

Makale

# Belediyelerin Sürdürülebilir Enerji Eylem Planlarının Raporlanması: Abruzzo Bölgesinden Vaka Çalışmalarının Metodolojisi ve Sonuçları

Davide Di Battista <sup>1,\*</sup>, Chiara Barchiesi <sup>2</sup>, Luca Di Paolo <sup>1</sup>, Simona Abbate <sup>1</sup>, Sara Sorvillo <sup>1</sup>, Andrea Cinocca <sup>1</sup>, Roberto Carapellucci <sup>1</sup>, Dario Ciamponi <sup>2</sup>, Dina Cardone <sup>2</sup>, Salvatore Corroppo <sup>2</sup> ve Roberto Cipollone <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Endüstri ve Bilgi Mühendisliği ve Ekonomi Bölümü, L'Aquila Üniversitesi, 67100 L'Aquila, İtalya; luca.dipaolo@graduate.univaq.it (L.D.P.); simona.abbate@graduate.univaq.it (S.A.); sara.sorvillo@student.univaq.it (S.S.); andrea.cinocca@univaq.it (A.C.); roberto.carapellucci@univaq.it (R.C.); roberto.cipollone@univaq.it (R.C.)

<sup>2</sup> Regione Abruzzo-Servizio Politika Energetika ve Risorse del Territorio (DPC025), 65100 Pescara, İtalya; chiara.barchiesi@regione.abruzzo.it (C.B.); dario.ciamponi@regione.abruzzo.it (D.C.); dina.cardone@regione.abruzzo.it (D.C.); salvatore.corroppo@regione.abruzzo.it (S.C.)

\* Yazışma adresi: davide.dibattista@univaq.it; Tel.: +39-086-243-4485



**Atf:** Di Battista, D.; Barchiesi, C.; Di Paolo, L.; Abbate, S.; Sorvillo, S.; Cinocca, A.; Carapellucci, R.; Ciamponi, D.; Cardone, D.; Corroppo, S.; vd. Belediyelerin Sürdürülebilir Enerji Eylem Planlarının Raporlanması: Abruzzo Bölgesinden Vaka Çalışmalarının Metodolojisi ve Sonuçları. *Energies* 2021, 14, 5932. <https://doi.org/10.3390/en14185932>

Akademik Editörler: Dalia Štreimikiene ve Tek Tjing Lie

Alındı: 4 Ağustos 2021

Kabul edildi: 15 Eylül 2021

Yayınlanma tarihi: 18 Eylül 2021

**Yayıncının Notu:** MDPI, yayımlanan haritalarda ve kurumsal ilişkilerde yetki iddiaları konusunda tarafsız kalmaktadır.



**Telif hakkı:** © 2021 yazarlar tarafından. Lisans sahibi MDPI, Basel, İsviçre. Bu makale Creative Commons Attribution (CC BY) lisansının hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makaledir (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Özet:** Bölgesel enerjik ve çevresel planlama, sürdürülebilir kalkınma kavramına, özellikle de son zamanlarda iklim değişikliğine yönelik dikkat ve toplumsal farkındalığın yerel ve uluslararası düzeylerde eylem ve politikaları yönlendirdiği enerji ile ilgili konularda operasyonel sağlık sağlanmaktadır. Birleşmiş Milletler Gündemi 2030'un hedeflerine, belediyeler gibi yerel yönetimlere daha fazla sorumluluk veren *küyerelleşme* stratejisi ile ulaşılabilir. Bu çalışmada, Sürdürülebilir Enerji Eylem Planlarını (SEAP) ve belediyelerin izleme aşamasını revize etmek için bilimsel bir metodoloji geliştirilmiş ve . Metodoloji, ele alınan bölgede ölçülen verilerden yola çıkmakta ve gerekli verileri tahmin etmek için özel istatistiksel modellerden yararlanmaktadır. Metodoloji ana sektörlerin enerji tüketimini dikkate alır: konut, ulaşım, üçüncül ve ticari, özellikle belediye yetkilerine odaklanarak (kamu aydınlatması, kentsel ulaşım, belediye filosu, vb.). Yerel enerji üretimindeki önemi nedeniyle yenilenebilir enerji de dikkate alınmıştır. SEAP'ları daha derinlemesine incelemek amacıyla, bu makalede yazarlar Temel Emisyon Envanterinin niceliksel analizini, SEAP planlama eylemlerinin niceliksel analizini ve planlama sürecinin son adımı olan İzleme Emisyon Envanterinin tanımını açıklamaktadır. Bu adım, analiz sonuçlarını genişletmek ve metodolojinin sağlamlığını test etmek amacıyla Abruzzo bölgesinin farklı özelliklere (büyüklük, nüfus, iklim, coğrafi konum, ekonomi vb.) sahip dokuz belediyesi için gerçekleştirilmiştir. Aslında, 2005 temel değerleri ile karşılaştırıldığında 2018 için birincil enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonlarına nicel bir boyut kazandırmıştır ve nihai sonuçlar 2020 için planlanan azaltım taahhütleri ile ilgilidir. Tüm belediyelerin %20'lik emisyon azaltımını aşarak bu hedefe ulaştığı kabul edilmiştir. Bu doğrulanmış metodoloji aynı zamanda uyum ve azaltım eylemlerini entegre eden Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planlarının (SECAPs) geliştirilmesi için de temel teşkil etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** enerji planlaması; sürdürülebilir enerji eylem planı; Belediye Başkanları Sözleşmesi; azaltım

## 1. Giriş

Dünya çapındaki en önemli sorun, küresel ısınma (KI) ve sera gazı emisyonlarıyla ilgili iklim değişikliğinin azaltılmasıdır. Bu, etkileri tek bir iklim değişikliği etkisinden bile daha geniş olan bir konudur. Dahası, her bir eylem veya politika uygulamasının faydalarının ortaya çıkması için birkaç yıl geçmesi gerekmektedir [1]. Bu nedenle, uluslararası çalışmalar, bu sorunla yüzleşmeye çalışmak için önümüzdeki birkaç on yıl içinde sıfır emisyonla, hatta negatif emisyon seviyesine ulaşılması gerektiğini ortaya koymuştur [2,3].

Avrupa Komisyonu (AB) bu alanda öncülük etmiş ve yakın zamanda Avrupa'yı 2050 yılına kadar dünyanın ilk iklim-nötr kıtası haline getirecek bir öneri paketi sunarak net sera gazı emisyonlarını 2030 yılına kadar 1990 seviyelerine kıyasla en az %55 oranında azaltma hedefi koymuştur [4]. AB, politik açıdan "glokalizasyon" (yerel hareket etme küresel düşünme) politikasına sıkı sıkıya bağlıdır ve dışsallıkların değerlendirilmesinin piyasayı karbondan arındırılmış bir ekonomiye doğru yönlendirebileceği inancıyla özellikle enerji, arazi kullanımı ve ulaşım doğrudan önlemler olarak ve vergilendirmeye dolaylı bir önlem olarak müdahale etmektedir. Bu, 2030 Gündeminde [5] kavrama pratik tutarlılık kazandırmak için 17 hedefe (sürdürülebilir kalkınma hedefleri SKH'ler) bölünmüş olan sürdürülebilir kalkınma (SK) yönünde çalışmaktadır. Özellikle Hedef 7 (Erişilebilir ve Temiz Enerji), 11 (Sürdürülebilir Şehirler Topluluklar) ve 13 (İklim Eylemi) doğrudan enerji üretimi ve kullanımıyla ilgilidir ve enerji arzı, dağıtım ve kullanımını eşleştiren yerel enerji planlamasıyla geniş ölçüde birleştirilebilir.

2008 yılında AB, 2009'dan 2020'ye kadar aktif olacak "20-20-20 İklim-Enerji Paketi"ni [6] yayınlamıştır. Bu paket, a) 2020 yılı olağan senaryosuna kıyasla enerji tüketiminde %20'lik bir azalma; (b) 2020 yılına kadar enerji tüketiminde yenilenebilir kaynakların payında %20'ye varan bir artış; ve (c) 2020 yılına kadar CO<sub>2</sub> emisyonlarında 2005 yılı değerine kıyasla %20'lik bir azalma hedeflerine ulaşmayı amaçlamıştır. Bu örnek diğer ülkeler veya daha geniş coğrafi bölgeler tarafından takip edilmiştir ve bugün bu niceliksel hedefler aşağı yukarı evrensel olarak tanınmakta ve gerçekleştirilmeye yakındır. Bu önerinin güçlü yanı, "glokalizasyon" kavramını izleyerek tek bir eylem için sorumluluğu yerel birimlere yüklemesidir. Bu nedenle, dünyanın dört bir yanındaki belediyeler (vatandaşlara karşı sorumluluğu olan en alt siyasi birim) "Belediye Başkanları Sözleşmesi" (CoM) programına katılmaya karar vermiştir. Sözleşme, belediyeleri sera gazı (GHG) emisyonlarını azaltmaya yönelik deneyim ve fırsatları paylaşmak üzere bağlantı kurmaya davet etmektedir. Bu program aracılığıyla kamu idareleri (Kİ), 2020 yılına kadar en az %20'lik bir CO<sub>2</sub> azaltma hedefine ulaşmak için bölgenin enerji tüketiminin son durumunun bir analizini yapmak ve enerji tasarrufu eylemlerini ve yenilenebilir kaynakları tanıtmak amacıyla sürdürülebilir bir enerji eylem planı (SEAP) benimsemeye davet edilmektedir [7].

Dolayısıyla SEEP'ler, belediyelerin 2020 ve 2030'a kadar AB tarafından belirlenen taahhütleri yerine getirmek için çeşitli eylemler planladıkları operasyonel araçlardır. Bu eylemler, yenilenebilir kaynaklardan yerel enerji üretimini, binalarda (konut, ticari ve kamu idaresi) enerji tasarrufunu ve ulaşım sektöründe (özel, ticari, yolcu ve yük) yakıt tasarrufu ve yakıt değişimini içeren entegre bir yaklaşımın parçası olarak görülmelidir. Enerji talebini azaltan bireysel davranışları teşvik etmek için sosyal farkındalıkla ilgili eylemler de kilit önem taşımaktadır. Dünya genelinde kentsel alanların toplam sera gazının neredeyse %80'inden sorumlu olduğu [8] ve sürdürülebilirlik açısından kritik bir yaşam ortamını temsil ettiği düşünüldüğünde, belediyeler bu konuda çok önemli bir role sahiptir.

SEAP redaksiyonu için bir yöntemin nasıl geliştirileceği konusunda sadece birkaç çalışma yapılmıştır; ilki 2013 yılında Girona kentinde yapılmış ve bir SEAP'ın nasıl geliştirildiğini göstermiş ve sonraki araştırma için önemli bir araç olarak hizmet etmiştir [9]. Metodoloji, hem küçük hem de büyük şehirlerde, ancak sadece bir şehrin enerjik sürdürülebilirliğini değerlendirmek için prosedürel yönü tanıtarak [10] veya önemli sektörlerin sınıflandırılması ve seçilmesi ile geliştirilmiştir [11]. Coğrafi ve sosyolojik unsurlar enerji planlama önerisine dahil olmakta ve onu kısıtlamaktadır: nüfus [12], şehrin büyüklüğü [13], bağlamsal faktörler, siyasi irade, ulusal programlar, bölgenin ekonomisi, idari rutinler ve ayrıca bireysel tercihler [14]. Bu bağlamda, emisyon değerlendirmesine yönelik bir Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA) yaklaşımı memnuniyetle karşılanmaktadır, ancak yerel tedarik zincirine büyük ölçüde bağımlıdır ve doğrudan bir yaklaşımla arasındaki fark göz ardı edilemez [15]. Her metodoloji, bir Temel Emisyon Envanterinin (BEI) ve ardından bir İzleme Emisyon Envanterinin (MEI) oluşturulması için veri toplama sürecine dayanmaktadır. Vatandaşlar ve paydaşlar her zaman sürece dahil edilerek bir tür "katılımcı sistem haritalaması" [16] oluşturulur; bu sayede insanlar, ekonomi, toplum, enerji ve sera gazı emisyonları

entegre edilmiştir. Literatürde sayısal değerlendirmeler içeren bir dizi makale bulunmaktadır, ancak bunlar hesaplama metodolojisine ilişkin açıklamalardan yoksundur. Emisyonları azaltmak için alınan siyasi eylemler arasında bir karşılaştırma [17] veya sadece enerji eylemi ve yenilenebilir enerjinin emisyonları nasıl azalttığına dair bir çalışma [18] sunulabilir. Ayrıca, SEEP'lerin kalitesini değerlendirmek için bilginin erişilebilirliğini, girişimin yönetişimini, ayrıntı düzeyini [19] ve ekonomik maliyetleri [20] analiz eden bazı endeksler sunulmuştur. JRC portalındaki tüm erişilebilir veriler, sonuçların sürekli olarak işlenmesine ve farklı azaltım politikaları ve metodolojilerinin adil bir şekilde karşılaştırılmasına izin vermektedir [21].

Bu nedenle, enerji kullanımı ve optimizasyonu ile sera gazının izlenmesi en önemli unsurdur, ancak buna sürdürülebilirliğin tüm boyutları (örneğin, sosyal, ekonomik ve çevresel) arasındaki etkileşimlerin incelenmesi eşlik etmelidir. Bu şekilde, nicel hedefler ve sosyal farkındalıktaki artış, eylem planlarının bir belediyenin enerji bağımsızlığı ve esnekliği vizyonunu [13] ve CO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltma taahhüdünü ifade ettiği gelecekteki enerji ve çevre senaryolarını destekleyebilir. 2015 yılında, SECAPs-sürdürülebilir enerji ve iklim eylem planları adı verilen yeni bir araçta resmi olarak belirtildiği üzere, amacı sera gazı emisyonlarını sınırlandırmak ve aynı zamanda iklim değişikliğinin etkilerine karşı kırılganlığı azaltmak için sinerjik eylemler yaratmak olan yeni bir İklim ve Enerji Belediye Başkanları Sözleşmesi uygulamaya konmuştur.

SEAP, enerji planlarının metodolojik ve operasyonel temeli olmaya devam etmektedir. Emisyonları ve tüketimi ölçmek için azaltım ve uyum stratejilerinin (SECAP) incelenmesi gereklidir [19]; belirli bir alandaki doğrudan CO<sub>2</sub> emisyonlarının ölçülmesinden sonra, azaltım ve uyum eylemlerinin başlatılması mümkündür [20].

Her halükarda SEEP, sürekli olarak gelişmekte olan bir bölgede daha kapsamlı enerji ve çevre planlaması için sadece bir araçtır. Gerçekten de, önerilen eylemlerin uygun zaman aralıklarında (her iki veya üç yılda bir) ayrıntılı ve dikkatli bir şekilde izlenmesi gerekmektedir; bu da orijinal planda revizyonlar yapılmasına ve gerekirse daha güçlü eylemler getirilmesine neden olabilir. Bu, ilk hedef olan 2020'ye ulaşılan kadar yapılmalıdır. Aslında, farklı eylemler arasındaki etkileşimler olumsuz etkiler yaratabilir, bireysel eylemlerin basit toplamından uzaklaşabilir ve verilen hedeflere ulaşmak için SEAP'ların ek çaba göstermesini gerektirebilir [21].

Büyüklik, nüfus, iklim koşulları, enerji ve malzeme tüketimi ve her belediyenin farklı ekonomik durumu SEEP'i benzersiz ve odaklanmış bir araç haline getirmektedir. Bu da belediyelerin farklı ihtiyaçları olduğu ancak SEAP'ın uygulanması ve izlenmesi için oldukça farklı kaynaklar ayırabilecekleri anlamına gelmektedir. Küçük köyler orta ve büyük şehirlerle aynı seçeneklere ve bilgi birikimine sahip değildir; öte yandan SEAP'ta tanıtılması gereken daha fazla donanım sahiptir (okullar, toplu taşıma, vatandaş hareketliliği, daha yüksek nüfus yoğunluğu, vb.) Bu nedenle, araçların ve kolay uygulanabilir prosedürlerin mevcudiyeti özellikle ilgi çekicidir [13].

Bu makale, orta İtalya'nın Abruzzo bölgesindeki dokuz belediyenin SEAP'ını tasarlamak ve doğrulamak için kullanılan metodolojiyi ele almaktadır. Bu çalışmanın yeniliği, enerji planlamasının tasarımı ve izlenmesi için veri toplama ve detaylandırmaya yönelik bir mühendislik metodolojisinin geliştirilmesidir [22,23]. Bu model, büyüklük, siyasi yönelim, coğrafi konum ve ekonomik durum açısından birbirinden çok farklı olan dokuz belediye ile rafine edilmiş ve doğrulanmıştır. Aslında, dokuz belediye geniş bir nüfus, şehir büyüklüğü ve iklim koşulları yelpazesini ifade etmekte olup, önerilen metodolojiyi test etme ve tüm Abruzzo bölgesi için elde edilen sonuçları birleştirme imkanı vermektedir. Çalışma, nihai Temel Emisyon Envanterini (BEI), CO<sub>2</sub> boyutunu ve 2020 yılına kadar elde edilen emisyon azaltımını sunarak gerçekleştirilen eylemlerin etkinliğini doğrulamaktadır.

## 2. Materyaller ve Yöntemler

Bu çalışmada kullanılan yöntemler, ele alınan belediyenin SEEP'ini tanımlama süreciyle sıkı sıkıya ilişkilidir. SEAP tanımı, Sözleşmenin operasyonel aracıdır

AB'nin emisyon ve enerji tasarrufuna ilişkin küresel hedeflerini karşılamak amacıyla yerel enerji planlamasına yönelik kılavuz ilkeleri tanımlayan Belediye Başkanları

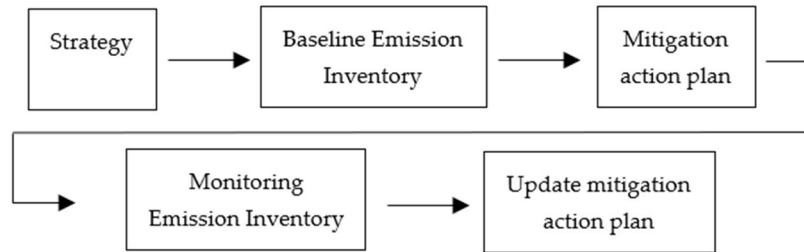
### 2.1. Belediye Başkanları Sözleşmesi

Belediye Başkanları Sözleşmesi, belediyelere enerji ve çevre planlaması konusunda yasama yetkisi vermektedir. Avrupa'da 2020 yılı için AB iklim ve enerji hedeflerinin yerel ölçekte karşılanmasını sağlamak amacıyla 2008 yılında başlatılmıştır. 2014 yılında, 2021-2030 yılları için geçerli olmak üzere programın ikinci adımı tanımlanmıştır: 2030 yılı için daha sıkı AB emisyon hedeflerini kabul etmenin yanı sıra, iklim değişikliğinin etkilerine karşı kentsel yapıyı korumayı amaçlayan küresel ısınmanın azaltılması ve adaptasyonuna yönelik entegre bir yaklaşım önermiştir.

Sözleşme girişiminin 53 ülkede 10.695 imzacısı bulunmaktadır ve bu imzacılar 324.5 milyon nüfusa sahiptir. İtalya'nın 4900 imzacısı ve 55 milyondan fazla nüfusu vardı [24,25].

Yerel kuruluşlarda (belediyeler) enerji tüketimi hesaplaması ve emisyon azaltımı, başlangıç değerlerini değerlendirmek ve nihai azaltım hedefini tanımlamak için referans yılı tanımlayarak başlamıştır. SEAP tasarımıdaki referans yılı 2005'tir ve bu yıla ait veriler belediyelerin 2020 yılına kadar CO<sub>2</sub> emisyon hedefine nasıl ulaşmayı planladıklarını belirlemek için kullanılmıştır. Enerji akışı açısından referans durum, Temel Emisyon Envanterinde (BEI) tanımlanmıştır. Ayrıca, planlanan azaltım eylemlerinin etkisini doğrulamak ve 2020 yılına kadar CO<sub>2</sub> hedefine ulaşılmasını sağlamak için İzleme Emisyon Envanteri (MEI) ile yapılan bir izleme aşaması sağlanmıştır.

İzleme, enerji ve çevre tedbirlerinin etkili bir şekilde uygulanmasının önemli bir parçasını temsil etmektedir [26]. BEI'ler ve MEI'ler aynı metodolojik yapıyı takip eder ve enerji taşıyıcısı ve sektör tarafından tahsis edilen enerji akışlarından başlayarak belediyelerin coğrafi alanında salınan eşdeğer CO<sub>2</sub> miktarını tanımlar. İzleme aşaması, SEAP belgesini, planın sabit hedeflerini güncellemek ve hedeflere ulaşmak için gereken eylemleri tanımlamak için herhangi bir değişikliğin rapor edilmesi gereken, açık, esnek bir araç haline getirir. Şekil 1 SEAP sürecini açıklamaktadır.



Şekil 1. SEAP süreci akış şeması. SEAP sürecinin akış şeması.

SEAP'lar müdahalelerini hem kamu hem de özel sektöre, sadece niceliksel enerji eylemleriyle değil, aynı zamanda vatandaşlara günlük hayatlarını daha sürdürülebilir bir şekilde yaşamaları için iyi enerji uygulamalarını aktarmak amacıyla hedeflenen farkındalık kampanyalarıyla da gerçekleştirmektedir [27]. Aslında eko-odaklı bir yaşam tarzı, etkili bir küyerelleşmeyi sağlayan en önemli eylemler arasında görünmektedir.

Veri işleme için referans yaklaşım, bu paragrafta sunulan metodolojinin geliştirildiği Avrupa Komisyonu kılavuzları tarafından temsil edilmektedir. Analiz özellikle ulaştırma, konut ve üçüncül sektörleri içermektedir [28]. AK tarafından da belirtildiği üzere sanayi sektörleri, belediyeler tarafından doğrudan etkilenmedikleri veya yönlendirilmedikleri için dikkate alınmamıştır.

### 2.2. Ulaştırma Sektörü (Özel ve Ticari)

Ulaştırma sektörü, özel ve ticari araçlar için yakıt olarak benzin, dizel ve LPG'yi dikkate alarak sadece karayolu taşımacılığının katkılarını içermektedir [29,30].

Özel ulaşım için enerji akışları, konutlarda ve tarımda kullanılan sıvı yakıtlardan ayrı bir pazar olan sadece karayolu ulaşımı için jenerik *i'inci* yakıt için bölgesel yakıt satış verilerinden ( $F_{i,tot}$ ) başlanarak hesaplanmıştır [31]. Daha sonra bu değer, nüfus ile doğrusal bir korelasyon dikkate alınarak belediye ölçeğine dönüştürülmüştür (*Nüfus*, Denklem (1)). Her bir yakıt türü için belediye sınırları içindeki tüketim (*F*) hesaplanmıştır.

Yük taşımacılığı için, model ilk olarak yerel bölgede dolaşan ağır hizmet araçlarının (*kamyon*) sayısını hesaplamak için kullanılmıştır (Denklem (2)); girdi verileri, taşınan malların bölgesel miktarı ( $G_{tot}$ , ton) ve bir kamyonun ortalama yükü ( $G_{(kamyon)}$ ) ile ilgilidir [31]; bu son değer, Tablo 1'de belirtilen bölgesel kamyon filosunun ağırlıklı ortalaması olarak hesaplanmıştır [32]. Son olarak, bir ticari aracın kat ettiği ortalama mesafenin ( $d_{(kamyon)}$ ) [33] bilinmesi ve kamyon başına ortalama yakıt tüketiminin ( $FC_{(kamyon)}$ ) tahmin edilmesi, Denklem (3) belediye için yerel yakıt tüketimini (çoğunlukla dizel) hesaplamamıza olanak sağlamıştır.

$$F_i F = \frac{Pop_{municipal}}{Pop_{tot}} \quad i,tot \quad (1)$$

$$\#truck = \frac{G_{tot}}{G_{truck}} = \frac{G_{tot}}{\sum_i \frac{G_i - \#truck_i}{\#truck_{tot}}} \quad (2)$$

$$F_{truck} = d_{truck} \cdot \sum_i F_{Ctruck} \cdot \#truck_i \quad (3)$$

**Tablo 1. Abruzzo bölgesindeki** Abruzzo bölgesindeki kamyon filosu (2018), yük taşıma aralığı (i-th) için gruplandırılmıştır.

| Kamyonun Yük Kapasitesi $G_i$<br>(Ton) | <2.5   | 2,5÷ 3,5 | 3,5÷ 7,5 | 7,5÷ 12 | 12÷ 14 | 14÷ 16 | 16÷ 32 | >32 |
|--|--------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|-----|
| $\#truck_i$                            | 39.135 | 43.174   | 5.515    | 3.332   | 621    | 708    | 6.424  | 48  |

Son olarak, hem özel hem de ticari taşımacılık için enerji akışları (MWh) Tablo 2'de gösterilen dönüşüm katsayıları (MWh/L<sub>yakıt</sub>) kullanılarak hesaplanmıştır.

**Tablo 2.** Modelde dikkate alınan her bir yakıt için dönüşüm katsayısı (MWh/L), alt ısıtma değeri (kWh/kg) ve yoğunluk (kg/L).

|        | Dönüşüm Katsayısı (MWh/L <sub>yakıt</sub> ) | Alt Isıtma Değeri (kWh/kg <sub>yakıt</sub> ) | Yoğunluk (kg <sub>yakıt</sub> /L <sub>yakıt</sub> ) |
|--------|---|--|---|
| Benzin | 0.0091                                      | 12.2   | 0.75  |
| Dizel  | 0.0099                                      | 11.8   | 0.835   |
| LPG    | 0.0066                                      | 12.8   | 0.52  |

### 2.3. Konut Sektörü

Konut sektöründeki enerji tüketimi, nüfusa ve konut binalarının sayısına sıkı sıkıya bağlıdır. Bu nedenle, elektrik tüketimini ölçmek için *TERNA* (İtalyan enerji TSO'su, [34]) istatistikleri, belirli bir coğrafi bölgede yaşayan kişi başına ortalama tüketimi ( $E_{(spec)}$ , kişi başına MWh) sağlamıştır. Bu değeri belediyenin nüfusu ile çarpan Denklem (4)'ü takiben, karşılık gelen elektrik enerjisi *E* bulunmuştur.

Konut sektörünün ısıtma tüketimi, zemin üzerindeki kat sayısı ve inşaat yılı ile karakterize 28 bina kategorisi tanımlanarak belirlenmiştir. Coğrafi konum, iklim bölgesi, inşaat malzemeleri ve binaların yaşı ile başlayarak ve ortalama bir yüzey varsayarak her kategori için termal tüketimi hesaplamak için özel bir bina değerlendirme aracı kullanılmıştır (Tablo 3).

Her kat (100 m<sup>2</sup>) için maruz kalınan  $S_{kat}$ . Sonuç, yüzey alanı başına spesifik termal enerji ihtiyacıdır ( $Q_{surf}$ ). Bu, bir binanın enerji performansının temeli olduğu için yaygın olarak kullanılan bir parametredir. Bu nedenle, ISTAT (İtalyan Merkezi İstatistik Enstitüsü) veri tabanı tarafından sağlanan ham veriler kullanılarak her belediye'deki konut binalarının sayısı toplanmıştır [32].

**Tablo 3.** Zemin üzerindeki kat sayısı ve inşaat yılına göre dağıtılmış ve iklim bölgesine (C veya D) göre farklılaştırılmış enerji talebi değeri ( $Q_{surf}$ , MWh/m<sup>2</sup>).

| kWh/m <sup>2</sup> | İklim Bölgesi "D"-Hafif Soğuk Hava |       |       |        | İklim Bölgesi "C"- Ilıman Hava |       |       |        |
|--------------------|------------------------------------|-------|-------|--------|--------------------------------|-------|-------|--------|
|                    | 1 Kat                              | 2 Kat | 3 Kat | 4+ Kat | 1 Kat                          | 2 Kat | 3 Kat | 4+ Kat |
| 1945'ten önce      | 451                                | 278   | 193   | 178    | 361                            | 222   | 154   | 142    |
| 1946-1960          | 344                                | 278   | 193   | 178    | 275                            | 222   | 154   | 142    |
| 1961-1980          | 335                                | 223   | 186   | 168    | 268                            | 179   | 149   | 134    |
| 1981-1990          | 335                                | 219   | 175   | 153    | 268                            | 175   | 140   | 122    |
| 1991'den sonra     | 176                                | 113   | 92    | 81     | 141                            | 90    | 73    | 65     |

Son olarak, ısıtma sistemi için enerji akışı Denklem (5) takip edilerek hesaplanmıştır. Evsel kullanım için sıcak suyu dikkate almak için, alan ısıtması için tüketimin %10'u kadar bir artış düşünülmüştür [31].

$$E = E_{spec} \cdot Pop \quad (4)$$

$$Q = \sum_{year} \sum_{\# floors} Q_{surf} \cdot S_{floor} \quad (5)$$

#### 2.4. Üçüncül Sektör

TERNA tarafından sağlanan ve elektrik tüketiminin (MWh) il ortalaması hesabına atıfta bulunan ham veriler, belediye bölgesindeki elektrik enerjisi tüketimini nüfus sayısına bölerek tahmin etmemizi sağladı.

Termal enerji akışı, üçüncül sektör operatörlerinin belediye sayılarından (çalışan sayısı) [32], her bir yer birim alanı için enerji talebinden ( $MWh/m^2$ ) (önceki paragrafta açıklanan şekilde hesaplanır) ve her bir çalışan için tahmini yüzeyden ( $S_{spec}, m^2/empl$ ) başlayarak Denklem (6) takip edilerek hesaplanır.

$$Q = Q_{(sur) (f)} - S_{spec} \cdot \#çalışanlar \quad (6)$$

#### 2.5. Belediye Filosu, Toplu Taşıma, Belediye Genel Aydınlatma ve Belediye Binaları

Enerji akışının hesaplanmasına belediyenin elindeki verilerle başlanmıştır. Belediye çalışanları ile işbirliği içinde, her şehir tam bir envanter hazırlamıştır: ulaşım ve belediye hizmetleri için sahip olunan araçlar, yıllık tüketim ( $F, L_{yakıt}$ ), belediye aydınlatması ve belediye binalarından tüketim. Veriler Ek A'da rapor edilen bir anket ile talep edilmiştir. Alınan tüm veriler işlenmiş ve yukarıdaki metodoloji kullanılarak MWh'ye dönüştürülmüştür. Kamu aydınlatması durumunda, lambaların sayısı ve türü belediye çalışanları tarafından sağlanmış ve bir yıldaki çalışma saati sayısı (4145 saat [35]) bilinerek, toplam enerji tüketimini aşağıdaki gibi hesaplamak mümkün olmuştur:

$$E_{aydinlatma} = n \cdot ampul \cdot E_{ampul} \cdot h_{eq} \quad (7)$$

#### 2.6. CO<sub>2</sub> Emisyonlarının Hesaplanması

Her bir sektör için enerji akışı hesaplanmış ve ilgili CO<sub>2</sub> emisyonları SEAP kılavuzlarında [36] belirtilen spesifik emisyon faktörleri ( $t_{CO_2}/MWh$ ) kullanılarak ve ulusal yenilenebilir enerji üretiminin katkıları dikkate alınarak elde edilmiştir (Tablo 4.). Özellikle, ulaştırma sektöründe ve elektrik üretiminde dikkate alınan emisyon katsayısı için, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının kullanımına ilişkin ulusal hedefe atıfta bulunulmuştur.

Enerji Kaynakları (RES) [37,38]. Son olarak, belediye ısıtma enerjisi akışı, bölgesel ölçekte kullanılan tipik enerji vektörüne bölünmüştür [39,40]. Tablo 4, CO<sub>2</sub> emisyonlarını hesaplamak için kullanılan spesifik faktörleri özetlemektedir. Veriler bir LCA yaklaşımını dikkate almamaktadır; bunun için güneş termal enerjisi ve biyokütle, salınan CO<sub>2</sub> açısından nötr olarak nitelendirilmiştir.

**Tablo 4. Spesifik emisyon faktörleri** Spesifik emisyon faktörleri (ton CO<sub>2</sub>/MWh).

| Kategori       | Emisyon Faktörü (tco <sub>2</sub> /MWh) |
|----------------|---|
| Elektrik       | 0.281                                   |
| Doğal gaz      | 0.202                                   |
| Sıvı gaz       | 0.231                                   |
| Dizel          | 0.267                                   |
| Benzin         | 0.249                                   |
| Biyokütle      | 0                                       |
| Güneş enerjisi | 0                                       |

### 2.7. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimi

Yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilir enerji planlamasında önemli bir rol oynamaktadır. Son birkaç on yılda, elektrik ve termal enerji üretiminin karbon ayak izini azaltmak için bu kaynaklardan yaygın olarak yararlanılmaktadır. Özellikle, biyoenerji, rüzgar, hidro ve güneş enerjisi elektrik üretimi için başlıca kaynaklardır; ısı ise katı biyokütller (odun) ve güneş enerjisiyle ısıtma ile yakından ilgilidir. Bu bağlamda, ısı pompaları ve yoğuşmalı kazanların kurulumu hükümetler tarafından güçlü bir şekilde teşvik edilmekte ve genellikle enerji tasarrufu sağlayan cihazlar olarak kabul edilmektedir. İtalya'daki yenilenebilir enerji kaynağına dayalı tesislerin sayısı [41]'de toplanmıştır ve yıldan yıla yeşil enerjiyi değerlendirmek için kullanılabilir.

üretimiştir. Özellikle, her bir tesisin kurulu gücü sağlanır ( $Q_{inst}$ , [kW]).

Amaç bir binayı ısıtmak olduğunda (örneğin biyokütle yakıtlı kazanlar ve ısı pompaları), İtalyan yönetmelikleri iklim bölgesine bağlı olarak cihazın açıldığı yıllık saat için belirli bir değer uygulamaktadır. Bu bilgi, yenilenebilir enerjiyle de beslenen geleneksel ve yüksek verimli kazanların toplam yerel ısı üretimini hesaplamamıza (Denklem (8)'i kullanarak) izin verdi.

$$Q_{building} = Q_{inst} \cdot heq \quad (8)$$

Güneş enerjisi ile ısıtma durumunda, her bir belediye için tesisin toplam yüzeyi  $S_{paneller}$  verilmiştir: her bir tesis tarafından üretilen enerji, eşdeğer çalışma saatleri (1120 saat [42]) ve panellerin ortalama güneş radyasyonu (1,4 kW/m<sup>2</sup>) bilinerek hesaplanmıştır (Denklem (9)) [43]:

$$Q_{solar} = heq \cdot Isol \cdot Spansels \quad (9)$$

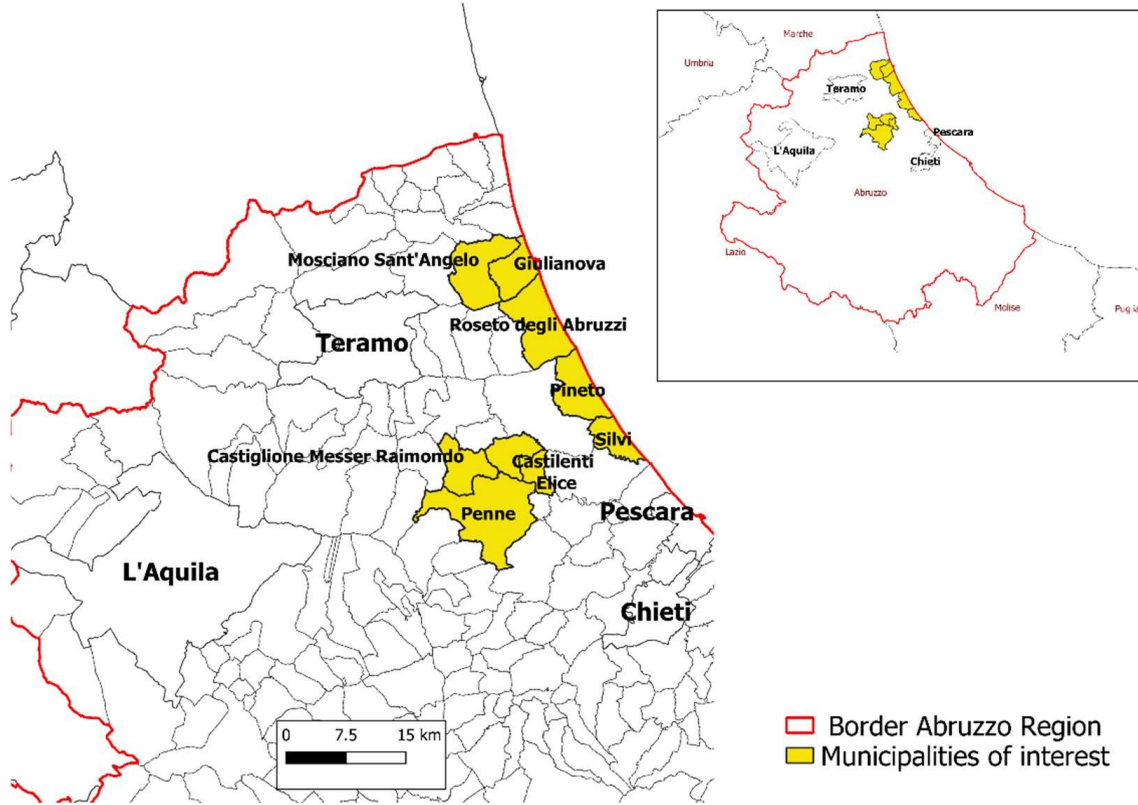
Fotovoltaik panellerin enerji üretimi Denklem (10)'daki gibi hesaplanmıştır. Dikkate alınan çalışma eşdeğer saatleri, tesislerin mevsimsel verimliliğini dikkate almaktadır.

$$Esolar = heq \cdot Einst \quad (10)$$

### 2.8. Belediyelerin Seçimi

Dokuz şehir (Şekil 2) Abruzzo bölgesindedir; yedi belediye Teramo ilinde ve iki belediye de Pescara ilindedir. Bu şehirler, çeşitli ve kapsamlı vaka çalışmaları ve dolayısıyla modelin önemli ölçüde doğrulanması amacıyla seçilmiştir. Gerçekten de, farklı iklim bölgelerindeki geniş bir alan ve küçük köyler incelendiği için dokuz şehir çok farklıdır (Tablo 5); nüfus 1422 ile 25.689 arasında değişmekte, konut sayısı 481 (Castilenti) ile 5229 (Roseto) arasında değişmekte ve iklim bölgesi C veya D ılıman ve orta soğuk iklim) olmaktadır. Şekil 2'de farklı coğrafi bağlamları da vurgulamak mümkündür: bir grup kıyı bölgelerine aitken, ikinci bir grup iç kesimlerde dir. Çalışanların sayısı

Üçüncül sektör de her belediye için gösterilmiştir, bu sektörün enerji tüketimini değerlendirmek için gereklidir (Denklem (6)). Bu farklılıklar modelin çeşitli bağlamlarda uygulanabileceğini göstermektedir.



Şekil 2. Çalışma alanı Çalışma alanı: Abruzzo bölgesindeki Teramo ve Pescara illerinde bulunan dokuz belediye.

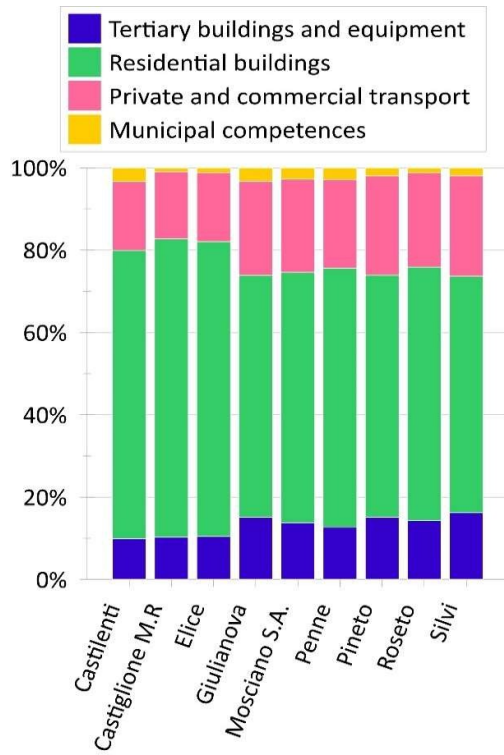
Tablo 5. Dokuz belediyeye ilişkin coğrafi ve sosyal bilgiler. Dokuz belediyeye ilişkin coğrafi ve sosyal bilgiler.

| Belediye          | Nüfus  | Uzatma (km <sup>2</sup> ) | Yükseklik (m) | # Bina Sayısı | Nüfus Yoğunluğu (kişi/km <sup>2</sup> ) | İklimsel Bölge | # Üçüncül Çalışan Sayısı |
|-------------------|--------|---------------------------|---------------|---------------|---|----------------|--------------------------|
| Castilenti        | 1422   | 24                        | 272           | 481           | 60                                      | D              | 164                      |
| Castiglione M. R. | 2160   | 31                        | 306           | 731           | 70                                      | D              | 292                      |
| Elice             | 1691   | 14                        | 259           | 588           | 118                                     | D              | 238                      |
| Giulianova        | 23,278 | 28                        | 68            | 4372          | 831                                     | C              | 3614                     |
| Mosciano S. A.    | 9230   | 48                        | 227           | 2083          | 190                                     | D              | 1174                     |
| Penne             | 11,769 | 91                        | 438           | 2534          | 129                                     | D              | 1431                     |
| Pineto            | 14,886 | 38                        | 4             | 2551          | 392                                     | C              | 2101                     |
| Roseto            | 25,689 | 53                        | 5             | 5229          | 485                                     | C              | 3569                     |
| Silvi             | 15,393 | 20                        | 2             | 2541          | 770                                     | C              | 2468                     |

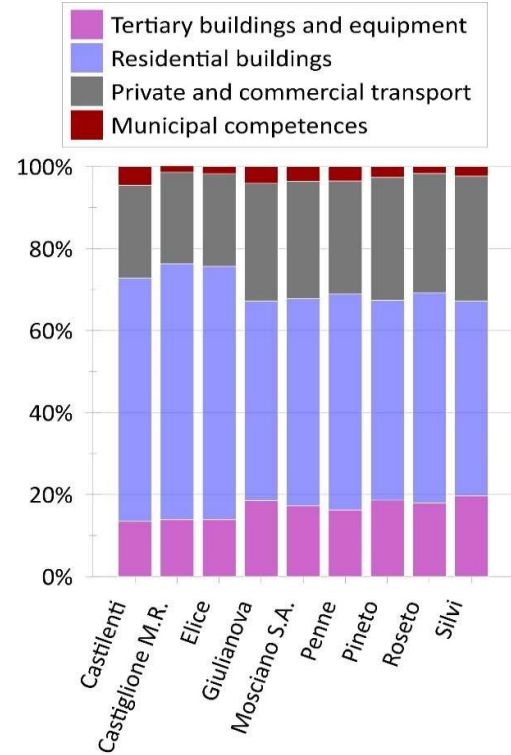
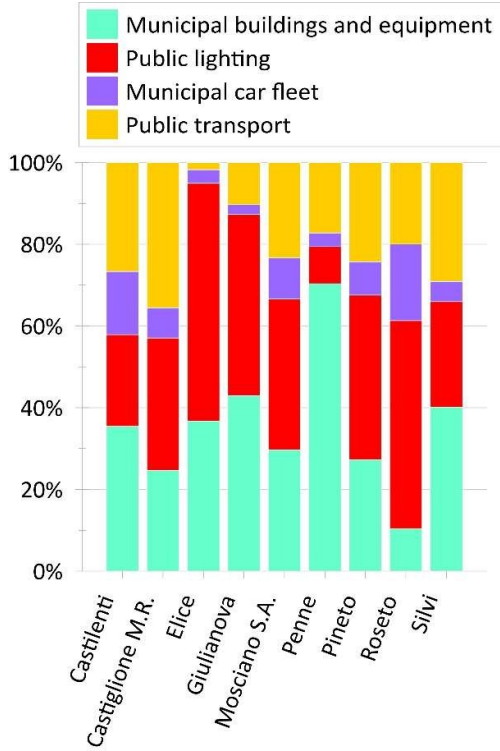
### 3. Sonuçlar ve Tartışma

Model sonuçları, referans yıl olan 2018'de her belediyedeki tüketim ve emisyonları analiz ederek Şekil 3'te gösterilmiştir. En yoğun enerji kullanan sektörün konutlar olduğu (Şekil 3a) ve CO<sub>2</sub> ile ilgili emisyonlar açısından da en etkili sektör olduğu görülmektedir (Şekil 3b). Tüketim ve emisyonlar açısından ulaşımın etkisi Silvi, Pineto ve Roseto gibi büyük şehirlerde daha yüksektir.

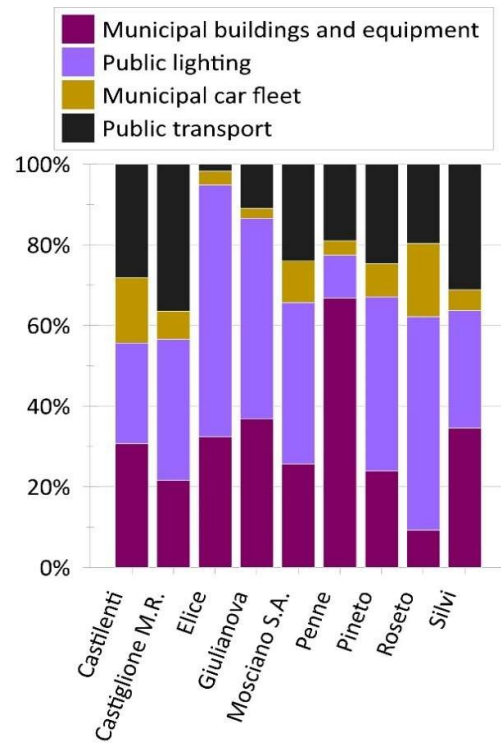




(a) 2018 yılında enerji tüketiminin payı

(b) 2018 yılında CO<sub>2</sub> emisyonlarının payı

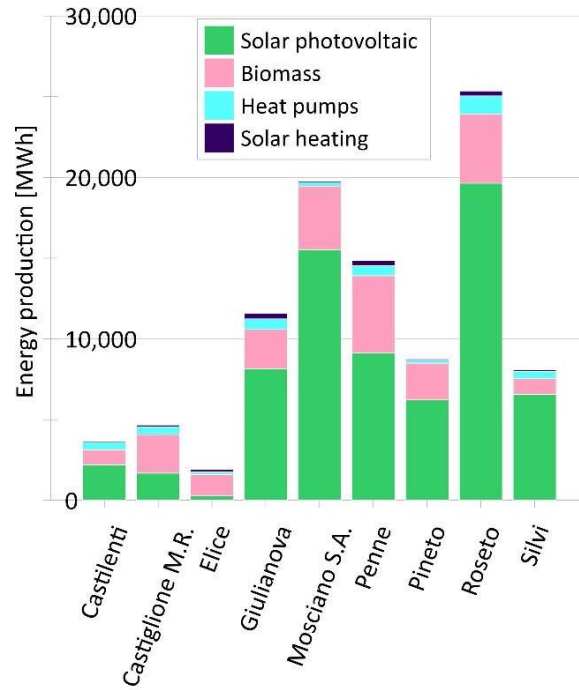
(c) belediyelerin yetkileri için enerji tüketiminin payı

(d) belediyelerin yetkileri için CO<sub>2</sub> emisyonlarının payı

**Şekil 3. Her bir belediye için** Her bir belediye için tüketim (a,c) ve emisyonların (b,d) yüzde payı. (c,d)'de belediye yetkinlikleri sektöründeki spesifik tüketim ve emisyonlar raporlanmıştır.

Kamu aydınlatması, toplu taşıma, kamu idaresinin sahip olduğu ve kullandığı binalar (okullar, hükümet binaları, vb.) ve idarenin sahip olduğu araç filosunu içeren belediye yetkinliğinin etkisi analiz edilmiştir (Şekil 3c,d). Enerji tüketimi ve emisyon değerleri sınırlı olsa da, bu odak önemlidir çünkü belediye siyasi karar almada önemli bir rol oynamaktadır ve bu diğer sektörlerdeki temel eylemleri yönlendirmek için esastır. En önemli sektörlerden biri, orijinal ampullerin (halojen) daha verimli ampullerle (örneğin LED) değiştirilmesinden sonra yaklaşık %55-60'lık bir azalma gösteren kamu aydınlatmasıdır.

Yenilenebilir enerji üretimi (Şekil 4) büyük belediyelerde (Roseto, Mosciano S. A., Penne ve Giulianova) daha yüksektir; en önemli kaynak kıyı kasabalarında daha önemli olan güneş enerjisidir: Silvi'de yenilenebilir üretimin %81'ini temsil ederken Elice'de (iç kesimlerde) %14'tür. Güneş enerjisinin aksine, biyokütle en çok iç kesimlerdeki köylerde kullanılmaktadır: Elice'de yenilenebilir enerjinin %70'ini temsil ederken Silvi'de sadece %16'sını temsil etmektedir. Bunun nedeni büyük olasılıkla kıyı bölgelerinin daha güneşli olması, iç kesimlerde ise yakacak odun kullanımının daha yaygın olmasıdır.



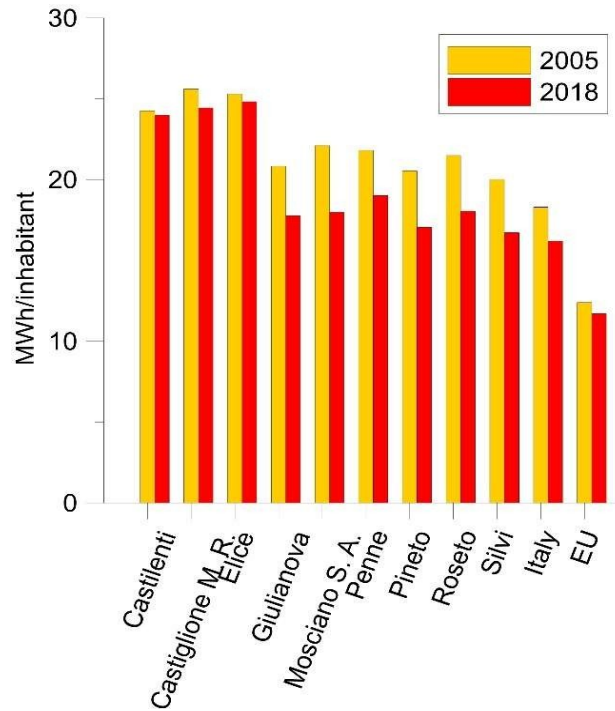
**Şekil 4. Her bir şehir için** Her bir şehir için yenilenebilir enerji üretimindeki eğilim.

Geliştirilen yöntemle 2005'ten 2018'e kadar olan tüketim farkı hesaplanmıştır. Dikkate alınan her şehir için– %5,6 ile– %15,6 arasında bir azalma . Penne'de daha yüksek bir azalma hesaplanırken, Elice'de daha düşük bir azalma görülmüştür (Tablo 6). Kişi başına tüketimdeki azalma hesaplanmış ve Şekil 5'te gösterilmiştir: kişi başına tüketimde en fazla azalmanın olduğu şehir Mosciano Sant'Angelo (– 4,13 MWh/kişi); en az azalmanın olduğu şehir ise Castilenti (– 0,26 ) olmuştur. 2018'de kişi başına tüketim şu şekilde değişmiştir

20,1 MWh/kişi (Silvi) ile 25,61 MWh/kişi (Castiglione Messer Raimondo).

**Tablo 6. Her şehir için Her şehir için tüketim (MWh) ve yüzde olarak azalma.**

| Belediye                    | MWh (2005) | MWh (2018) | Δ (%)  |
|-----------------------------|------------|------------|--------|
| Castilenti                  | 3972.9     | 34,807.6   | -10.7% |
| Castiglione Messer Raimondo | 62,220.4   | 54,190.5   | -12.9% |
| Elice                       | 43,988.7   | 41,506.1   | -5.6%  |
| Giulianova                  | 454,235.2  | 415,124.7  | -8.6%  |
| Mosciano S. Angelo          | 188,744.6  | 166,827.5  | -11.6% |
| Penne                       | 272,972.8  | 230,293.6  | -15.6% |
| Pineto                      | 277,172.8  | 254,260.9  | -8.3%  |
| Roseto                      | 506,362.6  | 456,823.6  | -9.8%  |
| Silvi                       | 305,489.1  | 259,006.2  | -15.2% |

**Şekil 5. 2005 ve 2018 yılları arasında Kişi başına tüketimin 2005 ve 2018 yılları arasında karşılaştırılması.**

Şekil 5'ten, kişi başına tüketimin İtalyan ortalamasından biraz daha yüksek ve özellikle seçilen sektörler için Avrupa ortalamasından daha yüksek olduğunu gözlemlemek de mümkündür [44]. Bunlar, 2005'ten 2018'e kadar şu şekilde bir azalma ile karakterize edilmiştir

Sırasıyla 2,1 MWh/kişi ve 0,7 MWh/kişi. Farklılıklar temel olarak farklı metodolojiden kaynaklanmaktadır ve sunulan modelde uluslararası modele göre hafif fazla tahmin görülmektedir. Daha düşük AB değeri, İtalya'nın dikkate alınan zaman aralığı için Avrupa ortalamasına göre daha eski stoğa sahip olduğu iki sektör olan konut ve ulaşım kullanımı açısından daha yüksek enerji verimliliği ile ilgilidir [45].

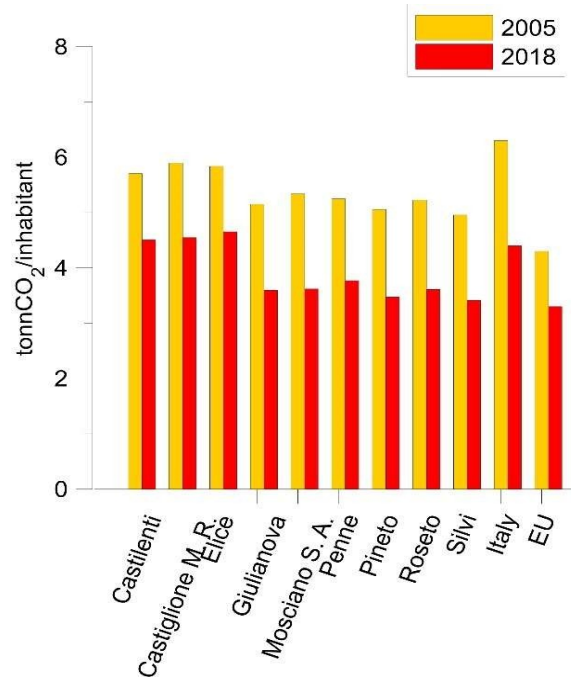
Tüketime paralel olarak, her şehir için emisyonları hesaplamak mümkün olmuştur: azalma %23,3 ila %30,5 aralığındadır ve büyük ölçüde AB'nin 2020 emisyon hedefiyle uyumludur (Tablo 7). En büyük azalma Penne'de, en küçük azalma ise Elice'de tespit edilmiştir. Bu eğilim, hem ulusal enerji karışımının hem de belediye, ulusal ve uluslararası stratejiler tarafından teşvik edilen eylemlerin sonucudur. Azalma eğilimi, kişi başına düşen emisyon eğilimi (Şekil 6) ile de teyit edilmiştir.

4,96 tCO<sub>2</sub>/inhabitant (Silvi) ile 5,89 tCO<sub>2</sub>/inhabitant (Castiglione Messer Raimondo) arasında, İtalyan ve Avrupa ortalamasının biraz üzerinde (sırasıyla 4,4 tCO<sub>2</sub>/inhabitant ve 3,3 tCO<sub>2</sub>/inhabitant). İtalya'nın kişi başına düşen emisyon eğilimi 2005'ten 2018'e kadar daha yüksek bir düşüş göstermiştir (1,9 tCO<sub>2</sub>/kişi) ve 6,3 tCO<sub>2</sub>/kişi ile

4.4 tCO<sub>2</sub>/inhabitant. Avrupa'da kişi başına düşen emisyon değerinin daha düşük olması kuşkusuz İtalyan enerji karışımında hiç bulunmayan nükleer enerji kullanımıyla ilgilidir [44].

**Tablo 7.** Dikkate alınan her belediye için toplam emisyonlar (tCO<sub>2</sub>) ve yüzde olarak azaltım.

| Belediye                    | tCO <sub>2</sub> (2005) | tCO <sub>2</sub> (2018) | Δ (%)  |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------|
| Castilenti                  | 9169.4                  | 6537.3                  | -28.7% |
| Castiglione Messer Raimondo | 14,323.8                | 10,082.5                | -29.6% |
| Elice                       | 10,151.5                | 7781.1                  | -23.3% |
| Giulianova                  | 112,292.5               | 83,984.9                | -25.2% |
| Mosciano S. Angelo          | 45,579.3                | 33,596.3                | -26.3% |
| Penne                       | 65,710.2                | 45,620.8                | -30.5% |
| Pineto                      | 68,239.7                | 51,749.6                | -24.1% |
| Roseto                      | 123,089.5               | 91,331.3                | -25.8% |
| Silvi                       | 75,643.2                | 52,863.8                | -30.1% |



**Şekil 6.** 2005 ve 2018 yılları arasında Kişi başına düşen emisyonların 2005 ve 2018 yılları arasında karşılaştırılması.

Kişi başına emisyon azaltımının en yüksek olduğu şehir Mosciano Sant'Angelo (- 1,72 tCO<sub>2</sub>/kişi), en düşük olduğu şehir ise Elice (- 1,18 tCO<sub>2</sub>/kişi) olmuştur. CO<sub>2</sub> emisyonlarını hesaplamak için kullanılan emisyon faktörleri (Tablo 4), LCA yaklaşımına kıyasla daha az muhafazakar olan IPCC yaklaşımını takip etmiştir. Özellikle, LCA yaklaşımı ile elde edilen emisyon değerlerindeki artış %24 olarak tahmin [15] ve esas olarak yaklaşımları karakterize eden farklı sistem sınırları nedeniyle daha gerçekçi bir tahmin sağlar.

#### 4. Sonuçlar

Enerji tasarrufu ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltılmasına yönelik uluslararası taahhüt evrensel olarak kabul görmektedir, ancak bunun yerel birimler tarafından, aşağıdan yukarıya, globalizasyon ilkesine uygun olarak harekete geçirilmesi gerekmektedir. En küçük idari birim, vatandaşlarına karşı siyasi sorumluluğu olan ve bu hedeflere ulaşmak için eylem ve müdahaleler planlayabilen belediyedir. Belediye Başkanları Sözleşmesi'nin bu özel amacı vardır ve yerel azaltım eylemlerinin planlanması için SEAP (Sürdürülebilir Enerji Eylem Planları) adı verilen bir araç belirlemiştir.

Bu çalışmada, yerel alanlarda enerji ve çevre planlaması için bir metodoloji önerilmiş ve belediyelere tasarım ve izleme konusunda yardımcı olmak amacıyla doğrulanmıştır.

SEAP'ların aşamaları. Geliştirilen prosedür, belediyeler tarafından ölçülen verilerin, enerji istatistiklerinin ve mühendislik tahminlerinin mevcudiyetinden yola çıkmaktadır. Bu şekilde, konut sektörünü, üçüncül ve ticari sektörleri ve hem özel hem de ticari taşımacılığı kapsayan bir enerji tüketimi değerlendirme ve CO<sub>2</sub> emisyonları hesaplama modeli gerçekleştirilmiştir. Toplanan veriler, aslında, bir referans yılında ilgili bölgenin birincil enerji tüketimini tam olarak değerlendirmek ve bunu başlıca sosyolojik, demografik ve coğrafi parametrelerle ilişkilendirmek için kullanılmıştır. Dolayısıyla, CO<sub>2</sub> ile ilgili emisyonlar, belediyede kullanılan her bir enerji taşıyıcısına (elektrik, doğal gaz, dizel, benzin, LPG, biyokütle, vb.) ilişkin spesifik emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanabilmektedir. Toplu taşıma ve belediye filosu, yolların ve ortak alanların kamusal aydınlatması ve kamu kuruluşlarına ait binalar (okullar, hükümet sarayları, spor salonları, vb.) gibi belediye yetkilerinin altyapısına özellikle odaklanılmıştır. Aslında, doğrudan kamu idaresi tarafından teşvik edilen eylemler, sosyal farkındalığın artırılması açısından ek bir değere sahip olabilir. Ayrıca, hassas belediye veri tabanları ve yıllık işletme tahminleri sayesinde yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi (elektrik ve termal) uygun şekilde değerlendirilmiştir.

Metodoloji, Abruzzo bölgesinin iç ve kıyı kesimlerinde yer alan ve farklı nüfus, nüfus yoğunluğu, rakım, iklim ve ekonomi değerlerine sahip dokuz belediyeye uygulanmıştır. Bu farklılıklar, geliştirilen modelin uygun şekilde doğrulanmasını sağlamak için geniş bir vaka çalışması portföyü oluşturmaktadır. Uluslararası hedeflere ulaşıldığını doğrulamak amacıyla, her bir kasabanın olası enerji tasarrufunu ve CO<sub>2</sub> emisyon azaltımını değerlendirmek için, prosedür 2005 ve 2018 verilerine uygulanmıştır. Veriler aynı zamanda İtalyan ve Avrupa ortalama değerleriyle karşılaştırılmış, model varsayımları ve belirli bölgelerle ilgili iyi uyum ve farklılıklar gösterilmiştir. Ele alınan bölgede 2018 yılında 18 MWh/insan ve 3,9 tCO<sub>2</sub>/insan ortalama değerleri elde edilmiştir; bu değerler ulusal ortalamaya çok yakın olmakla birlikte spesifik emisyonlar açısından Avrupa ortalamasından (nükleer enerjinin varlığının önemli bir rol oynadığı) daha yüksektir.

Sonuçlar, her belediyede enerji tüketiminde önemli bir azalma (%5'ten %15'e) ve ilgili CO<sub>2</sub> emisyonlarında tasarruf (%24'ten %30'a) olduğunu göstermektedir. Ulaşım sektörü, özellikle sıvı biyoyakıtların piyasaya sürülmesi ve araçlar açısından güçlü yeniliklerle ilgili olarak enerji tasarrufundan sorumlu ana sektördür. Konut binaları önemli bir rol oynamaktadır ve son yıllarda kamu finansmanı sektörü bina verimliliğinde önemli müdahalelere itmiştir (dış ortama doğru ısı kaybının azaltılması, kazan ikamesi, daha verimli sıcaklık kontrolü, iyileştirilmiş pencere ve çerçeveler ve yenilenebilir enerji kullanımı). Buna ek olarak, yenilenebilir kaynakların artan kullanımı CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltılmasına büyük katkı sağlamaktadır: güneş enerjisi, hem elektrik enerjisi üretimi için fotovoltaik bir kaynak olarak hem de bina ısıtması için termal formda, aynı zamanda jeotermal ısı pompaları ve özellikle iç ve dağlık bölgelerde biyokütle kullanımı yoluyla özellikle önemlidir.

Elde edilen sonuçlar, uluslararası taahhütler ve küresel hedefler için yerel birimlere sorumluluk yükleyen AB'nin izlediği doğru yolu teyit etmektedir. Enerji ve çevre planlama araçları, hedeflerin izlenmesinde ve planlanan eylemlerin gözden geçirilmesinde hükümetleri destekleyebilir. SEAP'ların oluşturulmasına yönelik prosedür esneklik ve oldukça farklı belediye özelliklerine uygulanabilir. Aynı zamanda SECAP'lar tarafından temsil edilen ve metodolojiye diğer bölgesel ve çevresel hususları (özellikle iklim değişikliğine uyum, risk ve kırılganlığın azaltılması, su kıtlığı, toprak tüketimi ve diğer enerji dışı konular açısından) entegre eden gelecekteki bir adım için bir başlangıç noktasını temsil etmektedir.

**Yazar Katkıları:** Kavramsallaştırma, D.D.B., C.B., S.C. ve R.C. (Roberto Cipollone); metodoloji, A.C., L.D.P., S.A. ve R.C. (Roberto Carapellucci); yazılım, A.C., S.S. ve S.A.; doğrulama, D.D.B., L.D.P. ve .S.; resmi analiz, R.C. (Roberto Carapellucci), D.D.B. ve R.C. (Roberto Cipollone); araştırma, C.B., L.D.P., S.A. ve S.S.; kaynaklar, C.B., R.C. (Roberto Cipollone), D.C. (Dario Ciamponi), D.C. (Dina Cardone), S.C. ve D.D.B.; veri küratörlüğü, S.S., C.B., L.D.P. ve S.A.; yazı-rijinal taslak hazırlama, .D.B., L.D.P., S.S. ve .A.; yazı-inceleme ve düzenleme, R.C. (Roberto Carapellucci), R.C. (Roberto Cipollone), D.D.B. ve C.B.; görselleştirme, L.D.P., S.A. ve

D.D.B.; gözetim, R.C. (Roberto Cipollone), C.B., S.C. ve R.C. (Roberto Carapellucci); proje yönetimi, .C. (Dario Ciamponi), D.C. (Dina Cardone), S.C. ve D.D.B.; fon temini, S.C., D.C. (Dario Ciamponi), D.C. (Dina Cardone), C.B., R.C. (Roberto Cipollone) ve D.D.B. Tüm yazarlar makalenin yayınlanan versiyonunu okumuş ve kabul etmiştir.

**Finansman:** Bu araştırma herhangi bir dış finansman almamıştır. **Kurumsal İnceleme Kurulu Beyanı:** Geçerli değil.

**Bilgilendirilmiş Onam Beyanı:** Geçerli değil.

**Teşekkür:** Bu çalışma, AB Interreg İtalya-Hırvatistan işbirliği programı kapsamındaki JOINT-SECAP (Kıyı Bölgelerinde İklim Değişikliğine Uyum için Ortak Stratejiler) projesi çerçevesinde tamamlanmıştır. Abruzzo bölgesi, farklı belediyeler arasındaki destek ve proje koordinasyonu için teşekkür eder. Ayrıca her bir belediyeye veri paylaşımı için teşekkür ederiz.

**Çıkar Çatışmaları:** Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

## İsmlendirme

### Semboller

|                |   |
|----------------|---|
| d              | mesafe (km)                               |
| E              | elektrik enerjisi (MWh)                   |
| E'             | elektrik gücü (MW, kW)                    |
| F              | yakıt tüketimi (satış) (L)                |
| FC             | Özgül yakıt tüketimi (L/km)               |
| G              | mal miktarı-yük (ton)                     |
| $h_{eq}$       | çalışma saati sayısı (h)                  |
| $I_{sol}$      | güneş paneline gelen yıllık güneş ışınımı |
| $(kW/m^2)$ Pop | Nüfus                                     |
| Q              | Termal enerji (MWh)                       |
| Q'             | Termal güç (MW, kW)                       |
| S              | yüzey, alan ( $m^2$ )                     |

### Alt simgeler

|      |                            |
|------|----------------------------|
| inst | kurulu                     |
| spec | kişi başına özel           |
| sörf | spesifik-birim alan başına |
| tot  | toplam (bölgesel ölçek)    |

### Kısaltmalar

|           |   |
|-----------|---|
| BEI       | Temel Emisyon Envanteri   |
| CHP       | Kombine Isı ve Güç  |
| CoM       | Belediye Başkanları Sözleşmesi  |
| AB        | Avrupa Birliği  |
| EC        | Avrupa Komisyonu  |
| SERA GAZI | Sera Gazları  |
| JES       | Yeşil Kamu Alımları   |
| GW        | Küresel Isınma  |
| JRC       | Ortak Araştırma Merkezi   |
| LCA       | Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi   |
| LED       | Işık Yayan Diyot  |
| LPG       | Sıvılaştırılmış Petrol Gazı   |
| MEI       | Emisyon Envanterinin İzlenmesi  |
| PA        | Kamu Yönetimi   |
| RES       | Yenilenebilir Enerji Kaynakları   |
| SD        | Sürdürülebilir Kalkınma   |
| SDG       | Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi  |
| SEAP      | Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı   |
| SECAP     | Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planı TSO<br>Elektrik şebekesinin İletim Sistemi Operatörü |

### Ek A. Belediyeye Gönderilen Anket Referans İletişim

Belediye yönetimine bağlı spesifik verileri değerlendirmek için belediyenin irtibat kişisine, genellikle de belediye başkanının kendisine kısa bir anket gönderilmiştir. Bu anket özellikle belediyenin yetkileri ve farklı sektörlerde yenilenebilir kaynaklar ve enerji verimliliğine yönelik olası teşvikler ile ilgilidir. Derlemeyi kolaylaştırmak için tablo şeklinde (Tablo A1-A5) gönderilmiştir. Talep edilen bazı veriler gereksizdi, ancak bu her belediyenin veri mevcudiyetine uymak için yapıldı.

**Tablo A1.** Belediye binaları için talep edilen veriler.

| Bina Tipi  | Adres | Elektrik Tüketimi (kWh) | Termal Tüketim (kWh veya Sm <sup>3</sup> ) |
|------------|-------|-------------------------|--|
| Spor Okulu |       |                         |  |
| ...        |       |                         |  |

**Tablo A2.** Kamu aydınlatması için talep edilen veriler.

| Ampul Sayısı | Ampul Tipi | Güç (kW) | Enerji Tüketimi (kWh) |
|--------------|------------|----------|-----------------------|
|              |            |          |                       |
|              |            |          |                       |

**Tablo A3.** Toplu taşıma için talep edilen veriler.

| Araç Tipi | Mesafe (km) | Yakıt | Yakıt Tüketimi (L veya)€ |
|-----------|-------------|-------|--------------------------|
| Otobüs    |             | Dizel |                          |
| Araba     |             | Benzi |                          |
| ...       |             | n     |                          |

**Tablo A4.** Kamu yenilenebilir enerji tesisleri için talep edilen veriler.

| Tür Tesisin | Kurulu Güç (kW) | Operasyon Başlangıcı (Tarih) | Yıllık Çalışma Saatleri (h) | Yıllık Enerji Üretimi (kWh) |
|-------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Fotovoltaik |                 |                              |                             |                             |
| Biyokütle   |                 |                              |                             |                             |
| Biyogaz     |                 |                              |                             |                             |
| Hidro       |                 |                              |                             |                             |
| CHP         |                 |                              |                             |                             |
| ...         |                 |                              |                             |                             |

**Tablo A5.** Teşvikler ve diğer eylemler için talep edilen veriler.

| Tip      | Açıklama      | Katılan Kişi Sayısı | Yıllar    |
|----------|---------------|---------------------|-----------|
| Ekonomik | Kazan ikamesi | XXX                 | 2012-2014 |
| JES      |               |                     |           |
| ...      |               |                     |           |

### Referanslar

- Gloor, M.; Sarmiento, J.L.; Gruber, N. Havadaki CO<sub>2</sub> fraksiyonundan karbon döngüsü iklim geri beslemeleri hakkında ne öğrenilebilir? *Atmosfer. Chem. Phys. Discuss.* **2010**, *10*, 7739-7751. [[CrossRef](#)]
- Fuss, S.; Lamb, W.F.; Callaghan, M.W.; Hilaire, J.; Creutzig, F.; Amann, T.; Beringer, T.; de Oliveira Garcia, W.; Hartmann, J.; Khanna, T.; vd. Negatif emisyonlar-Bölüm 2: Maliyetler, potansiyeller ve yan etkiler. *Environ. Res. Lett.* **2018**, *13*, 063002. [[CrossRef](#)]
- Abbate, S.; Di Paolo, L.; Carapellucci, R.; Cipollone, R. Kentsel CO<sub>2</sub> planlaması için kullanılmayan arazilerin yönetimiyle ilişkili karbon alım dinamikleri. *Yenileme. Enerji* **2021**, *178*, 946-959. [[CrossRef](#)]

4. AB Komisyonu Basın Bülteni-Avrupa Yeşil Anlaşması: Komisyon İklim Hedeflerini Karşılama için AB Ekonomisinin ve Toplumunun Dönüşümünü Öneriyor, Brüksel, 14 Temmuz 2021. Çevrimiçi olarak mevcuttur: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_21\\_3541](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_21_3541) (erişim tarihi 16 Eylül 2021).
5. *Dünyamızı Dönüştürmek: Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi*; A/RES/70/1; Birleşmiş Milletler: New York, NY, ABD, 2015.
6. 23 Nisan 2009 tarihli ve sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0063:0087:en:PDF> (16 Eylül 2021 tarihinde erişilmiştir).
7. Sözleşme Resmi Metni. Çevrimiçi olarak mevcuttur: [https://www.covenantofmayors.eu/index.php?option=com\\_attachments%26task%3Ddownload%26id%3D11+%&cd=2&hl=it&ct=clnk&gl=it](https://www.covenantofmayors.eu/index.php?option=com_attachments%26task%3Ddownload%26id%3D11+%&cd=2&hl=it&ct=clnk&gl=it) (erişim tarihi 16 Eylül 2021).
8. Schenone, C.; Delponte, I.; Pittaluga, I. Sürdürülebilirlik için şehir düzeyinde bir araç olarak Sürdürülebilir Enerji Eylem Planının hazırlanması: Cenova örneği. *J. Renew. Sürdürülebilir Enerji. Enerji* **2015**, *7*, 033126. [CrossRef]
9. Nuss-Girona, S.; Llausas, A.; Figueras, J.; Morera, S. Girona kentindeki SEAP, cesaret ve pragmatizmi arasında bir kavşak. *Local Environ.* **2014**, *21*, 476-503. [CrossRef]
10. Marquez-Ballesteros, M.-J.; Mora-López, L.; Lloret-Gallego, P.; Sumper, A.; Sidrach-De-Cardona, M. Kentsel enerjinin ölçülmesi sürdürülebilirlik ve bunun iki İspanyol şehrine uygulanması: Malaga ve Barselona. *Sürdürülebilirlik. Cities Soc.* **2019**, *45*, 335-347. [CrossRef]
11. Qian, K.; Lv, T.; Yuan, Y. Entegre Enerji Sistemi Planlama Optimizasyon Yöntemi ve Çoklu Faktörlere Dayalı Vaka Analizi ve Üç Seviyeli Bir Süreç. *Sürdürülebilirlik* **2021**, *13*, 7425. [CrossRef]
12. Coelho, S.; Russo, M.; Oliveira, R.; Monteiro, A.; Lopes, M.; Borrego, C. Şehir düzeyinde sürdürülebilir enerji eylem planları: Bir Portekiz deneyimi ve algısı. *J. Clean. Prod.* **2018**, *176*, 1223-1230. [CrossRef]
13. Theodoridou, I.; Mermigas, A.; Christodoulou, A.; Kanouras, S.; Kokkinidou, R. Şehirlerde iklim değişikliğinin azaltılması ve adaptasyonuna doğru - Yunan Belediyeleri ve Valiliklerinin rolü. EMPOWERING Projesinden elde edilen bulgular ve sonuçlar. *IOP Conference Series içinde: Earth and Environmental Science*; No. 1; IOP Publishing: Bristol, UK, 2020; Cilt 410, s. 012008. Çevrimiçi olarak mevcuttur: [https://www.researchgate.net/publication/338814507\\_Towards\\_climate\\_change\\_mitigation\\_and\\_adaptation\\_in\\_cities\\_-\\_the\\_role\\_of\\_Greek\\_Municipalities\\_and\\_Prefectures\\_Findings\\_and\\_outcomes\\_from\\_the\\_EMPOWERING\\_Project/fulltext/5e2ba029299bf152167b333fa/Towards-climate-change-mitigation-and-adaptation-in-cities-the-role-of-Greek-Municipalities-and-Prefectures-Findings-and-outcomes-from-the-EMPOWERING-Project.pdf](https://www.researchgate.net/publication/338814507_Towards_climate_change_mitigation_and_adaptation_in_cities_-_the_role_of_Greek_Municipalities_and_Prefectures_Findings_and_outcomes_from_the_EMPOWERING_Project/fulltext/5e2ba029299bf152167b333fa/Towards-climate-change-mitigation-and-adaptation-in-cities-the-role-of-Greek-Municipalities-and-Prefectures-Findings-and-outcomes-from-the-EMPOWERING-Project.pdf) (16 Eylül 2021 tarihinde erişilmiştir).
14. Fenton, P.; Gustafsson, S.; Ivner, J.; Palm, J. Sürdürülebilir Enerji ve İklim Stratejileri: Beş belediyesindeki planlama süreçlerinden çıkarılan dersler. *J. Clean. Prod.* **2015**, *98*, 213-221. [CrossRef]
15. Cellura, M.; Cusenza, M.A.; Longo, S. Enerji ile ilgili sera gazı emisyon dengeleri: IPCC'ye karşı LCA. *Bilim Toplamı. Çevre.* **2018**, *628-629*, 1328-1339. [CrossRef] [PubMed]
16. Bernardo, G.; D'Alessandro, S. Sürdürülebilir enerji eylem planlarının toplumsal etkileri: Enerji modellemesinden paydaşların öğrenmesine. *J. Environ. Plan. Manag.* **2019**, *62*, 399-423. [CrossRef]
17. Palermo, V.; Bertoldi, P.; Apostolou, M.; Kona, A.; Rivas, S. Belediye Başkanlarının emisyon envanterlerini izleme sözleşmesi kapsamında yerel düzeyde azaltım politikalarına ilişkin veriler. *Veri Özeti* **2020**, *32*, 106217. [CrossRef] [PubMed]
18. Schenone, C.; Delponte, I. Yerel sürdürülebilir enerji eylem planlarında (SEAPs) yenilenebilir enerji kaynakları: Analiz ve sonuçlar. *Enerji Politikası* **2021**, *156*, 112475. [CrossRef]
19. Pasimeni, M.R.; Valente, D.; Zurlini, G.; Petrosillo, I. İki Avrupa ülkesinde iklim değişikliğiyle yüzleşmek için kentsel azaltım ve uyum stratejileri arasındaki etkileşim. *Environ. Bilim Politikası* **2019**, *95*, 20-27. [CrossRef]
20. Abbate, S.; di Paolo, L.; Carapellucci, R.; Cipollone, R. Kentsel bağlam ve komşu araziler: Sürdürülebilir Enerji ve İklim Eylem Planlarının uygulanmasında ağaçlandırmanın nasıl bir rolü olabilir? E3S Web Bildirileri Bildirilerinde. İtalyan Termal Makineler Kongresi'nde sunulmuştur, Sanal, İtalya, 17 Eylül 2021.
21. Matak, N.; Krajac'ic', G. Sürdürülebilir enerji eylem planında CO2 azaltımına katkı sağlayan azaltım önlemlerinin değerlendirilmesi. *Temiz Technol. Çevre. Politika* **2019**, *22*, 2039-2052. [CrossRef]
22. Cinocca, A.; Santini, F.; Cipollone, R. Kamu Yönetimini desteklemek üzere Sürdürülebilir Enerji Eylem Planları için izleme metodolojileri ve araçları. *Energy Procedia* **2018**, *148*, 758-765. [CrossRef]
23. Cinocca, A.; Di Paolo, L.; Abbate, S.; Cipollone, R. Avezano Belediyesine uygulanan Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı tasarımı ve izlenmesi için metodolojiler. E3S Konferanslar Ağı Bildirileri, Abruzzo Bölgesi, İtalya; 2020; Cilt 197, p. 08013. [CrossRef]
24. "Covenant of Mayors" Resmi Web Sitesi. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.eumayors.eu/> (erişim tarihi: 16 Eylül 2021).
25. Lombardi, M.; Paziienza, P.; Rana, R. Kentsel alanlar için AB çevre-enerji politikası: Belediye Başkanları Sözleşmesi, ELENA programı ve ESCos'un rolü. *Enerji Politikası* **2016**, *93*, 33-40. [CrossRef]
26. Delponte, I.; Pittaluga, I.; Schenone, C. Sürdürülebilir Enerji Eylem Planının izlenmesi ve değerlendirilmesi: Uygulama ve perspektif. *Enerji Politikası* **2017**, *100*, 9-17. [CrossRef]
27. Boehnke, R.F.; Hoppe, T.; Brezet, H.; Blok, K. Küçük ve orta ölçekli şehirlerin yerel iklim azaltma eylemlerinde iyi uygulamalar; Hollanda'daki on üç belediye anlam, uygulama ve karbon emisyonlarının fiili olarak azaltılmasıyla bağlantının araştırılması. *J. Clean. Prod.* **2019**, *207*, 630-644. [CrossRef]
28. Bertoldi, P.; Cayuela, D.B.; Monni, S.; de Raveschoot, R.P. *Existing Methodologies and Tools for the Development and Implementation of SEAP*; JRC EC: Ispra, Italy, 2010; Available online: <https://core.ac.uk/download/pdf/38620582.pdf> (accessed 16 September 2021).



29. ISPRA-Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Avrupa Karayolu Taşımacılığı Verilerinin Analizi. Çevrimiçi olarak mevcuttur: [https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/stato-ambiente/annuario-2020/4\\_Trasporti\\_Finale\\_2019.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2020/pubblicazioni/stato-ambiente/annuario-2020/4_Trasporti_Finale_2019.pdf) (16 Temmuz 2021 tarihinde erişilmiştir).
30. MIT-Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, İtalya Altyapı ve Ulaştırma Bakanlığı. Ulusal Altyapı ve Ulaştırma Hesabı. Çevrimiçi olarak mevcuttur: [https://www.mit.gov.it/sites/default/files/media/pubblicazioni/2020-07/Libro%20Web%20CNIT%202018-2019\\_0.pdf](https://www.mit.gov.it/sites/default/files/media/pubblicazioni/2020-07/Libro%20Web%20CNIT%202018-2019_0.pdf) (25 Temmuz 2021 tarihinde erişilmiştir).
31. ENEA-Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, L'energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile, İtalyan Enerji, Yeni Teknolojiler ve Sürdürülebilir Kalkınma Ajansı. Enerji Sayıları. 2015. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-volumi/raee-2015.pdf> (5 Temmuz 2021 tarihinde erişilmiştir).
32. ISTAT-Istituto Nazionale di Statistica, İtalyan İstatistik Kurumu. Nüfus Sayımı 2011. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www4.istat.it/en/population-and-housing-census/population-and-housing-2011> (6 Temmuz 2021 tarihinde erişilmiştir).
33. ACI-Automobile Club d'Italia, İtalyan Otomotiv . İstatistik Yıllığı. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/annuario-statistico.html> (15 Temmuz 2021 tarihinde erişilmiştir).
34. TERNA-Rete Elettrica Nazionale, İtalyan TSO. İstatistik Yıllığı. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://lightbox.terna.it/it/annuario-statistico-2018> (16 Eylül 2021 tarihinde erişilmiştir).
35. STATISTA. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.statista.com/statistics/930504/average-number-of-hours-of-pv-systems-utilization-in-italy/> (2 Eylül 2021 tarihinde erişilmiştir).
36. Covenant of Mayors izleme sunumu için İklim ve Enerji Kılavuzu, Covenant of Mayors & Mayors Adapt Offices, Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi tarafından geliştirilmiştir. Temmuz 2016.
37. GSE-Gestore dei servizi energetici, İtalyan Enerji Sistemleri Yöneticisi. Energia nel settore Trasporti. 005-2018. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.gse.it/dati-e-scenari/statistiche> (5 Temmuz 2021 tarihinde erişilmiştir).
38. ISPRA-Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Ulusal Elektrik Sektöründe ve Başlıca Avrupa Ülkelerinde Atmosferik Sera Gazı Emisyon Faktörleri. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/fattori-di-emissione-atmosferica-di-gas-a-effetto-serra-nel-settore-elettrico-nazionale-e-nei-principali-paesi-europei.-edizione-2020> (26 Haziran 2021 tarihinde erişilmiştir).
39. ISTAT-Istituto Nazionale di Statistica. Veriler ve Mikro Veriler, Enerji Sektörü-Hane Halkı Enerji Tüketimi. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.istat.it/it/dati-analisi-e-prodotti/microdati> (20 Temmuz 2021 tarihinde erişilmiştir).
40. Ministero Per Lo Sviluppo Economico, İtalyan Ekonomik Kalkınma Bakanlığı. 2018-2019 Ulusal Enerji Durumu. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://dgsaie.mise.gov.it/situazione-energetica-nazionale> (17 Temmuz 2021 tarihinde erişilmiştir).
41. GSE. İtalyan Enerji Sistemleri Müdürü, "Atlaimpanti". Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.gse.it/dati-e-scenari/atlaimpanti> (29 Temmuz 2021 tarihinde erişilmiştir).
42. ARERA Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente. Delibera n° 52/2004. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.arera.it/it/docs/04/052-04.htm> (29 Temmuz 2021 tarihinde erişilmiştir).
43. Sarbu, I.; Sebarchievici, C. Solar Radyasyon. *Solar Isıtma ve Soğutma Sistemleri* içinde; Elsevier Inc: Amsterdam, Hollanda, 2017; s. 13-28. [CrossRef]
44. IEA-Dünya Enerji Görünümü 2020, Ekim 2020. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020> (erişim tarihi: 16 Eylül 2021).
45. Economidou, M.; Atanasiu, B.; Despret, C.; Maio, J.; Nolte, I.; Rapf, O.; Laustsen, J.; Ruyssevelt, P.; Staniaszek, D.; Strong, D.; . *Mikroskop Altında Avrupa Binaları, Binaların Enerji Performansının Ülke Ülke İncelenmesi*; Buildings Performance Institute Europe (BPIE): Brüksel, Belçika, 2011.