

LOGISTICS 4.0 AND HYPER-CONNECTED URBAN LOGISTICS

ATIYE TÜMENBATUR

ABSTRACT

With the recent developments in the world, new trade routes are developing. This situation is changing the direction of movement of global trade moving cargo. For this reason, it is important to make our cities more resilient. While transforming our cities with constantly changing high technologies, necessary precautions should also be taken against the negative situations caused by climate change. This is possible with the collaborative approach of all actors in the city. For this reason, a conceptual framework for hyper-connected urban logistics has been created in our study to express this paradigm shift. In the second part of the study, urban logistics and its stakeholders are explained, and in the third part, the concept of logistics 4.0 hyper-connected logistics cities is explained. In the conclusion part of the study, suggestions for future studies are made.

Keywords: Physical Internet, Urban Mobility, Hyperconnectivity, Urban Logistics, Logistics 4.0

Dr. Öğr. Üyesi, Maltepe Üniversitesi

Mail: atiyetumenbaatur@maltepe.edu.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5570-0501>

Makale Atıf Bilgisi:	Tümenbaatur, A. (2025). "Lojistik 4.0 ve Hiper Bağlantılı Kentsel Lojistik". <i>Ulaştırma ve Altyapı</i> , Yıl: 2, Sayı: 2, s. (76-92)
Makale Türü:	Araştırma
Geliş Tarihi:	19.04.2025
Kabul Tarihi:	17.06.2025
Yayın Tarihi:	25.06.2025
Yayın Sezonu:	Ocak-Haziran 2025

LOJİSTİK 4.0 VE HİPER BAĞLANTILI KENTSEL LOJİSTİK

ATİYE TÜMENBATUR

ÖZ

Dünyada yaşanan son gelişmelerle birlikte yeni ticaret yolları gelişmektedir. Bu durum küresel ticaret hareket eden yüklerin hareket yönünü değiştirmektedir. Bu sebeple şehirlerimizi daha dirençli hale getirmemiz önemlidir. Sürekli değişen yüksek teknolojilerle şehirlerimizi dönüştürürken aynı zamanda iklim değişikliğinden kaynaklanan olumsuz durumlara karşı da gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu da şehirdeki tüm aktörlerin işbirlikçi yaklaşımı ile mümkündür. Bu sebeple çalışmamızda bir paradigma değişikliğini ifade eden hiper bağlantılı kentsel lojistiğe ilişkin kavramsal bir çerçeve oluşturulmuştur. Çalışmanın ikinci bölümünde kentsel lojistik ve paydaşları, üçüncü bölümde ise lojistik 4.0 hiper bağlantılı lojistik şehirler kavramı açıklanmıştır. Çalışmanın sonuç bölümünde ise ileriye yönelik çalışmalara ilişkin öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fiziksel İnternet, Kentsel Hareketlilik, Hiper Bağlantı, Kentsel Lojistik, Lojistik 4.0

1. Giriş

Yaşayan organizma olan şehirler varoluşundan günümüze kadar olan süreç içerisinde ekonomik, politik, toplumsal, teknolojik vb. çeşitli dinamiklere bağlı olarak sürekli bir değişim ve dönüşüm hali içinde olmuştur. Aslında geniş anlamıyla düşünürsek dünyanın planlanmış şehirlerinde yaşamaktayız. Yani bugün yapıları çevrede görülen yollar, yapılar, arazi sahipliği geçmişin karar verme sürecinin sonucudur. Dolayısıyla sürdürülebilir bir yeryüzü yaratma bağlamında, doğal kaynaklar ve ekolojik denge üzerinde yerel ve küresel etkilere sahip olan şehirleri ve şehirlerdeki değişim ve dönüşümleri yönetmek büyük önem arz etmektedir. Son dönemlerde kentsel dönüşümleri tanımlamak, açıklamak ve değerlendirmek için sosyal-ekolojik-teknik sistemler (SETS) olarak yaklaşılmaktadır. Sosyoekonomik, politik ve kurumsal boyutlar sosyal, doğal kaynak akışları ve fiziksel fenomenler ekolojik, insan yapımı çevre ise teknolojik sistemler olarak ele alınmaktadır. Kentsel dönüşüm kavramı ayrıca bilim ve politika araştırmalarında da zemin kazanmakta olup sürdürülebilirlik ve dayanıklılığa yönelik kentsel dönüşümler, 2030 Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nde ve Yeni Kentsel Gündem'de yer almaktadır. Bu çalışmaların temel amacı yerel ve küresel olarak sürdürülebilirliğe ve dayanıklılığa doğru değişimi hızlandırmaktır. Ancak kentsel dönüşümü sadece bozulabilir kent parçalarını yeniden inşa etmek ve restore etmek, tarihi ve kültürel kentsel yapıyı korumak veya deprem riskine karşı önlemler almak ve fiziksel yapı eksikliğine bağlı dönüşümler yapmak olarak düşünmemek gerekir. Dönüşüm, kalıcı olarak sosyal, çevresel ve ekonomik sorunların üstesinden gelerek uzun vadede sürdürülebilir ve dayanıklı şehirlere doğru bilinçli bir şekilde ilerlemek için sistemik değişime olan ihtiyacı vurgulayan normatif bir yaklaşımdır.

Bir yönetim biçimi olarak kent kavramı bir kamu kurumunun hizmet için belirlenen sınırları içinde kalan alandır. Günümüzde ise hızla nüfusu artan kentler modern ekonominin güç merkezi olmuştur. Özellikle sanayileşme sonrası kentlere göçün artması kentlere ekonomik ölçütten bakmayı zorunlu kılmıştır. Ancak kentler gelişmeye devam ettikçe daha fazla hareketliliğe ihtiyaç duyulmaktadır. Öte yandan kentlerdeki hareketlilik, ekonomik büyüme ve gelişme için önemli olup ticarete avantajlar oluşturmaktadır. Bu sebeple hareketlilik, ekonomik ve sosyal gelişme kavramları birlikte ele alınmalıdır.

Son zamanlarda insan ve yük hareketinin birlikte gerçekleştiği şehirlerde yürütülen lojistik faaliyetler hacimsel olarak güçlü bir şekilde artmıştır. Malların taşınması kentsel yaşamdaki çoğu ekonomik ve sosyal faaliyet için önemli bir faktördür (OECD, 2003). Ancak gerek tüketici beklentilerindeki değişiklikler gerekse iş modellerinin değişmesi lojistik operasyonların verimli ve düşük maliyetli olması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Tüm bu gereklilikler ise ancak verimli bir altyapı ve ulaşım faaliyetleriyle sağlanabilir.

Genel anlamda bir kentsel alan sınırları içerisinde malların ve bilgilerin hareket süreçlerinin planlanması, uygulanması, koordine ve kontrol edilmesi şehir lojistiğiyle ilgilidir. Şehir lojistiğinin temel amacı ise kentlerde yaşayan insanların

yaşam kalitesini iyileştirerek ve maliyetleri düşürerek şehirlerin sürdürülebilirliğini, yaşanabilirliğini ve hareketliliğini iyileştirmektedir (Taniguchi, 2003). Bir diğer amacı ise kentsel alanda yürütülen farklı sosyal ve ekonomik faaliyetleri cezalandırmadan, kentsel alanlardaki yük hareketlerinin sıklık, hareketlilik ve çevresel etkiler açısından olumsuz etkilerini azaltmaktır (Bektaş vd., 2017).

Şehir lojistiği hem kentlerin ekonomik kalkınması hem de kent paydaşlarının beklentisi bakımından önemli bir faktör olup tedarikçilerle tüketiciler arasında gerçekleştirilen yük taşımacılığını kapsamaktadır (Hu vd., 2019). Bu sebeple bir tür bölgesel lojistik olan kentsel lojistik aynı zamanda bir tür sosyal lojistiktir. Sadece hizmet sağlayıcıların ve talep edenlerin lojistik operasyon süreci değil, aynı zamanda şehir yöneticisi ve şehir sakinleriyle de ilgilidir. Şehir sakinleri, şehirdeki lojistik hizmetinin talep edenlerinden biridir ve şehir sisteminin içinde yaşarlar. Bu nedenle, trafikte, yaşamda ve ekolojik çevrede üretilen lojistik operasyonları şehir sistemi üzerindeki olumsuzluklara neden olmaktadır. Şehir yönetimi ise şehirde yürütülen lojistik operasyonların şehrin gelişimi için ekonomi, toplum ve çevre açısından iyi performans getirmesini sağlamak adına lojistik altyapısının, bilgi platformunun, politikaların, düzenlemelerin ve personel kalitesinin sistem açısından kapsamlı bir şekilde optimize edilmesini beklemektedir. Ancak şehir içi yük taşımacılığından kaynaklanan hareketlilik ürün arzının sürdürülebilirliğine sağladığı faydanın yanı sıra şehirde ulaşım, sosyal ve çevresel açıdan olumsuz dışsallıklara da neden olmaktadır. Bu bağlamda kentsel lojistik planlama şehirlerin ekonomik büyümesi için yük taşımacılığından kaynaklanan karmaşık sorunlara ve kentsel alanlarla ilgili çevresel hususlara, yeni ve akıllı teknolojilerle formüle edilmiş çözümler sunulabilmektedir. (Nathanail E. vd., 2021). Ayrıca çevresel sorunlara çözüm olarak verimli yük taşımacılığını sağlayarak ürün ve bilgi akışını planlama, organize ve kontrol etme konusunda da gelişim göstermektedir (Paddeu vd., 2017).

Sonuç olarak günümüzde kentlerde trafik sıklığı artmış ve hava kalitesi kötüleşmiştir. Özellikle şehirlerde yürütülen yük taşımacılığı şehir sakinleri için gürültü, sıklık, kirlilik vb. gibi çeşitli rahatsızlıkların başlıca kaynağı haline gelmiştir. Bu nedenle, kentlerin yaşanabilir ve sürdürülebilir olması için kentlerdeki gürültü kirliliğinin ve trafik sıklığının azaltılması için kent çözümlerinin sürekli güncellenmesi ve uygulanması gerekmektedir (Nathanail vd., 2016). Son yıllarda kentlerin sadece kent sakinlerinin barınması ve ihtiyaçlarının giderilmesinin ötesinde yaklaşım gerektiğinin farkına varılmıştır. Özellikle lojistiğin kent oluşumunda oldukça önemli olduğu yapılan çalışmalarla güncellik kazanmış ve kentsel yük taşımacılığını organize etmek ve planlamak için yeni paradigmlar ortaya çıkmıştır. Önümüzdeki yıllarda lojistiğin küreselden kentsel kadar lojistik ağlar üzerindeki kaynakların ve varlıkların birbirine bağlanarak maksimum kapasite ve üretkenlikte yürütülürken aynı zamanda tedarik zincirlerinin çevikliğini artıran küresel bir açık sisteme dayanacaktır. Fiziksel İnternet (PI) olarak ifade edilen bu vizyon aynı zamanda varlıkların hareketinde sıfır emisyonlu lojistik ve uygun maliyetli süreçleri destekleyecektir.

Bu çalışma dijital dünyada değişen teknolojik gelişmeler ve küresel bağlamda yürütülen lojistik faaliyetlerin şehirlerdeki hareketliliği artırmasının önündeki zorlukları ve potansiyel fırsatları ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışmanın ikinci kısmında kentsel lojistik başlığı altında şehirlerde yürütülen lojistik operasyon süreçlerinin gelişimi ve kentsel paydaşlar açısından değerlendirmeler yapılmıştır. Üçüncü kısımda ise yeni nesil şehircilik perspektifinden hiper bağlantılı kentsel lojistiğe yönelik çalışmalar ele alınmıştır. Son bölümde ise akıllı şehirlerden platform şehircilik anlayışa geçişte hiper bağlantılı kentsel lojistik sistemleri oluşturmanın potansiyel fırsat ve zorluklarına yönelik değerlendirmeler yapılmış ve öneriler getirilmiştir.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Modeli

20 Şubat 2025 tarihinde, "hyperconnected city logistics" ve "hyperconnected urban logistics" anahtar kelimeleri kullanılarak Web of Science (WoS) ve Scopus veri tabanlarında kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Scopus veri tabanında tarama, "Article title, Abstract and Keywords" alanlarıyla sınırlı tutulurken; WoS veri tabanında ise "Topic" alanında arama yapılmıştır. Her iki veri tabanında yer alan ingilizce dışındaki yayınlar, makale türünde olmayan çalışmalar, konu ile doğrudan ilişkili olmayan içerikler ile eksik veriye sahip yayınlar analiz dışında bırakılmıştır. Yapılan literatür taramasında yayınların fiziksel internet ve lojistik 4.0 konularını kapsadıkları tespit edilmiştir.

2.2. Araştırma Sorusu

Bu çalışma, hiper bağlantılı şehir lojistiğinin görünümü ve alandaki eğilimleri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda yanıt aranan temel araştırma sorusu aşağıdaki gibidir:

Araştırma Sorusu: Fiziksel İnternet uygulamaları sürdürülebilir kentsel lojistik planlama süreçleriyle nasıl entegre edilebilir ve bu entegrasyon hiper bağlantılı şehir lojistiği için etkili bir yol haritası oluşturulmasına nasıl katkı sağlar?

3. Akıllı Şehirler ve Kentsel Lojistik

Bir şehrin belirli ihtiyaçlarını karşılamak için malların, hizmetlerin ve ilgili bilgilerin kaynaktan tüketime kadar verimli ve etkili akış ve depolama sürecinin planlanması, uygulanması ve kontrolü kentsel lojistiğin kapsamındadır. Kentsel lojistik kurumsal lojistikten farklı olup şehirlerde sunulan hizmetin kapsamı ve şehre özgü olması sebebiyle de kendine özgü özellikleri vardır. Bu sebeple bir şehirde faaliyet gösteren tüm işletmelerin kapsamlı olarak ele alınmasını ve lojistik süreçlerinin optimize edilmesini gerektirir.

Şehirlerde yürütülen yük taşımacılığı faaliyeti, şehrin planlanmasında önemli bir bileşenlerden biri olmasının yanı sıra şehrin sürdürülebilir ekonomik büyümesi için de önemlidir. Kamu sektörü trafik sıkışıklığını ve çevre sorunlarını hafifletmeye çalışırken, özel nakliyeciler ve yük taşıyıcıları navlun maliyetlerini düşürmeyi amaçlamaktadır (Kaur ve Awasthi, 2018). Aynı zamanda mühendislik, sosyal ve yönetsel yönleri de kapsayan çok disiplinli yapısından dolayı farklı paydaşların gereksinimlerini göz önünde bulundurmak gerekir. Kentsel lojistik ayrıca şehir planlarının hem kamu hem de özel sektöre olan maliyetlerini ve faydalarını göz önünde bulundurarak kentsel alandaki lojistik sistemlerini optimize etmektedir. Şehir lojistiği bu yönüyle sürdürülebilir ve yaşanabilir şehirler için kentsel hareketliliğin sağlanabilmesi ve organize edilmesi gereken birçok konuyu içermektedir (Dolati Neghabadi vd., 2019). Ancak farklı gereksinimlere farklı kentsel lojistik sistemler vardır. Farklı şehirler ve bölgeler arasında hareket eden yüklerden kaynaklı oluşan hareketlilik o şehrin altyapı olanakları kullanmaktadır. Bu durumda kentsel lojistik sisteminin operasyon süreci farklı olmaktadır. Öte yandan şehir sisteminin bir alt sistemi olarak kentsel politika önlemleri kapsamında olacağından kentsel lojistik operasyonları anlamında da farklı etkilere sahip olmaktadır. Bu sebeple literatürde kentsel lojistiğinin farklı tanımları bulunmaktadır. Örneğin özel işletmelerin lojistik operasyonlarının optimizasyonunu vurgulamak üzere Taniguchi vd., şehir lojistiğini "kentsel alanlarda gelişmiş bilgi sistemlerinin desteğiyle özel şirketler tarafından lojistik ve ulaşım faaliyetlerinin, trafik ortamı, trafik sıkışıklığı, trafik güvenliği ve enerji tasarrufları dikkate alınarak piyasa ekonomisi çerçevesinde tamamen optimize edilmesi süreci" olarak tanımlamıştır (Taniguchi vd., 2001).

3.1. Kentsel Lojistiğin Paydaşları

Literatürde şehir lojistiği paydaşlarının sınıflandırılmasının çoğunlukla kentlerdeki yük taşımacılığı ile ilgili olduğu görülmektedir. Şehir lojistiğinin tanımına göre farklı sınıflandırmalar olmakla birlikte temel olarak yerel yönetim, sakinler (tüketiciler), nakliyeciler, alıcılar, ulaşım şirketleri ve toplu taşıma operatörleri altı paydaş olduğu söylenebilir (Taniguchi ve Tamagawa, 2005). Şehir lojistiği açısından farklı beklenti ve ihtiyaçlardan kaynaklanan bu farklı paydaşlar içinde en önemlilerinden biri kamu otoritesidir. Şehre ilişkin politika önlemlerini planlamak, organize etmek, iyileştirmek ve kontrol etmek kamu otoritelerinin sorumluluğudur (Taniguchi vd., 2014). Ancak şehirler yaşayan organizmadır ve insan hareketliliğinin yanı sıra mallarında doğru zamanda ve doğru yerde olması önemlidir. Bu açıdan bir diğer paydaş olan nakliyecilerin de müşterilerin ihtiyaçlarını en uygun maliyetle karşılama hedefleri vardır. Dolayısıyla bu durum şehir lojistiğindeki paydaşların sınıflandırmasında stratejik ve operasyonel süreçler olarak bakmayı gerektirmektedir.

Şehirlerde yürütülen faaliyetlerin hacmi doğrudan şehrin büyüklüğüyle ilişkilidir. Öte yandan akışların hacmi büyük ölçüde coğrafi ve fiziksel özelliklere, kentsel işlevlerin mekânsal organizasyonuna, lojistik altyapısına ve yük akışlarının daha yüksek bir seviyede gerçekleştirilmesinde gözlemlenen bölgenin rolüne

bağlıdır (Tadić vd., 2015). Bu durum mal ve trafik akışlarının özellikleri ve bunların gerçekleştirilmesini sağlayan sistemler hakkında bilgi sahibi olmayı gerektirir. Bu sebeple de şehir lojistiği paydaşlarının şehirlerde hizmet bekleyenler ve hizmet sağlayanlar olarak sınıflandırılabilir. Şehir lojistiğini bu çerçeveden ele aldığımızda Tablo1'de görüldüğü gibi şehirlerdeki hareketliliğe artıran taraflar, şehrin kendine özgü altyapı ekipmanlar, regülasyon ve politikalar oluşturan otoriteler ve lojistik hizmet sağlayıcılar net bir şekilde görülebilir. Böylece kentsel lojistik performansının değerlendirilmesinde ve paydaşlara ilişkin çözüm önerileri geliştirilmesinde yararlı olabilir.

Tablo 1: Kentsel Lojistiğin Paydaşları

Tüketiciler	Altyapı Hizmetleri	Planlayıcılar ve Düzenleyiciler	Dağıtıcılar
Üreticiler	Ulusal ve Uluslararası Karayolları	Yerel	Yük Toplayıcılar
İnşaat vb. sektörler	Demiryolları	Ulusal	3PLS
Toptancılar ve Perakendeciler	Limanlar	Uluslararası	Paket ve Kurye Teslimatları
Restoran, Kafe ve Oteller	Havalimanları		Taşıma İşleri Organizatörleri
Ofis ve İşyerleri	Sınır Geçişi ve Gümrükler		Ev ve İş Yeri Nakliye Taşıyıcıları
Evler	Depo ve Antrepolar		Özel Yük Taşıyıcıları
Okullar	Atık Yönetimi		Alıcılar
	Şehir Plancıları		Taşıyıcılar

Kaynak: <https://transportgeography.org/contents/geography-city-logistics/stakeholder-relationships-city-logistics/>

Yukarıdaki tabloda da görüleceği üzere her paydaşın farklı beklentileri vardır ve şehirlerin hareketliliği, sürdürülebilirliği ve yaşanabilirliği paydaşlar arasında fikir birliği oluşturulmasına bağlıdır. Yani kentlerdeki çevresel olumsuzlukları en aza indirmek ve kentte yaşanabilirliği sağlamak için tüm paydaşların iş birliğine dayalı bir yaklaşım gerekmektedir. Ayrıca paydaşlar arasında ortaklık ve fikir birliği oluşturmak, paydaşların farklı beklentileriyle ilgili şehir lojistiği projeleri-

nin uygulanmasında son derece önemli olabilir (Taniguchi vd., 2014). Bu sebeple kentsel gelişim stratejilerinde ve uzun vadeli planların formüle edilmesinde tüm paydaşların katılımı önemlidir. Bu tüm paydaşlar için başarılı olmasa bile örneğin yerel yönetimler ve özel şirketler arasındaki ortaklıklar gelecek için olumlu bir etki yaratabilir (Lindholm ve Brown, 2013).

3.2. Akıllı Şehirler

Yeni Kentsel Gündem'in temel amacı şehirlerin sürdürülebilir, esnek, eşitlikçi, kapsayıcı, çevreyle bütün, güvenli ve yaşanabilir kılınabilmesidir. Bu kapsamda şehirlerin planlanması, tasarlanması ve yönetilmesinde birden çok disiplini ve sektörü gözetecek kapsamlı bir vizyona sahip entegre bir yaklaşıma ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Dolayısıyla bilgi ve iletişim teknolojileriyle birlikte coğrafi bilgi sistemlerinin ve coğrafi teknolojilerin kullanımının ve akıllı şehir yaklaşımının bir seçenekten çok bir zorunluluk haline geldiği açıktır.

Akıllı kentlere dair yapılan araştırmada ekonomi, insan, yönetim, hareketlilik, çevre ve yaşam olarak altı temel özellik ortaya çıkmıştır (Gül ve Çobanoğlu, 2017). Çevrenin korunması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ulaşım, enerji, altyapı gibi birçok bileşen ile doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla yerel yönetimlerin geliştirdiği çözümlerde bütünsel bir yaklaşım uygulaması; yenilenebilir enerji kaynaklarını, yeni nesil ulaşım araçlarını ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi teşvik etmesi gerekmektedir. Dijitalleşme ve temiz enerji Yeni Kentsel Gündem'de teşvik edilmekte, bunun yanı sıra yenilikçi ulaşım teknolojilerinden yararlanan akıllı şehir yaklaşımını benimsemek, böylece kent sakinlerine daha fazla çevre dostu seçenekler sunmak, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi artırmak ve hizmet sunumunu iyileştirmek taahhüt edilmektedir.

4. Lojistik 4.0 ve Hiper Bağlantılı Şehirler

Kentsel alan, aynı anda üretim, dağıtım ve tüketimin gerçekleştiği, malzeme akışlarının kalıcı olarak üretildiği, boyutları ve kapsamı şehirden şehre farklılık gösteren bir yerdir (Rodrigo ve Dablanc 2025). Ancak teknolojiye gelişmeler kentsel hareketliliği arttırmaktadır. Özellikle pandemi sonrası dönemde e-ticaretteki artışlar kentlerdeki yük taşımacılığı faaliyetlerini artırarak kentsel sistemde daha fazla hareketliliğe neden oldu. Ayrıca tüketici tercihlerindeki değişiklikler veya malların göreceli fiyatındaki düşüş gibi faktörler tarafından üretilen, kentsel alanlardaki yük talebinde çarpan etkisi yaratan tüketim biçimlerinde de değişiklikler meydana gelmektedir. Kentsel hareketliliğin artışına neden olan bu durum hem kamu hem özel sektör açısından yük hareketlerinin verimliliğinin iyileştirilmesi için acil önlemler alınması gerektiğini göstermektedir.

Öte yandan sürdürülebilir küresel lojistik çerçevesinde, çok kanallı eylem ve senkromodalitenin etkisi ve ayrıca endüstri içi ticaretin küresel değer ağlarının büyümesi, kamu-özel girişimleri tarafından yönlendirilen lojistik merkezleri, ticari alanları, mal koridorlarını ve rotaları entegre eden yeni bir bölgesel planlama

üretmektedir. Birbirine bağımlı, küresel, daha rekabetçi, dijital ve birbirine bağlı hale gelen çevrede lojistik de entegre ve koordine edici üstlenerek gelişmeye devam etmektedir. Etkinleştirici teknolojilerin uygulanmasıyla ilgili olarak, bugün lojistik alanında yararlı olan çok çeşitli farklı teknolojiler bulunmaktadır (Frazzon vd., 2019). Ancak teknolojik gelişmenin ötesinde lojistiğin dijital dönüşümü değer zincirindeki tüm unsurları birbirine bağlamış ve işbirlikçi yaklaşım olarak lojistik 4.0 kavramını ortaya çıkarmıştır. Aşağıdaki Şekil 1, günümüzde kullanılan en belirgin Lojistik 4.0 dijital etkinleştirme teknolojilerini göstermektedir.



Şekil 1: Lojistik 4.0 Yaklaşımı (Kaynak: Fernandez ve Marino 2020)

Bununla birlikte Lojistik 4.0'ın ileriye dönük projeksiyonu, Fiziksel İnternet teorisinin geliştirilmesine yol açmıştır. Fiziksel İnternet (PI), farklı ağların birlikte çalıştığı ve verimli kaynak kullanımı için işbirlikçi bir yük taşımacılığı sistemi önererek yukarıda belirtilen sorunların üstesinden gelmeyi amaçlayan lojistikteki yenilikleri yönlendiren bir vizyon olarak kabul edilmektedir. Fiziksel internet vizyonu kapsamında, farklı aktörler ve ağların fiziksel, operasyonel ve işlem- sel düzeylerde bağlandığında, hiper bağlantılı bir ağa sahip olduğu kabul edilir (Crainic ve Montreuil, 2016). Daha yüksek bir bağlantı düzeyiyle, seyahat edilen kilometrelerde azalma sağlanabilir ve bu da emisyonlarda ve maliyette azalmayı sağlar (Kim vd., 2021).

4.1. Hiper Bağlantı ve Fiziksel İnternet

Fiziksel nesnelerin tüm dünyada tedarik edilme, taşınma ve depolanma biçim- lerinin operasyonel, fiziksel ve dijital bağlantıya dayalı olarak ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğini iyileştirmesini amaçlayan açık küresel lojistik sistemler yük taşımacılığı ve lojistik için yeni bir kavram olup fiziksel internet olarak tanımlanmaktadır (Crainic ve Montreuil, 2016). Dijital internetin ilkelerinden esinlenilerek oluşturulan fiziksel internet kavramı dünyanın lojistik ağlarını

birbirine bağlamakla ilgili olup tedarik zinciri tasarımları için yeni bir fırsat olarak görülmektedir. Son yıllarda araştırmalarda giderek daha fazla yer alan fiziksel internet kavramı ile şehirlerarası yük taşımacılığında, tedarik zincirlerinde ve lojistikte gerçek kazanımlar olduğu görülmektedir (Sarraj vd., 2014a). Fiziksel internet dijital internete benzer kavramları kullanarak ve veri paketlerinin dijital ağlarda iletilme biçimini taklit ederek, kapsüllenmiş malları küresel, birbirine bağlı ve açık bir ağ üzerinden yönlendirmektedir (Sarraj vd., 2014b). Şehir lojistiği operasyonlarını temelden değiştiren fiziksel internet ile birbirine bağlı lojistik faaliyetleri teşvik eden daha verimli bir kentsel yük sistemi oluşturulabilir. Birbirine bağlı, standartlaştırılmış ve verimli bir küresel lojistik sistemi oluşturmayı hedefleyen fiziksel internet yalnızca on yıllık bir kavram olmasına rağmen literatürde bir çok çalışmada şehir lojistiği alanında önemli bir potansiyel olduğunu belirten bir çok yayın vardır. Bunların birçoğu şehir lojistiği kapsamında altyapı ekipmanlarının verimli kullanımına yönelik yapılan çalışmalardır. Örneğin Mountreuil 2011 yılında yaptığı çalışmada fiziksel internet aracılığıyla çözülebilecek kentsel lojistik sorunları şu şekilde ifade etmiştir (Montreuil,2011):

- Sınırlı alan kullanımı
- Boş araç hareketleri
- Sürücüler için kötü çalışma koşulları
- Ürün dağıtımının verimsizliği
- Zayıf koordinasyon
- İşlevsiz şehir lojistiği
- Cross-Dock operasyonlarındaki verimsizlik
- Düşük ağ güvenliği ve sağlamlık
- Bilgi teknolojilerinin entegrasyonundaki zayıflık
- Sınırlı inovasyon fırsatları
- Emisyon ve hava kalitesi endişeleri
- Aşırı hareketlilik ve trafik sıkışıklığı

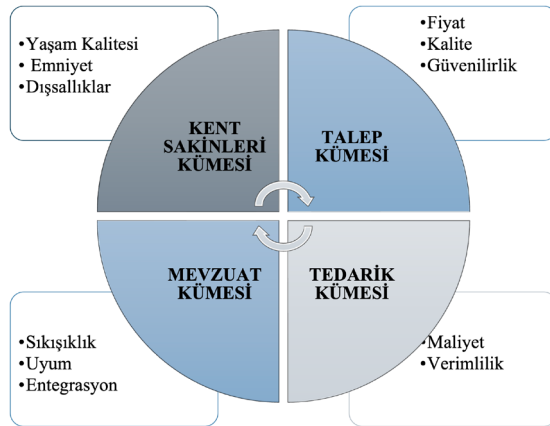
İşletmeler arasında ulaşım kaynaklarının paylaşılmasını teşvik eden fiziksel internet, depoların ve tesislerin verimli kullanımını, intermodal taşımacılık sistemlerinin kullanımını ve optimize edilmiş kargo rotasını içermektedir. Başarılı bir fiziksel internet uygulaması ile oluşturulan hiper bağlantılı yük sistemleri, etkili transferler için lojistik merkezler dağıtım merkezleri, çok yönlü modüler konteynerler ve çok modlu operasyonlar için taşıyıcılarla karakterize edilmektedir. Otomasyon, iş birliği, ortak bir platform, standardizasyon ve yönetişime dayanan fiziksel internet uygulamasında lojistik otomasyonu için robotik, yapay zeka ve otonom araçlar gibi teknolojileri kullanılmaktadır. Böylece birbirine bağlı ağlar aracılığıyla daha iyi karar alma ve tedarik zinciri görünürlüğü için izleme sistemleri oluşturulmaktadır.

4.2. Hiper Bağlantılı Şehir Lojistiği

Hiper bağlantılı bir şehri, mevcut teknolojiyi kullanarak en büyük ekonomik, ticari ve sosyal ödülleri toplama yeteneğine sahip olan bir şehir olarak tanımlayabiliriz. Öte yandan bir şehrin ekonomik ve ticari yapısının geliştirilmesi hedefiyle birlikte yapılan yatırımlar o şehrin iş modellerini belirlemektedir. Bu bağlamda hiper bağlantılı şehir lojistiği kavramını yeni nesil operasyonel, organizasyonel, iş ve geliştirme modellerini şekillendiren, toplumu, ekonomiyi ve çevreyi uyumlu bir şekilde iyileştiren geniş bir paradigma değişiminin parçası olarak ifade edebiliriz.

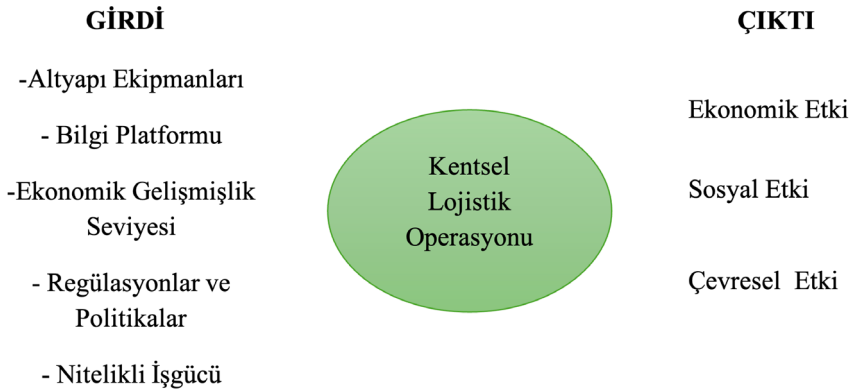
Akıllı şehirler, hizmet tasarımı, altyapı planlaması ve mobilite çözümleri aracılığıyla daha kapsayıcı hale gelebilir, yaşanabilirliği artırabilir ve herkes için daha sürdürülebilir gelişim ve ekonomik büyümeyi yönlendirebilir. Ancak bugün şehirlerdeki hareketliliğin çözümünde kullanılan akıllı uygulamalar platform kentleşmeye doğru bir yön aldı. Bu değişimin temel bir yönü, verinin ekonomi ve organizasyonu için giderek daha merkezi hale gelmesi ve platformun temel mekanizma ve araç olarak ortaya çıkmış olmasıdır. Platform kentler dijital uygulamaları kentle ilgili olan konuları bir araya getirmek için akıllı şehir olgusundan yararlanmaktadır. Platform kentler, kentsel yaşamın perakende platformları, kurumsal veya belirli e-yönetim platformları gibi kamusal olan yönlerini ve ikisinin bir karışımı olan örnekleri kapsamaktadır. Dolayısıyla platformu, ekonomik ve sosyal faaliyetleri organize etmeye ve yapılandırmaya yarayan algoritmaları olan çevrimiçi dijital düzenlemeler kümesi olarak tanımlayabiliriz (Murillo vd., 2017).

Şehirlerin akıllı uygulamalarla dönüştüğü bu süreç kentsel lojistiğe de başka bir boyut kazandırmıştır. Şehirlerde oluşan yeni iş modelleri kentsel lojistik paydaşlarının performans konularını değiştirmiştir. Craininc vd., hiper bağlantılı şehir lojistiğinin kavramsal modelini oluşturduğu çalışmada kentsel lojistik paydaşlarının performans konularını belirlemiştir (Craininc vd., 2023). Dirençli, güvenli ve sürdürülebilirlik temelinde oluşturulan bu konular Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2: Hiperbağlantılı Kentsel Lojistikte Ana Paydaş Türleri ve Performans Konuları
(Kaynak: Craininc vd., 2023)

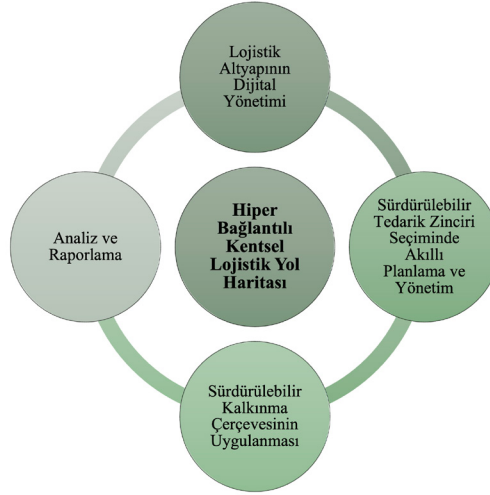
Yukarıda açıklanan bu kavramlar sadece kentsel ölçekte değil bölgesel, ulusal ve uluslararası lojistik ve ulaşım sistemlerinde geniş bir uygulama alanına sahiptir. Fiziksel internet ile uyumlu olarak yeni bir küresel bakış açısının benimsenmesini vurgulayan bu kavramlar ilk kilometreden son adım teslimatına kadar ürün yaşam döngüsünün hareketliliğini içermektedir. Şekil 3'de görüldüğü üzere şehirlerde gerçekleştirilen lojistik operasyonların girdisi şehrin altyapısı, nüfusu ve şehrin vizyonu çerçevesinde oluşturulan politikalar yer almaktadır. Diğer taraftan ise operasyonların ekonomik, sosyal ve çevresel çıktıları vardır. Bu çıktıların sonucu kenti doğrudan etkilemektedir. Ancak gelecekte kentsel hareketliliğin önündeki önemli zorluklar ekonomik sürdürülebilirlik ve çevresel düzenlemeler arasında bir denge oluşturmaktır (Canitez, 2019). Bu sebeple kentlerdeki hareketliliği sadece kentsel ölçüde değil bölgesel, ulusal ve uluslararası lojistik ve ulaşım sistemleri olarak ele almak gerekir.



Şekil 3: Kentsel Lojistikte Operasyonel Paydaşlar (Kaynak: Craininc vd., 2023'den uyarlanmıştır.)

4.3. Hiper Bağlantılı Şehir Lojistiği için Yol Haritası Önerisi

Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Planları , kamu karar vericilerini ve diğer paydaşları kentsel lojistiğe ilişkin çözümleri yönetmede destekleyen, ekonomik, enerji ve çevresel verimlilik için mal taşıma süreçlerinin iyileştirilmesine katkıda bulunan bir araçtır. Plan, genel sürdürülebilir kentsel kalkınma için ortak hedeflere ulaşmayı amaçlayan çeşitli kuruluşlar arasındaki iş birliğinden kaynaklanan stratejileri, çözümleri ve ilkeleri kapsamaktadır. Öte yandan akıllı rota planlama ve ulaşım modu entegrasyonuna odaklanarak gerçek zamanlı izleme sağlayan Fiziksel İnternet, kaynak verimliliğini artıran, yakıt tüketimini, emisyonları ve operasyonel verimsizlikleri azaltan kapsamlı bir strateji oluşturmada Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Planlarını tamamlamaktadır. Çalışmanın bu aşamasında Fiziksel İnternet uygulamalarını Sürdürülebilir Kentsel Lojistik Planlama süreçleri ile entegre ederek oluşturulan hiper bağlantılı şehir lojistiği için oluşturulan yol haritası önerisi Şekil 4'de görülmektedir.



Şekil 4:Hiper Bağlantılı Kentsel Lojistik Yol Haritası Önerisi (Kaynak: Yazar tarafından Craininc vd., 2023'den uyarlanarak hazırlanmıştır.)

Lojistik Altyapının Dijital Yönetimi: Bu adım sürdürülebilir kentsel lojistik planının hazırlık ve analiz kısmını içermektedir. İlk aşamada kısa vadede yerel ve bölgesel, uzun vadede ise ulusal ve uluslararası paydaşların yer aldığı lojistik 4.0 yaklaşımıyla bir lojistik platform oluşturularak ortaklaşa karar verme sistemi ile sinerji yaratılabilir. Tedarik zincirlerinin tüm bileşenlerinin ve süreçlerinin tam çevrimiçi bağlantısına olanak tanıyan bu platform yapısında açık protokol tabanlı uygulama ile çok taraflı protokoller aracılığıyla gerçek zamanlı işlemler ve kararlar alınabilir.

Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Seçiminde Akıllı Planlama ve Yönetim: Bu adım sürdürülebilir kentsel lojistik planının strateji geliştirme kısmını içermektedir. Yeni nesil teknolojilerin kullanımı ile rota ve taşıma modu seçiminde sürdürülebilir seçimler oluşturularak altyapının etkin ve verimli kullanımına ilişkin stratejiler geliştirilebilir. Mal hareketinin gerçek zamanlı takibi ve izlenmesi için dijital bir altyapı oluşturmak, yakıt tüketimini ve sera gazı emisyonlarını en aza indirecek rotaları optimize etmek için çok önemlidir. Bu kapsamda standardizasyon, modülerleştirme ve konteynerizasyondan yararlanarak akışın konsolidasyonu oluşturulabilir. Bu adım sürdürülebilir süreçler oluşturma ve sürdürülebilir kentsel kalkınma için ortak hedeflere ulaşmayı amaçlayan çeşitli kuruluşlar arasındaki iş birliğinden kaynaklanan stratejileri, çözümleri ve ilkeleri kapsamaktadır. Ayrıca akıllı rota planlaması ve talep değişikliklerini tahmin etmek için veri analizi ve makine öğrenimi algoritmalarının kullanılması, gereksiz taşımacılığı ve emisyonları önemli ölçüde azaltabilir.

Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinin Uygulanması: Bu adım sürdürülebilir kentsel lojistik planının ölçümün planlanması kısmını içermektedir. Senkromodal lojistik uygulamaları ile rota ve sürecin optimizasyonunun sürdürülebilir kalkınma ilkeleri çerçevesinde uygulanması sürdürülebilir kentsel lojistik planının etkinliğini de artıracaktır. Ayrıca daha sürdürülebilir ve verimli bir kentsel lojistik

sistemi için bir yol oluşturmaları düşünülen bu aşama mal hareketinin etkili yönetimi için araçlar sağlamayı ve çevresel etkiyi en aza indirerek kentsel lojistiği sürdürülebilir kalkınma öncelikleriyle uyumlu hale getirmeyi hedeflemektedir.

Analiz ve Raporlama: Bu adım sürdürülebilir kentsel lojistik planının uygulama ve izleme kısmını içermektedir. Fiziksel internet altyapısıyla oluşturulan kentsel lojistik planlar ile gerçek zamanlı izleme, akıllı rota planlaması ve ulaşım modlarını entegre ederek operasyonel atıkları azaltmada etkili olacaktır. Açık varlık paylaşımına ve konsolidasyonuna dayanan fiziksel internet sistemi dijital platformlar, veri analitiği ve optimizasyon araçları tarafından desteklenmektedir. Lojistik otomasyonu, sipariş karşılama, envanter yönetimi ve nakliye dahil olmak üzere tedarik zinciri süreçlerini geliştirmek için robotik, yapay zekâ ve otonom araçlar gibi teknolojileri kullanılarak oluşturulan bu sistemler kentsel lojistik sisteminde yer alan tedarik zincirlerinin görünlülüğünü artıracaktır.

5. Sonuç ve Öneriler

Şehirler, mekânsal büyüklükleri, nüfusları, ekonomik, sosyal ve siyasi örgütlenmeleri ne olursa olsun kümelerin, yani bölgelerinin, ülkelerinin, ekonomik ve siyasi grupların organik bileşenleridir. Bu nedenle her bir kentsel yığılma üretim, tedarik zinciri, lojistik ve taşımacılık açısından küme ağlarının bir düğüm noktasıdır. Örneğin şehrin deniz ve nehir limanları, havaalanları ve karayolu ve demiryolu terminalleri gibi intermodal tesislerinden geçen mal akışının bir kısmı yalnızca şehre değil, aynı zamanda ötesindeki bölgelere de ithal mal ve malzemeler tedarik ederken, diğerleri şehrin üretim çıktısını ihraç etmektedir. Ayrıca ihmal edilemez bir kısım yük ise küresel ticaretin bir parçası olarak şehrin mevcut altyapısını kullanarak transit geçmektedir. Dolayısıyla tüm bu akışlar ile şehrin endüstriyel, ticari, kültürel ve konut alanları açısından örgütlenmesi arasındaki etkileşim de göz ardı edilmemelidir. Öte yandan teknolojiye gelişmelerle hızla ilerleyen lojistik bugün 4.0 seviyesine ulaşmış ve tır rotaların, koridorların, lojistik merkezlerin ve ticari alanların bölgesel entegrasyonunun merkezinde yer almaktadır. Bununla birlikte akıllı şehir kavramı da platform şehirciliğine doğru evrilmektedir. Bu durum konvansiyonel lojistik kümelenmeden farklı bir yaklaşımı gerektirmektedir. Dolayısıyla önümüzdeki dönemde lojistik kümelenme kavramının lojistik platform ağına doğru geçiş yapacağı söylenebilir.

Kentleşmenin hızlanmasıyla birlikte, kentsel alanlar hızla genişlemiş, nüfus yoğunluğu, çevresel bozulma, trafik sıkışıklığı gibi sorunlar giderek daha belirgin hale gelmiştir. Şehrin planlamasında önemli yeri olan kentsel lojistik, şehir sistemi boyunca kentsel ve bölgesel gelişimin temeli olmakla birlikte, aynı zamanda şehrin rekabet gücü bakımından da önemlidir. Kentsel lojistiğin doğru değerlendirilmesi ve lojistik sektörünün gelişimiyle karşı karşıya kalan çeşitli sorunları ele almak üzere tasarlanmış kentsel lojistik yönetim politikalarına yanıt verilmesi, şehirdeki lojistik sektörünün sağlıklı gelişimine rehberlik edecektir. Bu nedenle, sağlam, basit bir kentsel lojistik performans değerlendirme sisteminin kurulması ve bir şehrin lojistik operasyon durumunun uygun şekilde değerlendirilmesinde

bilimsel ve rasyonel yaklaşımların kullanılması özellikle önemlidir. Bu sebeple kentsel lojistiği bütünlüklü bakmak gerekmektedir.

Bir şehrin gelişmişlik düzeyi aynı zamanda çevresindeki şehirleri de etkilemektedir. Bununla birlikte şehirlerin dirençliliği ve sürdürülebilirliği bakımından kentsel alanlarda yürütülen lojistik faaliyetlerden kaynaklanan olumsuz dışsallıklar göz ardı edilmez durumdadır. Öte yandan küresel lojistik faaliyetlerde hızla artan senkromodalite ve çok kanallı faaliyetlerin etkisi ile küresel tedarik zinciri ağları genişledi. Buna bağlı olarak tüm dünyadaki ticari alanlar ve koridorlar rotaları entegre eden yaklaşımlara yönelmektedir. Bu yeni oluşan dünya ticaret düzeninde şehirlerinde buna gerekli yanıt verecek akıllı platformlarla düzenlenen hiper bağlantılı sistemlere entegre olması gerekmektedir. Bununla birlikte şehirlerin günlük yaşamın sürdürüldüğü bir operasyon süreci bulunmaktadır. Yani bireylerin ulaşımından kaynaklanan hareketliliğin yanı sıra şehirde yaşayanların taleplerin karşılanmasına yönelik şehir içinde yönetilen günlük lojistik operasyonlar vardır. Bu özellikle ticari koridorların üzerinde yer alan şehirler açısından aynı altyapı kullanıldığı için hem ekonomik hem çevresel zorluklar oluşturmaktadır.

Yukarıda belirtilen konular çerçevesinde bu çalışma teknolojiye gelişmeleri göz önünde bulundurarak sürdürülebilir kentsel lojistik hedeflerini temel almıştır. Bu bağlamda hiper bağlantılı kentsel lojistik sistemlerine geçiş için bir yol haritası önerisi sunmaktadır. Fiziksel internet çerçevesinde oluşturulan bu harita sürdürülebilir kentsel lojistiğin dört aşamasına uyarlanarak izlenecek adımlar açıklanmıştır. Özellikle kentlerde yürütülen yük taşımacılık faaliyeti, üretim ve tüketimin yanı sıra şehirlerde faaliyet gösteren endüstrilere mal ve hizmet ürettiği için kritik bir öneme sahiptir. Geleneksel şehir lojistiğini temelden değiştiren fiziksel internetin entegrasyonu ile birbirine bağlı lojistik faaliyetler ağı ile kentlerde verimli bir yük sistemi oluşturulabilir. Ancak daha güçlü bir teknoloji altyapısını gerektiren bu tür yatırımlar yüksek maliyetli yatırımlardır. Bu sebeple her şehrin sosyal ve ticari yapıları göz önüne alınarak bu planlamaların oluşturulması stratejik bir planlamayı gerektirmektedir. Böylece yeni uluslararası yük koridorlarına, lojistik sunucularına ve küresel tedarik ağlarına katılan tüm aktörlerin entegrasyonu, iş birliği, koordinasyonu, güvenliği ve senkronizasyonu sağlanabilir.

Sonuç olarak kentsel yük ağı verimliliği için olası bir çözüm fiziksel internet farklı lojistik ağlarının bağlandığı ve standartlaştırıldığı ve varlıkların en etkili şekilde kullanılmasıyla malların verimli bir şekilde hareket ettirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu yapının kentlerdeki lojistik sistemlerle entegre edilmesi ile daha rekabetçi hizmet sunumu gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca bölgesel bazda hiper bağlantılı çözüm uygulamaları ekonomik ve çevresel faydanın yanında LPI açısından da ülke sıralamasının yükselteceği düşünülmektedir.

Bundan sonraki çalışmalarda hiper bağlantılı kentsel lojistik uygulaması için özellikle ülkemizin uluslararası ticaret ve yük hareketliliğinde öne çıkan şehirlerinin analizine yönelik çalışmalar yapılabilir. Daha genel bir düzeyde ise hiper bağlantılı şehir lojistiği bağlamında paydaşlar arasındaki iş birliğini düzenlemek için farklı protokolleri veya kuralları keşfetmek istenebilir. Ayrıca bu yeni nesil kentsel lojistik uygulamasına ilişkin dünya örnekleri ile kıyaslama çalışmaları yapılabilir.

Kaynakça

- Bektas, T., Crainic, T. G., & van Woensel, T. (2017). From managing urban freight to smart city logistics networks. In K. Gakis & P. Pardalos (Eds.), *Network design and optimization for smart cities* (pp. 143–188). World Scientific.
- Canitez, F. (2019). Pathways to sustainable urban mobility in developing megacities: A socio-technical transition perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 141, 319–329.
- Crainic, T. G., & Montreuil, B. (2016). Physical internet enabled hyperconnected city logistics. *Transportation Research Procedia*, 12, 383–398. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.074>
- Crainic, T. G., Klibi, W., & Montreuil, B. (2023). Hyperconnected city logistics: A conceptual framework. In *Handbook on city logistics and urban freight* (pp. 398–421). Edward Elgar Publishing.
- Dolati Neghabadi, P., Evrard Samuel, K., & Espinouse, M. L. (2019). Systematic literature review on city logistics: Overview, classification and analysis. *International Journal of Production Research*, 57(3), 865–887.
- Fernandez, M. A., & Marín, V. (2020). Towards a more hyperconnected, smart, and sustainable urban logistics: Development and applications of urban logistics platforms 4.0. *2020 IEEE 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/LOGISTIQUA49782.2020.9353917>
- Frazzon, E., Rodriguez, C. M., Pereira, M., Pires, M., & Uhlmann, I. (2019). Towards supply chain management 4.0. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 16(2).
- Gül, A., & Çobanoğlu, Ş. (2017). Avrupa'da akıllı kent uygulamalarının değerlendirilmesi ve Çanakkale'nin akıllı kente dönüşümünün analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(Kayfor 15 Özel Sayısı), 1543–1565.
- Hu, W., Dong, J., Hwang, B. G., Ren, R., & Chen, Z. (2019). A scientometrics review on city logistics literature: Research trends, advanced theory and practice. *Sustainability*, 11(10), 2724.
- Kaur, R., & Awasthi, A. (2018). City logistics: A review and bibliometric analysis. *International Journal of Bibliometrics in Business and Management*, 1(2), 160–188.
- Kim, N., Montreuil, B., Klibi, W., & Kholgade, N. (2021). Hyperconnected urban fulfillment and delivery. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 145, 102104. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102104>
- Lindholm, M., & Browne, M. (2013). Local authority cooperation with urban freight stakeholders: A comparison of partnership approaches. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 13(1), 20–38.
- Montreuil, B. (2011). Toward a physical internet: Meeting the global logistics sustainability grand challenge. *Logistics Research*, 3, 71–87.
- Murillo, D., Buckland, H., & Val, E. (2017). When the sharing economy becomes neoliberalism on steroids: Unravelling the controversies. *Technological Forecasting and Social Change*, 125, 66–76.

Nathanail, E., Gogas, M., & Adamos, G. (2016). Smart interconnections of interurban and urban freight transport towards achieving sustainable city logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 14, 983–992. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.078>

Nathanail, E., Karakikes, I., Mitropoulos, L., & Adamos, G. (2021). A sustainability cross-case assessment of city logistics solutions. *Case Studies on Transport Policy*, 9(1), 219–240.

OECD. (2003). *Delivering the goods: 21st century challenges to urban goods transport*. OECD Publications. <https://www.itf-oecd.org/delivering-goods-21st-century-challenges-urban-goods-transport>

Paddeu, D., Fancello, G., & Fadda, P. (2017). An experimental customer satisfaction index to evaluate the performance of city logistics services. *Transport*, 32(3), 262–271.

Rodrigue, J. P., & Dablanc, L. (n.d.). What is city logistics? In J. P. Rodrigue (Ed.), *City logistics: Concepts, policy and practice*. MetroFreight Consortium, Dept. of Global Studies & Geography, Hofstra University. <https://globalcitylogistics.org/>

Sarraj, R., Ballot, E., Pan, S., Montreuil, B. (2014a). Analogies between internet network and logistics service networks: Challenges involved in the interconnection. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 25(6), 1207–1219.

Sarraj, R., Ballot, E., Pan, S., Hakimi, D., & Montreuil, B. (2014b). Interconnected logistic networks and protocols: Simulation-based efficiency assessment. *International Journal of Production Research*, 52(11), 3185–3208.

Tadić, S., Zečević, S., & Krstić, M. (2015). City logistics – status and trends. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, (in press).

Taniguchi, E., & Van Der Heijden, R. E. (2000). An evaluation methodology for city logistics. *Transport Reviews*, 20(1), 65–90.

Taniguchi, E., Thompson, R. G., Yamada, T., & van Duin, R. (2001). *City logistics: Network modelling and intelligent transport systems*. Pergamon.

Taniguchi, E., & Tamagawa, D. (2005). Evaluating city logistics measures considering the behavior of several stakeholders. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 3062–3076.

Taniguchi, E., Imanishi, Y., Barber, R., James, J., & Debauche, W. (2014). Public sector governance to implement freight vehicle transport management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, 345–357.