

# FARKLI FOTO RAF BİNDİRME ORANLARI VE ÇÖZÜNÜRLÜKLERİNİN ORTOFOTO ÜRETİM SÜRECİNE ZAMANSAL ETKİLERİ

A.ÇAM<sup>a\*</sup>, G.ARASAN<sup>a</sup>

<sup>a</sup> MSB Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi Başkanlığı, 06100, Dikimevi, Ankara (ahmet.cam, gokhan.arasan)@hgk.msb.gov.tr

**ANAHTAR KELİMELER:** Hava Fotoğrafı, Bindirme Oranı, Çözünürlük, Ortofoto, Mozaikleme

## ÖZET:

Günümüz coğrafi bilgi sistemlerinde artan coğrafi altlık ihtiyacına kısa sürede cevap verilmesi için aynı yere ait farklı bindirme ve çözünürlüğe sahip hava fotoğraflarından hızlı bir şekilde ortofotolarının üretilmesi önemlidir. Özellikle büyük şehirlerde hızla artan şehirleşme ve sanayileşmeye bağlı olarak aynı bölgeye ait farklı özelliklerdeki hava fotoğraflarına ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Farklı bindirme oranlarına ve farklı çözünürlüklere sahip hava fotoğraflarından ortofoto üretilmesi ve mozaikleme aşaması en çok zaman alan süreci oluşturmaktadır. Bu uygulamada, farklı bindirme oranları ve farklı çözünürlüklere sahip hava fotoğraflarının üretim sürecine zamansal etkileri araştırılmıştır. Ayrıca ortofoto üretimi ve mozaikleme aşamasında uygun üretim zamanının belirlenmesi, hava fotoğraflarındaki bindirme oranı ve çözünürlüğünün üretim sürecindeki etkileri, avantaj ve dezavantajları görülmüştür.

## TIMING EFFECTS OF THE DIFFERENT PHOTOGRAPHIC OVERLAP AND RESOLUTIONS ON THE ORTHOPOTO PRODUCTION PROCESS

**KEYWORDS:** Aerial Photographs, Different Overlap Model, Resolution, Orthophoto, Mosaicking

## ABSTRACT:

It is important to produce orthophotos in order to respond to the need of increasing geographical basemap in today's geographical information systems and to produce aerial photographs with different overlap and resolution at the same time in a quick manner. Due to urbanization and industrialization especially in big cities, the need for aerial photographs of different specifications belonging to the same region is increasing day by day. Especially orthophoto production and mosaicking from aerial photographs with different overlap ratios and different resolutions is the most time consuming process. In this application, effects of the different overlap ratios and different resolutions of the aerial photographs on the production process were investigated. In addition, it has been seen that the determination of appropriate production time in the process of orthophoto production and mosaicking, the overlap ratios and resolution in aerial photographs, the advantages and disadvantages of the production process.

## 1. GİRİŞ

Yenilenen ve gelişen teknolojiler fotogrametri bilimini de önemli ölçüde etkilemiştir. Teknolojideki bu hızlı gelişim ile Fotogrametri alanında, analog kameraların yerini sayısal kameralar almıştır. Son yıllarda sayısal kameraların yer örnekleme aralığı oldukça artmıştır. Bu sayede kullanım alanları da artmış, farklı bindirme oranlarına ve yüksek çözünürlüğe sahip fotoğraflar çekme ve ortofotolar üretme imkânı doğurmuştur.

Günümüz coğrafi bilgi sistemlerinde artan coğrafi altlık ihtiyacına cevap verilmesi ve aynı yere ait farklı bindirme oranlarına ve çözünürlüğe sahip hava fotoğraflarının hızlı bir şekilde üretiminin gerçekleştirilmesi amacıyla ortofotolarının üretilmesinin önemi artmıştır.

Son yıllarda farklı kaynaklardan ve farklı algılayıcılardan elde edilmiş hava fotoğraflarının birçok ihtiyaca cevap vermek için kullanım olanaklarının artması ile sayısal görüntülerden daha fazla bilgi çıkarılması sağlanmıştır.

Bu doğrultuda Ankara ilinin 2011 yılına ait 45 cm, 2013 yılına ait 30 cm, 2015 yılına ait 12 cm yer örnekleme aralıklarına sahip %60 ileri ve %30 yan bindirme oranında renkli hava fotoğrafları Test 2 uygulamasında kullanılmıştır. Yine Ankara

ilinin 2015 yılına ait 12 cm yer örnekleme aralığına sahip %80 ileri ve %60 yan, %60 ileri ve %60 yan, %80 ileri ve %30 yan bindirme oranlarına sahip olmak üzere üç farklı bloka ait renkli hava fotoğrafları Test 1 uygulamasında kullanılmıştır.

Elde edilen sonuç ve kazanılan deneyimlerin ülkemizdeki diğer sivil ve kamu kurumundaki harita üreticisi kurumlarla paylaşılması amaçlanmıştır.

## 2. TANIMLAR

Ortofoto; perspektif görüntülerdeki eğiklik ve arazideki yükseklik farklarından dolayı görüntü kaymalarının giderilmesi sonucu elde edilmiş, harita gibi belli bir ölçekteki fotoğraflık görüntüdür.

Birden çok ortofotonun yan yana getirilerek oluşturulmuş tek bir altlık üzerindeki ortofotoları Ortofoto Mozaik denir.

Ortofoto düşüncesi 1920'li yıllara dayanmaktadır. 1927'de R.FERBER Fransa'da, 1929'da LACMAN Almanya'da birer prototip alet yapmışlar ve ilk uygulama 1953'te BEAN'ın ABD'de yaptığı alet ile başlamıştır (Akin 2013).

### 3. UYGULAMA BÖLGESİ VE STASYON B LG SAYARININ ÖZELLİKLER

Bu çalışmada Ankara bölgesine ait yaklaşık 150 km<sup>2</sup>lik alanı kapsayan 1:25.000 ölçekli 29a2 paftası seçilmiştir (ekil 1). 29a2 paftasının Microsoft UltraCamX sayısal fotogrametrik hava kamerası ile çekilen 2011 yılına ait hava foto rafları ve Microsoft UltraCam Eagle sayısal fotogrametrik hava kamerası ile çekilen 2013 ve 2015 yıllarına ait hava foto rafları kullanılmıştır.

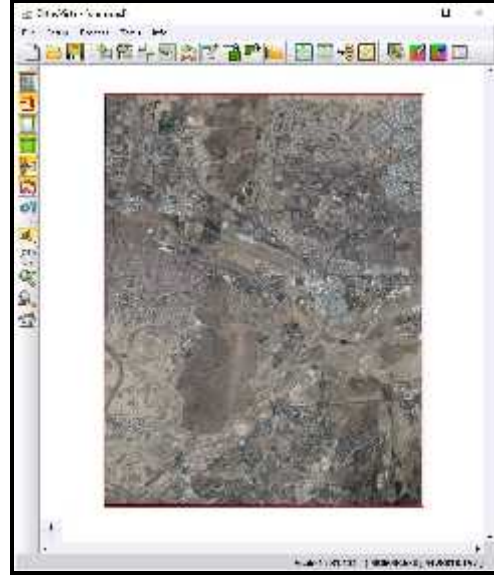


ekil-1 Çalınma Bölgesi

Bu süreçte kullanılacak bilgisayarın özellikleri Tablo 1'de yer almaktadır. Bu özelliklere sahip bir bilgisayar sayesinde ortofotolar ve mozaikleri üretilmiştir. Ayrıca ekil 2'de ApplicationsMaster 7.0 ve OrthoVista 7.0 yazılımının ara yüzü yardımıyla ortofotoların ve mozaiklerinin üretimi gerçekleştirilmiştir.

İş İstasyon Bilgisayarının Özellikleri (HP Z840)	
İşlemci	Intel® Xeon® CPU E5-2620 V3 @ 2.40 GHz (2 işlemci) 64 bit işlemci
Anakart	HP Z840
Bellek Birimi	32 GB
Grafik Kartı	NVIDIA Quadro M4000

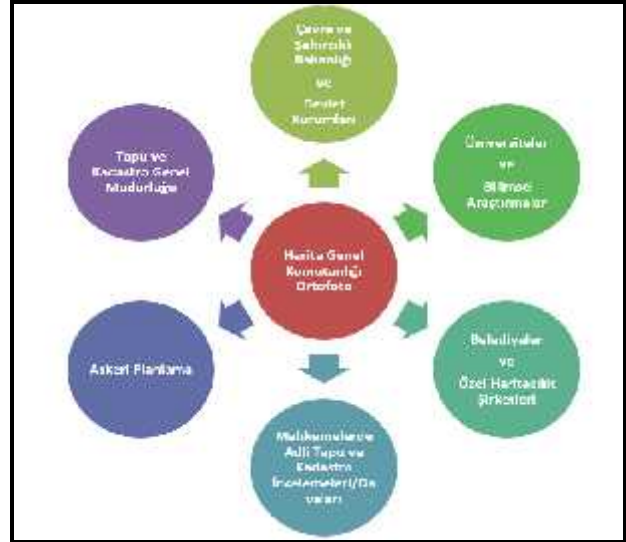
Tablo 1. İstasyon Bilgisayarının Özellikleri



ekil 2 ApplicationsMaster 7.0 ve OrthoVista 7.0 Yazılımının Ara Yüzü

### 4. UYGULAMANIN HEDEF ALDI İ KESİM VE ETKİLEYECE İ TARAFLAR

Üretilen ortofotolar kentsel gelişimin izlenmesi ve modellenmesi açısından, çeşitli bakanlıklar ve belediyeler tarafından, özellikle kentsel ve kırsal alanlarda gelişimi ve gözlemlenmesi açısından kullanılabilir. Ayrıca su kaynakları, orman alanları ve tarım alanlarının incelenmesi amacıyla da üretilen ortofotolar etkin olarak kullanılabilir. Uygulamanın hedef aldığı kesim ve etkileyeceği taraflar ekil 3'de gösterilmiştir.



ekil 3 Uygulamanın Hedef Aldığı Kesim ve Etkileyeceği Taraflar

### 5. FARKLI BINDİRME ORANLARIYLA ORTOFOTO ÜRETİM VE MOZAKLENMESİ (TEST-1)

Standart hava foto raflarından ortofoto üretimi için analog kameralar ile kullanılan %60 ileri ve %30 yan bindirme oranları, hava foto raflarının daha fazla ihtiyaca cevap vermesi amacıyla %80 ileri ve %60 yan bindirme oranlarına artırılmıştır. Bu durum, veri boyutunu artırarak uzun üretim sürelerini beraberinde getirmiştir.

Bu Test uygulamasında Tablo 2’de verilen farklı ileri ve yan bindirme oranları denenmiştir. Tabloda yer alan farklı bindirme oranlarının ortofotoların üretilmesi ve mozaiklenmesinde geçen üretim süreleri belirlenmiştir. Üretim amacına yönelik bindirme oranlarının ilerideki çalışmalarda planlamalarda yol göstermesi hedeflenmiştir.

Tablo 2. Birinci Test Uygulaması Bindirme Oranları

**a. Yüksek Bindirme Oranlarına Göre Ortofoto Üretimi (%80 ileri-%60 yan) - Test 1 Uygulaması**

Ankara şehir merkezinde 12 cm çözünürlüğünde %80-%60 bindirme oranlarında, çekilmiş 1276 adet hava fotoğrafı dengelenmiştir. TUSAGA-Aktif Sisteminde 146 adet sabit istasyon bulunmaktadır. Bu istasyonların verileri, 30 sn’lik ve 1 sn’lik epoklar olarak günlük arzulmaktadır. Bu doğrultuda yaklaşıklı yöneltme parametreleri ANKR Tusaga-Aktif istasyonuna ait 1 sn aralıklı Rinex formatındaki GNSS verisiyle iyileştirilmiştir. iyileştirilmiş foto raflar Inpho OrthoMaster 7.0 yazılımı kullanılarak her bir fotoğrafın ortofotosu üretilmiştir.

Üretilen ortofotolar OrthoVista 7.0 yazılımı yardımıyla mozaikleştirilmiştir.

Bu üretim ekli diğer test uygulamalarındaki ortofoto ve mozaik üretimlerinde de kullanılmıştır. ekil 4’de %80 ileri ve %60 yan bindirme oranları gösterilmiştir.

Çekim Yılı	Çözünürlük (GSD)	Bindirme Oranları	
		İleri	Yan
2015	12 cm	% 80	% 60
2015	12 cm	% 60	% 60
2015	12 cm	% 80	% 30

ekil 4 %80 ileri-%60 Yan Bindirme Oranlarına Sahip Blok

**b. Aynı Bindirme Oranlarına Göre Ortofoto Üretimi (%60 ileri-%60 yan) - Test 1 Uygulaması**

Bu bölümde aynı bindirme oranlarına sahip I29b2 paftasına ait %60 ileri ve %60 yan bindirme oranlarının ortofotolarının ve mozaiklerinin üretiminde zamansal etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda; blok 752 adet foto raftan oluşmaktadır. ekil 5’de %80 ileri ve %60 yan bindirme oranları gösterilmiştir.

**% 80 İLERİ BİNDİRME**



**% 60 İLERİ BİNDİRME**



**% 60 YAN BİNDİRME**



**% 60 YAN BİNDİRME**



## 6. FARKLI ÇÖZÜNÜRLÜKTEKİ (GSD) HAVA FOTO RAFLARINDAN ORTOFOTO ÜRETİM VE MOZAIKLENMESİ (TEST-2)

Son yıllarda sayısal kameraların yer örnekleme aralığı oldukça artmıştır. Bu artışın aynı bölgeyi ve alanı kapsayan çekimlerde foto raf sayısını da doğru orantılı olarak artırmakta olduğu Tablo 3'de görülmektedir. Bununla birlikte yüksek kapasitede depolama alanlarına ihtiyaç, blok dengeleme işlemlerinin uzamasına, uzun üretim sürelerini beraberinde getirdiği açık bir şekilde görülmektedir. Üretimlerin hem maliyetli hem de en iyi üretim süresinin kaybolmasına neden olmaktadır.

ekil 5 %60 İleri-%60 Yan Bindirme Oranlarına Sahip Blok

### c. Yüksek İleri Bindirme ve Düşük Yan Bindirme Oranlarına Göre Ortofoto Üretimi (%80 İleri-%30 Yan) - Test 1 Uygulaması

Bu bölümde ileri bindirme oranları yüksek tutulmuş ancak yan bindirme oranı düşük bindirme oranında tutulmuş I29b2 paftasına ait %80 ileri ve %30 yan bindirme oranlarının ortofoto ve mozaikleme üretiminde yan bindirme oranındaki azalmanın zamansal etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda; blok 641 adet foto raftan oluşmaktadır. ekil 6'da %80 ileri ve %60 yan bindirme oranları gösterilmiştir.

#### % 80 İLERİ BİNDİRME



#### % 30 YAN BİNDİRME



ekil 6 %80 İleri-%30 Yan Bindirme Oranlarına Sahip Blok

Bölge	Kaplama Alanı (Km2)	Çözünürlük (GSD)	Foto raf Sayısı (Adet)
I29b2 Paftası	150	45 cm	32
I29b2 Paftası	150	30 cm	92
I29b2 Paftası	150	12 cm	384

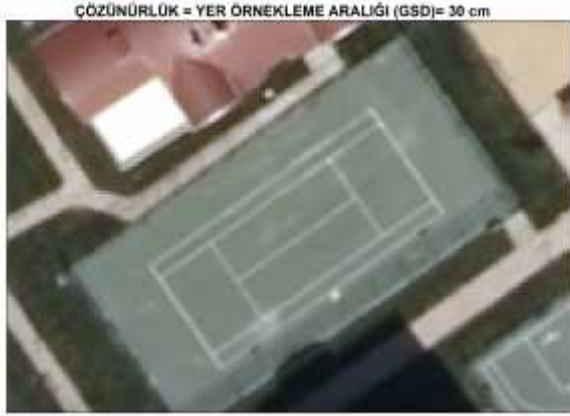
Tablo 3. İkinci Test Uygulaması Yer Örnekleme Aralıkları

### a. Farklı Çözünürlüğe Sahip Hava Foto Raflarından Ortofoto Üretimi (%60 İleri-%30 Yan) - Test 2 Uygulaması

Bu bölümde Ankara ilinin 2011 yılına ait 45 cm, 2013 yılına ait 30 cm ve 2015 yılına ait 12 cm yer örnekleme aralığında, %60 ileri ve %30 yan bindirme oranına sahip renkli hava foto raflarından ortofotolarının ve mozaiklerinin üretiminde zamansal etkisi Test 2 uygulamasında gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda; yukarıdaki Tablo 3'de aynı bölgeyi kapsayan farklı foto raf adetleri gösterilmiştir. Ortofotoların üretilmesi ve mozaiklenmesi yukarıda anlatılan üretim yöntemindeki gibi aynı yazılımlar kullanılarak her bir yer örnekleme aralığı için ayrı ayrı uygulanmıştır. ekil 7'de farklı çözünürlüğe sahip görüntüler gösterilmiştir.

ÇÖZÜNÜRLÜK = YER ÖRNEKLEME ARALIĞI (GSD) = 45 cm





Çekim Yılı	GSD	Foto raf Sayısı (Adet)	1.TEST UYGULAMASI			
			Bindirme Oranları		Zaman	
			İleri	Yan	Ortofoto	Mozaikleme
2015	12 cm	1276	% 80	% 60	38 sa 36dk	92 sa
2015	12 cm	752	% 60	% 60	4 sa 36dk	3 sa 17dk
2015	12 cm	641	% 80	% 30	5 sa 30dk	2 sa 52dk



ekil 7. Farklı Çözünürlü e Sahip Örnek Görüntüler

## 7. SONUÇ

Bu çalışmada, farklı bindirme ve farklı çözünürlü e sahip hava foto raflarından hızlı bir şekilde ortofotolarının üretilmesi ve mozaiklenmesinde zaman faktörü araştırılmış ve planlamaların en iyi ve hızlı bir şekilde yapılması analiz edilmiştir.

Standart ortofoto üretimi için kullanılan bindirme oranı ileri %60- yan %30 iken bu oranlar ortofotoların kullanım amacına ve ihtiyacına göre değişmektedir. Bu yüzden bindirme oranları optimum şekilde planlanmalı ve istenilen ortofoto ve mozaiklerin yeterli zamanda üretilmesi ve planlanması gerekmektedir.

Yüksek bindirme oranları sadece eleme başarısı ve doğruluğunu değil, blok dengeleme doğruluğunu da artırmaktadır. Bu nedenle hava foto rafı çekilmesi planlanan bölge için üretilecek foto rafının özelliği, üretim amacı ve süre kısıtlamaları göz önünde bulundurulmalıdır.

Test 1 uygulama sonuçlarına göre Tablo 4 incelendi inde; %80 ileri - %60 yan bindirme oranı ile %60 ileri - %60 yan bindirme oranlarına göre foto raf sayısı karşılaştırıldığında farkın yaklaşık 2 kat olmasına rağmen, üretim süresi olarak bakıldığında 9 kat olduğu görülmüştür. Ayrıca mozaikleme süresi olarak bakıldığında harcanan sürenin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Bu farkın, hem ileri bindirmenin hem de yan bindirmenin yüksek tutulmasının sonucunda ortaya çıktığı değerlendirilmiştir.

Ayrıca Tablo 4 yeniden incelendi inde %60 ileri - %60 yan bindirme oranlarında foto raf sayısı 752 adetten, %80 ileri - %30 yan bindirme oranında foto raf sayısı 641'e düşmesine rağmen üretim süresi yaklaşık 1 saat artmış görülmüştür. Bu durum, ileri bindirmenin yan bindirmeye göre üretim süresini arttırdığını göstermiştir.

Mozaikleme açısından karşılaştırıldığında %60 ileri - %60 yan bindirme oranlarında foto raf sayısı 752 adet iken üretim süresi, %80 ileri - %30 yan bindirme oranında foto raf sayısı 641 adet iken üretim süresine bakıldığında farklı bindirme oranları olsa bile, foto raf sayısı ile üretim süresi doğru orantılı olduğu görülmüştür.

Genel olarak birinci test uygulaması incelendi inde ortofotolu üretilecek bölgenin bindirme oranlarının çok iyi belirlenmesi ve hangi kullanım amacına göre bir planlamanın yapılması gerektiği Tablo 4'de zamansal olarak bakıldığında çok iyi görülmektedir. Buda bize bindirme oranlarının seçiminin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Tablo 4. Birinci Test Uygulaması Bindirme Oranlarına Göre Üretim Zamanı

İkinci Test uygulaması sonuçlarına göre Tablo 5 incelendi inde 12 cm yer örnekleme aralığına sahip aynı alan ve bölgeyi kapsayan % 60 ileri - % 30 yan bindirme oranlarına sahip ortofotoların üretilmesi için yer örnekleme aralıklarına göre üretim süresinde 4 kata varan artışlar görülmektedir. Bu anlamda yer örnekleme aralığının giderek artması foto raf sayısını da yaklaşık 4 kat arttırdığı görülmüştür. Buda bize ileriki planlamalarda kolay bir hesap yapmamızı sağlayacaktır. Nasıl mı? Yer örnekleme aralığının artırılması ya da azaltılmasına bağlı olarak foto raf sayısı kaç kat arttıysa üretim süresi o kadar artmaktadır. Ayrıca yazılım ve donanım özelliklerinin de etkili göstermesi üretim sürelerini de beraberinde düşürecektir.

Genel olarak ikinci Test uygulaması incelendi inde; yer örnekleme aralığının çok iyi belirlenmesi ve kullanım amacının iyi tespit edilmesinin gerekliliği Tablo 5'de zamansal olarak bakıldığında çok iyi görülmektedir. Bu da bize yer örnekleme aralığının seçiminin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca yer örnekleme aralığının yüksek seçilmesinin sonucunun yüksek kapasitede depolama alanlarına ihtiyacı beraberinde getireceği gibi blok dengeleme alanında geçirilen sürelerinde arttıracakları unutulmamalıdır.

Mozaikleme açısından ikinci test uygulaması karşılaştırıldığında; mozaik üretim süreleri arasında büyük farklar görülemezdir. Bu sonuç, aynı bindirme oranlarında sahip farklı çözünürlüklerdeki ortofotoların mozaiklenmesinde hemen hemen yakın sürelerde olduğunu göstermektedir.

Tablo 5. İkinci Test Uygulaması Yer Örnekleme Aralıklarına Göre Üretim Zamanı

Tüm uygulama sonuçları incelendi inde; bindirme oranlarının artmasıyla do ru orantılı olarak foto raf sayısının arttı ı ve aynı zamanda yer örnekleme aralı ı arttıkça do ru orantılı olarak foto raf sayısı arttı ı görülmektedir. İy i bir planlamayla ortofotoların üretilmesi ve mozaiklenmesinde zamanın etkili kullanılmasının önemini yapılan testler bir kez daha göstermektedir.

Bindirme oranları ve yer örnekleme aralı ı yüksek seçildi inde ortofoto ve mozaik üretim sürecinin arttı ı görülmü tür. Uygun bindirme oranları ve yer örnekleme aralı ının seçiminin iyi planlanmaması, çalı ma alanlarının daha kapsamlı ve geni bölgelerde yapılması durumunda harcanan toplam sürelerin artmasına ba lı olarak uygulamalar üzerinde olumsuz etkisi olabilece i de erlendirilmektedir.

Çalı ma daha farklı bindirme oranları ve farklı yer örnekleme aralı ı ile devam edecektir. Çalı manın nihai amacı; ortofotoların en do ru ve en kısa sürede üretilmesi ile aynı zamanda üretilecek co rafi veri için gerekli en iyi bindirme oranları ve yer örnekleme aralı ını tespit etmektir.

#### KAYNAKLAR

Çam A., Yılmaz A., Fırat O. (2013). *Harita Genel Komutanlı nda Ortofoto Ve Sayısal Yüzey Modeli Üretimi Faaliyetleri*, TMMOB Co rafi Bilgi Sistemleri Kongresi-2013.

Çam A., Fırat O. (2014). *Türkiyede Ortofoto Kullanımı ve Harita Genel Komutanlı nda Ortofoto Üretimi*, Ged (Sayı 08), 2014.

HGK., (2016). *Tarihi Hava Foto raflarından Ortofoto Üretimi ve Sunumu Projesi*, F Z B L TE RAPORU-2016.

ahin ., (2013). *Yı ın Ortofoto Üretiminde Süreç Optimizasyonu*, 2013.

Çekim Yılı	Çözünürlük (GSD)	2.TEST UYGULAMASI			
		Bindirme Oranları		Zaman	
		leri	Yan	Ortofoto	Mozaikleme
2011	45 cm	% 60	% 30	58 dk	1 sa 55 dk
2013	30 cm	% 60	% 30	1 sa 25 dk	3 sa 03 dk
2015	12 cm	% 60	% 30	4 sa 37 dk	3 sa 22 dk