Fırat Üniv. Mühendislik Bilimleri Dergisi
26(1), 17-25, 2014

Fırat Univ. Journal of Engineering
26(1), 17-25, 2014

Görüntü Mozaikleme Algoritması İçin Deneysel Bir Çalışma

[*]Taha MÜEZZİNOĞLU[1], Ferhat ÇOLAK[2], Mehmet KARAKÖSE[2]
[1]Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Tunceli
[2]Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Elazığ
[*]tahamuezzinoglu@hotmail.com, ferhatcolak23@gmail.com, mkarakose@firat.edu.tr

(Geliş/Received:06.02.2014; Kabul/Accepted:10.03.2014)

Özet

Görüntü mozaikleme birçok görüntünün veya bir videonun ardışık görüntü karelerinin birleştirilmesi ile panoramik bir görüntünün elde edilmesidir. Özellikle haritalamada, insansız hava araçlarının elde ettiği görüntülerin değerlendirilmesinde ve çeşitli bilgisayar görme uygulamalarında kullanılmaktadır. Bu çalışmada bir görüntü mozaikleme algoritması gerçekleştirilerek bu algoritmanın fotovoltaik dizilerde doğrulaması verilmektedir. Giriş olarak alınan görüntüler üzerinde sırası ile özellik çıkarma, görüntü eşleştirme, aykırı noktaların tespiti ve çıkarılması, homografi tahmini ve görüntü birleştirme uygulanarak panoramik bir görüntü elde edilmektedir. Gerçekleştirilen görüntü mozaikleme algoritmasının çeşitli görüntüler üzerinde ve özellikle benzerliği yüksek olduğundan birleştirilmesi daha zor olan fotovoltaik dizi görüntüleri üzerinde deneysel uygulamaları yapılmıştır. Deneysel sonuçlarla doğrulanan algoritmanın performansı karşılaştırmalı sonuçlarla analiz edilmektedir. Uygulama için iki, üç ve beş parçalı görüntüler kullanılmıştır. Birleştirilmiş görüntülerin birleştirme süresi dikkate alındığında algoritmanın gerçek zamanlı çalıştırılabilecek bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Sonuçlar gerçekleştirilen algoritmanın etkinliğini, hesaplama karmaşıklığını ve doğruluğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Görüntü Mozaikleme, Görüntü İşleme, Sift Algoritması, Fotovoltaik Dizi.

An Experimental Study for Image Mosaicing Algorithm

Abstract

Image mosaicing is obtained a panoramic image by combining of many images or sequential image frames of a video. Especially, it is widely used in mapping, the evaluation of the images obtained from unmanned aerial vehicles and various computer vision applications. In this paper, the image mosaicing algorithm is performed and the verification of this algorithm in photovoltaic arrays is given. The panoramic image is obtained by applying feature extraction, image matching, outlier point detection and removal, homography estimation and image fusion on the images taken as input, respectively. Experimental applications of the image mocaising algorithm were made on various images and photovoltaic array images that are rather difficult to combine according to other images because of it has high similarity. Performance of the algorithm is verified with the experimental results and it is analyzed with comparative results. Images with two, three, and five pieces have been used to application. If the mosaicing time of obtained image is considered, suitability for real-time running of algorithm can be seen. The results show the effectiveness, computational complexity and accuracy of the algorithm.

Keywords: Image Mosaicing, Image Processing, Sift Algorithm, Photovoltaic Array.

1. Giriş

Analog veya sayısal bir duyarga ile elde edilen görüntülerin sayısallaştırılarak çeşitli algoritmalar kullanılarak özellik çıkarımı, bilgi çıkarımı ve yeni görüntüler oluşturma işlemi görüntü işleme olarak değerlendirilmektedir. Teknolojinin gelişmesiyle günümüzde hemen her alanda geniş olarak uygulama alanı bulan görüntü işleme için literatürde birçok yöntem ve algoritma geliştirilmiştir [1-2].

Görüntü işleme algoritmalarından biri de görüntü birleştirme veya görüntü mozaikleme olarak adlandırılan ve birçok görüntüden tek bir panoramik görüntü elde etmeye yarayan algoritmalardır. Görüntü mozaikleme özellikle

coğrafik haritalama, robotik tıbbi uygulamalar, tarımsal alanlar ve insansız hava araçlarında geniş olarak kullanılabilmektedir. Görüntü mozaikleme özellik çıkarımı ile ortak noktaları bulunan iki veya daha fazla görüntünün belirli tekniklerle birleştirilip büyük bir görüntünün oluşturulmasıdır [1]. Normal koşullarda tek bir kamera ile büyük bir alanın görüntüsünü elde etmek için oldukça geniş bir açıyla görüntü almak gerekir. Ancak bu durum görüntü kalitesini düşürür. Bu nedenle büyük alanların görüntüsü elde edilirken birden fazla görüntü alınarak bu görüntüler görüntü mozaikleme algoritmaları ile birleştirilerek daha kaliteli ve yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilebilir. Literatürde görüntü mozaikleme ve görüntü mozaiklemede kullanılan özellik çıkarımı, özellik eşleştirme, aykırı nokta tespiti ve görüntü birleştirme gibi tekniklerle ilgili yapılmış birçok çalışma mevcuttur [2-15].

Zitova [2] çalışmasında klasik görüntü kaydetme işlemini farklı zamanlarda farklı sensörlerden alınan görüntüleri özellik algılama, özellik eşleştirme, haritalama ve fonksiyon tasarımı ve yeniden örnekleme olarak dört aşamada yapmıştır. Görüntü mozaiklemenin özellikle insansız hava araçlarındaki kameralardan elde edilen görüntülerin birleştirilmesi için kullanılan birçok uygulaması bulunmaktadır [3-6, 8-12]. Wang [3] ise insansız hava araçlarında kızılötesi termal kameralardan aldığı görüntüleri Sift algoritmasıyla özellik çıkarımı yapıp Ransac algoritmasıyla en iyi eşleşmeleri sağlamaya çalışmıştır. Yine insansız hava aracı uygulamaları için bir görüntü serisinden bütün bir görüntü elde etmek için önce resimlerin özellik çıkarımı yapılmış ve sonrasında resimlerde birbirlerine karşılık gelen noktalar belirlenerek çeşitli dönüşümlerle birleştirmiştir [4, 6]. Başka bir çalışmada ölçekten bağımsız özellik dönüşümü kullanılarak düşük çözünürlüklü bağımsız görüntülerden yüksek çözünürlüklü bütün bir görüntü elde edilmesi için insansız hava aracı görüntülerini kullanmıştır [5]. İnsansız hava araçları üç boyutlu olarak hareket ettiklerinden dolayı buradan elde edilen görüntülerin birleştirilmesi için görüntü mozaikleme aşamalarında çeşitli iyileştirilmelerin yapılması gerekmektedir. Literatürdeki birçok çalışma bu konuda geliştirmeler içermektedir. Zuliani yaptığı doktora tez çalışmasında görüntü düzeltme ve birleştirme algoritmaları üzerine çalışmış ve çeşitli görüntüler üzerinde başarılı sonuçlar elde etmiştir [7]. Efendioğlu'nun tez çalışmasında otomatik mozaikleme kullanılarak geniş görüş açısına sahip görüntülerin oluşturulması üzerine yoğunlaşılmış, literatürdeki özellik tabanlı birleştirme algoritmaları incelenmiş ve pratik uygulamalarda sıklıkla tercih edilen algoritmaların yazılım ortamındaki başarı karşılaştırmaları video, resim dosyası ve gerçek zamanlı veri akışı üzerinden geniş açılı görüntüler oluşturularak gerçekleştirilmiştir [13].

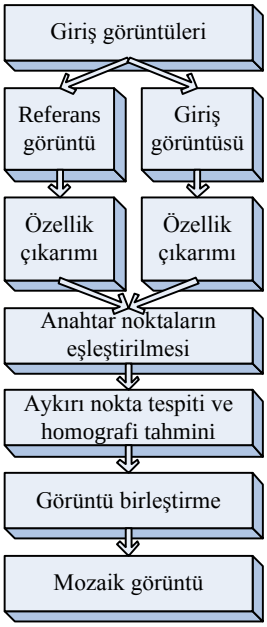
Bu çalışmada kapsamında SIFT algoritması kullanan bir görüntü mozaikleme yaklaşımı gerçekleştirilerek görüntü ve videolar üzerinden deneysel doğrulama çalışmaları sunulmaktadır. Gerçekleştirilen yaklaşımın özellikle benzerlik oranı diğer görüntülere göre daha yüksek olan fotovoltaik dizilerin farklı kameralar ile elde edilen görüntülerinin birleştirilmesi için kullanılarak performansı ortaya konulmaktadır.

2. Görüntü Mozaikleme Algoritması

Ortak kısımları olan birden fazla görüntünün birleştirilmesi veya bir videonun ardışıl framelerinin birleştirilmesi ile büyük mozaik bir görüntünün elde edilmesi için literatürdeki birçok yönteme göre iyileştirilerek elde edilen görüntü mozaikleme algoritmasının blok diyagramı Şekil 1'de görülmektedir [16-19].

Şekil 1'de görüldüğü gibi alınan görüntü dizisi için ilk olarak özellik çıkarımı uygulanmaktadır. Bu aşamada görüntülerin ortak noktalarının belirlenmesi için gerekli olan özellikler çıkarılmaktadır. Bu aşamadan sonra elde edilen anahtar noktaların eşleştirilmesi yapılarak her bir görüntünün birleştirileceği noktaların tanımlanması yapılır. Bir sonraki adımda ise giriş görüntülerinden biri referans görüntü, diğeri giriş görüntüsü alınmak üzere, eşleşmiş anahtar noktalara sahip bu görüntülerin aynı düzleme düşürülmesi gereklidir. Bu uzaysal dönüşüm, giriş görüntüsündeki sahnelerin referans görüntüdeki yerlerine yerleştirilmesini sağlar. Bu aşamada aykırı örneklerden arındırılmış görüntü matrisleri üzerinde yapılan homografi tahminin kullanılması ve benzer sahnelerin çakıştırılması

yapılır. Bu tanımlamadan sonra her bir görüntüdeki birbirine uyan noktalar eşleştirilir ve son olarak birleştirme aşamasıyla görüntüler mozaiklenir.

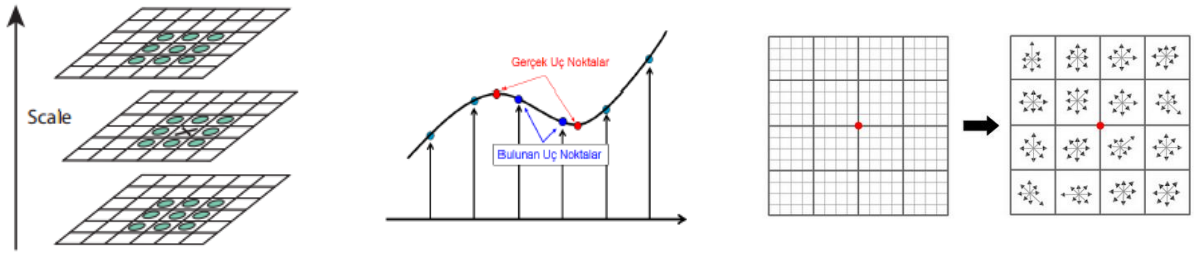


Şekil 1. Görüntü mozaikleme algoritması

2.1. Özellik Çıkarımı

Görüntü mozaikleme algoritmasının ilk aşaması olan özellik çıkarımı aşamasında anahtar noktaların tespiti yapılır. Anahtar nokta tespitinde farklı nesneler, kenarlar, kesişen çizgiler, köşeler gibi özel kontrol noktaları belirlenir. İki görüntü arasındaki benzerliğin hesaplanması için anahtar noktaların belirlenerek görüntünün karakteristik yapısı, özellik haritası çıkarılır. Anahtar nokta tespiti için en yaygın kullanılan teknikler Harris, SIFT, Susan, Canny, Kitchen-Rosenfeld ve Moravec algoritmalarıdır [20-25]. Köşe bulma algoritmalarından Moravec ilk olarak, iki piksel arasındaki değer farkını temel alarak köşe tespiti yapar. Harris yöntemi ise Moravec yönteminin üzerine çeşitli farklılıklar katılarak geliştirilmiş bir yöntemdir. Susan yöntemi, dairesel bir maske içerisinde piksellerin parlaklık karşılaştırmasına dayanan köşe ve kenar algoritmasıdır. Bu çalışmada diğer algoritmalara göre belirli avantajlar sağlayan kontrasttan, ışık miktarından ve görüntü açısından en az etkilenen anahtar nokta bulma yöntemi olan SIFT algoritması kullanılmıştır [26].

SIFT algoritması uç değer noktaların tespiti, anahtar noktaların belirlenmesi, yönelim tespiti ve anahtar nokta tanımlayıcıların bulunması olmak üzere temel olarak dört bileşenden oluşmaktadır [27-28]. Uç değer noktaların konumlarını belirlemek için kademeli bir filtreleme yaklaşımı kullanılır. Ölçeksel uzay oluşturulduktan sonra uç değer noktaların tespiti yapılır ve görüntü gauss filtrelerinden geçirilir. Uç noktalar seçilirken bir noktanın 26 adet komşu noktasına bakılır. Uç noktaların tespitinden sonra, kararlı olmayan birçok anahtar nokta adayı oluşturulmuştur. Kararlı olmayan ve zayıf olarak tespit edilmiş anahtar noktaların ayıklanması için filtrelemeler ve eşiklemeler kullanılarak kontrastı düşük uç noktalar elenir ve her anahtar nokta için yön büyüklüğü ve açısı hesaplanır [28]. Yön ve büyüklükleri hesaplanan anahtar noktaların çevresinde anahtar nokta tanımlayıcıları bulunur. Bunlar hesaplanırken anahtar nokta etrafında 4x4'lük bir sahne seçilir. Bu alt alanlar için histogram değerleri, aynı açıya sahip yönelim büyüklüklerinin toplanması ile oluşturulur.

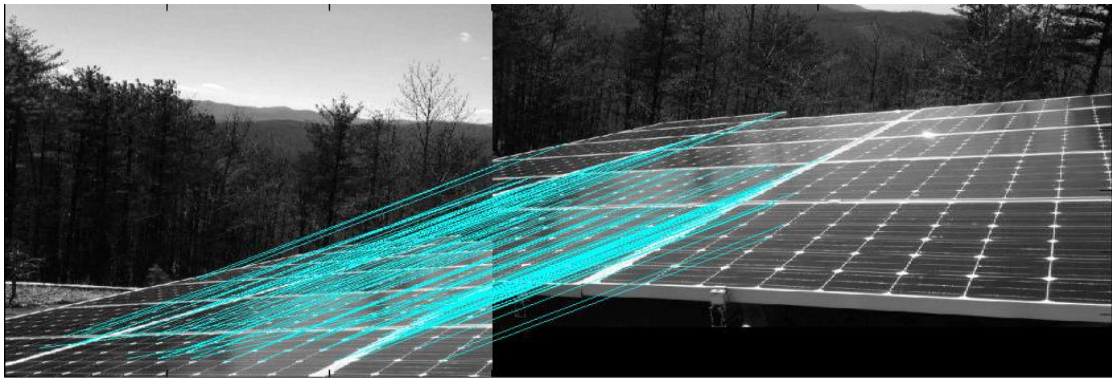


(a) **(b)** **(c)**

Şekil 2. SIFT algoritmasının bileşenleri [25] **(a)** Uç değer noktaları **(b)** Hatalı uç noktalar **(c)** Anahtar noktalar

2.2. Görüntü Eşleştirme

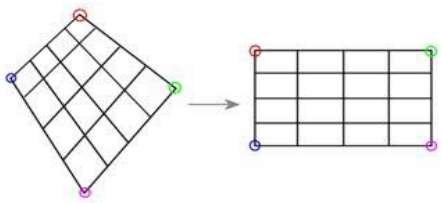
Anahtar nokta özellikleri belirlendikten sonra bu anahtar noktaları eşleştirmek için görüntü eşleştirme bileşeni kullanılır. Eşleştirme işlemi ile farklı zaman ve perspektiflerde farklı koordinat düzlemlerinde yer alan aynı nesneler aynı düzlem üzerine düşürülür ve farklı görüntülerin benzer ya da aynı özelliklere sahip anahtar noktaları eşleştirilir. Görüntü eşleştirmede iki farklı yöntem ele alınabilir. Bunlar özellik tabanlı eşleştirme ve korelasyon ile eşleştirmedir. Özellik tabanlı eşleştirmede, ilk görüntünün her eşleşme noktası olasılığı için ikinci görüntünün eşleşme noktalarına uygulanır. Eşleştirmelerin uyumsuzluğunu azaltmak için bir eşitsizlik kısıtlanması kullanılır. Korelasyon ile eşleştirmede, verilen koordinatlar ile iki görüntü arasındaki ilk keyfi eşleştirme bulunur. Sonraki adımda eşleştirme işlemi için ikinci görüntüdeki anahtar noktaya karşılık gelen özelliği bulmaktır. İkinci görüntüdeki her anahtar noktanın karşılaştırılması zaman açısından pahalı bir yöntemdir. Bunun yerine korelasyon tabanlı bir teknik olan korelasyon penceresi oluşturulur. Benzerlik ölçütü olarak kosinüs veya öklit benzerlik kriterleri kullanılabilir. Kullanılan geliştirme aracının hangisinde daha iyi performans gösterdiği belirlenerek uygun seçim yapılır [25].



Şekil 3. Eşleşen anahtar noktaları

2.3. Homografi Tahmini

Bu aşamada ilk olarak daha önce belirlenen özellikler arasından birleştirme için verimsiz olan aykırı noktaların belirlenmesi gerekir. RANSAC algoritması görüntü dönüşüm parametrelerini tahmin etmek için rastgele örnekler kümesi kullanan ve veri için en iyi çözümü bulmayı amaçlayan bir parametre kestirim yaklaşımıdır [25-29]. Bu yaklaşımda içinde aykırı veriler bulunan benzeşen noktalar dizinindeki aykırı noktaları ayıklar. Bu ayıklama işlemi için kullanılması gereken sınıflandırma tekniklerinden örnek tabanlı sınıflandırma yöntemleri, genetik algoritmalar, destek vektör makineleri, bulanık küme sınıflandırıcıları ve öngörü yöntemleri gibi algoritmalar arasında K-NN sınıflandırma yöntemi tercih edilmiştir. K-NN algoritması temel olarak, dışarıdan girilen küme merkezi sayısına göre örnek verileri bu kümelere dahil eder. Aykırı verilerden etkilenmemesi, aykırı verileri sınıflandırmaya dahil etmemesi avantajlı yönleridir. Buradan hareketle belirli dönüşüm matrisleri kullanılarak görüntüdeki homografi piksel koordinat ilişkisi ortaya konulur [29]. Böylece referans ve giriş görüntüsünde seçilen eşleşmiş rastgele anahtar noktalar arasında ilişki bulunur. Rastgele seçilen anahtar noktalar homografi matrisi her piksele uygulandığında yeni görüntü, orijinal görüntünün bükülmüş halidir.



Şekil 4. Homografi ile bükülen resimler için şematik gösterim [25]

2.4. Görüntü Birleştirme

Görüntü birleştirme aykırı örneklerden arındırılmış görüntü matrisleri üzerinde yapılan homografi tahmininin kullanılması ve benzer sahnelerin çakıştırılması aşamasıdır. Görüntülerin bu benzer sahnelerinin çakıştırılması için gerekli uzaysal dönüşüm, bulunan homografi matrisinin bütün piksellere uygulanması ile yapılır. Hizalanan görüntülerde örtüşen sahneleri çakıştırırken bulanıklığı önlemek için yeterince keskin geçişler yapmak pratikte kolay değildir. Homografi matrisi uygulandıktan sonra, giriş ve referans görüntüler hizalanarak boyut kontrolü yapılır. Eğer boyutlar eşit değilse bu kısımlar siyah ile doldurulur ve birleştirme işlemi yapılır. Ancak bu aşamada görüntülerin örtüşen sahnelerindeki kontrast farklılıkları birleşmiş görüntüde bozukluğa yol açabilir. Bu olumsuzluğun ortadan kaldırılması için çakıştırılacak sahnelerin kontrast değerlerinin ortalaması alınır veya yüksek kontrasta sahip alanlara açma işlemi uygulanarak bu değerlerle ağırlıklandırılır. Böylece birleşmiş görüntüdeki kontrast farklılıkları giderilir.

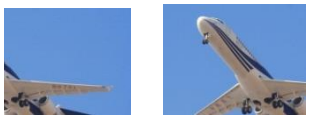


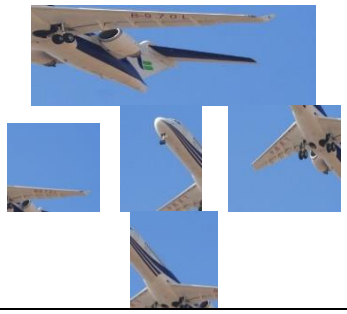
Şekil 5. Görüntülerin birleştirilmesi

3. Deneysel Sonuçlar

Bu çalışmada verilen görüntü mozaikleme algoritmasının gerçekleştirilmesi için Intel(R) Core(TM) 2 CPU, 2 GHz, 4 GB RAM, 512 GPU ve 32 bit işletim sistemine sahip olan bir bilgisayar ile ARM işlemciye sahip olan Raspberry Pi geliştirme kartı kullanılmıştır. İlk olarak bilgisayar üzerinde kodlanan görüntü mozaikleme algoritması çeşitli görüntüler üzerinde bir bilgisayar üzerinde doğrulanmıştır. Sonrasında algoritma Raspberry Pi kart üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleştirilen görüntü mozaikleme algoritması ilk olarak Şekil 6 ile verilen görüntüler üzerinde uygulanarak performansı incelenmiştir. Bu uygulamada verilen algoritmanın parametreleri için özellik sayısı 0.85, benzerlik oranı 0.6 ve küme merkezi sayısı 4 olarak seçilmiştir.

	Giriş görüntüleri	Süre (sn)	Birleştirilmiş görüntü
1		2.03	
2		4.39	

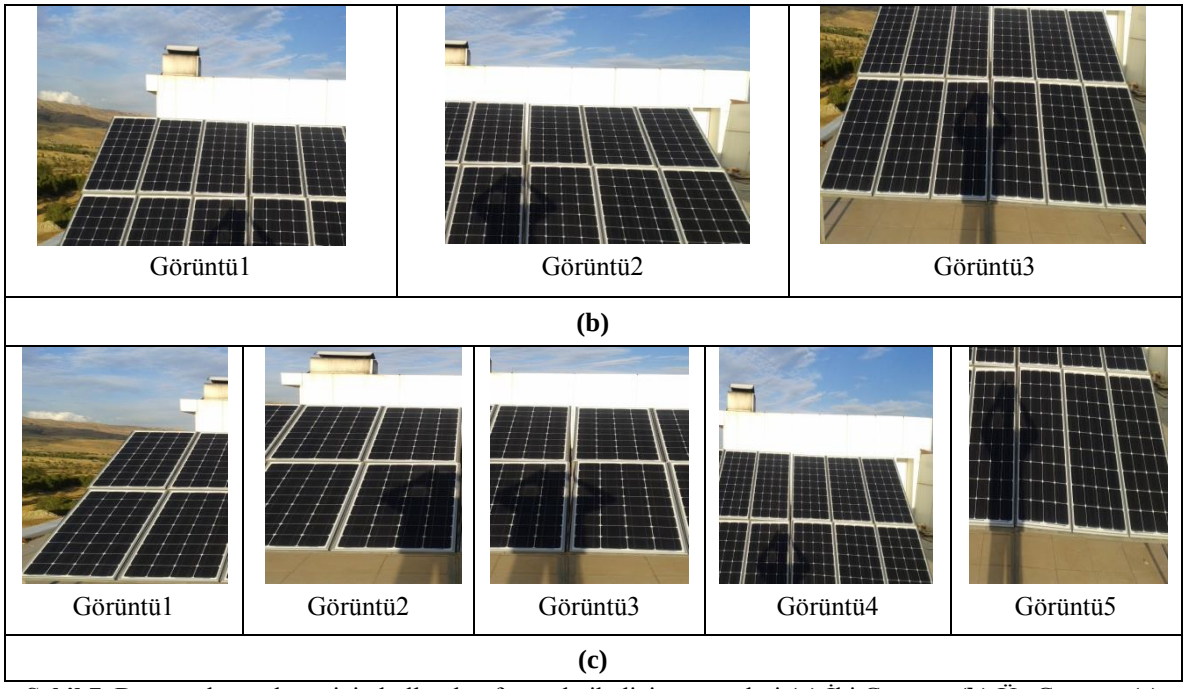
3		7.64	

Şekil 6. Uygulama sonuçları

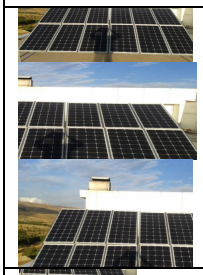
Uygulama sonuçları kapsamında çeşitli resimler üzerinde görüntü mozaikleme algoritması test edilmiştir. Bu uygulamalarda özellikle görüntü mozaikleme algoritmasının üç parametresinin etkisi incelenmiştir. Bunlardan benzerlik oranı, anahtar noktaların eşleşmesi için gerekli kriterdir. Benzerlik oranı ne kadar yüksek tutulursa, o kadar birbirine benzer eşleşmeler elde edilir. Fakat bu, eşleşme sayısının düşük olmasına neden olur. Eşleşme sayısının düşük olması, nokta örneklerin sınıflandırılmasında ve birleştirme işleminde olumsuz etkiler doğurmaktadır. Benzerlik oranının düşük tutulması yüksek çözünürlüklü resimlerde beklenen olumsuz etkiyi oluşturmaz, çünkü anahtar nokta sayısı çok fazladır ve yapılan yanlış eşleştirmeler, sınıflandırma işleminde diğer örneklerin yanında etkisini kaybetmektedir. Fakat düşük çözünürlüklü ve anahtar nokta sayısının az olduğu resimlerde benzerlik oranı kesinlikle çok önemli bir kriterdir. İkinci parametre olan küme merkezi sayısı doğruluk oranını etkileyen diğer bir önemli kriterdir. Eşleşmiş örnek anahtar nokta sayıları, dışarıdan girilen bu küme merkez sayısı adedi kadar sınıfa ayrılırlar, bu merkezler referans alınarak birleştirilirler. Küme merkezi sayısı, çok sayıda eşleşme var ise yüksek olarak seçilebilir, fakat eşleşme sayısı az ise küme merkezi sayısının çok olması, yanlış sınıflandırmaya neden olur ve doğruluk oranını olumsuz yönde etkiler.

İkinci uygulama için fotovoltaik diziler kullanılmıştır. Bunun temel sebebi hem bu tür görüntülerdeki benzerlik oranının çok yüksek olması nedeniyle birleştirme işleminin zorluğu hem de büyük boyutlu fotovoltaik dizilerin izlenmesi için böyle bir uygulamanın birçok avantaj sağlamasıdır. Burada benzerlik oranı 0.6, küme merkezi sayısı 5 ve anahtar nokta sayısı 0.85 olarak seçilmiştir. Öncelikle uygulamada kullanılan iki üç ve beş parçalı giriş görüntüleri Şekil 7'de görülmektedir. Şekil 8 ise görüntü mozaikleme algoritmasının performansını göstermektedir. Burada görüldüğü gibi gerçekleştirilen algoritma yüksek doğrulukta mozaikleme sonuçları vermektedir. Özellikle görüntülerin çözünürlükleri dikkate alındığında birleştirme zamanlarının iyi olduğu görülecektir.

	
Görüntü1	Görüntü2
(a)	



Şekil 7. Deneysel uygulama için kullanılan fotovoltaik dizi görüntüleri **(a)** İki Görüntü **(b)** Üç Görüntü **(c)** Beş Görüntü

Görüntüler	Süre (sn)	Birleşmiş Resim
	46.5	
	102.4	
	132.9	

Şekil 8. Görüntü mozaikleme algoritması için deneysel sonuçlar

Bir diğer uygulama ise kamera ile çekilen bir video görüntüsünün framelerini kullanarak bu görüntülerin oluşturduğu mozaik görüntünün elde edilmesine yöneliktir. Şekil 9'dan görülebileceği gibi 409 frameden oluşan bir video görüntüsü üzerinde uygulanan mozaikleme algoritmasının performansı verilmiştir.

Video	Alınan Frame / Toplam Frame	Birleştirilen Frame/ Alınan Frame	Birleştirme süresi (sn)	Birleştirilmiş Resim
Video.avi 640x480	51/409	40/51	441.2	

Şekil 9. Video görüntüleri için görüntü mozaikleme algoritmasının performansı

4. Sonuçlar

Görüntü mozaikleme belirli kısımları örtüşen birden fazla görüntü veya bir videonun görüntüleri kullanılarak panoramik bütün bir görüntü elde etmek için kullanılan algoritmalardır. Özellikle büyük bir alanın haritasını çıkarmak için çeşitli açılardan veya noktalardan alınan görüntülerin birleştirilmesi için kullanılan görüntü mozaikleme algoritmaları son zamanlarda insansız hava araçlarından elde edilen video görüntülerinin birleştirilmesi için geniş olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada literatürde bulunan mozaikleme algoritmalarının iyileştirilmesi ile elde edilen ve gerçekleştirilen bir görüntü mozaikleme algoritması verilmekle birlikte fotovoltaik dizilerde bu algoritmanın kullanılması için en uygun parametrelerin belirlenmesi ve deneysel olarak algoritmanın doğrulanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle görüntü mozaikleme algoritması bir bilgisayarda MATLAB programı kullanılarak gerçekleştirilmiş sonrasında deneysel olarak gerçek fotovoltaik dizi görüntüleri üzerinden doğrulanmıştır. Özellik çıkarımı, görüntü eşleştirme, aykırı nokta tespiti, homografi tahmini ve son olarak görüntü birleştirme aşamalarından oluşan görüntü mozaikleme algoritmasında benzerlik oranı, küme merkezi sayısı ve anahtar nokta sayılarının algoritmaya etkileri incelenmiş, sonrasında çeşitli görüntü ve videolar üzerinde performansı analiz edilmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar ve analizler dikkate alındığında verilen görüntü mozaikleme algoritmasının etkili ve yüksek doğruluklu sonuçlar verdiği görülmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TUBITAK) tarafından TÜBİTAK 1001 programı kapsamındaki 112E214 numaralı proje ile desteklenmiştir.

6. Kaynaklar

1. Eng Wei Yong, "Investigation of Mosaicing Techniques for Forward Looking Sonar" A Thesis Submitted for Degree of MSc Erasmus Mundus in Vision and Robotics, 2011
2. Barbara Zitova, Jan Flusser, "Image registration methods: a survey", Image and Vision Computing, 21, 2003
3. Yi Wang, Aldo Camargo, Ronald Fevig, Florent Martel, Richard.R.Schultz, "Image Mosaicking from Uncooled Thermal IR Video Captured by a Small UAV", Image Analysis and Interpretation, 2008
4. Yingdong Huang, Jie Li and Ningjun Fan," Image Mosaicing For UAV Application", 2008 International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling, 2008
5. Abdelkrim Nemra, and Nabil Aouf, "Robust Invariant Automatic Image Mosaicing and Super Resolution for UAV Mapping", Mechatronics and its Applications, 2009

6. Matthew I. McCartney, Saleh Zein-Sabatto, and Mohan Malkani, "Image Registration For Sequence Of Visual Images Captured By UAV", Computational Intelligence for Multimedia Signal and Vision Processing, 2009

7. Marco Zuliani, "Computational Methods for Automatic Image Registration", Doctor of Philosophy, University Of California, 2006

8. Baojie Fan ,Yingkui Du, Yandong Tang, "Efficient Registration Algorithm for UAV Image Sequence", the IEEE International Conference on Information and Automation, Shenzhen, China June, 2011

9. YuXia LI ,Zheng LI ,Ling TONG,YangTian, YAN Dong GUO, "A geometrical rectification algorithm of UAV remote sensing images based on flight attitude parameters", IEEE International Symposium Geoscience and Remote Sensing, 2011

10. Yuping Lin and Gerard Medioni, "Map-Enhanced UAV Image Sequence Registration and Synchronization of Multiple Image Sequences", Computer Vision and Pattern Recognition, 2007

11. Yi Wang, Aldo Camargo, Ronald Fevig, Florent Martel, Richard.R.Schultz, "Image Mosaicking from Uncooled Thermal IR Video Captured by a Small UAV", Image Analysis and Interpretation, 2008

12. Yingdong Huang, Jie Li and Ningjun Fan, "Image Mosaicing For UAV Application", 2008 International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling, 2008

13. Mehmet EFENDİOĞLU, "Otomatik Mozaikleme İle Geniş Yüzey Alanlarına Ait Görüntülerin Modellenmesi Ve Dsp Tabanlı Gerçeklenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, 2013

14. Mesut PAK, "Uzaktan Çekilmiş Fotoğraflarla Mozaik Oluşturma", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, 2008

15. Ali Özzeybek, Image mosaicing, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, 2000

16. Li H., Manjunath B.S., Mitra S.K., Multisensor image fusion using wavelet transform, Graphical Models Image Process. 57 (3), 235-245, 1995

17. Zhang Z., Blum R.S., A categorization of multiscale –decomposition-based image fusion schemes with a performance study for a digital camera application, Proc. IEEE 87 (8), 1315-1326, 1999

18. Seales W.B., Dutta S., Everywhere-in-focus image fusion using controllable cameras, Proc. SPIE 2905, 227-234, 1996

19. W.W. Kong, Y.J. Lei, Y. Lei, S. Lu," Image fusion technique based on non-subsampled contour let transform and adaptive unit-fast-linking pulse-coupled neural network", IET Image Process, Vol. 5, Iss. 2, pp. 113–121, 2011

20. Z. Yu, H. Zhang, B. Guo, L. Zhu, "A Mosaic Method for Large Perspective Distortion Image", Int Conf on Measurement, Information and Control, 2012

21. Jia Qin, Jianfeng Yang , Bin Xue , Fan Bu, "Research on Image Registration and Mosaic Basedon Vector Similarity Matching Principle", Fifth International Symposium on Computational Intelligence and Design, 2012

22. S. M. Smith, J. M. Brady, "SUSAN a new approach to low-level image processing", International Journal of Computer Vision, 23(1):45-78, 1997

23. Xu Jing, Yang Xiao Hong, Shao Xiang Xin, Meng Xian Ying, "Medical Image Mosaic Technology Based on Image Phase Correlation" Fourth International Conference on Digital Home, 2012

24. L. Kitchen and A. Rosenfeld, "Gray level corner detection," Pattern Recognition Letters, pp. 95-102, 1982

25. Vimal Singh Bind, "Robust Techniques for Feature-based Image Mosaicing", Thesis of the requirements for the degree of Master, 2013

26. Mohammad R. Jahanshahi, Sami F. Masri, Gaurav S. Sukhatme, "Multi-Image Stitching and Scene Reconstruction for Evaluating Defect Evolution in Structures", Structural Health Monitoring, 643-657, 2011

27. Veysel Aslantaş, Emre Bendeş, Rıfat Kurban, A. Nusret Toprak, "Çoklu Algılayıcılardan Alınan Görüntülerde Eşleştirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması", Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, 110-114, 2011

28. David G. Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invirant Keypoints", International Journal of Computer Vision, 2004

29. Matthew Brown, David G. Lowe, Automatic Panoramic Image Stitching Invariant Features, International Journal of Computer Vision, 2007