesi</li> <li>• Fırat Üniversitesi</li> <li>• Gümüşhane Üniversitesi</li> <li>• İstanbul Üniversitesi</li> <li>• Kocaeli Üniversitesi</li> <li>• Okan Üniversitesi</li> <li>• Pamukkale Üniversitesi</li> <li>• Selçuk Üniversitesi</li> <li>• Adnan Menderes Üniversitesi</li> <li>• Akdeniz Üniversitesi</li> <li>• Balıkesir Üniversitesi</li> <li>• Erzurum Teknik Üniversitesi</li> <li>• Gaziosmanpaşa Üniversitesi</li> <li>• İstanbul Teknik Üniversitesi</li> <li>• Kırıkkale Üniversitesi</li> <li>• Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi</li> <li>• Ondokuz Mayıs Üniversitesi</li> <li>• Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi</li> <li>• Yıldız Teknik Üniversitesi</li> </ul>
Dış uzman görüşü	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wayne State University</li> </ul>
Kullanıcı	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BMC Power</li> </ul>

### 5.3 Değerlendirme Endeks Yapısı

Endeks yapısında öngörülen alt başlıkların ana başlıklar ile ilişkilerinin ve ağırlıklarının anket süresini çok uzatacağı ve toplanan verilerin yeterince anlamlı olamayacağı düşünüldüğünden AHP kullanılmadan değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda önerilen anket yapısındaki hiçbir alt başlık ana başlık ile tamamen ilgisiz görülmemiştir ki bu da endeks yapısının tutarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak yine de bazı alt başlıklar için tam bir fikir birliği sağlanamamış ve ilgililik seviyesinde dağılımlar görülmüştür. Bu sonuçların katılımcının paydaş grubu gibi özelliklerine göre detaylı olarak incelenmesi ve endeks yapısının tam bir fikir birliği ile kabul görmesi için çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Özellikle katılımcılardan bazılarının, bazı alt başlıklar için (çalışma alanı yönetimi, varlık yönetimi, vb.) tam olarak anlaşılmadığını belirtmeleri, öngörülen kavram ve terimlerin tam anlaşılmadığını ve/veya bilinirliklerinin düşük olduğu sonucunu ortaya koyabilir. Anket esnasında bu kavramlar tam açıklanmadan, bilinir kabul edilerek çıkan sonuçları değerlendirmek doğru olmayacaktır. Bu genel sonuçlara bakıldığında öncelikle AUS Türkiye tarafından tüm kavramların kapsamlarının ve bilinirliklerinin artırılması amacıyla eğitimler verilmesi ve organizasyonların yapılması gerekmektedir. Bu genel sonuçların yanında her bir soru kapsamında ana başlıklar için değerlendirmeler yapılması oldukça önemlidir.

AUS endeks yapısına dair sorularda ilk olarak hizmet ve uygulamaların önem seviyelerine verilen cevaplar incelendiğinde alt başlıklardan yol ağı yönetimi, toplu taşıma yönetimi ve trafik güvenliği uygulamaları büyük çoğunluk tarafından çok önemli olarak değerlendirilmiştir (Tablo 5.3). Öngörülen diğer alt başlıklar önemsiz bulunmamakla birlikte önemli ya da çok önemli olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerin paydaş grupları bakış açısına göre incelemesi yapılmış, ancak en çok sayıda ankete sahip iki paydaş gurubunda da (sektör ve akademisyen) bu görüşün değişmediği, yine önemli ya da çok önemli olarak dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu sonuçlar alt başlıkların paydaş guruba göre değil kavramsal olarak incelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

**Tablo 5.3 Hizmet ve Uygulamalar İçin Önem Değerlendirmesi Sonuçları**

<b>Soru 1: Aşağıdaki hizmet/uygulama alanları için <b>SİZE göre</b> önem derecelerini belirtiniz.</b>				
<b>Hizmet/Uygulama alanları</b>	<b>Az Önemli (1-3)</b>	<b>Önemli (4-6)</b>	<b>Çok önemli (7-9)</b>	<b>Ortalama Puan</b>
<b>Genel Değerlendirme</b>				
Yol Ağı Yönetimi (N= 114)	3	12	99	7.79
Toplu Taşıma Yönetimi (N= 114)	0	13	101	8.04
Trafik Güvenliği Uygulamaları (N= 114)	0	6	108	8.29
Yol-Hava Durumu Yönetimi (N= 114)	7	44	63	6.44
Ödeme ve Ücretlendirme Sistemleri (N= 114)	11	57	46	5.97
Yük Taşımacılığı Hizmetleri (N= 114)	9	50	55	6.14
<b>Akademisyen Görüşü</b>				
Yol Ağı Yönetimi (N= 32)	0	4	28	7.22
Toplu Taşıma Yönetimi (N= 32)	0	5	27	7.34
Trafik Güvenliği Uygulamaları (N= 32)	0	2	30	7.66
Yol-Hava Durumu Yönetimi (N= 32)	2	10	20	5.88
Ödeme ve Ücretlendirme Sistemleri (N= 32)	2	17	13	5.63
Yük Taşımacılığı Hizmetleri (N=32)	6	10	16	6.09
<b>Sektör görüşü</b>				
Yol Ağı Yönetimi (N= 62)	3	6	53	7.98
Toplu Taşıma Yönetimi (N= 62)	0	8	54	8.13
Trafik Güvenliği Uygulamaları (N= 62)	0	2	60	8.52
Yol-Hava Durumu Yönetimi (N= 62)	5	26	31	6.66
Ödeme ve Ücretlendirme Sistemleri (N= 62)	8	33	21	5.84
Yük Taşımacılığı Hizmetleri (N=62)	1	29	32	6.02

AUS Yapılanması boyutunda, belirlenen 4 ana başlıktan a) Yönetimsel Kapasite, b) Veri, Bilgi ve İletişim ve c) Araç-Altyapı Teknolojileri altında olması önerilen alt başlıkların uygunluğu (ana başlıkla ilgisi) Tablo 5.4a-c'de incelenmiştir. Literatür ışığında önerilen alt başlıkların çoğu seçilen ana başlıkla “çok ilgili (4-5 puan)” bulunmuştur. Yine bazı alt başlıklar (afet durumlarında trafik yönetimi, AUS personeli kapasitesi, AUS finansmanı, politika/vizyon/liderlik) yoğun bir şekilde olmasa da önemli ölçüde katılımcı tarafından önemli olarak değerlendirilmiştir. Alt başlıklar paydaş gruplarına göre incelendiğinde ise gruplar arası belirgin bir farklılık olmadığı görülmektedir. Sadece,

- Yönetimsel Kapasite altında yer alan “Çalışma Alanı Yönetimi”
- Araç-Altyapı Teknolojileri altında yer alan “Varlık Yönetimi” ve “Alternatif Yakıt”



alt başlıkları konusunda ortak görüş güçlü bir şekilde oluşmamış, bu alanlar belirgin oranda “İlgili (2-3 puan)”, hatta küçük bir kesimden “İlgisiz (0-1 puan)” olarak algılanmıştır.

Bu alanlardan uzun yıllardan beri ABD literatüründe yer alan “Çalışma Alanı Yönetimi (Workzone Management)” kavramı, ülkemizdeki mevzuatta doğrudan yer alan bir kavram olmadığından çeviri olarak sunulmuştur. Dolayısıyla bu kavramın tam ifade gücüne sahip olmadığı düşünülmektedir. Diğer taraftan AUS literatüründe yeni gelişen kavramlar olan “Varlık Yönetimi (Asset Management)” ve “Alternatif Yakıt (Alternative Fuel)” konularına paydaş gruplarınca yeterince aşına olunmadığı düşünülmektedir.

**Tablo 5.4a** AUS Yapılanması – Yönetimsel Kapasite Alt Başlıkların Ana Başlık İle İlgisinin Değerlendirmesi

Genel	İlgisiz (0-1)	İlgili (2-3)	Çok İlgili (4-5)	Toplam Puan
<b>a) Yönetimsel Kapasite</b>				
Trafik Kontrol Merkezi Genel (N= 111)	2	12	97	4.39
AUS Personeli Kapasitesi Genel (N= 110)	2	29	79	3.97
Politika/Vizyon/Liderlik Genel (N= 111)	4	28	79	3.99
AUS Finansmanı Genel (N= 110)	1	28	81	3.98
Kurumlararası Eşgüdüm Genel (N= 113)	2	21	90	4.15
Birlikte çalışabilirlik Genel (N= 112)	0	18	94	4.23
Vaka Yönetimi Genel (N= 110)	1	25	84	3.95
Afet Durumlarında Trafik Yönetimi Genel (N= 110)	1	33	76	3.99
Çalışma Alanı Yönetimi Genel (N= 109)	6	45	58	3.55
<b>b) Veri, Bilgi ve İletişim</b>				
İzleme ve Veri Toplama Genel (N= 113)	0	3	110	4.72
Veri Arşivleme Genel (N= 112)	2	10	100	4.43
Veri Analizleri Genel (N= 112)	0	5	107	4.71
Bilgi Paylaşımı ve Yönetimi Genel (N= 113)	0	15	98	4.41
Kullanıcı Bilgilendirme Genel (N= 111)	1	12	98	4.26
Geri bildirimler Genel (N= 112)	2	17	93	4.16
<b>c) Araç-Altyapı Teknolojileri</b>				
Akıllı Araçlar Genel (N= 112)	3	22	87	4.17
Sürücü Destek Sistemleri Genel (N= 112)	3	21	88	4.11
Varlık Yönetimi Genel (N= 104)	11	49	44	3.23
Araç/Altyapı Haberleşmesi Genel (N= 112)	1	10	101	4.47
Akıllı Yol Altyapısı Genel (N= 107)	0	12	95	4.49
Alternatif Yakıt Genel (N= 112)	13	50	49	3.19

“AUS Etkisi Boyutunda Alt Başlıkların Ana Başlıklar İle İlgisinin Değerlendirmesi” incelendiğinde; alt başlıkların çoğunun yine “çok ilgili” olarak belirlendiği görülmektedir (Tablo 5.5). Alt başlıklar arasında en yoğun dalgalanmayı ortaya koyan, “yük taşımacılığı etkisi” olarak dikkat çekmektedir. Bunun yanında “arazi kullanımı”, “finansal sürdürülebilirlik”, “talep duyarlı yönetim kapasitesi” ve “özel grupların erişebilirliği” önemli ölçüde katılımcı tarafından “ilgili” olarak değerlendirilmiştir. Yine dağılımların olduğu alt başlıklar için paydaş gruplarına göre bir değişiklik olmadığı görülmektedir.

AUS Yapılanması ve AUS Etkisi boyutları ana başlıkları için ilgililik değerlendirmelerinin yanında, katılımcılara alt başlık önerileri ve yorumları da sorularak endeks yapısında eksiklik olup olmadığı incelenmiştir. Katılımcılardan gelen öneriler aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- **Yönetimsel Kapasite:** Birlikte çalışabilirlik, değiştirilebilirlik, veri analizleri, kullanıcı bilgilendirme, geri bildirimler, ölçeklenebilirlik, uygulanabilirlik, otonom olması, kurumlararası ortak eğitim platformu, verilerin alan çalışmalarında anlık uygulama imkanı,
- **Veri, Bilgi, İletişim:** Güvenlik, veri merkezi, veri kanunu, veri toplamada personel etkisinin azaltılması, operatörlerdeki 5G sisteminden faydalanabilme,
- **Araç Altyapı:** Standart protokol oluşturulması, veri analiz, mobil iletişim sisteminin kullanılması, özel araç ve toplu taşıma için ayrı ayrı değerlendirme,
- **Ulaştırma Etkileri:** Toplu taşıma ve ödeme ücretlendirme, kamuoyu bilgilendirme,
- **Sosyal Kazanımlar:** Çevre, emisyon, trafik güvenliği, ekonomi, kamuoyu katılımı ile başarı ölçütlerinin belirlenmesi,
- **Yönetimsel Yeterlik:** Ekonomik etkiler, talebe bağlı yönetim uygulaması olmaması, çalışma ekibi seçiminde standart ve teknik özelliklerin belirlenmesi.

#### 5.4 AHP Değerlendirme Sonuçları

AUS Boyutları (AUS Yapılanması ve AUS Etkisi) arasında yapılan ilk AHP değerlendirmesi incelendiğinde, genel olarak yakın bir önem seviyesi olduğu (%55-%45), Tablo 5.6'da görülmektedir. Bu soruda sadece iki kavram arasında değerlendirme yapıldığı için tutarsızlık değeri hesaplaması yapılmamıştır.

Paydaş grupları arasında farklılıklar olduğu, özellikle kamu teknik gurubunun AUS yapılanmasını çok daha önemli bulduğu dikkat çekmektedir. Tüm katılımcılar arasında

kamu teknik gurubunun çok düşük bir paya sahip olduğu düşünülürse, eğer bu gruptan daha çok katılımcıya erişilirse, genel sonuçlarda değişiklik olabileceği öngörülmektedir.

Bu iki ana boyutun önem seviyesinin genel olarak birbirine yakın önemde bulunmasının nedeni incelenmeli, bu sonucun farklı bölgeler için de benzer şekilde değerlendirilip değerlendirilmediği araştırılmalıdır. Ana başlıklar için birbirlerine göre önem değerlendirmeleri AHP ile yapılarak, ana başlıkların tutarsızlık değerlerine göre hesaplanmış yüzde dağılımları paydaş gruplarına ve tutarsızlık elemesine göre Tablo 5.6'da özetlenmiş ve hesaplanan yüzdesel dağılımlar Şekil 5.1' de görülen endeks yapısı üzerine yerleştirilmiştir.

**Tablo 5.5 AUS Etkisi Boyutunda Alt Başlıkların Ana Başlıklar İle İlgisinin Değerlendirme Sonuçları**

<b>Soru 3: AUS Etki alanları için belirlenen alt başlıkların ilgi derecesini değerlendiriniz.</b>					
<b>Genel</b>		<b>İlgisiz (0-1)</b>	<b>İlgili (2-3)</b>	<b>Çok İlgili (4-5)</b>	<b>Toplam Puan</b>
<b>Ulaştırma Etkileri</b>					
Yol Ağı Yönetimi Etkisi	<b>Genel (N= 113)</b>	0	8	105	4.56
Ulaşım Talep Yönetimi Etkisi	<b>Genel (N= 113)</b>	0	20	93	4.25
Toplu Taşıma Etkisi	<b>Genel (N= 113)</b>	1	10	102	4.43
Araç/Altyapı Sistemleri Gelişimi	<b>Genel (N= 113)</b>	3	28	82	3.95
Yük Taşımacılığı Etkisi	<b>Genel (N= 106)</b>	6	48	52	3.37
<b>Yönetimsel Yeterlik</b>					
İşletme Verimliliği	<b>Genel (N= 111)</b>	2	20	89	4.08
Yönetişim Kapasitesi	<b>Genel (N= 111)</b>	4	21	86	3.95
Talep Duyarlı Yönetim Kapasitesi	<b>Genel (N= 111)</b>	3	30	78	3.94
Finansal Sürdürülebilirlik	<b>Genel (N= 109)</b>	2	31	76	3.87
<b>Sosyal Kazanımlar</b>					
Hareketlilik Desteği	<b>Genel (N= 111)</b>	1	23	87	4.17
Erişebilirlik	<b>Genel (N= 112)</b>	2	12	98	4.33
Özel Grupların Erişebilirliği	<b>Genel (N= 111)</b>	4	30	77	3.92
Arazi Kullanımı	<b>Genel (N= 112)</b>	13	33	66	3.50

**Tablo 5.6 AUS Boyutlarının ve Ana Başlıklarının AHP İle Değerlendirmesi**

Kavramlar	Göreceli Önem
AUS Yapılanması	0.55
AUS Etkisi	0.45
Yönetimsel Kapasite	0.18
Hizmet/ Uygulamalar	0.28
Veri/Bilgi/İletişim	0.29
Araç/Altyapı	0.25
Ulaştırma Etkileri	0.16
Yönetimsel Yeterlik	0.09
Sosyal Kazanımlar	0.12
Trafik Güvenliği Etkisi	0.34
Çevresel Etkiler	0.16
Ekonomik Etkiler	0.14

AUS Yapılanması (%55)		AUS Etkisi (%45)	
Hizmet/Uygulamalar (%16)	Yönetimsel Kapasite (%10)	Ulaştırma Etkileri (%7)	Sosyal Kazanımlar (%5,5)
Veri, Bilgi ve İletişim (%16)	Araç-Altyapı Teknolojileri (%13)	Yönetimsel Yeterlik (%4)	Trafik Güvenliği Etkisi (%15)
			Çevresel Etkiler (%7)
			Ekonomik Etkiler (%6,5)

**Şekil 5.1** Geliştirilen Akıllı Ulaşım Değerlendirme Endeksi Byut ve Ana Başlıkların Ağırlık Değerleri

AUS yapılanması ana başlıkları birbirlerine göre değerlendirildiğinde, genel sonuçlarda ana başlıklar için yakın önem değerleri olduğunu, ancak paydaş gruplarına göre bu oranların değiştiği görülmektedir. Özellikle “Yönetimsel Kapasite“ ana başlığı genel ve diğer paydaş grupları için en düşük seviyede önemli olarak değerlendirilirken, kamu idari gurubu tarafından en önemli iki ana başlıktan biri olarak belirlenmiştir. Bu gruptaki katılımcı sayısının oldukça az olduğu (6 katılımcı) göz önüne alınırsa %18 olarak belirtilen bu ana başlığın genel dağılımda daha fazla payının olabileceği göz ardı edilmemelidir.

AUS etkisi ana başlıkları için yapılan değerlendirmelerde, “Trafik Güvenliği Etkisi” ana başlığının en büyük önem seviyesinde olduğu, “Yönetimsel Yeterlilik”in en düşük paya sahip olduğu ve paydaş gruplarına göre değişiklik göstermediği görülmektedir. Ana başlıklar arasından “Ulaşım Etkileri”, “Sosyal Kazanımlar” ve “Çevresel Etkiler” ana başlıklarının kamu teknik gurubu tarafından daha farklı önem oranlarına sahip olduğu, sosyal kazanımların aynı zamanda akademisyenler tarafından da daha farklı önemde değerlendirildiği görülmektedir.

## **5.5 Öncelikli AUS Alanları**

Anket kapsamında katılımcılara AUS konusundaki tecrübeleri ve en öncelikli gördükleri proje/yatırım alanları sorularak hem mevcut durumun değerlendirilmesi hem de katılımcıların kişisel donanımları hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

Kamu Teknik Grubundaki katılımcılar AUS mimarisinin ve strateji belgesinin oluşturulması, yol kenarı denetim istasyonları, otoyol/tünel işletmeciliği konularında deneyime sahip olduklarını belirtirken; Kamu İdari Grubundaki katılımcılar ise belediye özelinde master plan, akıllı kavşak, akıllı durak, kavşak yönetimi, trafik denetleme sistemleri, izleme-görüntüleme konularında tecrübeleri olduğunu belirtmiştir.

Tecrübe alanları yakınlık göstermesine karşın en öncelikli buldukları alanlarda ortak bir bakış açısı görülmemekle birlikte, ülke ölçeğinde AUS uygulamalarında bir standartlaşma olması ve eğitimler ön plana çıkmaktadır. Sektörden katılımcıların daha çok öncelikli olarak Trafik Kontrol Merkezi kurulumu ve trafik yönetimi, akıllı kavşak yönetimi, Elektronik Denetleme Sistemleri (EDS) konularına, sonrasında da akıllı toplu taşıma projeleri, mobil uygulamalar ve az da olsa sürücüsüz araç konularına önem verdiği görülmektedir. Bu grupta belirtilen öncelikler incelendiğinde ise AUS konusunda ülke genelinde bir yol haritasına ihtiyaç duyulduğu, uygulamada birlik sağlanamadığı, belirsizliklerin yatırımları

olumsuz etkilediği ve kullanıcının sisteme dahil edilerek toplu taşıma konularındaki yatırımların arttırılması gerekliliği dikkat çekmektedir.

Akademisyen gurubundaki katılımcılardan bazıları kavşak yönetimi, koridor yönetimi, veri toplama, trafik simülasyonu-optimizasyonu, EDS sistemleri üzerine çalışmalara sahipken birçoğu AUS alanında herhangi bir tecrübe belirtmemiştir. Katılımcılar tarafından öncelikle AUS uygulamaları için bir standart tanımlanması ve trafik güvenliği konusundaki uygulamaların arttırılması öncelikli olarak belirtilmiştir.

### **AUS Hizmet/Uygulamaları için Önceliklendirmeler**

Literatürde yer alan AUS hizmet ve uygulamalarının Türkiye'deki mevcut durumu ve öncelik seviyesi değerlendirme sonuçları Tablo 5.8' de görölmektedir. Önerilen tüm hizmet ve uygulamalar genel olarak öncelikli (öncelik değeri 3 üzeri) bulunmakla beraber, özellikle trafik izleme ve görüntüleme, acil/geçici durum trafik yönetimi, trafik kontrol merkezi, elektronik hız denetimi, elektronik kırmızı ışık ihlal denetimi konuları çok öncelikli (öncelik değeri 4 ve üzeri) olarak öne çıkmaktadır.

**Tablo 5.8** AUS Hizmetlerinin Türkiye'deki Önceliklerinin Değerlendirilmesi Sonuçları

<b>Soru 8:</b> Aşağıdaki AUS hizmetlerinin, Türkiye'deki mevcut durumu ve öncelik seviyesi (0:hiç öncelikli değil- 5:çok öncelikli) hakkındaki görüşünüzü belirtiniz.							
AUS Uygulamaları	Örnek Var (N)	Türkiye için öncelik değerlendirilmesi					
		N	Öncelikli Değil (0-1)	Öncelikli (2-3)	Çok Öncelikli (4-5)	Ortalama Puan	
<b>Veri</b> Trafik İzleme ve Görüntüleme	102	111	2	22	87	<b>4,15</b>	
	Altyapı İzleme ve Görüntüleme	70	93	3	31	59	<b>3,76</b>
<b>Ağ Yönetimi</b> Adaptif Kavşak Sinyal Kontrolü	81	99	8	24	67	<b>3,83</b>	
	Akıllı Kavşak Yönetimi	79	100	6	26	68	<b>3,88</b>
	Eko Sinyal Önceliği	22	56	7	24	25	3,23
	Eko Trafik Sinyalizasyon Planlaması	31	61	6	22	33	3,41
	Katılım Erişim Kontrolü	42	75	7	31	37	3,31
	Kuyruklanma Uyarıları	49	85	8	36	41	3,33
	Şerit Yönetimi	57	92	12	36	44	3,33
	Şerit Yön Değiştirme Uygulamaları	51	84	10	34	40	3,27
	Değişken Hız Sınırı	67	98	14	29	55	3,41
	Hız uyumlandırma	35	73	8	27	38	3,34
	Eko Şerit Yönetimi	11	46	5	20	21	3,22
	<b>Acil Durumlarda Tahliye</b>	45	82	6	19	57	<b>3,88</b>
	<b>Acil/Geçici Durum Trafik Yönetimi</b>	54	86	6	17	63	<b>4,00</b>
	Yol Geometrisi Uyarı Sistemleri	57	83	8	31	44	3,54
	<b>Demiryolu Hemzemin Geçit Uyarı Sistemleri</b>	90	101	4	33	64	<b>3,85</b>
	<b>Toplu Taşıma Yönetimi</b> Sinyal Önceliklendirme	53	81	7	21	53	<b>3,75</b>
		Dinamik Yönlendirme/Rotalama	38	79	3	21	55
Çok Modlu Planlama/Yönetim		31	64	4	18	42	<b>3,81</b>
<b>Toplu Taşıma Akıllı Kart Uygulamaları</b>		97	106	3	32	71	<b>3,92</b>
<b>Ödeme/Ücretlendirme</b> Akıllı kart uygulamaları	97	104	4	30	70	<b>3,92</b>	
	Sıkışıklık Ücretlendirmesi	17	73	11	25	37	3,30
	Otomatik Ücretlendirme Sistemleri	89	102	7	37	58	3,67
<b>Yönetimsel Kapasite</b> Altyapı Yönetimi	52	82	3	26	53	<b>3,78</b>	
	<b>Trafik Kontrol Merkezleri</b>	101	109	2	25	82	<b>4,12</b>
	Varlık Yönetimi	45	70	3	29	38	3,54
	Çalışma Alanı Yönetimi	32	65	4	31	30	3,37
<b>Park Yönetimi</b> Otopark Yönetimi	82	102	6	30	66	3,73	
	Yol kenarı park yönetimi	67	96	8	30	58	3,65
	Eko Akıllı Parklanma	19	65	6	21	38	3,51
<b>Bilgilendirme Sistemleri</b> Dinamik Mesaj İşaretleri	88	105	5	30	70	<b>3,78</b>	
	<b>Toplu Taşıma Yolcu Bilgilendirme Sistemleri</b>	95	108	7	20	81	<b>3,94</b>
	Araç-içi Sürücü Bilgilendirme Sistemleri	74	98	9	27	62	3,71
	Hava Durumu Bilgilendirme Sistemleri	78	99	9	46	44	3,38
<b>Denetleme Sistemleri</b> Elektronik Hız Denetimi	101	111	4	18	89	<b>4,14</b>	
	<b>Elektronik Kırmızı Işık İhlal Denetimi</b>	94	107	7	14	86	<b>4,12</b>
	Katılım Erişim Denetimi	31	60	7	30	23	3,18
	Erişim Denetimi	29	55	2	26	27	3,45
<b>Yük Taşımacılığı Sistemleri</b> Filo Yönetimi	75	89	6	39	44	3,47	
	Modlararası Yük Taşımacılığı	43	71	3	30	38	3,63

## 6. Sonuçlar ve neriler

Türkiye’de AUS ile ilgili olarak yapılmış olan uygulamaların giderek yaygınlaşması beklenmektedir. Bu alışmalar sonucunda öne çıkan trafik güvenliği için destek sağlanmasıdır. Elektronik ödeme sistemleri, akıllı kart, mobil ve e-bilet uygulamalarının başlatılması ve yaygınlaştırılması da önem kazanmıştır. Ayrıca talep yönetimi, yolcu ve sürücü bilgilendirme sistemlerinin kurularak bilgi paylaşımının sağlanması gibi hedefler öngörölmüştür (UAB, 2014).

Ancak bugüne kadar yapılmış çalışmalar birbirinden kopuk, parça parça uygulamalar niteliğindedir. Amaç doğrultusunda etkinliği artıracak “bütönlöklö AUS çalışmalarının eksikliğinin hissedildiği” önemli bir saptamadır. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB) tarafından Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2014-2016) hazırlanmıştır (UAB, 2014). Ölkemizde kamu tarafından AUS ile ilgili genel değerlendirmenin ilk olarak belirtilen belgede ele alınmış olduğu söylenebilir. Konunun kapsamlı olarak ele alınması gereği bulunmaktadır.

AUS gelişmelerine yol gösterecek planlamaların ve uygulamaların amaca uygun olarak gerçekleşebilmesi için başarıml ölçütünün gereği açıktır. Ancak yapılan çalışmalar bağlamında başarımlın değerlendirilmesi konusuna ilişkin bir çabaya rastlanmamaktadır.

Bu alışma AUS’un başarımlının değerlendirilmesine ilişkin olarak önemli bir başlangıç oluşturacak niteliktedir. Konunun sürekli gelişime açık olduğu ABD ve AB’deki çalışmalardan görölmektedir. Kuşkusuz, bu çalışmanın da derinleştirilerek ve iyileştirilerek sürdürölmeli gerekmektedir.

### 6.1 Sonuç ve Bulgular

Yapılan literatür çalışmaları ve anket veri toplama yöntemleri ile AUS konusunda kapsamlı bir endeks yapısının ön hazırlıkları tamamlanmış, ana boyutları ve bunların ağırlıkları konusunda görüş derlenmiştir.

Yerel yönetimler başta olmak üzere AUS paydaşı olan yatırımcı kurum ve kuruluşlar için yol haritası geliştirmeye destek olacak ve sağlıklı AUS gelişimine destek verecek süreçlerin tanımlanması çok önemlidir. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ölkelerde,



ulaştırma yatırımlarının ve bu yatırımlarla elde edilen faydaların (ve maliyet-etkinlikler/verimlilikler) takip edilmesi kalkınmada yaratılacak katma değer açısından önemlidir. Bu nedenle geliştirilecek bir AUS endeks kapsamında daha önce detaylı şekilde tartışıldığı gibi sadece çıktı odaklı bir değerlendirme yapılabilmesi anlamlı değildir. Öncelikle mevcut altyapının detaylı olarak irdelenmesi ve yapılacak iyileştirmeler ile sistemlerden sağlanacak faydaların incelenmesi gerekmektedir.

Diğer taraftan sürdürülebilir ulaşım ve kalkınma prensiplerine destek veremeyecek AUS yatırımlarının da engellenmesi gerekir. Ancak AUS gibi çok boyutlu bakış açısı gerektiren alanlarda değerlendirme yapılabilmesi için çok kapsamlı incelemeler ve örnek vaka çalışmaları yapılmalı ve ihtiyaç çok iyi bir şekilde tanımlanmalıdır.

Bu proje kapsamında, endeks yapısında yer alması, AUS boyutları, bu boyutlar altında incelenmesi gereken ana başlıklar ve alt başlıklar hem literatür çalışmaları hem de farklı paydaş gruplarına uygulanan anket yardımı ile belirlenmiş ve genel bir çerçeveye oturtulmuştur (Şekil 5.1). Oluşturulan bu çerçevede ana başlıkların değerlendirmedeki etkisi anket ile belirlenmiş, ancak bu alt başlıkların değerlendirilebilmesi için gereken değerlendirme alanları, süreçler ve ölçütler konularında tanımlamalar ve yöntemler belirlenememiştir. Böyle bir değerlendirmenin yapılabilmesi için çok daha kapsamlı bir araştırma ve vaka incelemelerinin de gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

## 6.2 Önerilen AUS Gelişim Değerlendirme Modeli

Projenin önerilen ikinci aşamasında “AUS Değerlendirme Endeksi” yönteminin tamamlanabilmesi için;

- i. Literatür çalışmasında derlenen başarımlı ölçütlerinin, belirlenen AUS boyutları ile ilişkisinin tanımlanacağı,
- ii. Türkiye kapsamında belirlenecek öncelikli alanlar ve toplanabilecek veriler ışığında hesaplanabilecek ölçütlerin kapsanacağı ,
- iii. sağlıklı ve etkin bir AUS gelişim sürecinin tanımlanacağı

bir “AUS Gelişim Değerlendirme Modeli” geliştirilmesine ihtiyaç vardır. AUS gelişimi değerlendirme modeli olarak adlandırılacak model kapsamında *CMM* bakış açısından esinlenilerek belirlenen her alt başlık için değerlendirme alanı, süreç ve ölçütlerin tanımlanması ve bu tanımlamaların aynı zamanda bir yetkinlik ya da olgunluk seviyesine yerleştirilmesi hedeflenmektedir. AUS alanının değerlendirmelerinde kullanılacak

yaklaşımlarda ciddi farklılıklar olabileceği öngörüldüğü için doğrudan *CMM* yaklaşımının kullanılması ve tüm alt başlıkların tek bir seviyelendirme şekli kullanılarak toplanabilmesi mümkün değildir. Bu nedenle öncelikle literatürde yer alan ve seviyelendirme ile değerlendirme yapılabilen tüm modellerin ayrıntılı olarak incelenmesi ve en doğru yaklaşımın belirlenebilmesi oldukça önemlidir.

Şekil 5.1’de yer alan genel AUS çerçevesinde bulunan AUS hizmet ve alanlarının yeniden düzenlenerek hepsi için ortak seviyelendirme olanağı sağlayacak Şekil 6.1’deki gibi benzer bir yapıya dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu yapıda önemli olan, mevcut olarak ağırlıkları hesaplanabilmiş olan ana başlıklar ve bunların altında yer alan alt başlıklar ile hedeflenen AUS çıktılarına değerlendirmeye imkan tanıyan ölçütler arasındaki ilişkilerin tanımlanmasıdır. Literatürde bu alanlar konusunda bazı yorumlar ve hesaplama yöntemleri tarif edilse de gerek ulusal hedefler ve gerekse ulusal imkanlar dahilinde beklenen AUS süreçleri tanımlanmalıdır. Bu süreçler arasındaki ilişkiler de dikkate alınarak AUS gelişmişlik seviyeleri (S0, S1... S4 gibi) tanımlanması faydalı olacaktır. Bu süreçte, daha önce ulusal AUS mimarisi için hazırlanan bilgi ve mimari birikimden de faydalanılması ve bunun AUS gelişim hedeflerine temel oluşturmasının önemli olduğunu unutmamak gerekir.

Yapılacak her tanımlama ve değerlendirme yöntemi AUS alanında aktif ve uygulamaları olan en az bir belediye ile ortak çalışma sonucunda belirlenmeli, böylece uygulamada karşılaşılan sorunlar da literatüre dahil edilmelidir. Çalışmalar senaryo denemeleri ile zenginleştirilerek yapılan yatırımların süreçlere olası etkisi ve diğer yatırımlarla ilişkileri de incelenmelidir. Ayrıca oluşturulacak bu modelde değerlendirme, bu konuda eğitim almış uzman kişiler tarafından bir hizmet olarak yapılmalıdır. Hedeflenen sadece bir model geliştirerek bir endeks puanının hesaplanması yerine, kapsamlı bir rapor sunulması olmalıdır. Değerlendirilen belediye için;

- AUS Yapılanması boyutundaki başarı seviyesi,
- AUS Etkisi boyutundaki başarı seviyesi,
- Genel başarı seviyesi,
- Süreçlerdeki eksiklikler ve aralarındaki kopukluklar,
- Bu sorun ve kopuklukların iyileştirilmesi için öneriler,
- Yatırım önerileri

gibi ayrıntılı bilgiler içermelidir.

Bu model, süreklilik sağlanması ve belli bir kalite tanımının yapılması zorunlu olan sektörlerin (yazılım sektörü gibi) değerlendirilmesi için kullanılan “Yetkinlik ve Olgunluk Modeli (CMM)” yaklaşımı ile geliştirilmelidir. CMM kapsamında tanımlanması gereken süreç ve seviyeler AUS sektörünün ana paydaşlarının (Belediyeler ve karayolu idareleri) desteği ile gerekli ve geçerli koşullarda gerçekleştirilebileceğinden, ikinci aşamanın başarıya ulaşabilmesi için bu AUS paydaşlarından bir ya da birkaçı ile daha yakın ve uzun süreli (en az 1 yıl) işbirliği öngörülmalıdır.



## AUS Gelişim Değerlendirme Modeli

Şekil 6.1 Projenin ikinci aşaması için önerilen AUS Gelişim Değerlendirme Modeli yapısı

## KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği <i>European Unity</i>
ABD	Amerika Birleşik Devletleri <i>United States of Amerika</i>
ACQ	Satınalma Süreci
AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci <i>Analitical Hierachy Process</i>
ATIS	İleri Yolcu Bilgilendirme Sistemi Advance Traveller Information System
AUS	Akıllı Ulaşım Sistemleri <i>Intelligent Transportation Systems</i>
AUS Türkiye	Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği <i>Association of Intelligent Transportation Systems of Turkey</i>
CONDUITS	Kentsel Akıllı Ulaşım Sistemleri Ağ Tanımlıyıcıları Koordinasyonu <i>Coordination of Network Descriptors for Urban Intelligent Transport Systems</i>
CMM	Yetkinlik Olgunluk Modeli <i>Capability Maturity Model</i>
CMMI	Yetkinlik Olgunluk Modeli Entegrasyonu <i>Capability Maturity Model Integration</i>
CVOs	Ticari Araç İşletimi Commercial Vehicle Operations
EDS	Elektronik Denetleme Sistemi
EFQM	Avrupa Kalite Yönetimi Vakfı <i>European Faoundation of Quality Management</i>
FHWA	Federal Karayolu İdaresi <i>Federal Highway Administration</i>

ISTEA	<i>Türler Arası Kara Ulaşımı Verimliliği Yasası</i> <i>Intermodal Surface Transformation Efficiency Act</i>
ITS	<i>Intelligent Transportation Systems</i> <i>Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)</i>
JPO	<i>Ortak Program Birimi</i> <i>Joint Program Office</i>
KPI	<i>Anahtar Başarım Ölçütleri</i> <i>Key Performance Indicators</i>
KR	<i>Bilgi Kaynağı</i> <i>Knowledge Resource</i>
MoD	<i>Talep Edilen Hareketlilik</i> <i>Mobility on Demand</i>
ODTÜ	<i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i> <i>Middle East Technical University</i>
RADAR	<i>Sonuçlar, Yaklaşım, Yayılım, Değerlendirme, Gözden Geçirme</i> <i>Results, Approach, Deployment, Assessment and</i>
STK	<i>Sivil Toplum Kuruluşları</i>
TEA21	<i>21. Yüzyılda Ulaşım Eşitliği Kanunu</i> <i>The Transportation Equity Act for the 21st Century-TEA2</i>
TEDES	<i>Trafik Elektronik Denetleme Sistemi</i>
US DOT	<i>ABD Ulaştırma Bakanlığı</i> <i>US Department of Transportation</i>
UAB	<i>Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı</i>
UDHB	<i>Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı</i>
V2V	<i>Araçtan Araca</i> <i>Vehicle to Vehicle</i>
V2I	<i>Araçtan Altyapıya</i> <i>Vehicle to Infrastructure</i>

## Kaynaklar

- Apogee/Hagler Bailly (1998) *Intelligent Transportation Systems: Real World Benefits* (No: FHWA-JPO-98-018).
- Arıman, S., (2006). Kurumsal Değerlendirme İçin Bütünsel Yaklaşım, Ulusal Kalite Kongresi.
- Arifoğlu, A. ve Gür, M. H. (2005) “e-CMM : e-Kurum Olgunluk Modeli” 2. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu ve Sergisi, ODTÜ Kongre ve Kültür Merkezi, Ankara, [http://www.emo.org.tr/ekler/b927d5224306de1\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/b927d5224306de1_ek.pdf) .
- Auer, A., Feese, S., & Lockwood, S. (2016). *History of Intelligent Transportation Systems* (No. FHWA-JPO-16-329). United States. Federal Highway Administration.
- Balcı, D. (2017). “CMMI (Capability Maturity Model Integration ) Yetkinlik Olgunluk Model Entegrasyonu”. Derlemeler (web blog), 7 Mart 2018, <https://duygubalcıar-ge.blogspot.com.tr/>
- Barbaresso, J., Cordahi, G., Garcia, D., Hill, C., Jendzejec, A., & Wright, K. (2014). *USDOT's Intelligent Transportation Systems (ITS) ITS Strategic Plan 2015-2019* (No. FHWA-JPO-14-145). United States. Federal Highway Administration.
- Baldwin, Bruce (1996). *Status of ITS Early Deployment Planning and Other ITS Deployment Initiatives of the U.S. Department of Transportation*. Semisequicentennial Transportation Conference Proceedings, May 1996, Iowa State University, Ames, Iowa.
- Belella, P. (1998). *Intelligent Transportation Systems Field Operational Test Cross-Cutting Study: Commercial Vehicle Administrative Processes* (No. FHWA-JPO-99-037). United States. Federal Highway Administration.
- Belella, P., & Millar, D. (1998). *Intelligent Transportation Systems Field Operational Test Cross-Cutting Study Hazardous Material Incident Response* (No. FHWA-JPO-99-035). United States. Federal Highway Administration
- Belella, P., Millar, D., & Sharma, S. (1998). *Intelligent Transportation Systems Field Operational Test Cross-Cutting Study: Commercial Vehicle Operations-Roadside* (No. FHWA-JPO-99-036). United States. Federal Highway Administration.
- Boyd, S. (1998). *Intelligent Transportation Systems Field Operational Test Cross-Cutting Study Emergency Notification And Response* (No. FHWA-JPO-99-033). United States. Federal Highway Administration
- Bunch, J., Burnier, C, Greer, E, Hatcher, G, Jacobi, A., Kabir, F., Lowrance, C., Mercer, M., Wochinger, K. (2011). *Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, and Lessons Learned Desk Reference: 2011 Update Report* (No. FHWA-JPO-11-140). United States. Dept. of Transportation. ITS Joint Program Office.
- Elvik R., Høye, A., Vaa, T., Sørensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures*. Emerald Group Publishing Ltd, Bingley, UK.

- EPA, (2011). *Guide to Sustainable Transportation Performance Measures*. United States Environmental Protection Agency.
- Federal Highway Administration (FHWA) (1998). *Intelligent Transportation Systems: Real World Benefits*(No. FHWA-JPO-98-018). Hagler, Bailly & Company.
- Federal Highway Administration (FHWA) (1998). *Intelligent Transportation Systems in the Transportation Equity Act for the 21st Century* (No. FHWA-JPO-99-040). United States. Federal Highway Administration.
- Federal Highway Administration (FHWA) (2012). *Taxonomy of Intelligent Transportation Systems Applications*. United States. Federal Highway Administration.
- Federal Highway Administration (FHWA) (2018). Key Milestones in the History of Intelligent Transportation Systems. Retrieved on March 5, 2018.
- Fonseca, J. F. P. (2011). *Performance Assessment of Intelligent Transportation Systems: rew Rostering at Carris*, Universdade Tecnica de Lisboa.
- Gordon, S. R., & Trombly, J. (2011). *Deployment of ITS: A summary of the 2010 National Survey Results* (No. ORNL/TM-2011/269). Oak Ridge National Laboratory (ORNL).
- Hatcher, G., Burnier, C., Greer, E., Hardesty, D., Hicks, D., Jacobi, A., & Mercer, M. (2014). *Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, and Lessons Learned: 2014 Update Report* (No. FHWA-JPO-14-159). United States. Dept. of Transportation. ITS Joint Program Office.
- Hatcher, G., Hicks, D., Lowrance, C., Mercer, M., Brooks, M., Thompson, K., Lowman, A., Jacobi, A., Ostroff, R., Serulle, N. U., Vargo, A. (2017). *Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, and Lessons Learned: 2017 Update Report* (No. FHWA-JPO-17-500). United States. Dept. of Transportation. ITS Joint Program Office.
- Hofmeister, P., Kadner. M. (2011). *Performance Impacts Through Intelligent Transport Systems*, Jönköping University.
- Jasper, K. (1998). *Intelligent Transportation Systems Field Operational Test Cross-Cutting Study: Emissions Management Using ITS Technology* (No. FHWA-JPO-99-039). United States. Federal Highway Administration.
- Kaparias, I., Bell, M. G. H. ve Tomassini, M. (2011). *Key performance indicators for traffic management and intelligent transport systems*. ISIS, 14(06).
- Lappin, J. E., Radin, S., Jackson, D., Tallon, A. C., DeBlasio, A. J., O'Donnell, J. P., ... & Pozzi, L. (1998). *Marketing ITS Infrastructure in The Public Interest* (No. FHWA-JPO-98-029). United States. Joint Program Office for Intelligent Transportation Systems.
- Maccubbin, R. P., Staples, B. L., & Mercer, M. R. (2003). *Intelligent Transportation Systems Benefits and Costs: 2003 Update* (No. FHWA-OP-03-075). United States. Federal Highway Administration.



- Maccubbin, R. P., Staples, B. L., Mercer, M. R., Kabir, F., Abedon, D. R., & Bunch, J. A. (2005). *Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, and Lessons Learned: 2005 Update* (No. FHWA-JPO-05-002). United States. Federal Highway Administration.
- Maccubbin, R. P., Staples, B. L., Kabir, F., Lowrance, C. F., Mercer, M. R., Philips, B. H., & Gordon, S. R. (2008). *Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, Deployment, and Lessons Learned: 2008 Update* (No. FHWA-JPO-08-032). United States. Federal Highway Administration
- Milterek Systems (1996). *Review of ITS Benefits: Emerging Successes*. (No. FHWA-JPO-97-001). United States. Federal Highway Administration.
- Noonan, J., & Shearer, O. (1998). *Intelligent Transportation Systems Field Operational Test Cross-Cutting Study: Advanced Traveler Information Systems* (No. FHWA-JPO-99-038). United States. Federal Highway Administration.
- Payne, S. (2015) Study on Key Performance Indicators for Intelligent Transport Systems: Final Report in Support of the Implementation of the EU Legislative Framework on ITS (Directive 2010/40/EU). AECOM
- Pearce, V., & Subramaniam, S. (1998). *Intelligent Transportation Systems Field Operational Test Cross-Cutting Study Incident Management: Detection, Verification, And Traffic Management* (No. FHWA-RD-JPO-034). United States. Federal Highway Administration.
- Peker, D. (2008) "Bütünleşik Yetkinlik Olgunluk Modeli (CMMI- Capability Maturity Model Integration)- Sürüm 1.0". Türkiye Bilişim Derneği Kamu Bilişim Platformu (TBD/ KAMU-BIB/ 2008ÇG1). [http://eski.tbd.org.tr/usr\\_img/cd/kamubib17/raporlarPDF/RP1-CMMI-2008.pdf](http://eski.tbd.org.tr/usr_img/cd/kamubib17/raporlarPDF/RP1-CMMI-2008.pdf)
- Proper, A. T., ve Cheslow, M. D. (1997). *ITS Benefits: Continuing Successes and Operational Test Results* (No. FHWA-JPO-98-002). United States. Joint Program Office for Intelligent Transportation Systems.
- Proper, A. T. (1999). *Intelligent Transportation Systems Benefits: 1999 Update* (No. FHWA-OP-99-012).
- Proper, A. T., Maccubbin, R. P., & Goodwin, L. C. (2001). *Intelligent Transportation Systems Benefits: 2001 Update* (No. FHWA-OP-01-024). United States. Federal Highway Administration.
- Saaty, T. L. (1970). *How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process*. European Journal of Operational Research, 48, 9-26.
- SEI, S. E. I. (2009). CMMI® for Services, Version 1.2 CMMI-SVC, V1.2. *Cmmi*, (November), 1–545. Retrieved from papers3: [//publication/uuid/0BBB913C-B8C4-425E-8899-661946CB056D](http://publication/uuid/0BBB913C-B8C4-425E-8899-661946CB056D)
- SEI, S. E. I. (2010a). *CMMI for Development, Version 1.3. Pittsburgh, PA*. Retrieved from [www.sei.cmu.edu/reports/10tr033.pdf](http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr033.pdf)
- SEI, S. E. I. (2010b). CMMI® for Acquisition, Version 1.3 CMMI-ACQ, V1.3, (November)

<https://www.sei.cmu.edu/reports/10tr032.pdf>.

- Selvi G., (2013). *Özdeğerlendirme Çalışmalarında Radar Yönteminin Kullanılması ve Bir Eğitim Kurumu Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Tufan, H. (2014). *Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları ve Türkiye için bir AUS Mimarisi Önerisi* (Doctoral dissertation, Thesis).
- Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı (UDHB), (2014). *Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi*, UDHB Strateji Geliştirme Başkanlığı.
- Yılmaz, G. (2017) "BIM-CAREM: A Reference Model for Building Information Modelling Capability Assessment," Middle East Technical University.





**A U S T Ü R K İ Y E**  
**I T S T U R K E Y**

Yayın Referans No:  
**austr-006-0321-tr**