

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE DİRENÇLİ KENTSEL ALANLAR İÇİN AKILLI KENT STRATEJİLERİ: TRABZON ÖRNEĞİ

35

Nurçin SEYMEN AKSU¹, Duygu SAĞLAM

¹ Bartın Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü,
nsaksu@bartin.edu.tr

ÖZET

Trabzon kenti coğrafi konumuna bağlı olarak; yoğun yağış, sel, heyelan ve kıyı erozyonu gibi iklim değişikliği kaynaklı kırılganlıklara sahiptir. Bu çalışmada, Trabzon'un coğrafi ve iklimsel özellikleri ile kent morfolojisi entegre biçimde ele alınarak, iklim değişikliğine karşı kentsel dirençliliği artırmaya yönelik akıllı kent çözümlerini incelemek amaçlanmaktadır. Bu nedenle çalışmada iklim değişikliğine karşı kentsel dirençliliği arttırmak için Trabzon'a uygun akıllı kent stratejilerini belirlemek ve uygulama önerileri sunmak oldukça önemlidir. Çalışmanın kapsamını, Trabzon'un yerel coğrafi, iklimsel ve morfolojik dinamikleri ile bu koşullara uyum sağlayabilecek teknolojik ve doğa temelli çözümler oluşturmaktadır. Araştırmada "Trabzon'un mevcut coğrafi ve iklimsel özellikleri hangi iklim değişikliği risklerini ortaya çıkarmaktadır?", "Kent morfolojisinin sunduğu zorluklar ve potansiyeller bağlamında hangi akıllı kent stratejileri uygulanabilir?" ve "Dünya genelinde iklim dirençliliğine yönelik başarılı akıllı kent uygulamaları Trabzon için nasıl uyarlanabilir?" araştırma sorularına cevap aranmaktadır. Yöntem olarak, literatür taraması, iklim verileri analizi ve kent morfolojisi üzerine yapılan mekânsal değerlendirmeler temel alınmıştır. Trabzon'un iklim değişikliğine karşı kırılganlıkları ve riskleri; ulusal ve uluslararası iklim risk raporları, akademik çalışmalar, yerel raporlar ışığında çıkarılmıştır. Bunun yanında, literatürde yer alan örnek niteliğindeki başarılı akıllı kent uygulamaları ve Trabzon'un mevcut durumu karşılaştırılıp Trabzon'a uyarlanabilir uygulamalar seçilerek karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. Literatür taraması ve saha gözlemleri doğrultusunda çözüm önerileri geliştirilmiştir. Trabzon, yoğun yağış rejimi ve dağlık yapısı nedeniyle sel ve heyelan gibi doğal afetlere karşı kırılgan bir yapı sergilemektedir. Deniz seviyesinin yükselmesi ve kıyı erozyonu da kent için diğer önemli tehditler arasındadır. Kentteki bu tehditler, eğimli alanlardaki yapılaşma, düzensiz kentleşme ve kıyı alanlarının morfolojik özellikleriyle birlikte değerlendirilmiştir. Bu nedenle çalışma kapsamında akıllı altyapı ve afet yönetimi, akıllı ulaşım sistemi, akıllı tarım uygulamaları, akıllı enerji ve yeşil altyapı, dijital toplum ve farkındalık gibi teknolojik ve yenilikçi akıllı kent çözümleri ile Trabzon'un mevcut iklim kırılganlıklarının giderilmesine yönelik çözüm önerileri getirilmiştir. Sonuç olarak, Trabzon'un kent morfolojisine özgü kırılganlıklar dikkate alınarak geliştirilen akıllı kent çözümleri, kentsel yapıya entegre edildiğinde iklim değişikliği karşısında kentin dirençliliğini artıracak ve sürdürülebilir kentsel gelişmeye katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı kent, İklim Değişikliği, Dirençlilik, Sürdürülebilirlik, Trabzon.

1. GİRİŞ

İklim değişikliği, günümüzde kentlerin sosyal, ekonomik ve fiziksel yapısını doğrudan etkileyen küresel bir kriz olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentleşme süreciyle birlikte artan nüfus yoğunluğu, yoğun yapılaşma, enerji tüketimi ve ulaşım sistemleri gibi kentsel faaliyetler, sera gazı emisyonlarını artırarak iklim değişikliğini hızlandırmakta; aynı zamanda bu değişikliklerden en fazla etkilenen alanlar da yine kentler olmaktadır. Bu çerçevede, iklim değişikliği ile kentler arasında çift yönlü, dinamik bir ilişki olduğu kabul edilmektedir. Bir yandan kentler iklim sistemini bozacak faaliyetlerin merkezi konumunda yer almakta, diğer yandan iklim değişikliğine bağlı oluşan afet riskleri, kentlerin altyapı sistemlerini, kamu hizmetlerini, ekosistemlerini ve kentsel yaşam kalitesini tehdit etmektedir (Çobanyılmaz ve Duman Yüksel, 2014).

İklim değişikliği kaynaklı risklerin kentsel alanlarda daha yoğun hissedileceği öngörülmektedir. Özellikle deniz seviyesinin yükselmesi, aşırı hava olayları, sel, kuraklık ve heyelan gibi olayların sıklık ve şiddetindeki artış; kentsel sistemlerin direncini zorlamakta, kentli nüfusun yaşamını ve geçim kaynaklarını tehdit etmektedir. Bu doğrultuda, kentlerin iklim değişikliğine uyum sağlayacak şekilde yeniden kurgulanması, kırılganlıklarının belirlenmesi ve bu kırılganlıklara yanıt verebilecek bütüncül stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir (United Nations Climate Change, 2014).

Türkiye'nin iklim değişikliğiyle mücadelesi, ulusal düzeyde çeşitli strateji belgeleri ve planlarla şekillendirilmektedir. Bu belgeler arasında 1982 Anayasası, Kalkınma Planları, Çevre Kanunu, İmar Kanunu, Ulusal İklim Değişikliği Eylem Planı, Ulusal İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi, İklim değişikliği Azaltım Stratejisi öne çıkmaktadır. Bu politika belgeleri kapsamında belirlenen öncelikli alanlar ise enerji, ulaşım, yapılaşma, tarım, su yönetimi ve çevre şeklinde tanımlanmıştır. Uygulama araçları olarak yasal düzenlemeler, teşvik mekanizmaları, vergilendirme sistemleri ve denetim süreçleri kullanılmaktadır. Ancak tüm bu çabalara rağmen Türkiye'de iklim politikalarının uygulama aşamasında önemli sorunlar yaşanmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji sistemlerinin yaygınlaştırılması, elektrikli araç altyapılarının geliştirilmesi, yeşil ve mavi altyapıların entegrasyonu ile entegre su yönetimi gibi alanlarda uygulamaların yetersiz kaldığı; yerel yönetimlerin teknik bilgi, finansman ve insan kaynağı açısından sınırlılıklar yaşadığı tespit edilmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliğiyle mücadelede ulusal politikaların yerel düzeye etkili biçimde entegre edilmesi, yerel yönetimlerin kapasitesinin artırılması ve yerel ölçekte akıllı çözümler üretilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Sezik ve Dokuyucu, 2025).

Bu bağlamda, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nde yer alan ve dağlık topoğrafyası ve yoğun yağış rejimi nedeniyle iklim değişikliğine karşı yüksek kırılganlık sergileyen Trabzon kenti, özgün bir çalışma alanı sunmaktadır. Trabzon; sel, heyelan ve kıyı erozyonu gibi afet risklerinin yanı sıra kent morfolojisi, plansız yapılaşma ve kıyı alanlarındaki yoğun baskılar nedeniyle iklim değişikliğine karşı dirençsiz bir yapıdadır. Bu çalışmada, Trabzon'un coğrafi ve iklimsel özellikleri ile kent morfolojisi bütüncül bir şekilde ele alınarak, iklim değişikliğine karşı kentsel dirençliliği artırmaya yönelik akıllı kent çözümleri araştırılmıştır. Araştırma kapsamında, "Trabzon'un mevcut coğrafi ve iklimsel özellikleri hangi iklim risklerini doğurmaktadır?", "Kent morfolojisinin sunduğu zorluklar ve potansiyeller bağlamında hangi akıllı kent stratejileri uygulanabilir?" ve

“Dünya genelindeki başarılı akıllı kent uygulamaları Trabzon’a nasıl uyarlanabilir?” sorularına yanıt aranmıştır. Literatür taraması, iklim verileri analizi, mekânsal değerlendirmeler ve örnek uygulama incelemeleri yöntemiyle elde edilen bulgular doğrultusunda Trabzon için uygulanabilir akıllı kent stratejileri önerilmiştir.

Sonuç olarak, Trabzon’un kentleşme dinamikleri ve iklimsel kırılganlıkları göz önünde bulundurularak geliştirilecek akıllı altyapı, ulaşım, enerji, tarım ve dijital toplum çözümleri ile kentin iklim değişikliği karşısındaki direncinin artırılması; sürdürülebilir, yaşanabilir ve dirençli kent hedeflerine ulaşılmasına katkı sunacaktır.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE BAĞLI COĞRAFI, İKLİMSEL VE MORFOLOJİK İNCELEMELER

İklim değişikliği, dünya genelinde kentlerin sürdürülebilirliğini tehdit eden en önemli çevresel sorunlardan biri haline gelmiştir. Özellikle coğrafi ve morfolojik olarak kırılgan bölgelerde yer alan kentler, iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha hassas durumdadır (Gergin, 2024).

Kentlerdeki hızlı ve plansız büyüme, atmosferdeki karbonu hem tutup hem de depolayarak iklim değişikliği etkilerini azaltmaya yardımcı ekosistemler olan doğal karbon yutak alanlarının (yeşil alanlar, tarım arazileri) daralmasına yol açmakta, bu da karbon emilimini azaltarak kentsel ısı adası etkisini şiddetlendirmektedir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025). Ayrıca bireysel ulaşım araçları, tüketim kültürü, enerji tüketimi gibi kentsel pratikler iklim değişikliğini hızlandırmaktadır. İklim değişikliği temel nedenlerinden biri olan küresel ısınma, insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan sera gazlarındaki artışla ilişkilidir. Karbondioksit başta olmak üzere bu gazların büyük kısmı, sanayi, ulaşım ve konut sektörlerinden kaynaklanmakta; fosil yakıt kullanımı ve plansız kentleşme, çevresel tahribatı derinleştirmektedir (Lineman vd., 2015). Bu nedenle kentler hem iklim değişikliğine neden olan süreçlerin merkezinde yer almakta, hem de çözümün ana aktörleridir.

Kentlerin iklim değişikliğine karşı kırılganlığı; fiziksel, ekonomik, demografik, sosyal, çevresel ve kurumsal faktörler üzerinden değerlendirilmelidir. Coğrafi ve yapısal koşullar, iklim özellikleri, gelir düzeyi, alt yapı yatırımları, nüfus yoğunluğu, kentleşme hızı, dezavantajlı gruplar, eğitim seviyesi, sosyal dayanışma, ekosistem hizmetleri ve yönetsel kapasite gibi göstergeler, bir kentin risklere açıklık derecesini ve bu risklere karşı uyum yeteneğini belirlemektedir. Bu nedenle kırılganlı çok boyutlu olup kent özelinde çeşitli göstergeler altında değerlendirilmelidir. İklim değişikliğiyle etkin mücadele için kentlerin risk profilleri doğrultusunda çok boyutlu kırılganlık analizlerinin yapılması; yerel yönetimlerin yetki ve kapasitelerinin artırılması, ulusal politikaların yerele entegre edilmesi gerekmektedir (Kaya, 2018).

2.1. Trabzon Kentinin İklim Değişikliğine Bağlı Kentsel Kırılma Noktaları

Trabzon ili, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 40°33" ve 41°07" kuzey enlemleri ile 39°07" ve 40°30" doğu boylamları arasında olup kentin yüzölçümü (4685km²) ülke topraklarının %6'sını oluşturmaktadır (Trabzon Büyükşehir Belediyesi, 2021). Kentin batısını Giresun, doğusunu Rize, güneyini Gümüşhane ve Bayburt, kuzeyini ise Karadeniz sınırlandırır (Şekil 1). Yükseklik deniz seviyesinden güneye doğru artmakta ve 3000m. kadar ulaşmaktadır. Kıyı şeridi dışında iç kesimlerde dağlar, tepeler yaylalar bulunmaktadır (Trabzon Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2024)



Şekil 1. Trabzon Kentinin Karadeniz Bölgesi'ndeki Konumu (Trabzon Büyükşehir Belediyesi, 2021)

Kent 18 ilçeden oluşmaktadır; Ortahisar, Akçaabat, Araklı, Of, Yomra, Arsin, Vakfıkebir, Sürmene, Maçka, Beşikdüzü, Çarşıbaşı, Çaykara, Tonya, Düzköy, Şalpazarı, Hayrat, Köprübaşı, Dernekpazarı şeklindedir (Şekil 2). En büyük ilçesi Ortahisar İlçesi, il nüfusunun %40,6'sını, en küçük ilçesi Dernekpazarı ise %0,49'unu oluşturmaktadır (Trabzon Valiliği, 2025)

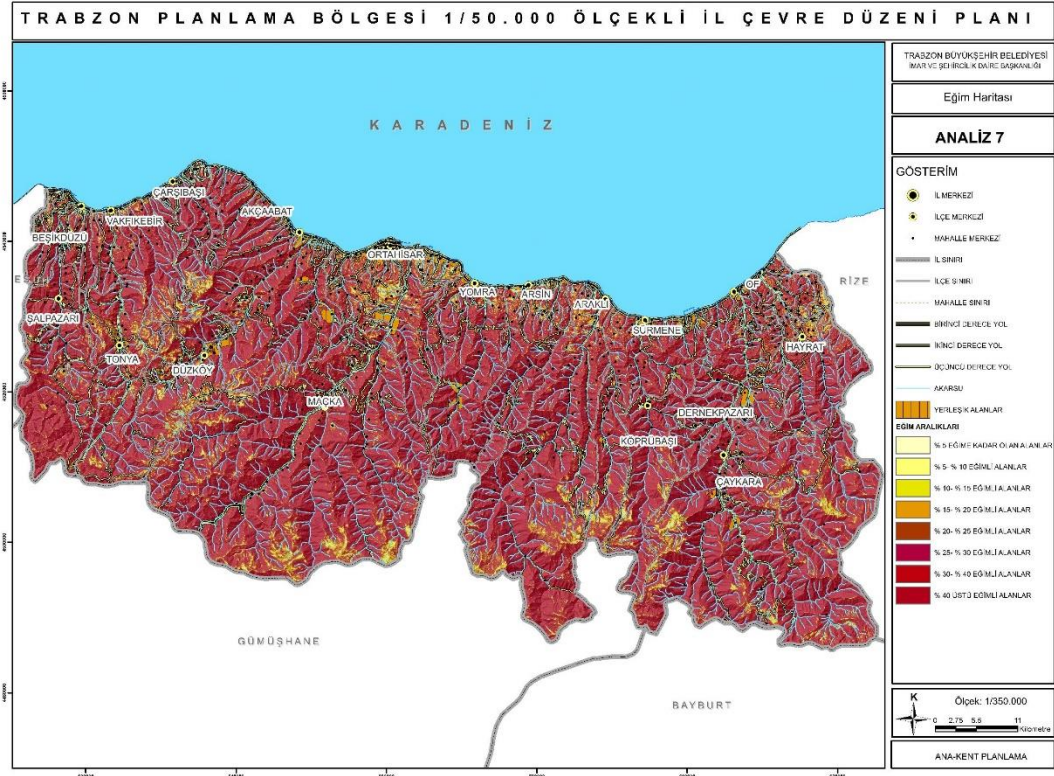


Şekil 2. Trabzon Kentini Oluşturan İlçeler (Trabzon Büyükşehir Belediyesi, 2021)

Topografyanın engebeli oluşu, yoğun yağış rejimi, sel, heyelan ve kıyı erozyonu gibi afet riskleri, plansız yapılaşma ve kıyı alanlarındaki yoğun baskılar nedeniyle iklim değişikliğine karşı yüksek kırılganlık sergileyen Trabzon kenti, özgün bir çalışma alanı sunmaktadır.

2.1.1. Topografik Yapı

Trabzon, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan tüm illerde olduğu gibi oldukça dağlık bir bölgedir. Yükseklik deniz seviyesinden güneye doğru artmakta ve 3000m. kadar ulaşmaktadır. Kentin kıyı yüksekliği 0-200 m arasında değişmekte olup, bu yapı hem yerleşim alanlarının genişlemesini sınırlandırmakta hem de afet risklerini artırmaktadır. Kent merkezinden güneye doğru girildiğinde rakımın 1000m üzerine çıkması yüzeysel su akış hızını artırmakta, yoğun yağışlar sonrasında ani taşkınlarla ve sel olaylarına neden olmaktadır. Kentin %30'u dağlık, %60'ı %25-30 eğimli alanlar ve %10 düz alanlardan oluşmaktadır. Eğimli arazilerdeki düzensiz yerleşimler hem toprak stabilitesini bozmakta ve heyelan riskini artırmaktadır. Özellikle Araklı, Sürmene ve Of gibi ilçeler bu tür afetlere sıklıkla maruz kalmaktadır (Trabzon Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2024).



Şekil 3. Trabzon Kenti Eğim Haritası (Trabzon Büyükşehir Belediyesi, 2021)

Bu topografik özellikler, yerleşim alanlarının planlanmasında ciddi sınırlamalar getirirken aynı zamanda afet risklerini öncelikli değerlendirme konusu haline getirmektedir. Bu nedenle, eğim ve yükseklik kriterlerini dikkate alan mikrobölgeleme çalışmaları yapılmalı, yapılaşmaya uygunluk analizleriyle desteklenen planlama yaklaşımları benimsenmelidir (AFAD, 2021). Eğimli arazilerde yeşil altyapı uygulamaları, teraslama teknikleri ve erozyon kontrolü sağlayan peyzaj tasarımları gibi doğayla uyumlu çözümler hayata geçirilmelidir (EAA, 2017). Trabzon'un coğrafi gerçekleri göz önünde bulundurularak yapılacak bu tür bilimsel ve sürdürülebilir müdahaleler, afet risklerini azaltacak ve kentin iklim değişikliği karşısında daha dirençli hale gelmesini sağlayacaktır (UN-Habitat, 2020).

2.1.2. İklim Yapısı

Trabzon iklim istatistiklerine göre 1924-2024 yılları arasında yıllık ortalama yağış miktarı 829.1 mm olup ve Türkiye ortalamasının (573.4) oldukça üzerindedir. Ölçüm periyodu aynı yıllar arasında yıllık ortalama sıcaklık 14,8°, Ortalama En Yüksek Sıcaklık 18,2°, Ortalama En Düşük Sıcaklık 11,9°, Ortalama Güneşlenme Süresi 4,5 saat ve Ortalama Yağışlı Gün Sayısı 140,2 mm ölçülmüştür (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2025).

Tablo 1. 1924-2024 Yılları Arası Trabzon İklim İstatistikleri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2025).

Ay	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)
Ocak	7,5	10,9	4,7	2,7	12,44	83
Şubat	7,4	10,9	4,5	3,3	12,24	64
Mart	8,4	11,9	5,3	4,4	13,5	88,4
Nisan	11,8	15	8,5	5,5	13,07	88,6
Mayıs	15,9	19,3	12,3	6,7	13	82,5
Haziran	20,3	23,7	17,2	7,1	10,91	52,5
Temmuz	23,1	26,3	20	5,9	8,1	36,7
Ağustos	23,5	26,5	20,5	5,6	8,77	47,9
Eylül	20,5	23,5	17,5	4,9	11	78,5
Ekim	16,7	20,1	13,1	4,5	12,47	113,6
Kasım	13	16,6	10,1	3,6	12,06	100,3
Aralık	9,6	13,1	6,8	2,7	12,55	84
Yıllık	14,8	18,2	11,9	4,5	140,2	829,1

Kentte 1924-2024 Ölçüm periyodu arasında günlük toplam en yüksek yağış 1992 yılında, günlük en hızlı rüzgâr 1968 yılında ve en yüksek kar kalınlığı 1950 yılında gerçekleşmiştir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2025).

Tablo 2. 1924-2024 Yılları Arası Trabzon Yağış, Rüzgâr ve Kar Kalınlığı İstatistikleri (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2025).

Açıklama	Değer
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı	115,1 mm (10.07.1992)
Günlük En Hızlı Rüzgâr	32,3 m/sn (12.03.1968)
En Yüksek Kar Kalınlığı	115 cm (15.01.1950)

Yağışların kısa sürede ve yüksek yoğunlukta olması, kentteki sel riskini arttırmakta, mevcut kentsel altyapının kapasitesini de zorlamaktadır. İklim değişikliğiyle birlikte yağışların mevsimsel dağılımında yaşanan dengesizlikler, özellikle yaz aylarında ani ve şiddetli sağanların artmasına neden olmaktadır. Kent topoğrafyasının vadilerle bölünmüş yapısı, mikroiklim farklılıklarına yol açmakta; bu durum ani sıcaklık değişimleri, yoğun sis ve yüksek nem gibi meteorolojik olayların sıklığını artırmaktadır. Yapı yoğunluğunun kent merkezinde giderek artması ise kentsel ısı adası etkisini güçlendirmektedir. Bu etki, özellikle yaz

aylarında sıcaklık farklarını artırarak enerji tüketiminin artmasına ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Ögçe, 2023).

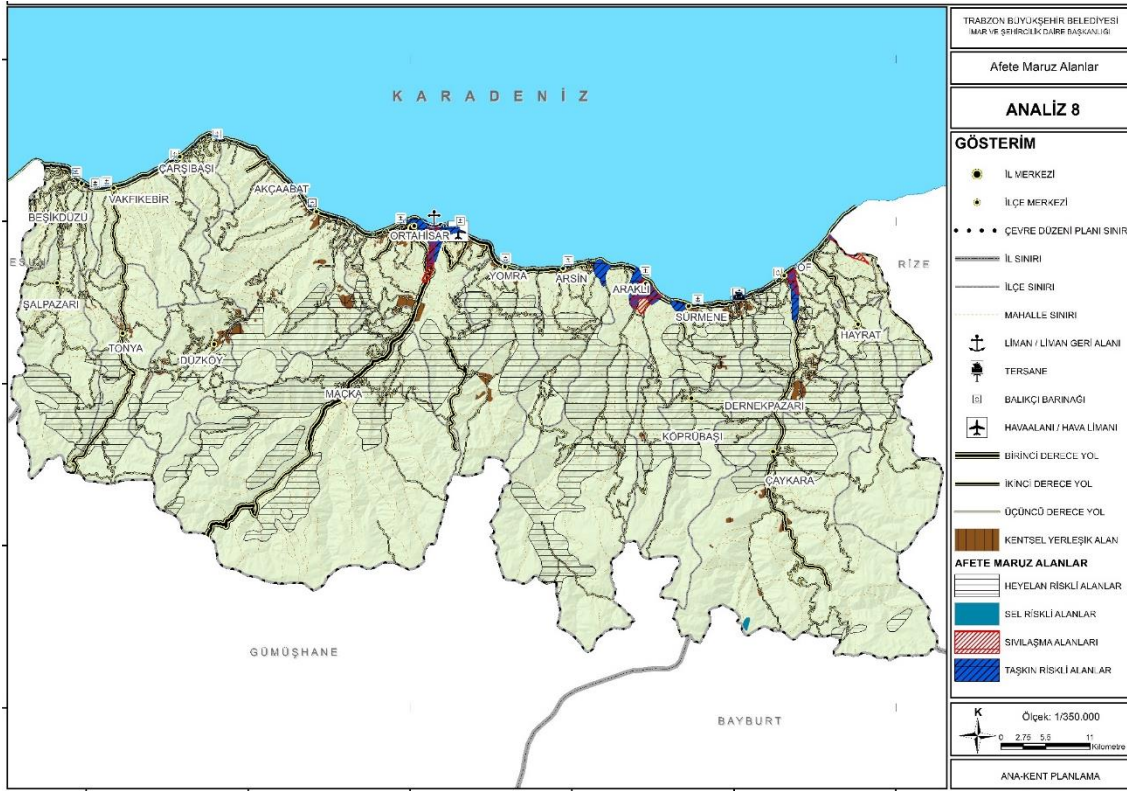
Trabzon'un 1924-2024 yılları arasındaki iklim verileri, kentin Türkiye ortalamasının oldukça üzerinde seyreden yağış miktarına sahip olduğunu ve bu durumun kentsel dirençlilik açısından özel bir planlama gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle kısa sürede ve yüksek yoğunlukta gerçekleşen yağışlar, sel riskini artırmakta ve mevcut altyapının sınırlarını zorlamaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak yağış rejiminde gözlenen düzensizlikler, yaz aylarında ani ve şiddetli sağanakların artmasıyla birlikte kentte afet risklerini daha da görünür kılmaktadır (Gültekin ve Hatipoğlu Temizel, 2015).

Bu bağlamda, Trabzon'un iklimsel özellikleri, kentsel dirençlilik planlamalarında belirleyici bir rol oynamalıdır. Yağış rejimine uygun, geçirgen yüzeylerin artırıldığı, yeşil altyapı çözümlerinin benimsendiği, yağmur suyu yönetim sistemlerinin güçlendirildiği ve afet erken uyarı sistemlerinin etkinleştirildiği bütüncül yaklaşımlar, kentin sel ve taşkınlarla karşı dayanıklılığını artıracaktır. İklim verilerinin rehberliğinde yapılacak bu tür mekânsal ve yapısal iyileştirmeler, Trabzon'un iklim değişikliği karşısında daha güvenli ve sürdürülebilir bir şehir haline gelmesini sağlayacaktır.

2.1.3. Afet Durumu

Trabzon, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nin doğusunda yer almakta olup, zengin topoğrafyası, mikroklimatik çeşitliliği ve su kaynaklarıyla öne çıkan önemli bir kıyı kentidir. Kent deniz ile dağlar arasında sıkışmış dar bir morfolojik yapıya sahip olduğundan bu durum yerleşim ve altyapı planlamasında önemli zorluklar yaratmaktadır (Şekil 4). Bu durum kaya düşmesi, çamur akması ve heyelan nedeniyle birçok alanın kullanılamaz hale gelmesine yol açmaktadır. Kütle hareketleri, yerel coğrafyanın yapısal değişimine sebep olarak uzun vadeli planlama süreçlerini de etkilemektedir (Trabzon Büyükşehir Belediyesi, 2021).

Kentteki afet durumu incelendiğinde düşük tehlikeli deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. Kuzey Anadolu (Erzincan Reşadiye-Havza) fayı boyunca oluşan güçlü depremler kentte zayıf da olsa hissedilmiş ancak can ve mal kaybı yaşanmamıştır. Heyelan ve çığ hareketliliğini bakıldığında ise ilde sıklıkla görülmektedir. Bu afetler sonucu binalar, yollar, tarım alanları kullanılamaz hale gelmekte ve daha da önemlisi can kayıpları meydana gelmektedir. Kentteki ilk heyelan 1929 yılında Of, Çaykara ve Sürmene ilçelerinde gerçekleşmiş ve 146 kayıp verilmiştir. Trabzon'da yer alan Sera Gölü 1950 yılında heyelan sonucu dere yatağının kapanmasıyla oluşan bir heyelan gölüdür. 1990 yılı haziran ayında yoğun yağış sonrası meydana gelen sel afetinde 65 kişi hayatını kaybetmiş, 1005 adet konut ve 82 işyeri yıkılmıştır (Trabzon Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2024).

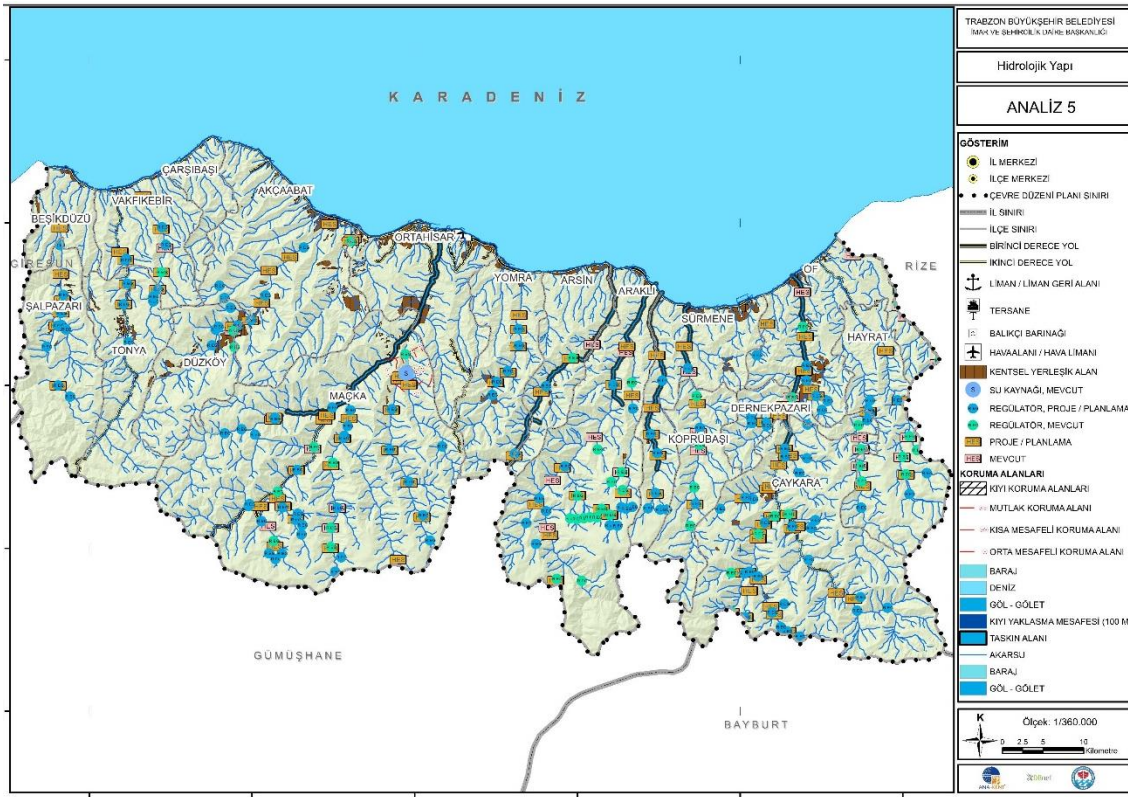


Şekil 4. Trabzon Kenti Afete Maruz Alanlar Haritası (Trabzon Büyükşehir Belediyesi, 2021)

Kentin afet geçmişi incelendiğinde, bölgenin düşük deprem riski taşımasına rağmen heyelan ve sel gibi hidro-meteorolojik afetlerin sıklıkla yaşandığı ve ciddi can ve mal kayıplarına yol açtığı görülmektedir. Özellikle yoğun yağışa bağlı olarak gelişen bu afetler, kentin doğal yapısıyla iç içe geçmiş yaşam alanlarını tehdit etmektedir. Sel ve heyelan, Trabzon için adeta kaçınılmaz bir gerçekliktir; ancak bu durum, afete karşı savunmasız kalınacağı anlamına gelmemelidir. Doğru arazi kullanımı, yapılaşma denetimi, erken uyarı sistemleri ve afet farkındalığını artıran planlamalar sayesinde bu afetlerin yıkıcı etkileri önemli ölçüde azaltılabilir. Trabzon'un doğal afetlerle barışık bir kent haline gelmesi, ancak riskleri doğru yöneterek ve dirençli kentsel stratejiler geliştirilerek mümkün olacaktır.

2.1.4. Hidrolojik Yapı ve Kıyı Değişimi

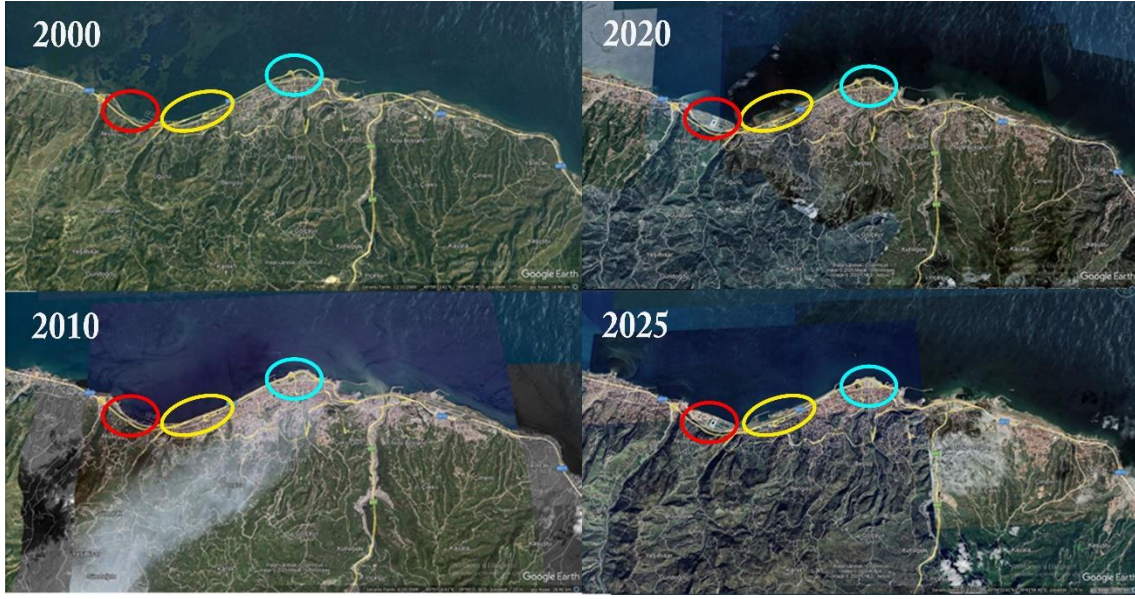
Kentin Karadeniz kıyısında yer alması ona hem denizle iç içe geçen bir kimlik kazandırmakta hem de kıyı erozyonu, deniz seviyesi yükselmesi gibi iklim temelli tehditleri ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle su kaynakları ve niteliklerinin yerleşim alanı planlaması yapılırken dikkate alınması önemlidir. Trabzon su kaynakları bakımından oldukça zengin, debileri çok yüksek olmayan çok sayıda kaynak ve yaz-kış kurumayan akarsular barındırmaktadır (Şekil 5). Her mevsim görülen yağışlar kentteki akarsuları beslemekte ve yıl içindeki rejimlerinde değişikliklere sebep olmaktadır. Suyun sürüklenme gücünün fazlalığı, doğal bitki dokusunun tahribiyle birleşerek erozyonu arttırmakta ve bu durum yerleşimin yoğun olduğu kıyılarda sel olasılığının her zaman güncel kalmasına sebep olmaktadır (Trabzon Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2024).



Şekil 5. Trabzon Kenti Hidrolojik Yapı Haritası (Trabzon Büyükşehir Belediyesi, 2021)

Kıyı boyunca dar ve düz alanlara sahip olan kentte, yaklaşık son 40-50 yıllık süreçte denizin doldurulmasıyla birlikte önemli mekânsal dönüşümler yaşanmıştır. Bu dönüşüm, kıyı alanlarına kontrolsüz biçimde dökülen katı atık, moloz ve benzeri malzemelerle başlamış; zamanla denizle doğrudan ilişkisi olan yapıların sahille olan bağlantısının tamamen kopmasına neden olmuştur. Özellikle Akçaabat ilçesine bağlı Söğütlü ve Yıldızlı mevkiileri bu sürecin çarpıcı örneklerindedir. Halkın aktif olarak kullandığı doğal plajlar, plansız kıyı kullanımı sonucunda tamamen ortadan kalkmış ve kıyının doğal kimliği büyük ölçüde kaybolmuştur (Üçüncü, 2014).

1964 yılında Karadeniz Sahil Yolu ekonomik ve hızlı bir çözüm olarak düşünülmüş ve kıyı şeridi boyunca denize dolgu yapılarak uygulanmıştır. Karadeniz Sahil Yolunun yapılmasıyla birlikte Ganita, Kemerkaya, Moloz, Sofka, Faroz, Uzunkum gibi birbirini takip eden kumsallarının bulunduğu bu alanlar denizden koparılmıştır (Şekil 6). Aynı zamanda kentin doğal kıyıları tahribata uğratmış ve tarihi bir kültür yok olmuştur (Zorlu, vd., 2010). Kıyının doldurularak yola dönüştürülmesi ve beraberinde getirdiği yoğun yapılaşma, kent-kıyı ilişkisinin tamamıyla değişmesine, özellikle de deniz-kentli ilişkisinin kopmasını doğurmuştur (Özdemir Işık ve Odacı, 2023).



Şekil 6. Trabzon Kenti Hidrolojik Yapı Haritası (Seymen Aksu, 2025)

Kentteki dolgu alanları; ulaşım sorununa hızlı bir çözüm getirmek için Karadeniz Sahil Yolu Trabzon Sahil Geçişi projesi, kıyıda yaşam alanı oluşturmak amacıyla Beşirli-Gülcemal Projesi, kara alanını genişletme ve kamusal yapılar (Stadyum ve Hastane) inşa etmek amacıyla Akyazı Sahil Dolgu Alanı, yeşil ve kamusal kullanımı desteklemek için Arsin Kent Parkı, açık pazar yeri, rekreasyon alanları, kafeler, spor tesisleri kullanım amacıyla Vakfıkebir terminal civarındır. Dolgu alanlarına bakıldığında karayolu, yeşil alan, kamusal mekân oluşturmak amacıyla oluşturulduğu gözlemlenmiştir.

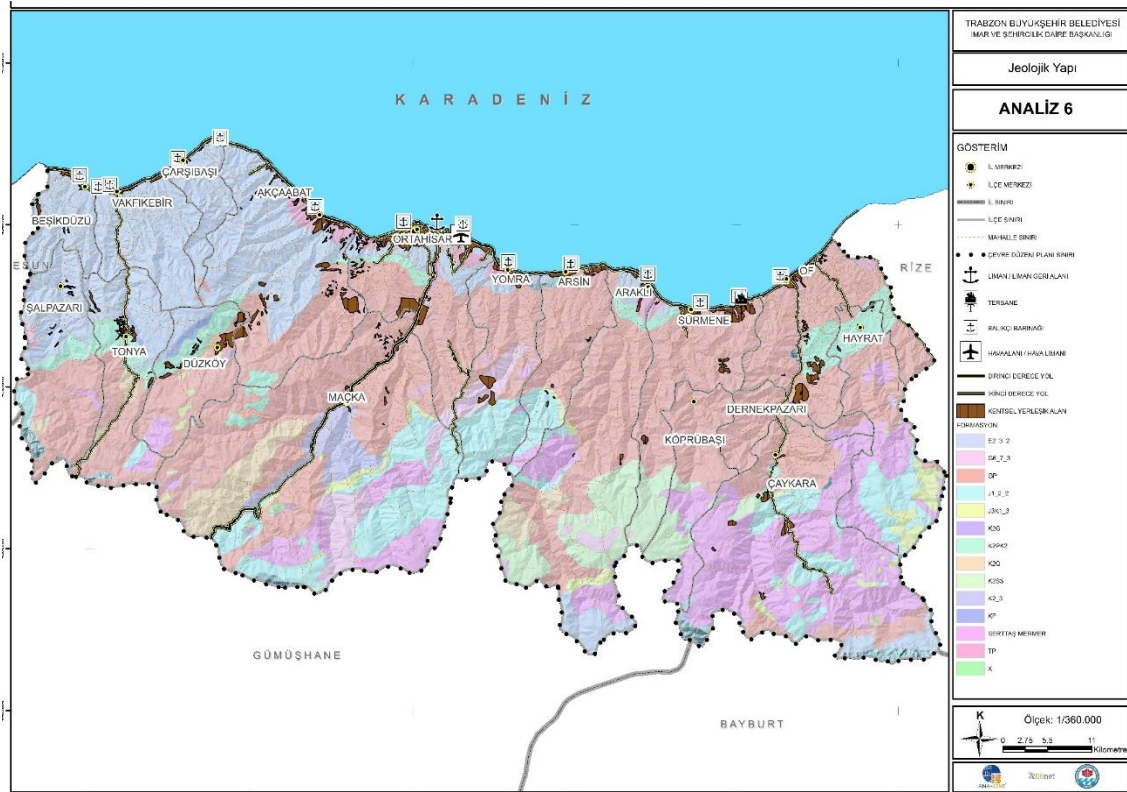
Trabzon sahil şeridi, uzun yıllara dayanan plansız yapılaşma süreci, yönetimsel yetki karmaşaları, teknik yetersizlikler ve ekolojik duyarlılıkların göz ardı edilmesi gibi nedenlerle ciddi mekânsal ve çevresel sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle deniz dolgusu uygulamaları sonucunda kıyıların doğal morfolojik yapısı bozulmuş, kıyı dinamikleri kesintiye uğramıştır. Bu durum, sahil boyunca uzanan karayollarının kıyıya paralel şekilde inşa edilmesiyle birlikte, kıyı-ekosistem bütünlüğünü daha da zayıflatmış ve kıyı erozyonu ile deniz taşkını risklerini artırmıştır.

Trabzon'da kıyı alanlarının planlanmasında doğa temelli çözümlerin benimsenmesi, kentsel ekosistem hassasiyetlerinin dikkate alınması ve kamu yararı ilkesinin gözetilmesi elzemdir. Sürdürülebilir, bütüncül ve katılıma bir kıyı planlama yaklaşımı, hem mekânsal dirençliliği artıracak hem de kentin kıyı ile olan kültürel ve fiziksel bağının yeniden kurulmasına katkı sağlayacaktır.

2.1.5. Jeolojik ve Jeomorfolojik Yapı

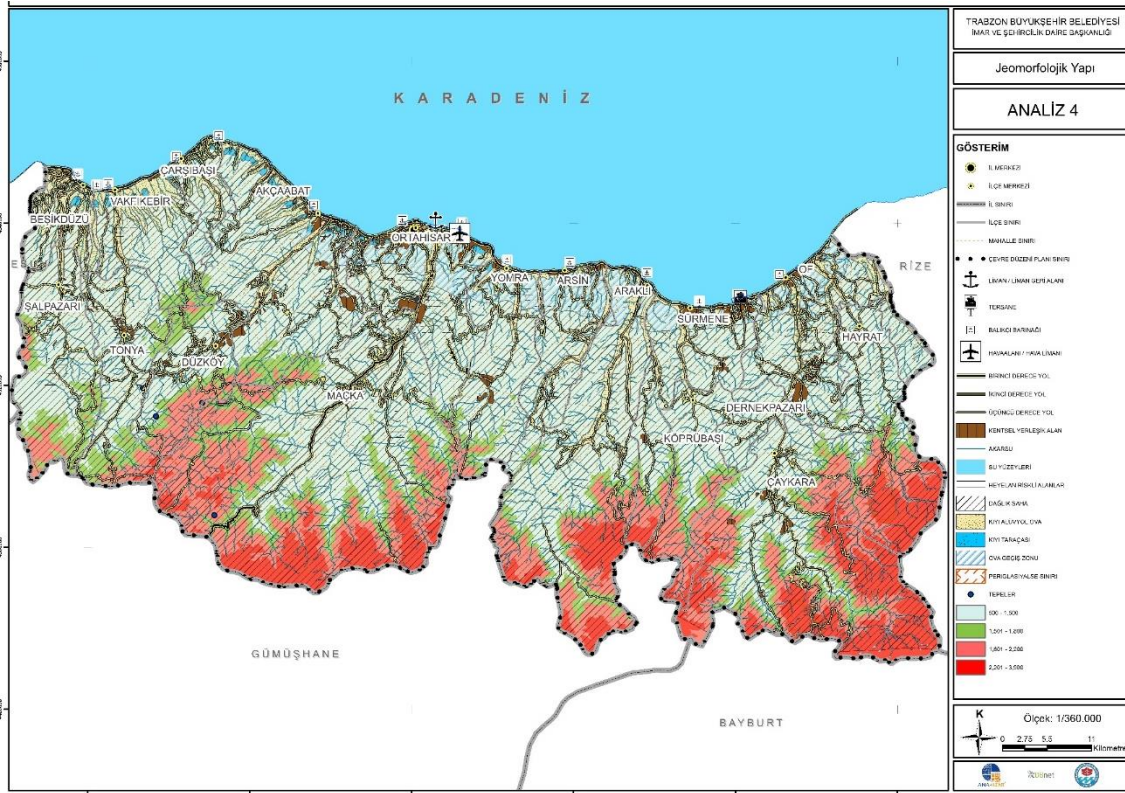
Çevre faktörlerinin oluşumunda bölgenin jeolojik durumu başlıca etkenlerdendir. Bir bölgenin jeolojik yapısı (yani yer kabuğunu oluşturan kayaların türü, tabakalanma durumu, fay hatları gibi yerbilimsel özellikler) ve bu yapının materyal özellikleri (örneğin kayaların sertliği, geçirgenliği, ayrışma ve erozyon direnci gibi fiziksel özellikleri), o bölgenin jeomorfolojisini yani yüzey şekillerini (dağlar, vadiler, platolar, yamaçlar gibi) belirleyici unsurlardır (Atalay, 2004).

Trabzon'un jeolojik ve jeomorfolojik yapısı, kentin iklim değişikliğine bağlı kırılganlıklarını ve dirençliliğini anlamada kritik bir rol oynamaktadır. Mesozoyik ve Senozoyik dönemine ait karmaşık kayaç yapıları, volkanik süreçler ve tortul çökeller, bölgenin zemin özelliklerini çeşitlendirmiş ve yer yer zayıf mühendislik özelliklerine sahip alanların oluşmasına neden olmuştur (Şekil 7). Bu durum, özellikle aşırı yağışlara bağlı olarak gelişen heyelan, toprak kayması ve erozyon gibi afet türlerine karşı Trabzon'u daha kırılgan hale getirmektedir (Trabzon Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, 2024).



Şekil 7. Trabzon Kenti Jeolojik Yapı Haritası (Trabzon Büyükşehir Belediyesi, 2021)

Trabzon kenti, yüksek dağlar, akarsular tarafından derin vadilerle yarılmış platolar ve kıyı kuşağı gibi üç temel jeomorfolojik kısımdan oluşur. Bu durum kentin gelişme yönünü sınırlamakta ve riskli alanlarda yapılaşma baskısını artırmaktadır. Akarsu vadilerinin derinliği, ani su taşkınlarına açık yapısı ve platoların eğimli olması, iklim değişikliğiyle birlikte şiddetlenen ekstrem hava olayları karşısında kentsel sistemin dayanıklılığını zorlamaktadır (Beyazlı, 2021).



Şekil 8. Trabzon Kenti Jeomorfolojik Yapı Haritası (Trabzon Büyükşehir Belediyesi, 2021)

Trabzon'un iklim değişikliği karşısında dirençliliğini artırmak için jeoloji ve jeomorfoloji temelli planlama yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kırılgan alanlarda yapılaşmadan kaçınılmalı, jeolojik ve topografik analizlere dayalı yer seçimi yapılmalı, afet tehlike haritaları planlama süreçlerinin temel bileşeni haline getirilmelidir. Doğal afetlere karşı risk azaltımı, iklim uyumlu kentleşme, doğal drenaj yollarının korunması ve ekosistem hizmetlerinden yararlanan doğa temelli çözümlerle desteklenmelidir. Trabzon'un özgün coğrafi yapısı dikkate alınarak yapılacak bütüncül planlama politikaları, kenti iklim değişikliğine karşı daha dirençli ve sürdürülebilir hale getirecektir.

2.1.6. Arazi Kullanımı

Kent morfolojisi, kentsel alanın fiziksel yapısını ve mekânsal düzenini tanımlar. Yapı yoğunluğu, bina tipolojileri, ulaşım ağları, topoğrafya ve açık-yeşil alan dağılımları gibi unsurlar, bir kentin iklim değişikliğine karşı ne derece dirençli olacağını doğrudan etkiler (Karadeniz, 2020). Trabzon özelinde değerlendirildiğinde, kent morfolojisi hem önemli kırılganlıklar hem de çeşitli dirençlilik potansiyelleri barındırmaktadır. Trabzon'un kent dokusu; düzensiz yapılaşma, plansız gelişen ulaşım ağı ve kıyı bölgelerindeki yapı baskısı gibi sorunlarla karakterizedir.

Trabzon'un yerleşim dokusu, morfolojik kısıtlamalar nedeniyle çoğunlukla platolar ve dar kıyı şeritlerinde yoğunlaşmıştır. Eğimi az olan alanların mevcutta büyük ölçüde yapılaşmış olması, yeni yerleşim alanlarının genellikle vadiler ve yamaçlarda dağınık biçimde kurulmasına neden olmaktadır. Bu yapı, hizmetlerin ulaşmasını zorlaştırmakta ve arazi tahribatlarına yol açmaktadır. Ayrıca, yerleşim alanlarının tepelere

doğru yayılmasının sınırlı olması, kent merkezinde nüfus yoğunluğunu artırmakta, konut alanlarını daraltmakta ve kentsel ulaşımın verimini azaltmaktadır (Fiçıcı, 2024).



Şekil 9. Trabzon Kenti Arazi Kullanımı Haritası (Trabzon Büyükşehir Belediyesi, 2021)

Trabzon kentinin kıyıya paralel şekilde gelişmesi, tarihsel süreçte planlama dışı kentleşme dinamikleriyle şekillenmiştir. Özellikle düşük gelir gruplarına yönelik yapılaşmaların yoğunlaştığı alanlarda, altyapı eksiklikleri ve düzensiz gelişim, afet risklerini artırarak kentsel dirençliliği zayıflatmaktadır. Kentin dar kıyı şeridi ve yükselen topoğrafyası, yerleşim alanlarını denizle kara arasında sıkışmış bir morfolojiye mahkûm etmekte, bu da deniz seviyesi yükselmesi, kıyı erozyonu ve taşkın gibi iklim kaynaklı risklere karşı doğal tampon alanların oluşmasını engellemektedir. Bununla birlikte, Trabzon'un sahip olduğu ekolojik koridorlar (vadiler, dere yatakları ve ormanlık alanlar) yeşil altyapı sistemleri kapsamında değerlendirildiğinde, sel yönetimi, karbon emilimi ve mikroklima dengelenmesi gibi çok işlevli faydalar sağlayabilecek potansiyele sahiptir (Özdemir Işık ve Demirel, 2014).

Trabzon'un mevcut morfolojik yapısı, iklim temelli riskler karşısında belirli kırılganlıklar taşısa da bu kırılganlıklar doğru mekânsal politikalar, doğa temelli çözümler ve çok katmanlı planlama yaklaşımları ile avantajla dönüştürülmesinde kritik rol oynayacaktır.

3. TRABZON KENTİNE UYGUN ÖRNEK AKILLI KENT UYGULAMALARI

İklim değişikliğinin gelecekte Trabzon üzerindeki etkileri, sadece doğal afetler ve ekolojik kırılganlıklarla sınırlı değildir. Artan sıcaklıklar, özellikle yaz mevsiminde Trabzon'u daha cazip bir turizm destinasyonu haline getirebilir. Ancak, yüksek sıcaklık ve nemin bir arada bulunması, özellikle sağlık açısından bazı riskleri beraberinde getirecektir. Ayrıca, tarımsal üretimin erken dönemlere kayması, bitkisel üretim dengesini değiştirebileceği gibi su kaynakları üzerindeki baskıyı da artırabilecektir. Enerji talebindeki artış ise soğutma sistemlerine olan bağımlılığı artırarak sürdürülebilir enerji yönetimi gerekliliğini gündeme getirmektedir.

Tüm bu veriler ışığında, Trabzon'un iklim değişikliğine karşı yüksek düzeyde kırılgan olduğu söylenebilir. Bu kırılganlık hem doğal koşullardan hem de plansız kentleşme, kıyı yapılaşmaları ve altyapı yetersizliklerinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla, Trabzon'da afet risklerini minimize eden, topoğrafik ve iklimsel gerçeklikleri esas alan, dirençliliği artırmaya yönelik akıllı kent stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

İklim değişikliğine karşı dirençli kentsel yapılar oluşturmak, sadece altyapısal yatırımlar değil, aynı zamanda dijitalleşme ve sürdürülebilirlik odaklı akıllı kent stratejilerinin uygulanmasını da gerektirmektedir. Aşağıda Trabzon'un coğrafi ve iklimsel özelliklerine benzerlik gösteren Avrupa'daki akıllı kent örnekleri üzerinden, Boyd Cohen'in Akıllı Kent Çarkı kurgusunda yer alan Akıllı İnsan, Akıllı Ekonomi, Akıllı Çevre, Akıllı Yönetişim, Akıllı Yaşam ve Akıllı Mobilite başlıklarından her birine karşılık gelecek şekilde uygulanabilir stratejiler sunulmuştur (FastCompany, 2015). Özellikle kıyı kentleri, eğimli topoğrafyaya sahip şehirler ve iklim değişikliği etkilerine açık yerleşmeler tercih edilmiş ve uygulanan stratejilerin Trabzon özelinde nasıl uyarlanabileceği tartışılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Akıllı Kent Uygulamalarına Örnekler ve Trabzon'a Yönelik Öneriler

	Örnek Kent	Coğrafi ve Morfolojik Benzerlik	Mevcut Akıllı Kent Uygulaması	Uygulama Önerisi
Akıllı İnsan	Helsinki	Kıyı kenti	Açık veri temelli eğitim ve katılım platformları (Helsinki Region Infoshare)	Kent Bilgi Platformu
	Rotterdam	Deniz seviyesine yakın kıyı kenti, iklim değişikliğine karşı kırılgan	CityLab010	Kent Fikir Atölyesi
Akıllı Ekonomi	Bilbao	Kıyı kenti, geçmişte sanayi (liman, üretim) ağırlıklı olup şimdi turizm ve kültür yapılanması, yüksek yağış ve nemli	Kentsel dönüşümle ekonomik yapılanmayı	Dijital kooperatifler, akıllı turizm uygulamaları ve girişimcilik merkezleri
	Gothenburg	Liman kentidi, lojistik ile deniz taşımacılığı önemli ekonomik faaliyetleri	Yeşil ekonomi ve akıllı lojistik	Dijital takip sistemleri, güneş enerjili konteyner sahaları, akıllı tarım ve kırsal turizm
Akıllı Çevre	Ljubljana	Orman alanlarına yakın ve doğa ile bütünleşik bir yapı, toprak kayması, sel gibi afetlere açık	Yeşil ulaşım, geri dönüşüm ve doğa temelli çözümler	Yağmur suyu hasadı, yeşil altyapı sistemleri ve erozyona karşı doğa tabanlı çözümler

	Steiermark	Eğimli arazi	Drone tabanlı topografik analiz ve iklim bazlı üretim planlaması	Akıllı tarım uygulamaları
	Rotterdam	Deniz seviyesine yakın kıyı kenti, iklim değişikliğine karşı kırılgan	Climate Proof City	İklim dirençli liman ve kent planlaması
Akıllı Yönetişim	Tallinn	Kıyı kenti, tarihi çekirdek alanı korunmuş	E-devlet sistemleri (vatandaş geri bildirim)	Katılımcı dijital planlama platformları, belediyeye entegre geri bildirim uygulamaları
	Viyana	Kültürel kimliği güçlü ve tarihî merkez odaklı	WienBot" ve katılımcı dijital belediyeçilik	Kent Konseyi, kadın ve gençlik meclisleri, dijital platformlar ile desteklenmeli
Akıllı Yaşam	Freiburg	Yamaç ve vadilere yayılan yerleşim modeli	Enerji verimli konutlar, yenilenebilir enerji kullanımı ve yaşam kalitesi odaklı kentsel tasarım	Pasif binalar, doğal havalandırmalı konutlar, güneş enerjisi entegrasyonu
	Cenova	Dağlık ve yoğun yağış alan bir kıyı kenti	Akıllı izleme sistemleri	Sel ve heyelan riski yüksek olan bölgelerde jeosensör ağları ve erken uyarı sistemleri
Akıllı Mobilite	Oslo	Deniz ve dağ arasında sıkışmış kent, yüksek nem, iklim değişikliğine karşı kırılgan	Entegre toplu taşıma sistemleri, bisiklet yolları ve elektrikli araç altyapılarıyla düşük karbonlu ulaşım	Yamaçlara uyumlu kablolu sistemler, mikro mobilite çözümleri (e-scooter, elektrikli minibüsler) ve akıllı ulaşım entegrasyonu
	Bilbao	Kıyı kenti, geçmişte sanayi (liman, üretim) ağırlıklı olup şimdi turizm ve kültür yapılanması, yüksek yağış ve nemli	Kablolu ulaşım sistemleri, topoğrafyaya duyarlı minibüs ağları, toplu taşıma verimliliğini artıran mobil uygulamalar	Toplu taşıma entegrasyonu, güzergâh optimizasyonu ve akıllı durak sistemleri

3.1.Akıllı İnsan Uygulamalarına Örnekler ve Trabzon'a Yönelik Öneriler

Finlandiya'nın başkenti Helsinki'de açık veri temelli eğitim ve katılım platformları (Helsinki Region Infoshare) vatandaşların karar süreçlerine aktif katılımını desteklemektedir. Helsinki gibi kıyı kenti olan Trabzon'da da yerel halk ve özellikle gençler iklim değişikliği, afet riski ve sürdürülebilirlik konularında bilinçlendirilmelidir. Trabzon'da açık veri tabanlı bir "Kent Bilgi Platformu" ile öğrencilerin, şehir plancılarının ve yerel halkın kentsel süreçlere katılımı sağlanabilir (Helsinki Region Infoshare, 2025).

Hollanda'da yer alan deniz seviyesine yakın, iklim değişikliğinden doğrudan etkilenen bir kıyı kenti olan Rotterdam'da halkın planlamaya aktif katılımı için "CityLab010" adlı bir açık inovasyon platformu kurulmuştur. Bu platform üzerinden vatandaşlar, öğrenciler ve girişimciler kendi projelerini sunup belediyeden finansal ve teknik destek alabilmektedir. Trabzon'da da gençlerin ve kadınların kentsel sorunlara yönelik çözüm projeleri geliştirebileceği, özellikle üniversite ve lise düzeyinde gençlerin katılımını teşvik edici belediye destekli bir "Kent Fikir Atölyesi" kurulabilir (CityLab010, 2025).

3.2.Akıllı Ekonomi Uygulamalarına Örnekler ve Trabzon'a Yönelik Öneriler

İspanya'da yer alan Bilbao kıyı yerleşmesi olup tarih boyunca sanayi ve liman faaliyetlerine bağlı bir kent olarak anılmıştır. Sanayi kenti kimliğinden sıyrılarak dijital ekonomi ve yaratıcı endüstrilere yönelen Bilbao, kentsel dönüşümle ekonomik yeniden yapılanmayı başarmıştır. Her iki kent de kıyı yerleşmesi olup, tarihi süreçte sanayi ve liman faaliyetlerine bağlıdır (European Comision, 2025). Trabzon'da da zanaat mekânları, lojistik sektörü ve turizm akıllı ekonomiye entegre edilebilir. Dijital kooperatifler, akıllı turizm uygulamaları ve girişimcilik merkezleri ile Trabzon'un yerel ekonomisi dirençli hale getirilebilir.

Göteborg, İsveç'te sanayi geçmişine sahip bir kıyı kenti olarak yeşil ekonomi ve akıllı lojistik alanlarına yönelmiş, liman altyapısını dijitalleştirerek karbon ayak izini azaltan yeni sistemler kurmuştur (GöteborgStad, 2025). Trabzon da bir liman kentidir ve lojistik ile deniz taşımacılığı önemli ekonomik faaliyetlerdendir. Ancak mevcut sistemler dijital dönüşüm açısından yetersizdir. Trabzon Liman'ında dijital takip sistemleri, güneş enerjili konteyner sahaları gibi yeniliklerle sürdürülebilir lojistik altyapısı geliştirilebilir. Ayrıca, akıllı tarım ve kırsal turizm eksenli yerel kalkınma programları da Gothenburg modelinden uyarlanabilir.

3.3.Akıllı Çevre Uygulamalarına Örnekler ve Trabzon'a Yönelik Öneriler

Slovenya'nın başkenti Ljubljana, yeşil ulaşım, geri dönüşüm ve doğa temelli çözümler sayesinde Avrupa'nın en yeşil başkentlerinden biri seçilmiştir. Kent merkezinde uyguladığı yeşil koridor sistemleri ve yağmur bahçeleriyle aşırı yağışları yöneten örnek bir kenttir. Trabzon da Ljubljana benzer biçimde arazi örtüsüyle kaplıdır. Ancak, topografya ve düzensiz yapılaşma çevresel kırılganlığı artırmaktadır. Eğimli arazilerde yapılan yeşil teraslar ve geçirgen yüzeyler hem erozyonu azaltır hem de su tutma kapasitesini arttırmaktadır. Şehir merkezine entegre edilen yeşil koridorlar ise mikroiklimi iyileştirmektedir (Glasco, 2022). Bu bağlamda Trabzon'da yağmur suyu hasadı, yeşil altyapı sistemleri ve erozyona karşı doğa tabanlı çözümler (ör. yeşil yamaç stabilizasyonları) geliştirilebilir. Bu sistem, Trabzon'un Meydan ve Ganita bölgelerinde denenebilir.

Avusturya'nın Steiermark bölgesi, Trabzon gibi dağlık tarım alanlarında drone tabanlı topografik analiz ve iklim bazlı üretim planlaması uygulamaktadır. Kent çevresinde sensör destekli tarım sistemleri, yağış ve sıcaklık verilerine dayalı karar destek sistemleri ile akıllı tarım uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Trabzon'da da çay, fındık ve kivi gibi tarım ürünlerinin yetiştiği eğimli arazilerde su verimliliği ve gübreleme optimizasyonu sağlanabilir. Erozyon ve toprak kaybı riski sensörlerle kontrol altında tutulabilir (Ergen, 2021).

Deniz seviyesinin yükselmesi tehdidine karşı Rotterdam, "Climate Proof City" stratejisiyle liman bölgesinde adaptif planlama modelleri geliştirmiştir. Yüzen yapılar, suyu depolayan parklar ve afet anlarında kullanılacak esnek açık alanlar bu stratejinin temelini oluşturmaktadır. Trabzon Limanı ve kıyı şeridinde İklim Dirençli Liman ve Kent Planlaması ile taşkın yönetimi amacıyla açık alanların yeniden işlevlendirilmesi, çok işlevli kent mobilyaları ve modüler kıyı yapıları bu stratejiye benzer şekilde değerlendirilebilir (Oppla, 2020).

3.4.Akıllı Yönetişim Uygulamalarına Örnekler ve Trabzon'a Yönelik Öneriler

Estonya'da yer alan Tallinn, Trabzon gibi kıyıda kurulmuş, tarihi çekirdek alanı korunmuş bir kenttir. Tallinn'de e-devlet sistemleri sayesinde halk, kamu hizmetlerine dijital olarak erişebilmektedir. Vatandaş geri bildirim sistemleri oldukça yaygındır. Trabzon'da da mekânsal planlama süreçlerinde şeffaflık, veri temelli karar alma ve vatandaşla etkileşim eksiktir. E-işlem kültürü gelişmektedir. Trabzon'da katılımcı dijital planlama platformları, belediyeye entegre geri bildirim uygulamaları hayata geçirilebilir (Koç, 2021).

Viyana Belediyesi, vatandaşların kamu hizmetlerine dijital olarak kolayca erişebilmesi için "WienBot" adlı bir yapay zekâ destekli dijital asistan geliştirmiştir. Ayrıca "Digitaler Beteiligungsprozess" (Dijital Katılım Süreci) adı altında, şehir planlaması, park tasarımı gibi konularda vatandaş geri bildirim toplandı ve planlama süreçlerine entegre edilmektedir. Trabzon da Viyana gibi kültürel kimliği güçlü ve tarihi merkez odaklı bir kent yapısına sahiptir. Bu durum kültürel miras alanları ve kıyı odaklı gelişmeye öncelik tanıyan bir planlama süreci gerektirir. Trabzon'da özellikle kıyı hattı ve merkez mahallelerde altyapı yükü ve hizmet talepleri artmaktadır; Viyana örneği bu baskının dijital yönetimle nasıl hafifletilebileceğini göstermektedir (Stadt Wien, 2025). Trabzon Belediyesi, vatandaş şikâyetleri, talepleri ve önerileri için bir chatbot veya mobil uygulama geliştirebilir. Mahalle ölçeğinde katılımcı bütçeleme, dijital anketlerle planlama kararlarına katkı sağlama, AR destekli plan taslaklarının dijital ortamda incelenmesi gibi araçlar geliştirilebilir. Kent Konseyi, kadın ve gençlik meclisleri, dijital platformlar üzerinden daha görünür ve etkili hâle getirilebilir.

3.5.Akıllı Yaşam Uygulamalarına Örnekler ve Trabzon'a Yönelik Öneriler

Almanya'da yer alan Freiburg'da sürdürülebilir yaşam standartları, enerji verimli konutlar, yenilenebilir enerji kullanımı ve yaşam kalitesi odaklı kentsel tasarım ile sağlanmaktadır. Trabzon'un nemli ve sıcak yazları, soğutma yükünü artırmakta ve enerji tüketimini yükseltmektedir. Freiburg modelinde olduğu gibi, pasif binalar, doğal havalandırılmalı konutlar, güneş enerjisi entegrasyonu gibi uygulamalarla Trabzon'da yaşam kalitesi artırılabilir (Internet Geography, 2025).

İtalya'nın Cenova şehri, Trabzon gibi dağlık ve yoğun yağış alan bir kıyı kenti olup, toprak kaymaları ve seller için akıllı izleme sistemleri (IoT tabanlı) ile gerçek zamanlı veri toplamaktadır. Yağmur suyu toplama sistemleri, erken uyarı sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) destekli afet yönetimi uygulamaları kullandıkları başlıca sistemlerdir. Sel ve heyelan riski yüksek olan bölgelerde, toprak nemi, yağış miktarı, su seviyesi gibi parametreleri sürekli izleyen jeosensör ağları ve erken uyarı sistemleri kurulabilir (Genova Smart City, 2025). Özellikle Araklı, Sürmene ve Maçka gibi yüksek riskli bölgelerde uygulanabilir.

3.6.Akıllı Mobilite Uygulamalarına Örnekler ve Trabzon'a Yönelik Öneriler

Oslo, fiyortlarla çevrili, deniz ve dağ arasında sıkışmış bir kenttir. Trabzon kadar olmasa da, yüksek nem ve iklim değişikliğine açık bir yapıdadır. Kentte akıllı mobilitiye yönelik entegre toplu taşıma sistemleri, bisiklet yolları ve elektrikli araç altyapılarıyla düşük karbonlu ulaşım hedeflenmektedir. Trabzon kentine bakıldığında kıyı şeridinde trafik yoğunluğu, iç kesimlerde ise topoğrafik zorluklar mobilitiye zorlaştırmaktadır. Oslo'nun engebeli yapısına uyumlu teleferik, bisiklet ve yaya yolları Trabzon'da da uygulanabilir. Bu nedenle yamaçlara uyumlu kablolu sistemler, mikro mobilite çözümleri (e-scooter, elektrikli minibüsler) ve akıllı ulaşım entegrasyonu geliştirilebilir (World Future Energy Summit, 2025).

Bilbao, Trabzon gibi dağlık yapıya sahip olup, kentsel mobilitiye artırmak için kablolu ulaşım sistemleri, topoğrafyaya duyarlı minibüs ağları, toplu taşıma verimliliğini artıran mobil uygulamalar, elektrikli araç altyapısı, yokuşlu alanlara uygun mikro mobilite çözümleri geliştirmiştir. Ayrıca trafik yoğunluğunu, güzergâh verimliliğini ve karbon emisyonunu azaltmaya yönelik dijital ulaşım çözümleri bulunmaktadır (European Comision, 2025). Trabzon'da yer alan dar ve eğimli yollar, kent içi ulaşımında ciddi sorunlara yol açmaktadır. Toplu taşıma entegrasyonu, güzergâh optimizasyonu ve akıllı durak sistemleri bu sorunları azaltabilir.

Bu benzerlikler doğrultusunda, Avrupa kentlerinden örnek alınacak stratejilerin "kopyala-yapıştır" yerine "uyarlama" esaslı olması gerektiğini vurgulamak önemlidir. Trabzon'un topoğrafyası, kıyı ve dağ etkisi, morfolojik yapısı, nemli iklimi ve orta ölçekli kent kimliği, bu Avrupa kentleriyle karşılaştırıldığında akıllı kent stratejilerinin uygulanabilirliğini desteklemektedir.

5. SONUÇ

Trabzon'un mekânsal gelişimi, dağlık topoğrafyası ve kıyıya sıkışık morfolojik yapısı nedeniyle sınırlı alan kullanımı, yüksek eğimli yerleşim alanları ve kıyı boyunca devam eden dolgu faaliyetleri üzerinden şekillenmiştir. Bu durum, kenti iklim değişikliğine bağlı afet risklerine (özellikle sel, heyelan ve kıyı taşkınları) karşı fiziksel olarak kırılgan hale getirmektedir. Bu kırılganlıklar, mevcut planlama araçlarının yeterli entegrasyon ve iklim duyarlılığı taşınamaması nedeniyle daha da derinleşmektedir.

Kıyı alanlarında gerçekleştirilen plansız dolgu uygulamaları, kıyı ile kent hinterlandı arasındaki etkileşimi zayıflatmış; doğal kıyı dinamiklerini bozarak mevcut ekosistem hizmetlerinin işlevselliğini önemli ölçüde azaltmıştır. Bu nedenle kıyı planlamasında kümülatif etki analizleri, jeomorfolojik karakter dikkate alınarak mekânsal taşıma kapasitesi doğrultusunda yönlendirilmelidir. Ancak Türkiye genelinde olduğu gibi Trabzon'da da uygulama düzeyinde karşılaşılan teknik, kurumsal ve mali yetersizlikler; merkezi ve yerel yönetimler arasındaki eşgüdüm eksiklikleri ile birleştiğinde, sürdürülebilir iklim politikalarının sahada karşılık bulmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle planlama sisteminin sadece fiziksel plan üretmekle sınırlı kalmaması, aynı zamanda yönetim süreçlerini, toplumsal farkındalık geliştirme çabalarını ve dijital kapasiteyi de kapsayacak şekilde yeniden kurgulanması gerekmektedir.

Kent içinde yer alan parçacıklı yerleşim dokusu, akıllı kent teknolojilerinin modüler ve yerel bazda uygulanmasına olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, mahallesel ölçekte veri toplayan sensör sistemleri, yağmur suyu geri kazanım altyapısı, karbon ayak izi izleme mekanizmaları, dijital katılımcılık platformları gibi uygulamalarla, Trabzon'un yerel düzeyde iklim adaptasyon kapasitesi artırılabilir. Özellikle, kentteki mikro ölçekli morfolojik farklılıkların dikkate alınarak iklim duyarlı mekânsal karar alma süreçleri geliştirilmesi; yağış rejimi, eğim analizi, yüzeysel akış yönleri ve taşkın zonları gibi CBS tabanlı çevresel verilerle desteklenen planlama kararlarının uygulanması büyük önem taşımaktadır. Ancak bu tür stratejilerin sahada uygulanabilirliği için, sadece teknik çözümler yeterli olmayıp; yönetim kapasitesinin artırılması, kurumlar arası işbirliği mekanizmalarının güçlendirilmesi, belediye personelinin teknik yeterliliğinin geliştirilmesi, yerel düzeyde finansal ve teknolojik kaynakların harekete geçirilmesi gibi çok aktörlü politika araçlarına da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda; iklim uyum planını hazırlanması, afet odaklı altyapı yatırımları, dijital katılım araçları, akıllı tarım uygulamaları, yeşil-mavi altyapı entegrasyonu ve kapasite geliştirme programları, Trabzon'un kırılgan yapısına karşı dirençli, sürdürülebilir ve yaşanabilir bir kentsel gelecek inşa etmesine katkı sunacaktır.

Sonuç olarak, Trabzon örneğinde geliştirilen bu stratejik çerçeve; hem Karadeniz bölgesinin benzer jeomorfolojik ve iklimsel özelliklere sahip kentleri için yol gösterici nitelik taşımakta, hem de iklim duyarlı kent planlama literatürüne özgün katkılar sunmaktadır.

6. KAYNAKÇA

- AFAD. (2021). Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP). Ankara: Afet, Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
- Atalay, İ. (2004). Türkiye Coğrafyası: Doğal Ortam. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları.
- Beyazlı, D. (2021). Doğu Karadeniz Doğal Çevre Tartışmaları. Lyon: Livre de Lyon
- CityLab010. (2025). <https://www.citylab010.nl/> Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025
- Çobanyılmaz, P., & Duman Yüksel, Ü. (2014). Kentlerin İklim Değişikliğinden Zarar Görebilirliğinin Belirlenmesi: Ankara Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(3), 39-50.
- EEA. (2017). Green Infrastructure and Flood Management – Promoting Nature-Based Solutions. European Environment Agency Report No. 14/2017.
- Ergen, Z. (2021). Ekolojik Dengeyle Uyumlu Yeşil Bütçeler Ve Yerel Yönetim Uygulamaları. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 30(2),62-73.
- European Commission. (2025) <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/projects-and-sites/projects/atelier/atelier-bilbao> Erişim Tarihi: 21 Nisan 2025
- FastCompany. (2015) The smartest cities in the world 2015: methodology. <https://www.fastcompany.com/3038818/the-smartest-cities-in-the-world-2015-methodology>. Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025
- Fiçici, M. (2024). Trabzon ili kıyı şeridinde 1980-2030 yılları arasında kentsel yayılmanın GHSL (Global Human Settlement Layer), GEE (Google Earth Engine) ile analizi. Journal of Anatolian Geography, 2(2), 97-107.
- Genova Smart City. (2025). <https://www.genovasmartcity.it/en/home-en/> Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025
- Gergin, E. D. (2024). İklim Değişikliğine Dirençli Kentler: Dünya'da, Türkiye'de İyi Yerel Yönetim Uygulama Örnekleri. Erzurum Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 18, 94-111.
- Glasco, J. (2022). Ljubljana: Akıllı, Yeşil, Sürdürülebilir Bir Şehir, <https://www.beesmart.city/en/smart-city-blog/ljubljana-a-smart-green-and-sustainable-city> Erişim Tarihi: 20 Nisan 2025

- Göteborg Stad. (2025). <https://goteborg.se/wps/portal/enhetssida/miljo-och-klimat-goteborg/tillsammans-for-miljon/goteborg--en-av-100-klimatneutrala-och-smarta-stader-i-europa/gothenburg--one-of-eus-100-climate-neutral-and-smart-cities-2030> Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025
- Gültekin, F. & Hatipoğlu Temizel, E. (2015). İklim Değişikliği Etkileri: Trabzon Örneği, 68. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 06-10 Nisan/April 2015, Ankara.
- Helsinki Region Infoshare. (2025). https://hri.fi/en_gb/ Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025
- Internet Geography. (2025). Sustainable Urban Living - Freiburg, https://www.internetgeography.net/topics/sustainable-urban-living-freiburg/#google_vignette Erişim Tarihi: 21 Nisan 2025
- Karadeniz, B. (2020). Şehir Planlamada Bir Yöntem Olarak Kent Morfolojisi: Görele. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kaya, Y. (2018). İklim Değişikliğine Karşı Kentsel Kırılganlık: İstanbul İçin Bir Değerlendirme. *International Journal of Social Inquiry*, 11(2), 219-257.
- Koç, H. (2021). Dijital Dünyada Yeni Vatandaşlık Konsepti: Estonya'da E-Vatandaşlık Örneği. *OPUS International Journal of Society Researches*, 17(35), 2254-2289.
- Lineman, M., Do, Y., Kim, J. Y. & Joo, G. (2015). Talking about Climate Change and Global Warming, *PLoS ONE* 10(9): e0138996.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2025). Resmi İklim İstatistikleri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=TRABZON> Erişim tarihi: 20 Nisan 2025
- Odacı, G. S., & Özdemir Işık, B. (2023). Trabzon Kıyı Cephe, Dolgu Alanlarının Kullanıcı Görüşleri Bağlamında Değerlendirilmesi. *Artium*, 11(1), 1-12.
- Oppla. (2020). Rotterdam-NbS for building a waterproof city, <https://oppla.eu/case-study/rotterdam-nbs-building-waterproof-city#:~:text=Rotterdam%20aims%20to%20be%20100,and%20throughout%20the%20following%20decades>. Erişim Tarihi: 20 Nisan 2025
- Ögçe, S. (2023). Kentsel Arazi Yüzey Değişikliklerinin Kentsel İklim Olan Etkisi: Trabzon Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon
- Özdemir Işık, B. & Demirel, Ö. (2014). Kıyı Kullanıcılarının Kıyı Alanı Rekreasyon Planlama Kararları Üzerindeki Etkisi: Trabzon Kıyı Bandı Örneği, *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 4(10), 11.
- Sezik, M., & Dokuyucu, E. (2025). İklim Değişikliği, Türkiye'de Kentlerin İklim Değişikliği Politikalarına Uyum Sorunları, *Kent Akademisi Dergisi*, 18(1):540-562.
- Stad Wien. (2025). What is Smart City Wien about? <https://smartcity.wien.gv.at/en/> Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025
- T.C. Çevre, Şehircilik, İklim Değişikliği Bakanlığı. (2025). Karbon Yutak Alanları. <https://cem.csb.gov.tr/karbon-yutak-alanlari-i-112515> Erişim tarihi: 1 Mayıs 2025
- Trabzon Büyükşehir Belediyesi. (2021). 50000 Ölçekli ÇDP PLAN AÇIKLAMA RAPORU.
- Trabzon Valiliği Çevre, Şehircilik, İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, (2024). Trabzon İli 2023 Yılı Çevre Durum Raporu.
- Trabzon Valiliği. (2025). İlçelerimiz. <http://www.trabzon.gov.tr/ilcelerimiz> Erişim tarihi: 28 Nisan 2025.
- United Nations Climate Change. (2014). The Fifth Assessment Report of the IPCC. <https://unfccc.int/topics/science/workstreams/cooperation-with-the-ipcc/the-fifth-assessment-report-of-the-ipcc> Erişim tarihi: 2 Mayıs 2025
- UN-Habitat. (2020). Planning for Climate Change: A Strategic, Values-Based Approach for Urban Planners. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.
- Üçüncü, O. (2015). Doğu Karadeniz Kıyı Alanlarında Planlanan Yatırımlar ve Trabzon Örneği İrdelenmesi, 8. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 7-9 Kasım 2015, İstanbul.

World Future Energy Summit. (2025). Cities In Focus Oslo: A model for sustainable mobility. <https://www.worldfutureenergysummit.com/en-gb/future-insights-blog/blogs/oslo-a-model-for-sustainable-mobility.html> Erişim Tarihi: 22 Nisan 2025

Zorlu, T., Aydıntan, E. & Engin, E. (2010). Kent Kimliği: Tanjant ve Karadeniz Sahil Yollarının Trabzon Kent Kimlięine Etkileri, Mimarlık Dergisi, 352.